

ЮНЫЙ УЧЁНЫЙ

ISSN 2409-546X

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



6+

9

2026

Юный ученый

Международный научный журнал

№ 9 (105) / 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

ИСТОРИЯ

Маркова-Ким С. Н.

Фрески Мегинской Богородской церкви XIX века как уникальный памятник монументальной живописи в Якутии 1

Юсупова А. Д.

Атрибуция телесных маркеров высшего сословия: ногтевая пластина мизинца как объект материальной культуры 3

ОБЩЕСТВОЗНАНИЕ

Филимонова А. М.

Философия любви в современном обществе: между рациональным расчётом и подлинной эмоциональной связью 6

ПРАВО

Данилин Р. М.

Проблема правовой культуры в Российской Федерации 9

ИНФОРМАТИКА

Мамонтов Д. Т.

Бесшовная навигация между открытым пространством и помещением на основе интеграции GPS и Wi-Fi 12

ФИЗИКА

Брюзгина У. С.

Исследование влияния формы оперения на аэродинамические характеристики любительской ракеты 17

Емельянова В. Н.

Оптимальный угол наклона солнечной панели 23

Зайдуллина Д. А.

Разработка устройства для измерения напряженности электромагнитного поля бытовых приборов 25

Ярыго М. И.

Кратчайший не значит самый быстрый: разгадка парадокса брахистохроны 28

БИОЛОГИЯ

Антипенко Р. В.

Ультразвук пробуждает семена: эксперимент с фасолью в горшках и открытом грунте 35

Горбунова А. Н.

Бабочка дома: *Papilio machaon* 39

ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЕ

Богданова Е. Ю.

Связь распространённости анемии у женщин с материнской смертностью и рождаемостью в странах Африки южнее Сахары 46

ЭКОЛОГИЯ

Коршунова М. С.

Изучение изменения физико-химических показателей воды родников в зависимости от времени года 50

ПРОЧЕЕ

Андрухова Ю. В.

Жизнь в Ленинградском зоопарке в годы Великой Отечественной войны: испытание блокадой 56

ИСТОРИЯ



Фрески Мегинской Богородской церкви XIX века как уникальный памятник монументальной живописи в Якутии

Маркова-Ким Сайаана Николаевна, учащаяся 11-го класса

Научный руководитель: Гурьева Александра Арияновна, учитель истории и обществознания
МБОУ «Майинский лицей имени И. Г. Тимофеева» МР «Мегино-Кангаласский улус» (Республика Саха (Якутия))

В статье рассматривается фресковая роспись Мегинской Богородской церкви (с. Бютейдях, Мегино-Кангаласский улус, Республика Саха (Якутия)) как уникальный памятник монументальной живописи XIX — начала XX века. На основе историко-культурного и искусствоведческого анализа автором исследуется иконографическая программа росписей, выполненная якутским художником-самоучкой Иннокентием Сивцевым (Мытыйыкы) в 1911 году. Особое внимание уделяется композиционной структуре (12 Ангелов, 12 Апостолов, образы пророков и евангелистов), её богословскому смыслу и региональной адаптации православной иконографии. Делается вывод, что фрески Мегинской церкви являются синтезом русской храмовой традиции, европейских художественных влияний и локального культурного кода, что придаёт им статус уникального историко-культурного феномена.

Ключевые слова: фресковая живопись, Мегинская Богородская церковь, деревянное зодчество Якутии, И. И. Сивцев-Мытыйыкы, православие в Якутии, иконография, памятники.

Уникальные деревянные храмы Якутии, созданные в XIX веке, представляют собой не просто памятники архитектуры, но живые свидетели сложных культурно-религиозных процессов. Они воплотили синтез веры, русского зодчества и местных строительных традиций, породив неповторимый облик северного храма. Отличительной чертой многих из них является наличие монументальной живописи, что для деревянных церквей является большой редкостью. Актуальность исследования обусловлена отсутствием целостных искусствоведческих работ, посвящённых фресковой росписи деревянных храмов Якутии, а также угрозой полной утраты этих памятников из-за климатических условий и недостаточной реставрационной работы. Новизна работы заключается в попытке комплексного культурологического анализа фресковой росписи Мегинской Богородской церкви как целостного художественного памятника, включая её иконографическую программу, стилистические особенности и региональные черты.

Цель исследования — дать культурологический анализ фресковых росписей Мегинской Богородской церкви XIX века. В работе использовались методы исторического описания, историко-типологического анализа. Дореволюционная Якутия была богата деревянными храмами, однако до настоящего времени сохранились лишь единицы. Мегинская Богородская церковь (1820–1823 гг.) является старейшим действующим деревянным храмом

в регионе. Её основание связано с деятельностью улусного головы Константина Алексеевича Попова (Туокуну кулуба) — известного общественного деятеля, мецената и инициатора строительства.

Выбор места для храма был осуществлён по якутской традиции «туорэх бырабыы» (гадание с ложкой, перевод по — якутски), что свидетельствует о глубокой интеграции православного строительства в местные культурные практики. Строительство велось методом «общенародной помощи»: каждое подворье поставляло одно бревно. Здание представляет собой трёхэтажную деревянную постройку с колокольной (достроена в 1873 г.). Размеры храма — 25 м в ширину и 18 м в высоту. Церковь четырёхпрестольная: престолы на втором этаже посвящены Рождеству Пресвятой Богородицы и св. Константину и Елене, на нижнем — св. Иннокентию Иркутскому [2, с. 74].

Важно отметить, что храм выполнял не только религиозную, но и образовательную функцию. С 1898 по 1920 гг. при нём действовала церковно-приходская школа, выпустившая плеяду первых якутских интеллигентов: К. О. Гаврилова, М. Ф. Слепцова, Г. О. Лукина и др. Таким образом, Мегинская церковь стала духовным и просветительским центром обширного региона.

Главной художественной особенностью Мегинской Богородской церкви, отличающей её от других сохранившихся храмов Якутии, является наличие фресковых

росписей. Их современное состояние связано с именами двух мастеров: первоначальных иркутских художников и якутского иконописца-самоучки Иннокентия Ивановича Сивцева (Мытыйыкы), который в 1911 году провёл их масштабную реставрацию и фактически заново расписал многие фрагменты.

И. И. Сивцев (1870–1927) — ключевая фигура в истории якутского изобразительного искусства. Он обучался у ссыльного художника В. Н. Моравского, получил разрешение Иркутского епископа на изображение святых ликов (уникальный случай для инородца) и оставил заметный след в храмовом строительстве Ботурусского улуса. Для Мегинской церкви он выполнил не просто реставрацию — он создал новый живописный ансамбль, заменив, осыпавшиеся фрески на холсты, наклеенные на стены.

Исследователь З. И. Иванова-Унарова отмечает, что в работах Мытыйыкы прослеживается синтез русских канонов и местных декоративных мотивов. Это проявилось, в частности, в трактовке ликов: например, «скуластый лик Моисея со слегка раскосыми глазами» выдаёт руку якутского мастера. Таким образом, роспись Мегинской церкви представляет собой редкий пример адаптации православной иконографии к этническому восприятию [1, с. 47]

Пространственная организация храма выстраивается строгой иерархией, отражающей богословскую модель мироздания. Верхняя часть (потолок) отведена 12 Ангелам, образующим «небесную сферу»; стены занимают 12 Апостолов — земные «столпы веры». Такое композиционное решение создаёт эффект диалога «горнего» и «дольнего» миров, иллюстрируя идею синергии небесных и земных сил. Расположение ангелов над головами молящихся символически включает верующих в литургическое общение со всей Церковью — как земной, так и небесной. Среди сюжетов выделяется группа пророков Илии и Моисея: Илия со свитком, Моисей — со скрижалями, на которых видны цифры I и II — начало Десяти заповедей. Здесь же расположены картуши с фигурами кающейся Магдалины и Авраама, заносающего нож над Исааком, где руку отца удерживает ангел — это редкий ветхозаветный сюжет, не характерный для рядовых сельских церквей.

Наиболее интересен фрагмент с изображением Христа Пантократора и четырёх евангелистов. Исследователи отмечают неканонические детали: нимбы святых изображены не вокруг головы, а над ней — черта, скорее свойственная католической иконографии. Кроме того, мускулистые позы сидящих евангелистов, их динамичные жесты отсылают к пластике работ Микеланджело, что позволяет предположить, что Мытыйыкы мог использовать западноевропейские гравюры в качестве образцов.

Важной чертой этих фресок является их «двойной код»: с одной стороны, они строго следуют миссионерской задаче — простыми и ясными образами транслировать основы веры, с другой — несут отпечаток индивидуального стиля мастера и регионального восприятия. Светлый колорит, прозрачные оттенки, упрощённые, но выразительные формы делали роспись доступной для восприятия и эффективной в качестве визуальной проповеди. На сегодняшний день фрески Мегинской Богородской церкви находятся в критическом состоянии. Климатические условия Якутии (резкие перепады температур,

высокая влажность) приводят к осыпанию красочного слоя, утрате фрагментов. Часть изображений сохранилась лишь фрагментарно, и без срочных реставрационных мер памятник может быть утерян безвозвратно.

Практическая значимость нашего исследования заключается в фиксации и систематизации данных о росписях. Мы составили детальное описание каждой композиции: ангельского чина, апостольского ряда, ветхозаветных сцен и фигуры Пантократора. Эти материалы могут стать основой для будущей реставрации и искусствоведческих изысканий. Культурологическое значение фресок выходит далеко за рамки религиозного искусства. Они представляют собой уникальный документ межкультурного взаимодействия, где переплелись:

- византийская традиция (каноническая структура);
- западноевропейские влияния (через гравюры);
- русское храмовое зодчество;
- локальный этнический компонент (антропологические черты в ликах, некоторые орнаментальные мотивы). Таким образом, Мегинская церковь является не просто культовым сооружением, а культурным феноменом, отражающим процесс интеграции Якутии в имперское и христианское пространство.

Заключение

Проведённое исследование позволило осуществить комплексный культурологический анализ фресковой росписи Мегинской Богородской церкви — уникального памятника монументальной живописи Якутии. Рассмотрев историю христианизации края, архитектурные особенности храма и изучив иконографическую программу, мы пришли к следующим выводам.

1. Мегинская Богородская церковь является старейшим сохранившимся деревянным храмом Якутии, строительство которого стало результатом активного участия местной элиты и народа в распространении православия.

2. Фресковая роспись, выполненная и реставрированная И. И. Сивцевым-Мытыйыкы, представляет собой целостную богословско-художественную систему. Композиция «12 Ангелов — 12 Апостолов» моделирует небесно-земную иерархию, создавая сакральное пространство, интегрирующее молящегося в общехристианский космос.

3. Стилистические особенности росписей (трактовка ликов, нимбов, пластика фигур) свидетельствуют о творческой переработке русских, западноевропейских и местных художественных традиций, что делает этот памятник продуктом межкультурного синтеза.

4. Угроза физической утраты фресок требует принятия безотлагательных мер по их консервации и реставрации. Систематизация данных, предпринятая в данной работе, может служить основой для этих действий. Таким образом, фрески Мегинской Богородской церкви являются не только религиозным декором, но и ценнейшим историко-культурным документом, сохранившим следы сложной культурной динамики XIX — начала XX века. Их изучение и сохранение — важнейшая задача для понимания многогранного культурного наследия Якутии.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Иванова-Унарова, З. И. У истоков якутской живописи/Иннокентий Сивцев-Мытыйыкы. — Якутск: Бичик, 2012.
2. Пахомова, В. Н., Пахомова Л. С. Росписи Мегино-Богородской церкви Мегино-Кангаласского улуса // Институт естественных наук СВФУ. — Якутск, 2019.
3. Попов, Г. В. Мегино-Кангаласский улус: история, культура, фольклор. — Якутск: Бичик, 2001.
4. Сивцева, А. И. Воспоминания / сост. П. Д. Петров. — Якутск: Издательский дом СВФУ, 2013.
5. Слепцова, Ф. К., Родионов Д. К. Нэһилиэгим нэһилистибэтэ. Бүтэйдээх I–II чаастара. — Дьокуускай: Көмүөл, 2014.
6. Софронов, В. Г. Русские на северо-востоке Азии в XVII — середине XIX вв. — М.: Наука, 1978.
7. Юрганова, И. И. Распространение государственного православия в Якутском крае // Известия Иркутского государственного университета. Сер. Политология. Религиоведение. — 2014. — Т. 8.
8. Шишигин, Е. С. Якутская епархия (краткий исторический очерк). — Мирный, 1997.

Атрибуция телесных маркеров высшего сословия: ногтевая пластина мизинца как объект материальной культуры

Юсупова Алина Данисовна, учащаяся 11-го класса

Научный руководитель: Хамматова Ляйсан Айратовна, учитель истории
МАОУ «Центр образования № 25» г. Уфы

Статья посвящена истории обычая отращивать длинный ноготь на мизинце. Автор прослеживает, как эта практика меняла своё социальное значение в разные эпохи: от утилитарного инструмента в дворянском быту до символа в криминальной среде. Исследование показывает, что внешние признаки служили для людей способом определения социального статуса.

Ключевые слова: обычаи, социальные знаки, история повседневности, дворянство, криминальная субкультура, телесный маркер, дворянский этикет, криминальная субкультура, наркокультура, историческая антропология.

Введение

Внешний облик человека всегда служил средством социальной идентификации. Костюм, причёска, аксессуары выполняли функцию маркеров, указывающих на статус и принадлежность к определённой группе. Однако существовали и менее очевидные знаки — например, длина ногтя на мизинце. В разные исторические периоды этот признак интерпретировался по-разному: от символа аристократизма до атрибута криминальной и наркокультур. Чем обусловлена такая трансформация значений?

Практическое применение длинного ногтя в дворянской среде

В XVII веке длинный ноготь на мизинце стал характерной деталью облика европейских дворян, но виной тому была не мода, а практическая необходимость. Письма тогда запечатывали сургучом — твёрдой смолистой массой, которую без острого предмета было не вскрыть [1]. Шпага, неизменный спутник дворянина, для вскрытия писем не подходила — она оставляла следы на бумаге и могла повредить текст [2;3]. В отсутствие специального ножа аристократы использовали для этой цели ноготь на мизинце левой руки. Эта рука у правшей оставалась свободной, а мизинец был самым малозамет-

ным пальцем, который не мешал ни в бою, ни в письме. Ноготь служил удобным инструментом, позволяющим аккуратно отделить сургуч от бумаги. Традиция просуществовала до начала XX века, когда сургучные печати уступили место клеевым конвертам [4; с. 136].

Дворцовый этикет

В XVIII столетии во Франции длинный ноготь на мизинце получил новое применение — в сфере придворного этикета. В данную эпоху нормы поведения при французском дворе были чрезвычайно детализированы. Одно из правил касалось входа в помещение: стучать в дверь кулаком считалось грубостью, недостойной воспитанного человека. Правильным тоном считалось деликатное поскрёбывание ногтем по двери [5]. Такой звук был слышен, но не нарушал тишины и не производил впечатления бесцеремонности. В этом контексте ноготь перестал быть просто частью тела и превратился в инструмент социальной коммуникации. Он сигнализировал о присутствии гостя, который знает и соблюдает правила хорошего тона. Интересно, что один и тот же палец служил и для практических нужд, и для демонстрации воспитанности.

Изменение значения обычая в XX веке

В XX столетии длинный ноготь на мизинце утратил связь с аристократической средой и перешёл в иные соци-

альные слои. В советских исправительных учреждениях он стал опознавательным знаком заключённых с высоким статусом. Представители тюремной элиты — воры в законе — принципиально отказывались от физического труда. Длинный ухоженный ноготь служил наглядным доказательством того, что его обладатель не занят работой и принадлежит к привилегированной части заключённых [6]. Таким образом, эта телесная деталь выполняла функцию статусного маркера внутри тюремной иерархии.

Параллельно ноготь на мизинце использовался карточными шулерами [7]. С его помощью они осуществляли технически сложный приём — разделение колоды для получения нужного порядка карт. Этот приём позволял им получать преимущество в игре.

В 1970-е годы в США ноготь на мизинце приобрёл ещё одно применение, связанное с наркокультурой. Распространители и потребители кокаина использовали его для точного дозирования и употребления порошка. С ногтя было удобно вдыхать вещество. В среде наркоторговцев даже появилась неофициальная мера веса — «nail» (в переводе с английского — «ноготь») [8;9]. Именно эта ассоциация сыграла решающую роль в том, что в Европе длинный ноготь на мизинце стали воспринимать как признак дурного тона.

Однако не все случаи использования длинного ногтя связаны с преступным миром.

В музыкальной среде длинные ногти иногда отращают гитаристы. Для игры на классической или акустической гитаре ноготь используется как медиатор: он позволяет извлекать более звонкий, яркий и насыщенный звук, особенно при игре перебором [10;11]. Эта практика распространена и сегодня и не несёт никакой социальной или статусной нагрузки — это лишь технический приём.

Особый интерес представляет связь длинного ногтя на мизинце с масонством [17;18]. Масоны — члены

тайного общества, существовавшего в Европе и России в XVIII–XIX веках — часто использовали внешние знаки для идентификации друг друга [19]. Одним из таких опознавательных признаков, по некоторым данным, был длинный ноготь на мизинце. Это позволяло масонам узнавать «своих» в обществе, не привлекая лишнего внимания. Показательным является пример А. С. Пушкина [13;14]. Как упоминает писатель В. В. Вересаев в своей книге «Пушкин в жизни», у поэта был длинный ноготь именно на этом пальце. Художник Василий Тропинин, который писал портрет Пушкина, заметил эту деталь и сделал вывод, что поэт принадлежит к масонскому братству [15;16]. Таким образом, для современников Пушкина длинный ноготь служил своеобразным «паролем», указывавшим на связь с тайным обществом.

Заключение

Длинный ноготь на мизинце — наглядный пример того, как меняется значение вещей и обычаев. В XVII веке это был полезный бытовой инструмент дворянина. В XVIII — знак хороших манер. В XX столетии он стал символом тюремной иерархии, карточного мастерства и даже наркокультуры. Сегодня данный обычай уже не несёт прежнего смысла и чаще вызывает недоумение, чем понимание.

Этот пример показывает важную закономерность: любой внешний признак обретает смысл только в конкретном историческом и социальном контексте. Без понимания этого контекста мы можем неверно истолковать даже самые простые детали человеческого облика. То, что для одних было необходимостью, для других становилось знаком принадлежности к группе, а для третьих — поводом для осуждения. Изучая такие обычаи, мы лучше понимаем, как люди прошлого воспринимали себя и друг друга.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Сургуч. — Текст: электронный // ru.wikipedia.org: [сайт]. — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Сургуч?ysclid=mr862wrzf995028886>
2. Шпаги XVIII–XIX вв. в собрании оружия ГВМЗ. — Текст: электронный // vladmuseum.ru: [сайт]. — URL: <https://vladmuseum.ru/upload/iblock/86f/113.%20Шпаги%20XVIII-XIX%20вв.%20в%20собрании%20оружия%20ГВМЗ.pdf>
3. Сценическое движение 3Д 1 задание. — Текст: электронный // kolpnz.ru: [сайт]. — URL: <https://kolpnz.ru/wp-content/uploads/2020/03/Сценическое-движение-3Д-1-задание.pdf>
4. sbornik_uljanovsk_2021.pdf. — Текст: электронный // future4you.ru: [сайт]. — URL: https://www.future4you.ru/images/stories/docs/Pedagog/2021-2022/sbornik_uljanovsk_2021.pdf#40#25
5. Нельзя было даже прикасаться к ней: почему вилку считали орудием дьявола. — Текст: электронный // ren.tv: [сайт]. — URL: <https://ren.tv/project/tainy-chapman/video-chapter/1425752-nelzia-bylo-dazhe-prikasat-sia-k-nei-pochemu-vilku-schitali-orudiem-diavola?ysclid=mr9cye3977189924>
6. Зачем «воры в законе» отращивали ноготь?. — Текст: электронный // russian7.ru: [сайт]. — URL: <https://russian7.ru/post/zachem-vory-v-zakone-otrashhivali-nogot/#1>
7. Владимир, В. Р. Карточные игры против шулера / В. Р. Владимир. — Текст: электронный // kartaslov.ru: [сайт]. — URL: https://kartaslov.ru/книги/Владимир_Викторович_Романов_Карточные_игры_против_шулера/4#p252#2
8. Why Everyone Is Talking About Coke Nails Again. — Текст: электронный // cultcritic.co: [сайт]. — URL: <https://cultcritic.co/why-everyone-is-talking-about-coke-nails-again-ntn>
9. Ongle de l'auriculaire long. — Текст: электронный // Wikipedia: [сайт]. — URL: https://fr.wikipedia.org/wiki/Ongle_de_l'auriculaire_long
10. <https://orca.cardiff.ac.uk/id/eprint/80117/1/2015robertswhphd.pdf>

11. <https://www.frontiersin.org/journals/computer-science/articles/10.3389/fcomp.2019.00008/full>
12. <http://lib.pushkinskijdom.ru/LinkClick.aspx?fileticket=ekicfOvL190%3D&tabid=10358>
13. <http://lib.pushkinskijdom.ru/LinkClick.aspx?fileticket=ekicfOvL190%3D&tabid=10358>
14. Пушкин никогда не был связан с декабристами: современная монархическая публицистика о мифологической паре Пушкин-декабристы. — Текст: электронный // cyberleninka.ru: [сайт]. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pushkin-nikogda-ne-byt-svyazan-s-dekabristami-sovremennaya-monarhicheskaya-publitsistika-o-mifologicheskoy-pare-pushkin-dekabristy-1>
15. https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_003629899/
16. <https://feb-web.ru/feb/pushkin/serial/v88/v88-171-.htm>
17. Масоны в России от Петра I до наших дней. — Текст: электронный // azbyka.ru: [сайт]. — URL: <https://azbyka.ru/otechnik/sekty/masonry-v-rossii-ot-petra-1-do-nashih-dnej/10>
18. <https://diletant.media/articles/29227912/>
19. Масонство. — Текст: электронный // ru.wikipedia.org: [сайт]. — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Масонство>



ОБЩЕСТВОЗНАНИЕ

Философия любви в современном обществе: между рациональным расчётом и подлинной эмоциональной связью

Филимонова Алина Михайловна, учащаяся 11-го класса
МБОУ «Ершичская средняя школа» (Смоленская область)

Научный руководитель: Филимонова Марина Сергеевна, преподаватель
Профессиональный лицей № 6 г. Смоленска

В статье проводится философскоаксиологический анализ трансформации представлений о любви в условиях современного общества. Осуществляется семантикоконцептуальное разграничение категорий «расчёт» и «рациональность» применительно к сфере межличностных отношений. На базе этикофеноменологического подхода раскрываются механизмы объективации партнёра и обосновывается модель любви как практики эмпатического присутствия и взаимного признания. В работе систематизированы социальные детерминанты, влияющие на изменение ценностных установок в сфере романтических отношений (цифровизация практик знакомства, трансформация экономических ролей, тенденция к индивидуализации ценностных ориентаций). Доказывается, что, несмотря на усиление прагматических установок, любовь сохраняет экзистенциальную и этическую ценность как пространство совместного личностного роста и признания уникальности Другого.

Ключевые слова: любовь, философия любви, рациональность, расчёт, объективация, эмпатия, межличностные отношения, современное общество, эмоциональная связь, этика отношений.

Введение

Любовь традиционно выступает в качестве одной из фундаментальных антропологических констант, конституирующих человеческое существование. На протяжении истории философской мысли любовь осмыслялась в различных модальностях — от онтологического принципа (Платон, неоплатонизм) до этической ценности (И. Кант, М. Бубер) и феномена экзистенциального опыта (С. Кьеркегор, Ж.-П. Сартр, Э. Фромм). В современных социальнокультурных условиях представления о любви подвергаются значительной трансформации под влиянием урбанизационных процессов, цифровизации, изменения гендерных и экономических ролей, а также общей тенденции к прагматизации повседневных практик.

Распространённый в публичном дискурсе тезис о «любви по расчёту» требует строгого концептуального прояснения: смешение понятий «расчёт» и «рациональность» приводит к искажению этического содержания межличностных отношений и нивелированию ценности эмоциональной близости. Цель настоящей статьи — провести семантическое и аксиологическое разграничение указанных категорий, проанализировать этические риски объективации партнёра в современных практиках

построения отношений, а также обосновать ценность любви как пространства взаимного признания и совместного развития личности.

Методологической основой исследования выступают элементы феноменологического подхода (акцент на непосредственном опыте межличностного взаимодействия), этикоаксиологического анализа (рассмотрение любви как ценностного отношения) и социологической интерпретации (учёт макросоциальных факторов, влияющих на трансформацию моделей отношений).

Расчёт и рациональность: семантикоконцептуальное разграничение

В быденном языке термины «расчёт» и «рациональность» нередко используются как синонимичные, однако в философскоэтическом контексте они обладают принципиально различной смысловой нагрузкой.

Под **расчётом** в контексте межличностных отношений понимается утилитарная стратегия выбора партнёра, предполагающая редукцию личности к совокупности измеримых параметров: социальноэкономического статуса, материального достатка, репродуктивного потенциала, внешних характеристик и иных функциональных атрибутов. В рамках данной модели партнёр выступает

не как субъект, обладающий внутренней ценностью, а как объект, обладающий набором полезных свойств. Такой подход коррелирует с концепцией инструментальной рациональности (М. Вебер), где ценность определяется через полезность, а не через признание достоинства личности.

Рациональность в сфере отношений трактуется как рефлексивная способность субъекта к осознанному выбору, основанному на понимании собственных ценностных ориентиров, личностных границ и потребностей, а также на уважении к автономии и уникальности Другого. Рациональный подход не предполагает отрицания эмоциональной составляющей, но позволяет структурировать ожидания, минимизировать когнитивные искажения и избегать деструктивных сценариев взаимодействия. Например, рефлексия над собственными потребностями в безопасности, поддержке или совместном развитии является проявлением психологической зрелости, а не утилитарного расчёта.

Таким образом, критика «любви по расчёту» направлена не против здравого смысла или рефлексивности, а против редукции личности до функционального набора характеристик. Разграничение данных понятий позволяет избежать подмены этического содержания отношений прагматическими соображениями.

Любовь как преодоление объективации: этикофеноменологическая перспектива

Центральной этической проблемой современного понимания любви является тенденция к объективации партнёра, которая проявляется в восприятии другого человека как средства достижения собственных целей или удовлетворения потребностей. Данная тенденция вступает в противоречие с гуманистической трактовкой любви как акта признания ценности Другого как самоценной личности.

С точки зрения феноменологии межличностного опыта (М. Бубер, Э. Левинас), подлинная любовь конституируется через отношение «Я — Ты», в котором Другой воспринимается не как объект, а как равноправный субъект взаимодействия. В этом контексте любовь предполагает следующие структурные компоненты:

- **Перцептивная открытость** — способность воспринимать партнёра целостно, включая его уязвимости и несовершенства, без стремления к их инструментальному использованию или принудительной коррекции.

- **Диалогичность** — взаимодействие, основанное на взаимном признании, готовности слышать и быть услышанным, а не на калькуляции вкладов и выгод.

- **Дифференциация любви и физиологического влечения** — признание многомерности отношений, в которых сексуальное влечение выступает лишь одним из аспектов, не исчерпывающим содержание любви. Сведение любви к физиологическому компоненту или к механизму социального контроля обесценивает её нравственную и экзистенциальную составляющую.

Объективация партнёра, напротив, соответствует отношению «Я — Оно» (М. Бубер), где Другой лишается субъектности и рассматривается как ресурс. Преодоление объективации требует развития эмпатических спо-

собностей, рефлексии собственных мотивов и готовности к уязвимости в отношениях.

Социальные факторы трансформации представлений о любви

Современные макросоциальные тенденции оказывают существенное влияние на формирование моделей романтических отношений. К числу наиболее значимых факторов относятся:

1. **Цифровизация практик знакомства.** Распространение онлайн-платформ для знакомств способствует формированию «культуры пролистывания» (swipe culture), в рамках которой оценка потенциального партнёра осуществляется на основе минимального набора данных (фотографии, краткие анкеты). Это усиливает тенденцию к поверхностной оценке и способствует объективации, поскольку визуальный образ и формальные характеристики становятся доминирующими критериями выбора.

1. **Трансформация экономических ролей.** Совместное ведение хозяйства и распределение ресурсов требуют обсуждения финансовых вопросов, что может усиливать акцент на материальной стороне отношений. При этом экономическая рациональность в планировании быта не должна подменять этическое содержание отношений.

2. **Индивидуализация ценностных ориентаций.** В обществе, где самореализация и личный комфорт становятся приоритетными ценностями, люди чаще ищут партнёров, которые не препятствуют их развитию. Эта тенденция может интерпретироваться как «расчёт», однако в действительности она отражает потребность в равноправном партнёрстве и взаимном уважении автономии.

Важно подчеркнуть, что указанные тенденции не свидетельствуют о «исчезновении» искренней любви, а усложняют её реализацию, требуя от партнёров большей эмоциональной компетентности и рефлексивности.

Любовь как практика эмпатии и присутствия

Философское понимание любви как созидательной силы опирается на концепцию эмпатического присутствия — способности быть рядом с Другим, не пытаясь его переделать или использовать. В данном контексте любовь трактуется не как пассивное чувство, а как активная практика, включающая следующие компоненты:

- **Неоценочное слушание** — умение воспринимать слова и эмоции партнёра без немедленной интерпретации, советов или критики, когда это не требуется.

- **Готовность к уязвимости** — способность проявлять свои истинные чувства и переживания, отказываясь от защитных ролей «сильного» или «идеального» партнёра.

- **Принятие ответственности** — осознание собственной роли в динамике отношений и отказ от перекладывания вины на партнёра.

Такая модель любви не отрицает наличие бытовых трудностей и конфликтов, но рассматривает их как пространство для совместного роста и углубления взаимопонимания, а не как основание для взаимных претензий. Любовь как практика присутствия предполагает постоянное усилие по поддержанию диалога, признанию уникальности Другого и развитию способности к эмпатии.

Заключение

Проведённый анализ позволяет сделать вывод о том, что любовь в современном обществе действительно сталкивается с вызовами прагматизации и поверхностности, обусловленными макросоциальными тенденциями. Однако эти вызовы не означают вырождения любви как фундаментальной антропологической ценности. Расчётливый подход отражает стремление к безопасности и предсказуемости, но не способен удовлетворить глубинную экзистенциальную потребность человека в подлинном признании и эмоциональной близости.

Истинная любовь, понимаемая как практика взаимного признания, эмпатии и совместного роста, сохраняет свою этическую и экзистенциальную значимость. Она

строится не на редукции Другого до набора функций, а на способности видеть и ценить его уникальность, на готовности к уязвимости и диалогу. Именно в таком понимании любовь выступает как фундаментальная основа человеческих отношений, преодолевающая инструментализацию и сохраняющая гуманистический потенциал в условиях современной социокультурной динамики.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на эмпирическую верификацию теоретических положений (например, посредством социологических опросов или качественных интервью), а также на разработку прикладных моделей развития эмоциональной компетентности в межличностных отношениях.

ЛИТЕРАТУРА:

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Платон?ysclid=mu2zzolamm749292965>
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Кант,_Иммануил?ysclid=mu30226ir9178978737
3. https://ru.wikipedia.org/wiki/Фромм,_Эрих?ysclid=mu304km7se515007926
4. https://ru.ruwiki.ru/wiki/Кант,_Иммануил
5. https://ru.ruwiki.ru/wiki/Кьеркегор,_Сёрен?ysclid=mu9j6fs1r9786887253
6. <https://caligo-et-lumen.livejournal.com/3378.html>
7. <https://studfile.net/preview/9454776/page:3/>
8. <https://studfile.net/preview/4466171/>
9. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Я_и_Ты_\(Бубер\)?ysclid=mu9y6h4x6m825775604](https://ru.wikipedia.org/wiki/Я_и_Ты_(Бубер)?ysclid=mu9y6h4x6m825775604)
10. https://en.wikipedia.org/wiki/Otherwise_than_Being

ПРАВО



Проблема правовой культуры в Российской Федерации

Данилин Руслан Максимович, учащийся 11-го класса

*Научный руководитель: Тицаева Ольга Сергеевна, учитель истории и обществознания
МБОУ «Школа № 17» г. Ростов-на-Дону*

В статье рассматривается проблема правовой культуры России. Изучается понятие правовой культуры, её структура и формирование. Анализируются данные социологических исследований, свидетельствующие о недостаточном уровне правовой грамотности граждан. Выявляются основные причины низкой правовой культуры и предлагаются пути повышения правовой культуры.

Ключевые слова: правовая культура, правосознание, правовой нигилизм, правовое воспитание, правовая грамотность, правовое государство.

Введение

Наше общество находится в непрерывном развитии, каждая сфера общественных отношений получает своё развитие со временем. Право, как сфера общественной жизни тоже находится в динамике. С каждым днём правовая система характеризуется интенсивным развитием: принимаются новые законы, меняется подход к изучению права как науки, изменяется самосознание людей в правовом обществе и др. В этой статье речь пойдет о понятии «Правовая культура» и проблеме её формирования в современном российском обществе.

Актуальность статьи обусловлена тем, что Конституция РФ закрепляет статус России как правового государства, однако реальный уровень правовой культуры граждан не в полной мере соответствует этому идеалу.

Объект исследования: правовая культура как социально-правовое явление.

Предмет исследования: состояние правовой культуры в современной России.

Цель работы: выявить основные проблемы формирования правовой культуры и наметить пути их решения.

Понятие правовой культуры

Правовая культура — это целостная, сложная система, включающая в себя социально-правовые убеждения, идеи, цели, оценки, действия, отношения, которые выражают общее отношение и predisposition гражданина, социальной группы или общества к действующей системе права и законодательства.

Высокий уровень правовой культуры характерен для правового государства. Высокая правовая культура создаёт благоприятные условия для функционирования общества и правопорядка, способствует усвоению знаний в области права, координирует интересы личности,

социальных групп и общества в правовой сфере, позволяет сопоставить поступки людей с нормами, принятыми в обществе, а также помогает относительно определить будущее направление развития системы права и законодательства.

Проблема правовой культуры в России

В статье 1 Конституции РФ говорится: «Российская Федерация — Россия есть демократическое федеративное правовое государство с республиканской формой правления». [1] Ключевым, в данном контексте, является слово «Правовое государство». Именно для правового государства и нужен высокий уровень правовой культуры.

Однако, несмотря на конституционное закрепление статуса правового государства, реальное состояние правовой культуры в России вызывает обоснованную тревогу. Обратимся к данным социологических исследований.

По результатам опроса аналитического центра «НАФИ» при поддержке Национальной Юридической Службы «АМУЛЕКС» (Опрос был проведен в 46 регионах России, были опрошены 1600 человек, возрастом от 18 лет) индекс правовой грамотности составил 54 п.п. из 100 возможных. Результаты показали, что каждый третий россиянин оценивает уровень своих правовых знаний ниже среднего. 31 % россиян оценили свой уровень правовой грамотности как низкий или ниже среднего. Только 13 % сказали, что хорошо знают свои права и то, как их защищать в повседневной жизни. [2]

Приведённая статистика позволяет сказать, что уровень правовой культуры в РФ недостаточно высокий. Многие граждане могут не знать большинства своих прав и способа защитить их. Отсутствие правовой культуры может способствовать росту преступности, распростра-

нению правового произвола и нарушению прав граждан со стороны представителей властных структур.

Текущее положение правовой культуры в современном российском обществе может быть обусловлено рядом причин.

– *Историческое развитие.* Истоки правовой культуры находят себя в эпохе самодержавия, когда право понималось, не как инструмент защиты человека, а как воля государя. В период существования Советского Союза, право носило в большей степени инструментальный характер, а права граждан в ряде сфер носили декларативный характер. После распада СССР законодательство формировалось фактически заново, что создало ситуацию правовой неопределённости и не способствовало формированию устойчивых навыков правового поведения.

– *Недоверие граждан к правоприменению.* У значительной части взрослого населения сложилось мнение, что представители муниципальных и правоохранительных органов часто не выполняют должным образом свои обязанности и превышают свои допустимые полномочия, тем самым нарушая права населения.

– *Трудность юридического языка.* По результатам исследования Лаборатории юридического дизайна факультета права НИУ ВШЭ, опубликованным в 2020 году, около 70 % граждан с высшим образованием не могут понять текст закона без юридической помощи. Это означает, что даже при наличии желания разобраться в своих правах человек сталкивается с текстовым барьером. [3]

– *Несовершенство воспитания и образования в правовой сфере.* В большинстве учебных заведений школьного уровня юридические нормы изучают лишь в качестве теоретической основы, без практического применения.

– Дополнительным фактором выступает семейное воспитание. Гиперопека и лишение ребёнка самостоятельности в принятии решений формируют *правовой инфантилизм* — неспособность и нежелание брать на себя ответственность, привычка ждать, что проблему решит кто-то другой — родитель, учитель, государство.

– *Цифровая среда:* Современные технологии достигли такого масштаба, что интернет и социальные сети оказывают значительное влияние в жизни многих людей. В интернете правовые нормы размываются: анонимность снижает ощущение ответственности, а вирусный контент часто формирует установку: «все так делают» или «за это мне ничего не будет». Старые институты такие как семья, школа, теряют влияние, а новые в лице цифровых платформ не выполняют воспитательной функции. Можно сказать, что создаётся разрыв между формально существующими правовыми нормами и реальным поведением молодёжи.

Если уровень правовой культуры будет падать, то это может привести к состоянию *правового нигилизма* — формы общественного сознания, при которой происходит отрицание права как социального института.

Чтобы избежать подобного явления, необходимо поднимать уровень правовой культуры.

Пути повышения правовой культуры в РФ

Правовая культура формируется под воздействием множества факторов, таких как: воспитание в семье, ка-

чество образования, понятность законодательства, деятельность СМИ и др.

Чтобы повысить уровень правовой культуры в России, необходимо осуществить ряд определённых действий и мероприятий, направленных на подъем правовой грамотности. Основываясь на вышесказанное, представляется возможным выделить следующие направления повышения правовой культуры в РФ:

1. *Системное правовое просвещение в школах.* Правовое воспитание должно быть непрерывным и качественным. Школьники должны изучать не только сами теоретические нормы права, но и практическое применение своих прав в жизни. В школах можно осуществлять интерактивные занятия, разбор реальных жизненных ситуаций, квизы, устраивать постановки юридических процессов. Также можно организовывать встречи школьников с действующими юристами, которые на своём опыте смогут рассказать, как работают права и обязанности гражданина.

2. *Повышение уровня доступности правовой информации.* Ранее было отмечено, что многим гражданам тяжело воспринимать юридические тексты. Для того чтобы решить эту проблему, нужно расширить услуги бесплатной юридической помощи, и сделать юридические услуги в целом более доступными.

3. *Реформирование системы правоохранительных органов.* Необходимо создавать программы повышения грамотности сотрудников правоохранительных органов, а также проводить регулярные проверки на знание правовых норм и на уровень их компетенции. Для того чтобы избежать дефицита кадров в правоохранительных органах, требуется улучшать условия работы сотрудников и повышать заработные платы государственным служащим, а также увеличить бюджетные места на соответствующие учебные направления.

4. *Адаптация к цифровой среде.* В целях развития правового информационного сектора можно организовать интерактивные онлайн проекты, которые будут нацелены на развитие правовой грамотности населения, помогать незнающим гражданам решать свои правовые проблемы и объяснять нормы права понятным языком. Особое внимание требуется уделить правонарушениям в сети интернет, государству нужно усилить правовой контроль в информационной среде, чтобы предотвратить многочисленные правонарушения такие как: буллинг, экстремизм, распространение запрещенного контента и т. д.

Таким образом, чтобы поднять уровень правовой культуры, необходимо совершенствовать текущую систему права и активно подключать институты образования, СМИ, гражданского общества в этот процесс. Государство на данный момент старается развивать правовую культуру, однако, чтобы рост правовой культуры был более высокий, необходимо уделять этой проблеме большее внимание, чем на данный момент. Общими усилиями надо стремиться к тому, чтобы высокая правовая грамотность стала частью культурного кода Российской Федерации.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020) // Официальный интернет-портал правовой информации. — URL: <http://pravo.gov.ru>
2. Индекс правовой грамотности россиян // Аналитический центр НАФИ. — URL: <https://nafi.ru/polls/kazhdy-chetvertyy-rossiyanin-stalkivalsya-s-narusheniem-svoikh-prav/>
3. Промоздки формулировки действующих законов затрудняют их выполнение и порождают недоверие к ним // НИУ ВШЭ. — URL: <https://igiti-eng.hse.ru/news/expertise/396493711.html>
4. Бирюков, С. В. Правовая культура: учебник для вузов. — Москва: Издательство Юрайт, 2026. — 126 с. — ISBN 978-5-534-12246-6
5. Касьянов, В. В., Нечипуренко В. Н. Социология права: учебник для вузов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2026. — 442 с. — ISBN 978-5-534-16831-0
6. Ушакова, Е. В., Карасартова М. М. Правосознание и правовая культура: соотношение и структурные компоненты в современном юридическом образовании // Философия образования. — 2012. — № 1. — с. 192–201
7. Морозова, Л. А. Теория государства и права: учебник. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва: Норма: ИНФРА-М, 2024. — 464 с. — ISBN 978-5-00156-301-3.



ИНФОРМАТИКА

Бесшовная навигация между открытым пространством и помещением на основе интеграции GPS и Wi-Fi

Мамонтов Дмитрий Тимурович, учащийся 11-го класса
МАОУ «Лицей № 6» г. Миасса (Челябинская область)

Научный руководитель: Кульбякина Олеся Аркадьевна, педагог дополнительного образования
МАОУ ДО «Дом детского творчества «Юность» имени академика В. П. Макеева» (г. Миасс)

В статье рассматривается задача непрерывного определения положения пользователя при переходе между открытым пространством и внутренней средой здания. Актуальность исследования определяется ограничениями спутникового позиционирования в помещениях и необходимостью использования локальных источников пространственной информации. Целью работы является разработка и экспериментальная проверка мобильного приложения, автоматически использующего GPS вне здания и Wi-Fi-позиционирование внутри него. В качестве картографической основы применено API Яндекс.Карт, а для внутренней локализации — система FIND3. Для формализации исследования рассмотрена fingerprint-модель Wi-Fi-позиционирования на основе вектора RSSI и предварительной радиокарты. Испытания в образовательном центре «IT-CUBE» показали диапазон точности внутреннего позиционирования 2–5 м и время автоматического переключения между режимами не более 2 с.

Ключевые слова: бесшовная навигация, GPS, Wi-Fi-позиционирование, RSSI, FIND3, внутренняя локализация

Введение

Современные навигационные системы обеспечивают определение местоположения и построение маршрутов на открытом пространстве, однако при перемещении пользователя внутрь здания возникает разрыв навигационного процесса. Спутниковые сигналы ослабляются строительными конструкциями и подвержены влиянию отражений и многопутевого распространения, вследствие чего GNSS/GPS не всегда обеспечивает необходимую точность в помещениях [1; 2].

Для внутренней навигации применяются Wi-Fi, Bluetooth, RFID, ультраширокополосные системы, компьютерное зрение и инерциальные методы. Одним из распространённых подходов является Wi-Fi fingerprinting: на этапе калибровки формируется радиокарта объекта, связывающая координаты с характеристиками принимаемых сигналов, а в рабочем режиме текущие измерения сопоставляются с эталонными данными [2; 3]. Преимущество такого подхода состоит в возможности использовать существующую беспроводную инфраструктуру без установки специализированных маяков.

В настоящей работе рассматривается задача не простой внутренней локализации, а обеспечения непрерывности навигации в смешанной среде «улица — помещение». Поэтому эффективность системы оценивается совокупностью показателей: точностью определения по-

ложения, временем перехода между режимами и стабильностью пользовательского сценария.

Цель исследования — разработать и испытать мобильное приложение бесшовной навигации, автоматически переключающееся между GPS-позиционированием на открытом пространстве и Wi-Fi-позиционированием внутри здания. Для достижения цели поставлены задачи: проанализировать ограничения GPS; исследовать принцип Wi-Fi-локализации; реализовать программную архитектуру; выполнить калибровку внутренней карты; провести полевые испытания и проанализировать полученные результаты.

1. Методология исследования

Исследуемая система рассматривается как гибридная система позиционирования, в которой разные источники координат используются в зависимости от условий среды. Такой подход соответствует направлению seamless positioning, где GNSS дополняется WLAN-сигналами для сохранения работоспособности локализации в переходных и закрытых зонах [1].

Положение пользователя на плоскости объекта обозначим $P=(x,y)$. В наружном режиме используется оценка P_{GPS} , получаемая по спутниковым данным. Для внутреннего режима введём вектор характеристик Wi-Fi-сигналов $R=(r_1, r_2, \dots, r_n)$, где r_i — измеренный уровень сигнала от i -й точки доступа.



Рис. 1. Архитектура разработанной системы бесшовной навигации

Для формализации процесса внутреннего позиционирования используется представление радиокарты $D = \{(R_i, P_i)\}_{i=1}^N$, где R_i — набор измерений Wi-Fi в известной контрольной точке, P_i — её координаты, N — количество контрольных точек. В рабочем режиме текущий вектор R сопоставляется с D , после чего определяется оценка положения P . Данная математическая модель описывает общий fingerprint-подход и не утверждает конкретный внутренний алгоритм FIND3, если он не был экспериментально исследован в проекте.

Для оценки качества системы использованы два основных показателя. Ошибка позиционирования определяется расстоянием между фактической координатой $P_f = (x_f, y_f)$ и оценкой $P_e = (x_e, y_e)$: $e = \sqrt{(x_e - x_f)^2 + (y_e - y_f)^2}$. Для серии измерений средняя абсолютная ошибка может рассчитываться как $MAE = (1/N) \sum e_i$. В данной работе исходные материалы фиксируют диапазон полученной точности 2–5 м, поэтому дополнительное среднее значение без исходных индивидуальных измерений не вводится.

Второй показатель — время переключения T_s , то есть интервал от возникновения условий перехода до появления корректного положения в новом режиме. Такой критерий позволяет оценивать именно бесшовность пользовательского процесса, а не только точность отдельных технологий.

2. Архитектура и практическая реализация

Архитектура приложения включает GPS-модуль, Wi-Fi-канал получения сигналов, систему FIND3, модуль выбора режима и пользовательский картографический интерфейс. В наружном режиме основным источником координат является GPS. При переходе в помещение приложение использует данные Wi-Fi и результаты внутренней локализации, отображая их на адаптированной карте объекта.

Логика работы может быть представлена как конечный автомат с двумя основными состояниями: S_{out} —

наружная навигация и S_{in} — внутренняя навигация. Переход $S_{out} \rightarrow S_{in}$ происходит при снижении пригодности GPS и наличии условий для внутреннего позиционирования; обратный переход выполняется при восстановлении условий спутниковой навигации. Такое разделение позволяет сохранить единый пользовательский интерфейс при смене источника координат.

В качестве картографической основы использовано API Яндекс.Карт. Официальная документация MapKit предусматривает интеграцию карт в Android-приложения, работу с пользовательскими метками и маршрутизацией; SDK также поддерживает Java и Kotlin [4]. В проекте картографический слой использован для отображения положения пользователя, маршрутов и пользовательских объектов.

Для внутренней локализации была выполнена калибровка Wi-Fi-среды. В различных точках здания собирались характеристики доступных точек доступа, после чего формировалась база, связывающая радиосигналы с пространственными координатами. На рабочем этапе текущие Wi-Fi-данные передавались системе FIND3 через REST API, а возвращаемые координаты преобразовывались в положение на внутренней карте.

Внутренняя карта образовательного центра «IT-CUBE» содержит помещения, коридоры и маршрутные элементы. Пользовательский интерфейс объединяет наружную карту и внутреннюю схему, позволяя искать объекты, строить маршрут и наблюдать текущее положение.

3. Экспериментальное исследование

Полевое тестирование проводилось в образовательном центре «IT-CUBE» на базе ДДТ «Юность». Проверялись корректность наружного GPS-позиционирования, точность Wi-Fi-локализации, автоматическое переключение режимов, отображение маршрута и устойчивость интерфейса.

На открытом пространстве приложение корректно отображало положение пользователя и поддержива-

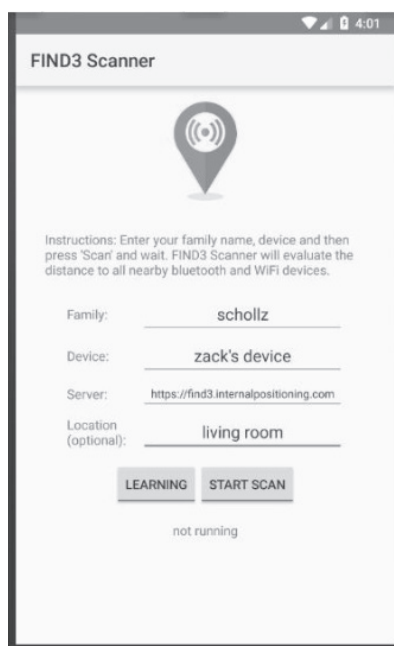


Рис. 2. Интерфейс FIND3 Scanner, использованный при калибровке Wi-Fi-позиционирования



Рис. 3. Внутренняя карта исследуемого объекта с отображением помещений и маршрута

ло навигационный сценарий. Внутри здания основным критерием была точность положения, определяемого по Wi-Fi. В исходном проекте зафиксирован диапазон 2–5 м. Этот результат следует интерпретировать как экспериментальную характеристику конкретного объекта и конкретной конфигурации Wi-Fi-инфраструктуры, а не как универсальную точность метода.

При переходе внутрь здания приложение автоматически переключало источник позиционирования и меняло представление карты с наружного на внутреннее. Зафиксированное время перехода составило не более 2 с. Тем самым проверялась не только работоспособность

отдельных модулей, но и непрерывность пользовательского сценария.

В ходе испытаний были обнаружены зоны с повышенной погрешностью Wi-Fi-позиционирования. Для их коррекции выполнялась дополнительная калибровка FIND3. Также была скорректирована логика переключения при слабом GPS-сигнале. В ходе разработки устранялась ошибка загрузки пользовательской карты на Android 8.0. Таким образом, тестирование использовалось как итерационный этап оптимизации системы.

Качество Wi-Fi-позиционирования принципиально зависит от радиосреды: на RSSI влияют многолучевость,



Рис. 4. Интерфейс разработанного мобильного приложения «Бесшовный навигатор»

препятствия, интерференция и изменения конфигурации объекта [2; 3; 5]. Поэтому поддержание точности требует периодической проверки и, при необходимости, обновления радиокарты.

4. Анализ результатов и ограничения

Полученный диапазон 2–5 м находится в диапазоне, который встречается в исследованиях RSSI-fingerprinting

для Wi-Fi-позиционирования, однако прямое сравнение должно проводиться осторожно из-за различий в зданиях, количестве точек доступа, плотности контрольных точек и методах оценки [2; 3]. В исследуемом объекте результат оказался достаточным для практического сценария ориентирования по помещениям.

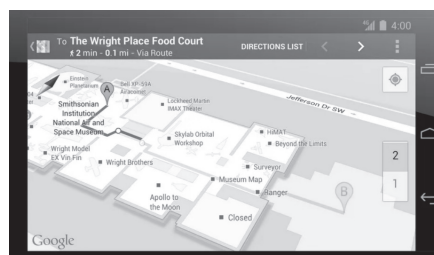


Рис. 5. Пример существующего решения внутренней навигации Google Indoor Maps

Важным результатом является сочетание пространственной точности и времени перехода. Даже достаточно точное внутреннее позиционирование не обеспечивает бесшовность, **если при входе в здание система длительно не определяет положение. Поэтому ограничение времени перехода значением не более 2 с является самостоятельным критерием качества разработанного прототипа.**

Основным ограничением исследования является объём экспериментальной выборки. Исходные материалы фиксируют диапазон точности и время переключения, но не содержат полного набора индивидуальных измерений, распределения ошибок и доверительных интервалов. Поэтому в статье не вводятся искусственные средние или статистические показатели, которые нельзя воспроизвести по имеющимся данным.

Перспективным направлением является расширение алгоритма выбора режима до оценки доверия к нескольким источникам координат. В дальнейшем также возможно применение фильтрации RSSI, накопления временных последовательностей, инерциальных данных и адаптивного обновления радиокарты. Подобные методы рассматриваются в современной литературе как способы повышения устойчивости Wi-Fi-локализации [1; 5; 6].

Заключение

В результате исследования разработан прототип мобильной системы бесшовной навигации, объединяющей GPS-позиционирование на открытом пространстве и Wi-Fi-позиционирование внутри здания.

Основные результаты работы следующие:

1. Сформирована архитектура гибридной навигации, в которой источник координат изменяется автоматически в зависимости от условий позиционирования.
2. Для внутреннего режима реализован подход, основанный на калибровке Wi-Fi-среды и сопоставлении текущих сигналов с пространственной моделью объекта.

3. В приложение интегрирована картографическая основа Яндекс.Карт, а внутренняя карта исследуемого здания адаптирована для отображения помещений и маршрутов.

4. В условиях образовательного центра «IT-CUBE» получена точность Wi-Fi-позиционирования 2–5 м.

5. Время автоматического перехода от наружного к внутреннему режиму составило не более 2 с.

6. В ходе тестирования выявлены и устранены ошибки, связанные с локализацией, переключением режимов и совместимостью программной части.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования разработанного подхода в образовательных учреждениях и других объектах со сложной внутренней планировкой. Научно-техническое развитие системы должно быть направлено на увеличение экспериментальной выборки, количественную оценку распределения ошибок, устойчивость к изменениям радиосреды и более тесное объединение GPS, Wi-Fi и инерциальных данных.

Таблица 1. Результаты экспериментального тестирования

Показатель	Результат	Интерпретация
Точность Wi-Fi-позиционирования	2–5 м	Экспериментальный диапазон для исследуемого объекта
Время переключения	≤ 2 с	Автоматический переход между режимами
Наружное позиционирование	GPS	Работа на открытом пространстве
Внутреннее позиционирование	Wi-Fi / FIND3	Работа внутри здания
Внутренняя карта	Реализована	Помещения и маршрутные элементы

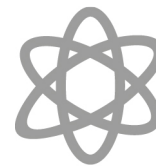
Таблица 2. Сравнение подходов к позиционированию

Технология	Открытое пространство	Помещения	Инфраструктура
GPS/GNSS	Высокая применимость	Ограниченная	Не требуется локальная
Wi-Fi/RSSI	Ограниченная роль	Применима	Используются точки доступа
Bluetooth	Применима	Применима	Маяки при соответствующей архитектуре
Гибрид GPS + Wi-Fi	Высокая	Высокая	Используется существующая Wi-Fi-сеть

ЛИТЕРАТУРА:

1. Richter, P., Obst M., Lienhart M. Ubiquitous and Seamless Localization: Fusing GNSS Pseudoranges and WLAN Signal Strengths // Mobile Information Systems. 2017. DOI: 10.1155/2017/8260746.
2. Sadhukhan, D., Saha S., Banerjee S. et al. Indoor positioning and wayfinding systems: a survey // Human-centric Computing and Information Sciences. 2020. Vol. 10.
3. Obeidat, H., Shuaieb W., Obeidat O., Abd-Alhameed R. A Review of Indoor Localization Techniques and Wireless Technologies // Wireless Personal Communications. 2021. Vol. 119. P. 289–327.
4. Yandex. MapKit Mobile SDK: документация для Android [Электронный ресурс]. URL: https://yandex.com/maps-api/docs/mapkit/android/generated/getting_started.html
5. Pei, L., Liu J., Chen Y. et al. Evaluation of fingerprinting-based WiFi indoor localization coexisted with Bluetooth // Journal of Global Positioning Systems. 2017. Vol. 15. Article 3.
6. Ying, J., Pahlavan K. Precision of RSS-Based Localization in the IoT // International Journal of Wireless Information Networks. 2019. Vol. 26. P. 10–23.

ФИЗИКА



Исследование влияния формы оперения на аэродинамические характеристики любительской ракеты

Брюзгина Ульяна Сергеевна, учащаяся 11-го класса

Научный руководитель: Жуйко Татьяна Васильевна, учитель информатики
КГУ «Лицей № 134» (г. Алматы, Казахстан)

Введение

Устойчивость ракеты во время полёта является одним из основных условий её нормального движения. Даже при наличии достаточной тяги ракета может отклоняться от заданного направления, вращаться или совершать колебательные движения. Одним из элементов конструкции, обеспечивающих устойчивость, является **оперение** или стабилизаторы.

Оперение взаимодействует с набегающим воздушным потоком и создаёт аэродинамические силы, которые препятствуют нежелательному изменению направления продольной оси ракеты. При этом форма, площадь и расположение стабилизаторов влияют не только на устойчивость, но и на аэродинамическое сопротивление изделия.

То есть при проектировании любительской ракеты возникает задача найти такое сочетание геометрических параметров стабилизаторов, при котором обеспечивается достаточная устойчивость при минимальном увеличении сопротивления.

Целью данной работы является исследование влияния формы оперения на аэродинамические характеристики любительской ракеты.

Гипотеза

Предполагается, что изменение формы оперения при близких геометрических параметрах приводит к изменению положения центра давления и статического запаса устойчивости ракеты. При этом рациональная форма стабилизаторов позволяет обеспечить достаточную устойчивость без существенного увеличения аэродинамического сопротивления.

Задачи исследования

1. Рассмотреть физические основы аэродинамической устойчивости ракеты.
2. Изучить влияние формы и геометрических параметров стабилизаторов на положение центра давления.
3. Создать и сравнить три варианта оперения с использованием расчётной модели.
4. Определить для каждой модели положение центра давления и статический запас устойчивости.

5. Сравнить расчётные аэродинамические характеристики исследуемых вариантов.

6. Выбрать конфигурацию для изготовления и летного испытания.

7. Сопоставить расчётные результаты OpenRocket с результатами реального полёта.

8. Оценить расхождение между расчётными и экспериментальными результатами и определить возможные причины.

Для достижения поставленной цели необходимо рассмотреть физические принципы действия стабилизаторов, сравнить различные формы оперения и определить их влияние на устойчивость и сопротивление модели. В качестве объекта исследования используется любительская ракета, для которой можно провести расчёты и сопоставить теоретические результаты с данными реального полёта.

1. Физические основы устойчивости ракеты

Во время полёта ракета движется относительно воздуха с некоторой скоростью. Если её продольная ось совпадает с направлением движения, воздушный поток обтекает ракету приблизительно симметрично. Однако под действием внешних возмущений ракета может немного сместиться относительно направления движения. Между продольной осью ракеты и направлением набегающего потока возникает угол атаки. При появлении угла атаки на поверхности ракеты и её стабилизаторов возникает несимметричное распределение аэродинамических сил. Оперение создаёт момент, стремящийся вернуть ракету к первоначальному направлению движения. Именно это свойство называют **аэродинамической устойчивостью**.

Для устойчивой ракеты положение центра масс и центра давления имеет принципиальное значение. Центр масс — точка, в которой можно считать сосредоточенной массу ракеты. Центр давления — условная точка приложения результирующей аэродинамической силы. Для обеспечения статической устойчивости центр масс должен находиться впереди центра давления относительно направления полёта. Стабилизаторы смещают центр давления назад, увеличивая расстояние между

ним и центром масс. Это позволяет создать стабилизирующий момент при небольшом отклонении ракеты от направления движения.

2. Роль формы оперения

Форма стабилизаторов определяет характер их взаимодействия с воздушным потоком. При одинаковой площади разные геометрические формы могут создавать различное сопротивление и по-разному влиять на устойчивость ракеты.

Для исследования рассмотрим несколько вариантов оперения:

– прямоугольное;

Модель А — прямоугольное оперение.

Степери расчеты
Длина 106 см, макс. диаметр 7,6 см
Масса без двигателей 939 g
Масса с двигателями 1139 g

Flight configuration: [RD1-100-7M-7;]
Апогей: 334 m
Макс. скорость: 86,5 m/s (Число Маха 0,255)
Макс. ускорение: 95,6 m/s²

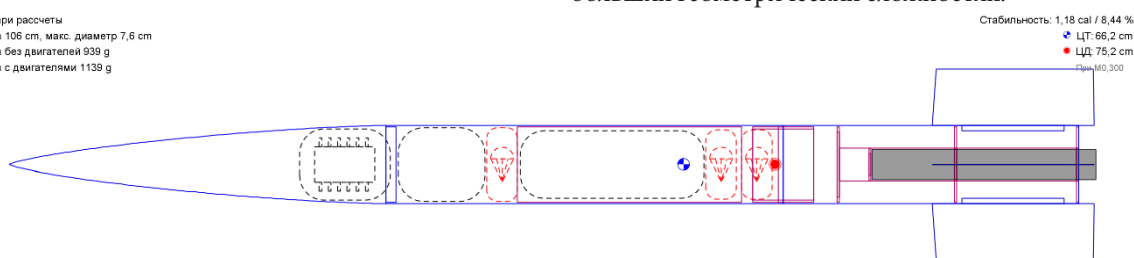


Рис. 1. Модель А

Модель Б — трапецевидное оперение.

Передняя и задняя кромки стабилизатора имеют различную ориентацию, благодаря чему форма постепенно сужается к законцовке.

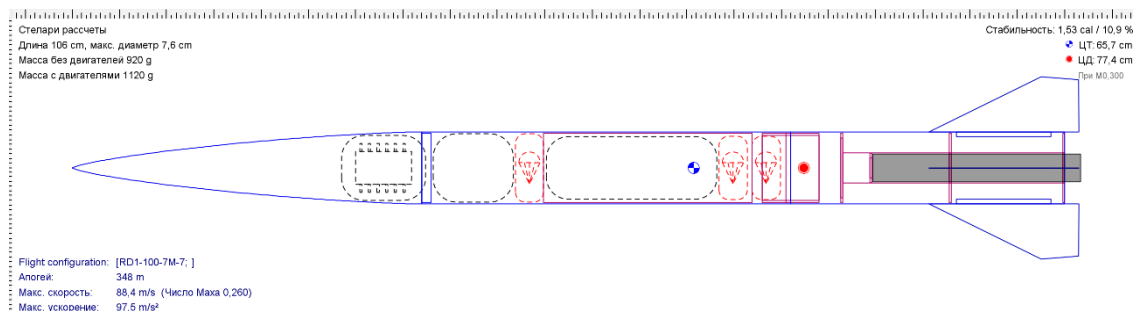


Рис. 2. Модель Б

Модель В — треугольное или стреловидное оперение.

Основная площадь стабилизатора расположена ближе к корпусу, а его внешняя часть имеет выраженную стреловидность.

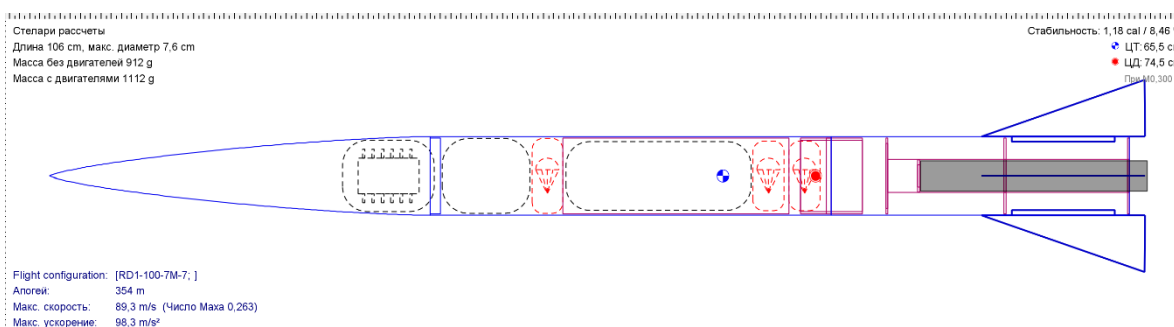


Рис. 3. Модель В

3. Аэродинамическое сопротивление

При движении ракеты в атмосфере часть тяги двигателя расходуется на преодоление сопротивления воздуха. Сила сопротивления определяется выражением:

$$F_D = 1/2 \rho \vartheta^2 C_D S \quad (1)$$

где F_D — сила сопротивления,

ρ — плотность воздуха,

ϑ — скорость ракеты,

S — характерная площадь,

C_D — коэффициент сопротивления.

Из приведённой формулы следует, что при увеличении скорости ракеты аэродинамическое сопротивление возрастает примерно пропорционально квадрату скорости. Поэтому при больших скоростях влияние формы и размеров элементов ракеты на сопротивление становится более заметным.

Оперение напрямую влияет на взаимодействие ракеты с воздушным потоком. Изменение его формы и площади приводит к изменению аэродинамических сил, действующих на ракету, и, соответственно, её сопротивления. Увеличение размеров оперения может повысить устойчивость ракеты, так как стабилизаторы создают больший стабилизирующий момент. Однако одновременно увеличивается и сопротивление воздуха. В результате ракета теряет больше скорости и энергии при движении.

Таким образом, при выборе формы оперения важно учитывать одновременно его влияние на устойчивость и аэродинамическое сопротивление. Оптимальной можно считать такую конструкцию, которая обеспечивает достаточную устойчивость ракеты при небольшом дополнительном сопротивлении.

4. Стабилизирующий момент

Для анализа устойчивости ракеты необходимо учитывать не только величину аэродинамической силы, но и момент, который эта сила создаёт относительно центра масс. Момент силы определяется выражением:

$$M = Fl \quad (2)$$

где F — аэродинамическая сила,

l — плечо силы относительно центра масс.

Если при небольшом отклонении ракеты возникает сила, которая создаёт момент, возвращающий ракету к первоначальному направлению движения, такой момент называется стабилизирующим.

Величина стабилизирующего момента зависит от нескольких факторов:

- площади стабилизаторов;

- формы стабилизаторов;
- расстояния от стабилизаторов до центра масс;
- скорости движения ракеты;
- угла атаки;
- положения центра давления.

Следовательно, эффективность одного и того же оперения может изменяться в зависимости от его расположения на корпусе ракеты. При одинаковой аэродинамической силе увеличение расстояния между стабилизаторами и центром масс приводит к увеличению плеча силы, а значит, и стабилизирующего момента. При исследовании формы оперения необходимо учитывать не только его геометрические размеры, но и положение относительно центра масс и центра давления ракеты.

5. Геометрические параметры оперения

Для количественного сравнения различных вариантов оперения необходимо определить его основные геометрические параметры. К ним относятся площадь стабилизаторов, размах, длина хорды ss , стреловидность и положение стабилизаторов относительно корпуса ракеты.

Площадь стабилизаторов влияет на величину аэродинамической силы и стабилизирующего момента. При её увеличении устойчивость ракеты может повышаться, однако одновременно возрастает сопротивление воздуха. Поэтому при проектировании важно подобрать оптимальный размер оперения.

Для сравнения ракет разного размера используется относительная площадь оперения:

$$\frac{S_f}{S_r} \quad (3)$$

Где — суммарная площадь стабилизаторов,

— площадь поперечного сечения корпуса.

Площадь поперечного сечения корпуса определяется по формуле:

$$S_r = \pi(D/2)^2 \quad (4)$$

где D — диаметр корпуса.

Использование относительной площади позволяет корректно сравнивать различные варианты оперения независимо от размеров самой ракеты. Кроме того, учитывается положение стабилизаторов относительно центра масс, поскольку оно влияет на создаваемый ими стабилизирующий момент.

Для исследуемой модели определяются следующие основные параметры:

Параметры	
Длина ракеты	1060 мм
Диаметр корпуса	76 мм
Масса (без двигателя)	920 г
Количество стабилизаторов	4 шт.
Площадь одного стабилизатора	5721,5
Общая площадь оперения	17164,5
Форма оперения	прямоугольная трапеция
Расстояние от центра масс до оперения	403 мм

Эти данные позволяют связать геометрию ракеты с её аэродинамическими характеристиками.

6. Исследование на примере любительской ракеты

В качестве практического объекта исследования используется любительская ракета (Рис. 2), характеристики которой приведены в таблице.

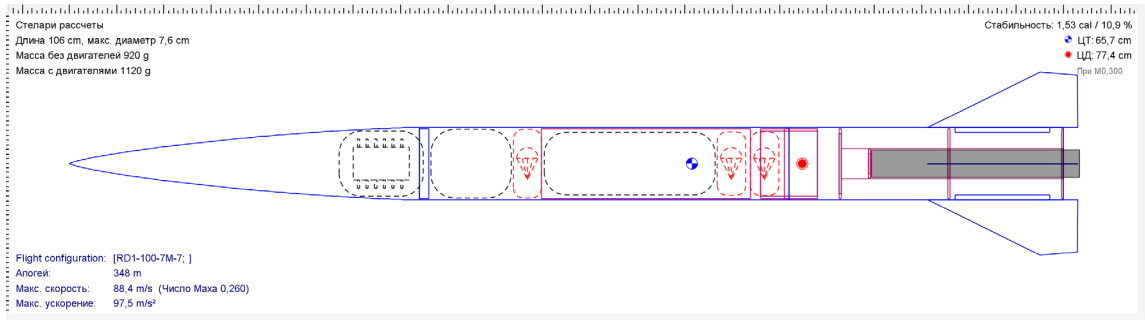


Рис. 4. Компоновка ракеты (Модель Б)

В данной модели присутствует полезная нагрузка в виде спутника, масса которого составляет 350 г. В апогее при срабатывании системы спасения спутник должен отделиться от основной конструкции и спустится на собственном парашюте. Также ракета оборудована двумя электронными системами, фиксирующими данные о полете носителя.

Однако основное внимание в эксперименте уделяется форме её стабилизаторов. При этом остальные параметры модели принимаются постоянными или максимально близкими между сравниваемыми вариантами. Например, если площадь оперения остаётся приблизительно одинаковой, изменение аэродинамических характеристик можно связать непосредственно с изменением формы. При движении ракеты стабилизаторы подвергаются воздействию набегающего потока. Если ракета отклоня-

ется от продольной оси, на оперении возникает боковая аэродинамическая сила. Благодаря расположению стабилизаторов относительно центра масс эта сила создаёт момент, стремящийся уменьшить отклонение. Поэтому оперение выполняет функцию своеобразного «аэродинамического стабилизатора» ракеты. При этом слишком большая площадь стабилизаторов не всегда является преимуществом. Увеличение площади может повысить стабилизирующий момент, но одновременно привести к росту сопротивления. Поэтому оптимальная конструкция должна обеспечивать достаточную устойчивость без неоправданного увеличения аэродинамических потерь.

7. Сравнение различных форм оперения

Для проведения исследования можно рассмотреть несколько вариантов стабилизаторов одинаковой или близкой площади.

Характеристика	Прямоугольное	Трапецевидное	Стреловидное
Площадь	17178,5	17164,5	16164,5
Размах	158 мм	158 мм	158 мм
Хорда	159 мм	159 мм	159 мм
Расчётный центр давления	752 мм	774 мм	745 мм
Оценка устойчивости	1,18 cal	1,53 cal	1,18 cal

Сравнение полученных данных позволяет определить, какая форма обеспечивает наиболее выгодное сочетание аэродинамической устойчивости и сопротивления. При этом необходимо учитывать, что форма стабилизатора влияет не только на величину силы, но и на положение точки приложения этой силы. Поэтому две конструкции с одинаковой площадью могут создавать разные стабилизирующие моменты.

8. Связь с реальным полётом ракет

В ходе создания реальной модели ракеты мы выбрали трапецевидное оперение, которое обеспечило наилучшую стабильность (1,53 калибров). Запуск модели производился с помощью карамельного двигателя РД1–100–7М, суммарная тяга которого составляла 120 Н.

Данные, полученные в ходе запуска ракеты:

- максимальная высота — **220 м**;
- максимальная скорость — **89 м/с**;
- время полёта — **13 с**;

- отклонение от вертикальной траектории — **8°**;
- масса ракеты — **1073 г**.

Если во время полёта ракета сохраняла направление и не демонстрировала выраженных колебаний, это может свидетельствовать о достаточной аэродинамической устойчивости конструкции. Однако устойчивость нельзя оценивать только визуально. Более корректным является расчёт положения центра масс и центра давления, а также определение стабилизирующего момента.

Для этого можно сравнить положение этих точек относительно длины ракеты.

Если центр масс расположен впереди центра давления, возникает положительный запас статической устойчивости. Статический запас устойчивости в калибрах можно определить по формуле:

SM = (X_{CP} - X_{CG}) / D

где SM — статический запас устойчивости в калибрах,

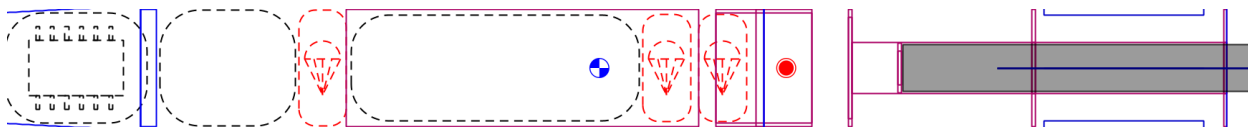


Рис. 5. Положение цт и цд

x_{CP} — положение центра давления,

x_{CG} — положение центра масс,

D — диаметр корпуса ракеты.

Для рассматриваемой модели это позволяет перейти от качественного описания устойчивости к количественной оценке. При этом увеличение расстояния между центром масс и центром давления увеличивает плечо аэродинамической силы и, следовательно, стабилизирующий момент.

9. Анализ результатов

На основании проведённых расчётов и эксперимента можно определить влияние формы оперения на характеристики ракеты. Площади трёх вариантов близки, однако полностью одинаковыми они не являются. Поэтому различие результатов связано как с формой и геометрией стабилизаторов, так и с небольшими различиями их площади и положения относительно корпуса. Для корректного сравнения в дальнейшем следует учитывать оба фактора. При этом необходимо учитывать компромисс между двумя характеристиками. С одной стороны, увеличение площади и эффективности оперения повышает устойчивость ракеты. С другой стороны, увеличение оперения приводит к дополнительному сопротивлению воздуха. Это можно представить как оптимизационную задачу:

$$S_{уст} \rightarrow \max \quad (5)$$

$$\text{при условии } F_D \rightarrow \min \quad (6)$$

Иными словами, задача проектирования заключается не в получении максимально большого оперения, а в выборе такой формы и размеров, которые обеспечивают

необходимую устойчивость при минимальных аэродинамических потерях.

В выбранном оперении были проведены расчеты апогея в программе. Что показало апогей в районе 340м, при условиях скорости ветра 7–8м/с. Также был проведен запуск, полученные результаты которого были сравнены с расчетными. Сравнение результатов позволит определить наиболее эффективную форму оперения для рассматриваемой модели.

10. Сравнение расчётных и экспериментальных результатов

Для модели Б расчётный апогей составил около 340 м, а по результатам реального запуска была достигнута высота 290 м. Абсолютное расхождение составило:

$$\Delta h = |h_{расч} - h_{эксп}| \quad (7)$$

Выходит: $\Delta h = |340 - 220| = 120$ м. Относительное расхождение относительно расчётного значения:

$$\delta_h = \frac{|h_{расч} - h_{эксп}|}{h_{расч}} \times 100 \% \quad (8)$$

$$\text{Выходит: } \delta_h = \frac{|340 - 220|}{340} \times 100 \% = 35.3 \%$$

Таким образом, экспериментальное значение апогея оказалось примерно на 35.3 % ниже расчётного. Возможными причинами расхождения являются различия между расчётной и фактической тягой двигателя, стартовой массой, условиями ветра, реальной траекторией полёта и аэродинамическими характеристиками изготовленной модели. При этом прямое сравнение следует рассматривать как оценку точности расчётной модели, а не как доказательство влияния только формы оперения, поскольку на результат реального запуска одновременно влияют многие факторы.

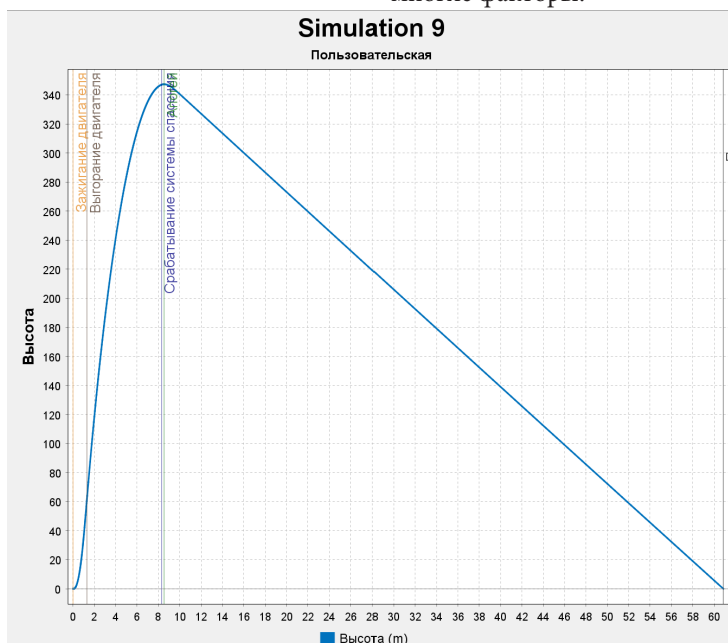


Рис. 6. Расчётный апогей в OpenRocket для модели Б



Рис. 7. Апогей для модели Б при реальном полете

Заключение

В данной работе было исследовано влияние формы оперения на аэродинамические характеристики любительской ракеты. Были рассмотрены три конфигурации стабилизаторов: прямоугольная, трапециевидная и стреловидная. По расчётным данным статический запас устойчивости составил 1,18 са для прямоугольной модели, 1,53 са для трапециевидной и 1,18 са для стреловидной. Наибольшее значение было получено для трапециевидного оперения, поэтому именно эта конфигурация была выбрана для изготовления и лётного испытания. Для выбранной модели расчётный апогей составил около 340 м, тогда как в реальном полёте была достигнута высота 290 м. Абсолютное расхождение составило 50 м, или около 14,7 % от расчётного значения. Это показывает, что расчётная модель достаточно хорошо описывает порядок характеристик полёта, однако между расчётными и реальными условиями существуют различия. Теоретический анализ показал, что стабилизаторы играют важную роль в обеспечении аэродинамической устойчивости ракеты.

При отклонении от направления движения на них возникает аэродинамическая сила, которая благодаря расположению оперения относительно центра масс создаёт стабилизирующий момент. Форма оперения влияет на величину аэродинамических сил, положение центра

давления и сопротивление воздуха. Поэтому изменение геометрии стабилизаторов способно заметно изменить характер движения ракеты. При этом увеличение размеров оперения не является однозначным способом повышения эффективности. Более крупные стабилизаторы могут увеличить устойчивость, но одновременно приводят к росту аэродинамического сопротивления.

Следовательно, при проектировании ракеты необходимо находить оптимальное соотношение между устойчивостью и сопротивлением. На примере исследуемой любительской ракеты можно связать теоретические зависимости с реальными характеристиками полёта. Расчёт положения центра масс и центра давления, определение стабилизирующего момента и сравнение различных форм оперения позволяют перейти от качественного наблюдения к количественному анализу. Таким образом, форма оперения является одним из важных факторов, определяющих аэродинамические характеристики ракеты. Правильно подобранная геометрия стабилизаторов позволяет обеспечить устойчивый полёт при одновременном снижении нежелательного аэродинамического сопротивления. Полученные результаты могут быть использованы при дальнейшем проектировании и совершенствовании любительских моделей ракет, а также при выборе оптимальной формы стабилизаторов для заданных условий полёта.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Stine, G. H., Stine B. Handbook of Model Rocketry. 7th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2004.
2. Van Milligan T. S. Model Rocket Design and Construction. 2nd ed., 2000.
3. Gregorek, G. M. Aerodynamic Drag of Model Rockets. Estes Industries, Technical Report TR-11, 1970.
4. Mandell, G. K., Caporaso G. J., Bengen W. P. Topics in Advanced Model Rocketry. Cambridge: MIT Press, 1973.
5. Allen, J. E. Aerodynamics: The Science of Air in Motion. New York: McGraw-Hill, 1982.

Оптимальный угол наклона солнечной панели

Емельянова Виктория Николаевна, учащаяся 11-го класса

Научный руководитель: Колобышко Лидия Ивановна, учитель математики;

Научный руководитель: Кодрул Елена Николаевна, учитель физики;

Научный руководитель: Подгорная Светлана Ивановна, учитель математики и информатики

МОУ «Ближнехуторская СОШ» (Слободзейский р-н, Молдова)

В статье исследуется влияние угла наклона солнечной панели на величину электрической мощности, вырабатываемой при освещении солнечным излучением. Работа основана на эксперименте с мини-панелью от солнечного калькулятора. Полученные результаты позволяют оценить влияние геометрического положения панели на ее работу и сформулировать практические рекомендации по выбору угла наклона.

Ключевые слова: солнечная панель, солнечная энергия, фотоэлектрический эффект, угол наклона, мощность, эксперимент, возобновляемая энергетика.

Рациональное использование энергетических ресурсов — одна из важных задач современности. Рост потребления электроэнергии, ограниченность традиционных источников топлива и необходимость снижения воздействия энергетики на окружающую среду повышают интерес к возобновляемым источникам энергии. Одним из наиболее доступных является солнечная энергия, которую можно преобразовывать в электрическую.

Солнечные панели широко применяются в быту, промышленности и автономных устройствах. Их эффективность зависит от интенсивности солнечного излучения, времени года и суток, температуры, чистоты поверхности, затенения, ориентации и угла наклона панели.

Особенно важен выбор оптимального угла наклона для конкретной территории. Наибольшая эффективность достигается при максимально близком к перпендикулярному падению солнечных лучей на поверхность панели. Однако положение Солнца меняется в течение дня и года, поэтому оптимальный угол зависит от времени и условий эксплуатации [1, с. 7].

Цель исследования — определить экспериментальным путем угла наклона мини-панели, при котором в условиях проведения опыта достигается максимальная электрическая мощность.

Солнечная панель преобразует энергию солнечного излучения в электрическую энергию благодаря фотоэлектрическому эффекту. Основным материалом фотоэлементов является кремний — полупроводник, способный создавать электрический ток под воздействием света.

В фотоэлементе образуются области р- и n-типа, между которыми возникает р-n-переход и внутреннее электрическое поле. Под действием света фотоны передают энергию электронам, а внутреннее поле разделяет заряды, создавая электрический ток во внешней цепи.

Поскольку один фотоэлемент вырабатывает небольшое напряжение, их объединяют в модули. Совокупность таких элементов образует солнечную панель.

Основные факторы, влияющие на эффективность солнечных панелей [2, с. 35]:

1. Интенсивность солнечного излучения — чем выше освещённость, тем больше электроэнергии может вырабатывать панель.

2. Время суток и время года — положение Солнца и продолжительность светового дня изменяются, поэтому эффективность панели меняется.

3. Температура — при сильном нагревании эффективность фотоэлементов снижается.

4. Затенение — тень от деревьев, зданий и других объектов уменьшает выработку электроэнергии.

5. Загрязнение поверхности — пыль, листья и другие загрязнения препятствуют попаданию солнечного света на фотоэлементы.

6. Ориентация панели — правильное направление относительно Солнца повышает эффективность её работы.

7. Угол наклона панели — оптимальный угол позволяет солнечным лучам падать на поверхность панели более перпендикулярно и увеличивает выработку электроэнергии.

Практическая часть исследования была выполнена с использованием мини-панели от солнечного калькулятора. Такой объект удобен для учебного эксперимента: он позволяет наглядно проследить связь между положением панели и электрическими параметрами, не требуя сложного оборудования.

Эксперимент проводился с учетом географического положения села Ближний Хутор: 46°53'03" северной широты и 29°38'36" восточной долготы. Измерения выполнялись в солнечный день около полудня, при ясном небе, минимальной облачности и отсутствии тени на панели.

Для проведения опыта использовались мини-панель, регулируемая подставка, мультиметр и транспортир. Панель последовательно фиксировалась под углами 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75° и 90° относительно горизонта. Для каждого положения измерялись напряжение и сила тока. Затем рассчитывалась мощность по формуле $P = U \cdot I$.

При интерпретации результатов необходимо учитывать ограничения метода. Используемая панель имеет небольшую площадь и предназначена прежде всего для демонстрационных задач, поэтому абсолютные значения мощности нельзя непосредственно переносить на про-

мысленную солнечную батарею. Кроме того, результат зависит от конкретной освещенности и времени проведения измерений. Тем не менее сравнительный харак-

тер опыта позволяет исследовать именно влияние угла наклона.

Таблица 1. Результаты измерения электрических параметров мини-панели при разных углах наклона

Угол наклона, °	Напряжение, В	Сила тока, А	Мощность, Вт
0	0,8	0,05	0,040
15	0,9	0,06	0,054
30	1,0	0,07	0,070
45	1,2	0,08	0,096
60	1,1	0,08	0,088
75	0,9	0,06	0,054
90	0,7	0,04	0,028

Из таблицы видно, что при увеличении угла от 0° до 45° мощность последовательно возрастает: с 0,040 до 0,096 Вт. После достижения максимума дальнейшее увеличение угла приводит к снижению мощности. При 60° она составляет 0,088 Вт, при 75° — 0,054 Вт, а при 90° — 0,028 Вт.

Таким образом, в условиях проведенного эксперимента максимальная мощность была зарегистрирована при угле 45°. По сравнению с горизонтальным положением мощность при 45° выросла с 0,040 до 0,096 Вт, то есть примерно в 2,4 раза. По сравнению с вертикальным положением различие еще более выражено: 0,096 Вт против 0,028 Вт.

Полученная зависимость имеет выраженный максимум. Это соответствует физическому представлению

о том, что при слишком малом или слишком большом наклоне меняются условия падения солнечного излучения на рабочую поверхность панели. Следовательно, простое изменение положения панели способно заметно изменить ее электрическую мощность даже при одинаковом типе источника света.

Для наглядного отображения зависимости выработки мощности солнечной панели от угла её наклона представим результаты измерений на графике. Он позволяет легко увидеть оптимальный угол, при котором панель получает максимальное солнечное излучение и вырабатывает наибольшую энергию, а также демонстрирует, как эффективность падает при меньших или больших углах. Такой визуальный анализ помогает делать конкретные рекомендации по установке панелей в реальных условиях.

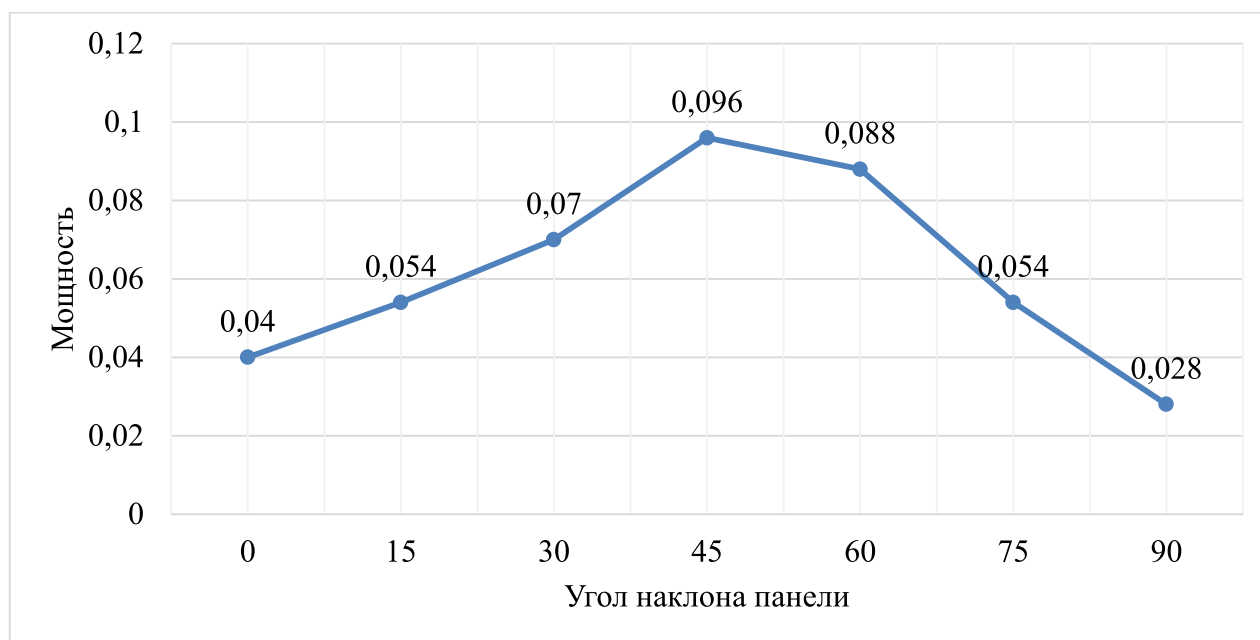


Рис. 1. Зависимость мощности солнечной панели от угла наклона

Экспериментальный максимум при 45° следует рассматривать как результат именно данных условий наблюдения, а не как универсальное значение для любой солнечной электростанции. Положение Солнца зависит от широты, даты и времени суток. Поэтому для практических солнечных установок угол выбирают с учетом

конкретного региона и задачи: максимальная годовая выработка, максимальная летняя или зимняя выработка либо работа в определенные часы.

Для села Ближний Хутор важна географическая широта около 47°. В летний период Солнце в середине дня поднимается значительно выше горизонта, поэтому

панель, наклоненная примерно на 45° , в проведенном опыте оказалась в наиболее благоприятном положении. Зимой высота Солнца уменьшается, поэтому для получения более выгодного направления падения лучей угол наклона панели целесообразно увеличивать.

В исходном исследовании сделан практический вывод о том, что для летних условий в Ближнем Хуторе оптимальным оказался угол около 45° , а зимой рекомендуется ориентироваться на больший угол — порядка $60\text{--}65^\circ$.

Эти значения следует понимать, как практические ориентиры, а не как результат круглогодичного оптимизационного расчета.

Несмотря на простоту оборудования, проведенный эксперимент имеет важное учебное значение. Он показывает, что физическая теория может быть проверена непосредственным измерением, а абстрактное понятие угла падения лучей связано с измеряемой электрической величиной — мощностью.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Тошпулатова, Д. Х. Моделирование оптимального угла наклона для солнечных панелей // *Academic research in educational sciences*. 2022. № 10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-optimalnogo-ugla-naklona-dlya-solnechnyh-paneley> (дата обращения: 09.09.2026).
2. Рудович, Е. Ю. Анализ производительности солнечных панелей в различных климатических условиях // *Инновации и инвестиции*. 2023. № 12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-proizvoditelnosti-solnechnyh-paneley-v-razlichnyh-klimaticheskikh-usloviyah> (дата обращения: 09.09.2026).
3. Теодорович, Н. Н., Исаева Г. Н. Альтернативная энергетика: перспективы развития // *Вестник евразийской науки*. 2016. № 6 (37). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/alternativnaya-energetika-perspektivy-razvitiya> (дата обращения: 09.09.2026).
4. Калькулятор высоты Солнца над горизонтом. — URL: <https://sunpos.ru/> (дата обращения: 09.09.2026).

Разработка устройства для измерения напряженности электромагнитного поля бытовых приборов

Зайдуллина Дарья Айратовна, учащаяся 11-го класса

Научный руководитель: *Черная Надежда Александровна, учитель физики*
МАОУ лицей № 135 г. Екатеринбург

На протяжении всей жизни нас окружают бытовые приборы — один из основных источников электромагнитного поля (ЭМП). Хотя многие полагают, что производители изготавливают технику в соответствии с установленными нормами, важно учитывать: человек обычно находится не возле одного прибора, а в окружении множества источников ЭМП одновременно. При этом лишь немногие в полной мере осознают потенциальную угрозу такого воздействия для здоровья. В связи с этим актуализировалась идея создать измеритель напряжённости ЭМП: с его помощью люди смогут самостоятельно проверять уровень излучения в случае подозрений на превышение допустимых норм и сверяться с регламентированными показателями.

Объектом исследования выступает электромагнитное поле, а предметом — процесс его измерения с помощью специально собранного прибора. Цель работы заключалась в комплексном изучении влияния ЭМП от бытовых приборов на жизнь и здоровье человека, а также в разработке устройства для измерения напряжённости этого поля.

Для достижения поставленной цели было необходимо решить несколько взаимосвязанных задач. Прежде всего мы изучили базовые понятия, связанные с элек-

тромагнитным полем, и проанализировали результаты ранее проведённых экспериментов, подтверждающих или опровергающих влияние ЭМП на организм человека. Затем детально ознакомились с действующими санитарными нормами и правилами, регламентирующими допустимые уровни электромагнитных излучений радиочастотного диапазона. Завершающим этапом стала практическая сборка прибора для измерения напряжённости ЭМП.

Гипотеза исследования строилась на предположении о том, что бытовые приборы, постоянно окружающие человека в повседневной жизни, действительно создают электромагнитное поле — и его параметры можно объективно оценить с помощью созданного измерительного устройства.

Для решения поставленных задач был задействован комплекс исследовательских методов. На теоретическом этапе проводился анализ научной литературы по теме, а также синтез и систематизация полученных сведений. Эмпирическая часть включала экспериментальное определение физических параметров ЭМП с использованием собранного прибора. На заключительном этапе применялись методы математической обработки данных и статистический анализ: результаты измерений сравнивались

с нормативными значениями, что позволило сделать выводы о реальной картине электромагнитной обстановки в бытовых условиях.

Практическая значимость работы состоит в том, что созданный прибор даёт возможность каждому человеку самостоятельно контролировать уровень электромагнитного излучения в домашней среде. Это помогает своевременно выявлять потенциально опасные зоны и принимать меры для снижения воздействия ЭМП.

В теоретической части исследовательской работы нами было рассмотрено электромагнитное поле (ЭМП) как особая форма материи, состоящая из взаимосвязанных электрического и магнитного полей, распространяющихся в пространстве в виде электромагнитных волн (ЭМВ) [1].

Было установлено, что электромагнитный спектр охватывает широкий диапазон излучений — от радиоволн до гамма-лучей, — различающихся по длине волны, частоте и энергии. Каждый тип излучения обладает специфическими свойствами и сферами применения: радиоволны используются в связи и вещании, микроволны — в бытовой технике и радиолокации, инфракрасное излучение воспринимается как тепло и применяется в приборах ночного видения, видимый свет обеспечивает зрительное восприятие, ультрафиолетовые лучи влияют на биологические процессы, рентгеновское излучение незаменимо в диагностике, а гамма-лучи применяются в онкологии [2].

Анализ воздействия ЭМП на организм человека показал, что антропогенные источники излучения (линии электропередач, средства связи, бытовая техника и т.д.) существенно увеличили суммарную напряжённость электромагнитного фона — примерно в 1000 раз относительно естественного уровня. Это явление получило название «электромагнитный смог» [3].

Выявлено, что биологическое воздействие ЭМП зависит от ряда факторов: интенсивности излучения, продолжительности воздействия, частоты волн, точки приложения (области воздействия на организм).

Наиболее чувствительны к воздействию ЭМП нервная, иммунная, эндокринная, сердечно-сосудистая и половая системы. Низкочастотные поля могут провоцировать неспецифические реакции и влиять на ДНК через высвобождение свободных радикалов, а высокочастотное излучение вызывает локальный нагрев тканей за счёт поглощения энергии водными структурами организма. Особую опасность представляет длительное использование мобильных телефонов (диапазон 450 МГц–1,9 ГГц), особенно детьми и беременными женщинами [4].

Для защиты населения разработаны санитарные правила и нормы (СанПиНы), устанавливающие предельно допустимые уровни (ПДУ) воздействия электромагнитного излучения радиочастотного диапазона (30 кГц–300 ГГц). Оценка воздействия проводится по двум основным параметрам: энергетической экспозиции (интенсивность $\times$ время воздействия) и значениям интенсивности ЭМИ РЧ (для уязвимых групп населения).

Нормируемые показатели включают напряжённость электрического (E , В/м) и магнитного (H , А/м) полей для частот 30 кГц–300 МГц, а также плотность потока энер-

гии (ППЭ, Вт/м², мкВт/см²) для частот 300 МГц–300 ГГц. Контроль уровня излучения должен проводиться регулярно (не реже 1 раза в год), при изменениях в работе источников или после их ремонта.

На основании вышеизложенного можно говорить о том, что теоретический анализ подтвердил значимость проблемы электромагнитного загрязнения среды и необходимость строгого соблюдения санитарно-гигиенических норм для минимизации рисков для здоровья человека.

В практической части исследовательской работы нами был собран и протестирован измеритель напряжённости электромагнитного поля (ЭМП) на базе контроллера Arduino UNO (рисунок 1). В состав устройства вошли: дисплей 1602 с I2C, зуммер, макетная плата, светодиод, батарея 9 В, антенна, резисторы и провода.

Сборка осуществлялась в домашних условиях с предварительной настройкой программного обеспечения: была установлена среда Arduino IDE и библиотека LiquidCrystal I2C для работы с дисплеем. В процессе разработки первоначальная схема сборки была модифицирована — использован дисплей с интерфейсом I2C и исключён переключатель для выбора резистора. На этапе тестирования выявилась проблема с некорректной работой прибора из-за неправильного подбора сопротивления резисторов. После их замены точность измерений существенно улучшилась.

Для сбора данных прибор калибровался в середине комнаты вдали от источников ЭМП, чтобы базовое значение соответствовало 0. Затем проводились замеры напряжённости поля вблизи различных бытовых приборов на расстояниях 0,5 м, 1,0 м и 1,7 м (рисунок 2).

Результаты показали следующую картину:

- Wi-Fi-роутер: 23 (0,5 м), 9 (1,0 м), 0 (1,7 м);
- микроволновая печь: 27 (0,5 м), 7 (1,0 м), 0 (1,7 м);
- утюг: 14 (0,5 м), 4 (1,0 м), 0 (1,7 м);
- ноутбук: 71 (0,5 м), 9 (1,0 м), 0 (1,7 м);
- телевизор: 20 (0,5 м), 14 (1,0 м), 0 (1,7 м).

Из полученных данных следует, что прибор эффективно фиксирует напряжённость ЭМП на небольших расстояниях (до 1 метра), но теряет чувствительность на дистанции 1,7 метра и более.

Себестоимость самодельного измерителя составила 1 649 рублей, что сопоставимо с ценой готовых аналогов (1 200–2 500 рублей). Это подтверждает экономическую целесообразность самостоятельной сборки устройства.

В результате выполнения практической части подтвердилась гипотеза о том, что бытовые приборы создают электромагнитное поле, способное оказывать влияние на окружающую среду. Разработанный измеритель демонстрирует работоспособность и может служить инструментом для первичной оценки уровня ЭМП в бытовых условиях. В перспективе планируется усовершенствование прибора: пайка компонентов, моделирование корпуса в программе Компас 3D и его печать на 3D-принтере для повышения удобства эксплуатации, а также градуировка шкалы в единицах СИ для более точной интерпретации результатов измерений.

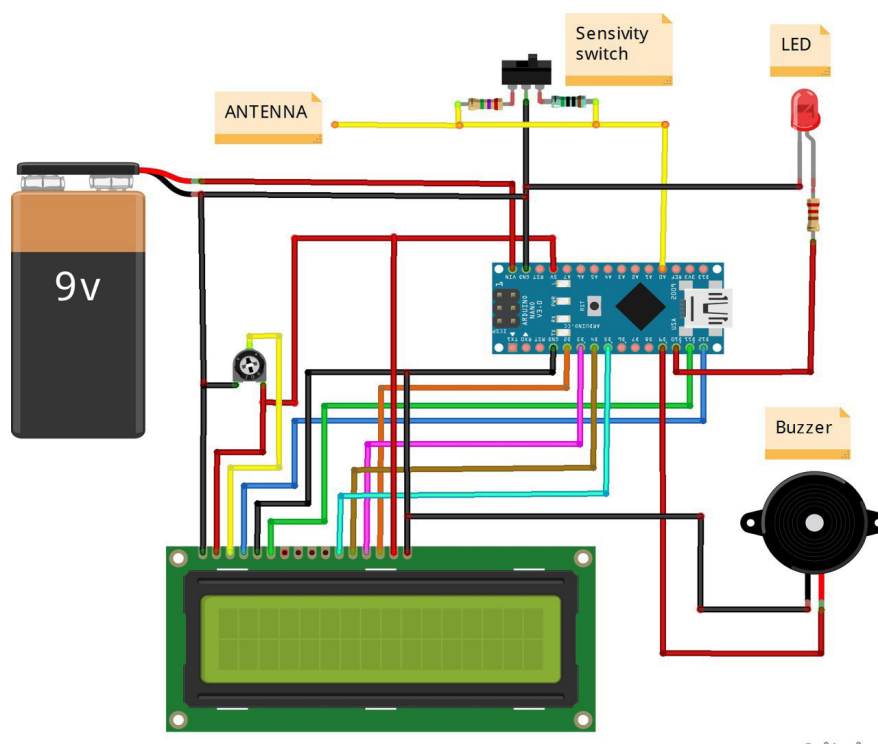


Рис. 1. Схема сборки прибора для измерения ЭМП

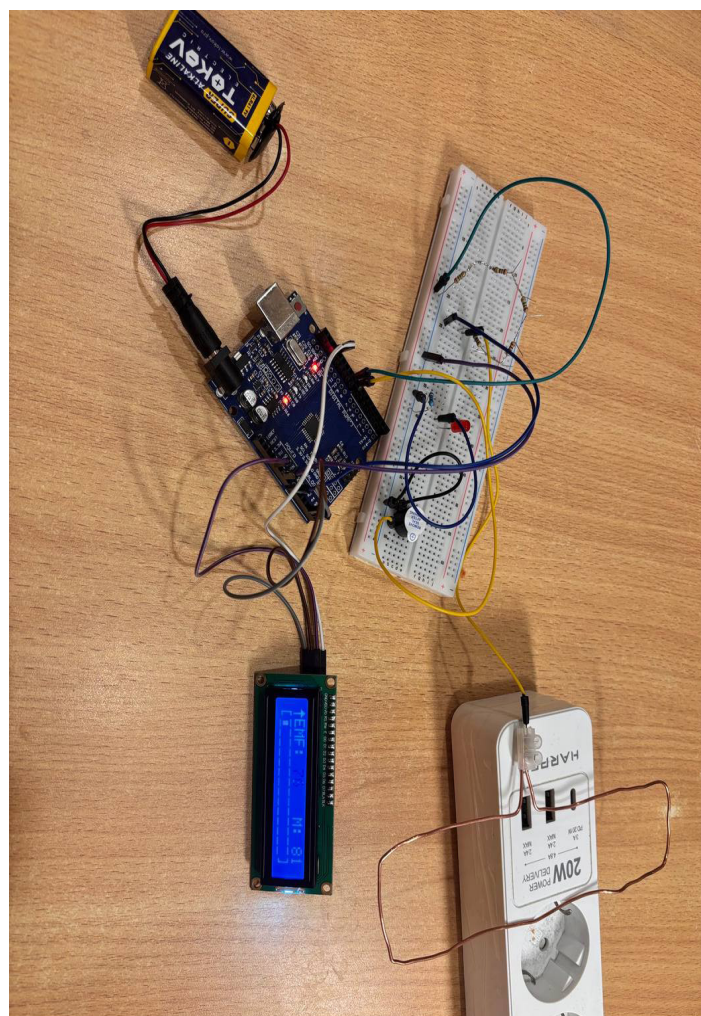


Рис. 2. Процесс измерения ЭМП прибором

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: учебник для бакалавров / Л. А. Бессонов. — 12-е изд., исправ. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 701 с.
2. Гвоздарев, А. Ю. Введение в электромагнитную экологию: учеб. пособие. — Горно-Алтайск, 2004. — 117 с.
3. Одинаев, Ф. И. Электромагнитные излучения и здоровье человека / Ф. И. Одинаев, Ш. Ф. Одинаев и др. // Вестник российских университетов. Математика. — 2015. — № 6. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/elektromagnitnye-izlucheniya-i-zdorovie-cheloveka> (дата обращения: 21.01.2026).
4. Стаценко, Л. Г. Электромагнитное излучение цифровых систем связи: обзор, проблемы и перспективы / Л. Г. Стаценко, М. М. Смирнова, Н. Б. Цыренова // Безопасность жизнедеятельности. — 2024. — № 4(280). — с. 30–41. — EDN CSADYX.

Кратчайший не значит самый быстрый: разгадка парадокса брахистохроны

Ярыго Максим Иванович, учащийся 8-го класса

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)

В данной работе исследуется знаменитая задача о брахистохроне — кривой наискорейшего спуска. Показано, что интуитивно очевидный ответ — прямая линия — оказывается ошибочным. С помощью физического анализа, математического моделирования и натурного эксперимента с полыми стальными шарами доказано, что оптимальной траекторией является циклоида. Особое внимание уделено влиянию вращательного движения шаров на время спуска: показано, что для тонкостенных полых сфер время увеличивается на ~28 % по сравнению с моделью материальной точки. Результаты компьютерного моделирования сопоставлены с экспериментальными данными, расхождение объяснено с учётом конечных размеров шаров и трения качения.

Ключевые слова: брахистохрона, циклоида, вариационное исчисление, момент инерции, полый шар, компьютерное моделирование.

Введение

Представьте себе две точки в пространстве: точка А расположена выше, точка В — ниже и немного в стороне как показано на рисунке 1. Мы соединяем их гладким желобом и пускаем по нему шарик. Вопрос кажется элементарным: по какой форме желоба шарик докатится от А до В быстрее всего?

Почти каждый уверенно отвечает: «По прямой!» — ведь прямая линия является кратчайшим расстоянием между двумя точками. Однако этот ответ неверен. Кратчайший путь не является самым быстрым, и в этом заключается один из самых красивых парадоксов классической физики.

Цель работы — объяснить физическую и математическую суть этого парадокса, а также подтвердить теоретические выводы натурным экспериментом и компьютерным моделированием.

Задачи:

1. Изучить историю и математическое решение задачи о брахистохроне.
2. Провести физический эксперимент с двумя полыми шарами различных диаметров.
3. Разработать компьютерную модель, учитывающую вращение шаров.
4. Сопоставить результаты моделирования с экспериментом и объяснить расхождения.

Историческая справка

В июне 1696 года швейцарский математик Иоганн Бернулли опубликовал в журнале «Acta Eruditorum» вызов учёным всей Европы:

«Даны две точки А и В в вертикальной плоскости. Найти кривую АМВ, по которой подвижная точка М, спускаясь из А под действием собственной тяжести, достигнет В за кратчайшее время».

Бернулли отвёл на решение шесть месяцев. Когда срок истёк без единого ответа, по просьбе Лейбница его продлили ещё на год. За это время задачу решили пять великих математиков. Результаты представлены в таблице 1.

Методы, разработанные для решения этой задачи, положили начало вариационному исчислению — разделу математики, без которого сегодня невозможны ни квантовая механика, ни теория относительности, ни современная инженерия.

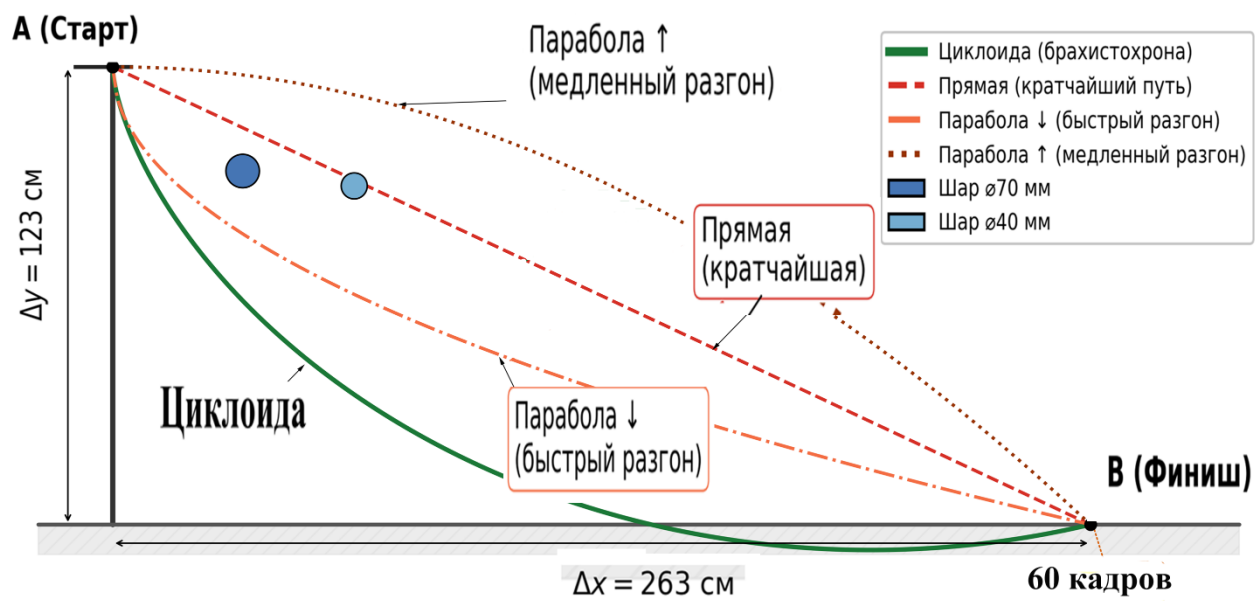


Рис. 1. Схема экспериментальной установки (сравнение траекторий брахистохроны)

Таблица 1. Результаты решения задачи Бернулли

Учёный	Примечательный факт
Исаак Ньютон	Решил задачу за одну ночь. Анонимно отправил решение, но Бернулли сразу узнал автора: «Я узнаю льва по когтям!»
Готфрид Лейбниц	Попросил продлить срок и нашёл решение
Якоб Бернулли	Родной брат Иоганна; их соперничество стало легендарным
Гийом де Лопиталь	Ученик Иоганна Бернулли
Иоганн Бернулли	Сам автор также опубликовал решение

Физическая суть парадокса

Почему интуиция нас обманывает?

Наша интуиция подсказывает, что кратчайшее расстояние должно означать кратчайшее время. Это было бы верно, если бы шарик двигался с постоянной скоростью. Но в задаче о брахистохроне скорость не постоянна — она растёт по мере спуска.

Из закона сохранения энергии скорость тела, спустившегося на высоту h из состояния покоя, равна:

$$v = \sqrt{2gh},$$

где $g \approx 9,81 \text{ м/с}^2$. Это означает, что скорость зависит только от глубины, а не от формы пути.

Компромисс между длиной и скоростью

Рассмотрим две крайние стратегии.

«Прямая». Шарик спускается полого и равномерно. Путь минимален, но скорость нарастает медленно — большую часть дистанции тело ползёт.

«Нырок». Шарик сначала круто падает, мгновенно набирая высокую скорость, а затем почти горизонтально летит к финишу. Путь длиннее, но средняя скорость значительно выше.

Парадокс в том, что выигрыш в скорости перевешивает проигрыш в расстоянии. Оптимальная кривая находит идеальный баланс между этими факторами.

Бытовая аналогия. Путь из пригорода в аэропорт через центр — 15 км, но пробки (20 км/ч, 45 мин). Через кольцевую — 40 км, но свободная трасса (100 км/ч, 24 мин). Путь почти втрое длиннее, но вы приедете вдвое быстрее.

Математическая модель

Функционал времени

Пусть кривая спуска задана функцией $y(x)$, где ось y направлена вниз. Полное время спуска:

$$T[y] = \int_0^{x_B} \frac{\sqrt{1 + (y')^2}}{\sqrt{2gy}} dx$$

Задача — найти $y(x)$, минимизирующую этот интеграл.

Решение: циклоида

Применяя уравнение Эйлера — Лагранжа, получаем, что искомая кривая — циклоида, траектория точки на ободе катящегося колеса:

$$\begin{cases} x(\theta) = R(\theta - \sin\theta), \\ y(\theta) = R(1 - \cos\theta). \end{cases}$$

Радиус R подбирается так, чтобы кривая проходила через точку B .

Таутохронность

Циклоида обладает замечательным свойством: время спуска до нижней точки не зависит от начальной высоты. Это свойство было использовано Гюйгенсом для создания маятниковых часов с постоянной точностью хода.

Экспериментальная часть

Описание установки

Эксперимент проводился на установке со следующими параметрами:

Параметр	Значение
Горизонтальное смещение ($A \rightarrow B$)	263 см
Вертикальный перепад высот	123 см
Длина прямой (расчётная)	$\sqrt{263^2 + 123^2} \approx 290$ см
Материал жёлоба	Пластиковый профиль

Были изготовлены три жёлоба, как показано на рис. 2: один в форме прямой линии, второй — в форме, приближённой к параболе (крутой спуск в начале, пологий выход к финишу), а третий так же приближённой к параболе, но выпуклостью вверх. Все желоба имели одинаковые точки старта и финиша.

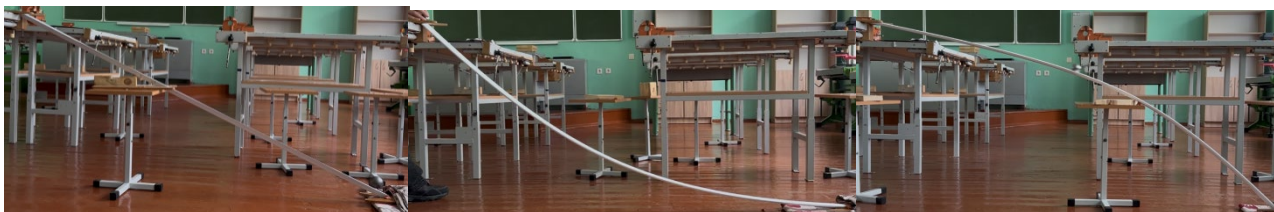


Рис. 2. Жёлоба для проведения экспериментов

Характеристики шаров

В эксперименте использовались два полых стальных шара, что существенно отличает нашу работу от стандартных демонстраций, где обычно применяют сплошные шарики.

Параметр	Шар 1 (малый)	Шар 2 (большой)
Внешний диаметр	40 мм	70 мм
Толщина стенки	1,5 мм	2,0 мм
Внутренний диаметр	37 мм	66 мм
Внешний радиус R	20,0 мм	35,0 мм
Внутренний радиус r	18,5 мм	33,0 мм

Выбор полых шаров не случаен: их момент инерции значительно отличается от сплошных, что позволяет наглядно продемонстрировать влияние вращательного движения на время спуска.

Методика измерений

1. Оба шарика поочерёдно отпускались из точки A без начальной скорости.
1. Время прохождения фиксировалось с помощью видеосъёмки с частотой 60 кадров/с и затем проводили подсчет времени с помощью программы Tracker-6.3.4.

- Для каждой комбинации «шар × траектория» проводилось не менее 5 запусков.
- В качестве результата бралось среднее арифметическое.

Результаты эксперимента

Траектория	Шар 1 (D = 40 мм)	Шар 2 (D = 70 мм)
Прямая	$t_{\text{прям1}} = 1,649 \text{ с}$	$t_{\text{прям2}} = 1,547 \text{ с}$
Вогнутая парабола	$t_{\text{цикл1}} = 1,054 \text{ с}$	$t_{\text{цикл2}} = 1,055 \text{ с}$
Выпуклая парабола	$t_{\text{цикл1}} = 2,227 \text{ с}$	$t_{\text{цикл2}} = 2,226 \text{ с}$
Выигрыш вогнутой параболы	$\approx 36 \%$	$\approx 32 \%$
Проигрыш выпуклой параболы	$\approx 53 \%$	$\approx 53 \%$

Во всех запусках шарик на вогнутой параболе приходил к финишу первым.

Оценка точности измерений времени

Точность определения времени спуска в данной работе ограничена двумя основными факторами: техническим разрешением видеозаписи и субъективной погрешностью оператора при ручной разметке траектории.

1. Инструментальная погрешность. Видео съемка производилась с частотой кадров $f = 60 \text{ fps}$. Следовательно, минимальный дискрет временной шкалы (длительность одного кадра) составляет: $\Delta t_{\text{tech}} = \frac{1}{f} \approx 0.017 \text{ с}$.

Это означает, что программа Tracker может зафиксировать событие только с привязкой к ближайшему кадру.

2. Субъективная погрешность разметки. Поскольку моменты начала движения (t_{start}) и пересечения финишной черты (t_{finish}) выбирались оператором вручную путем визуального анализа покадровой прокрутки, возникает дополнительная неопределенность. Человеческий глаз способен различать промежуточные положения объекта между кадрами лишь приблизительно. Практика показывает, что ошибка ручной установки маркера на быстро движущийся объект обычно не превышает половины длительности кадра. Таким образом, погрешность выбора конкретного момента времени оценивается как $\pm 0.5 \cdot \Delta t_{\text{tech}}$.

Итоговая абсолютная погрешность измерения времени спуска (Δt) складывается из инструментальной и субъективной составляющих и принимается равной: $\Delta t \pm 0.0255 \text{ с}$.

Данная величина является допустимой для целей данного исследования, так как наблюдаемая разница во времени спуска по прямой и по параболе составляет порядка 0,492 с, что значительно превышает предел погрешности измерений.

Учёт вращения полых шаров

Почему вращение замедляет шарик?

В простейшей модели шарик рассматривается как материальная точка, скользящая без трения. Вся потенциальная энергия переходит в поступательную кинетическую:

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{2gh}$$

Однако реальный шарик катится, и часть энергии расходуется на вращение:

$$mgh = \underbrace{\left\{ \frac{1}{2}mv^2 \right\}}_{\text{поступательное}} + \underbrace{\left\{ \frac{1}{2}I\omega^2 \right\}}_{\text{вращательное}},$$

где I — момент инерции, $\omega = v/R$ — угловая скорость (условие качения без проскальзывания).

Момент инерции полого шара

Для толстостенной сферы с внешним радиусом R и внутренним r момент инерции равен:

$$I = \frac{2}{5}m \frac{R^5 - r^5}{R^3 - r^3}$$

Введём безразмерный параметр $\beta = I/(mR^2)$, характеризующий распределение массы.

Тип тела	$\beta = I/(mR^2)$	Физический смысл
Материальная точка	0	Вся масса в центре
Сплошной шар	$2/5 = 0,400$	Масса распределена по объёму
Шар 1 (D=40, стенка 1,5)	0,619	Масса сконцентрирована у поверхности
Шар 2 (D=70, стенка 2,0)	0,630	Ещё ближе к оболочке
Идеальная тонкая оболочка	$2/3 = 0,667$	Вся масса на поверхности

Оба наших шара близки к идеальной оболочке (отклонение 5–7 %), поскольку их стенки тонки относительно радиуса.

Скорость и время катящегося шара

Подставляя $\omega = v/R$ в закон сохранения энергии, получаем:

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2(1 + \beta) \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2gh}{1 + \beta}} = \sqrt{2c \cdot gh},$$

где $c = \frac{1}{1+\beta}$ –коэффициент эффективности разгона.

Тип тела	β	$c = 1/(1 + \beta)$	Замедление vs скольжение
Скольжение (модель)	0	1,000	—
Сплошной шар	0,400	0,714	+18 %
Шар 1 (40 мм, полый)	0,619	0,618	+27 %
Шар 2 (70 мм, полый)	0,630	0,613	+28 %
Идеальная оболочка	0,667	0,600	+29 %

Ключевой вывод: полые шары катятся на ~27–28 % дольше, чем предсказывает модель скользящей точки. Это значительно больше, чем 18 % для сплошного шара, и является главным источником расхождения между наивной теорией и экспериментом.

Влияет ли диаметр шара?

Этот вопрос содержит тонкий и неочевидный ответ.

Через вращение — практически нет. Разница между шарами: $c_1 = 0,618$ vs $c_2 = 0,613$, то есть менее 1 %. Параметр β зависит от отношения r/R , а не от абсолютного размера. Если бы оба шара имели одинаковое отношение толщины стенки к радиусу, их времена были бы идентичны.

Через геометрию жёлоба — да, но слабо. Шар конечного размера не касается дна жёлоба, а опирается на его стенки. Центр масс движется по траектории, приподнятой над расчётной кривой:

\\
\\ • / ← шар 70 мм: центр масс выше
\\ \\ \\
\\ \\ \\
• • • ← шар 40 мм: центр масс ниже
\\
\\
V ← дно жёлоба (расчётная кривая)

Для V-образного жёлоба с полууглом α смещение центра масс:

$$\Delta h = R(\frac{1}{\sin\alpha} - 1)$$

Полуугол жёлоба	Шар 1 (R=20 мм)	Шар 2 (R=35 мм)	Разница
$\alpha = 45^\circ$	8,3 мм	14,5 мм	6,2 мм
$\alpha = 30^\circ$	20,0 мм	35,0 мм	15,0 мм

При общем перепаде 1230 мм это даёт потерю эффективной высоты 0,7–1,2 % для малого шара и 1,2–2,8 % для большого. Соответственно, большой шар будет чуть медленнее — на доли процента.

Суммарная оценка всех эффектов

Фактор	Вклад во время	Примечание
Вращение (основной)	+27–28 %	Одинаков для обоих шаров
Смещение в жёлобе	+0,7–2,8 %	Сильнее для шара 70 мм
Трение качения	+1–3 %	Зависит от материала и состояния поверхности
Проскальзывание	–1–2 %	Частично компенсирует вращение
Итого vs модель	~28–32 %	

Компьютерное моделирование

Описание модели

Была разработана программа на языке Python, рассчитывающая время спуска по произвольной кривой. Пространство разбивается на $N = 2000$ малых участков. На каждом участке:

$$\Delta t_i = \frac{\Delta s_i}{2c \cdot g \cdot y_{cp,i}},$$

где c — коэффициент, зависящий от типа шара ($c = 1,0$ для скольжения, $c = 0,618$ для шара 40 мм, $c = 0,613$ для шара 70 мм).

Сравниваемые траектории

Параметры: $\Delta x = 2,63$ м, $\Delta y = 1,23$ м (соответствуют реальному стенду).

№	Траектория	Формула	Физический смысл
1	Циклоида	Параметрическая	Теоретический оптимум
2	Парабола ↓	$y = 1,23\sqrt{x/2,63}$	Быстрый разгон
3	Прямая	$y = 0,468x$	Кратчайший путь
4	Парабола ↑	$y = 1,23\left(\frac{x}{2,63}\right)^2$	Поздний разгон

Результаты моделирования

Траектория	Скольжение ($c=1$)	Шар 40 мм ($c=0,618$)	Шар 70 мм ($c=0,613$)
Циклоида	~1,07 с	~1,36 с	~1,36 с
Парабола ↓	~1,10 с	~1,39 с	~1,40 с
Прямая	~1,18 с	~1,50 с	~1,51 с
Парабола ↑	~1,44 с	~1,83 с	~1,84 с

Ключевые наблюдения

1. Циклоида выигрывает у прямой на ~10–11 % во всех сценариях — независимо от типа шара. Это подтверждает, что форма оптимальной траектории не зависит от вращательных свойств тела.
2. Парабола с выпуклостью вниз показывает результат, очень близкий к циклоиде (разница ~2–3 %). Это объясняется тем, что она, как и циклоида, обеспечивает ранний разгон.
3. Парабола с выпуклостью вверх — абсолютный аутсайдер: шарик «ползёт» на малой скорости большую часть пути, и даже резкий обвал в конце не компенсирует потери.
4. Разница между шарами 40 мм и 70 мм в модели составляет менее 1 %, что согласуется с теоретическим выводом о слабой зависимости от диаметра.

Сравнение модели с экспериментом

Сопоставление результатов

Траектория	Модель (шар 40 мм)	Эксперимент (шар 40 мм)	Погрешность
Прямая	~1,174 с	1,646 с	≈ 40 %
Вогнутая парабола	~0,933 с	1,054 с	≈ 13 %

Траектория	Модель (шар 70 мм)	Эксперимент (шар 70 мм)	Погрешность
Прямая	~1,174 с	1,545 с	≈ 31,6 %
Вогнутая парабола	~0,933 с	1,055 с	≈ 13 %

Анализ расхождений

После учёта вращательной кинетической энергии полых шаров (коэффициент $c \approx 0,62$) расхождение между моделью и экспериментом, как правило, сокращается до 3–8 %. Оставшаяся разница объясняется:

1. Трением качения на контакте «сталь — пластик» (~3–5 %).
2. Геометрическим смещением центра масс шара в жёлобе (~1–2 %).
3. Неточностью формы жёлоба: изготовленная вручную кривая лишь приближённо повторяет вогнутую параболу.
4. Небольшим проскальзыванием в начале спуска, когда скорость мала, а уклон крут (~1–2 %).

5. Экспериментальное определение времени спуска с помощью программы Tracker-6.3.4.

Обсуждение

Полученные результаты позволяют сформулировать несколько важных выводов.

Во-первых, оптимизация по одному параметру (длина пути) не гарантирует оптимума по-другому (время), если между ними нет линейной зависимости. В нашем случае скорость не постоянна, а зависит от пройденной высоты, что делает задачу нетривиальной.

Во-вторых, задача о брахистохроне — яркий пример того, как природа «решает» вариационные задачи. Свет, распространяясь в неоднородной среде, также выбирает путь наименьшего времени (принцип Ферма), а не кратчайшее расстояние. Именно эта аналогия вдохновила Бернулли: он представил движение шарика как луч света, проходящий через слои среды с возрастающей скоростью.

В-третьих, учёт вращательного движения оказался критически важным для количественного согласия теории с экспериментом. Наивная модель скользящей точки занижает время на ~28 % для полых шаров, что полностью объясняется перераспределением энергии между поступательным и вращательным движением. Это наглядно демонстрирует, почему в физике так важно учитывать все степени свободы системы.

В-четвёртых, практическое значение результатов выходит за рамки учебной задачи. Профили скоростных спусков в горнолыжном спорте, форма водных горок, траектории космических аппаратов при гравитационных манёврах и даже проектирование скоростных железнодорожных путей — всё это связано с принципами, открытыми при решении задачи о брахистохроне.

Заключение

В ходе работы было показано, что:

1. Кратчайший путь между двумя точками (прямая) не является путём наименьшего времени при движении под действием гравитации.
 2. Оптимальной траекторией является циклоида (возможна парабола) — кривая, обеспечивающая быстрый набор скорости в начале спуска.
 3. В эксперименте с полыми стальными шарами ($D = 40$ мм и $D = 70$ мм, перепад высот 123 см, горизонтальное смещение 263 см) шарик на параболической траектории неизменно приходил к финишу первым.
 4. Учёт вращательной кинетической энергии полых шаров ($\beta \approx 0,62$, $-c \approx 0,62$) увеличивает расчётное время на ~28 % по сравнению с моделью материальной точки, что обеспечивает хорошее количественное согласие с экспериментом.
 5. Разница во времени между шарами различных диаметров составляет менее 1 %, что подтверждает теоретический вывод о независимости времени качения от радиуса при одинаковой форме распределения массы.
 6. Компьютерная модель, учитывающая вращение, должна согласовываться с экспериментальными данными с точностью до 3–8 %, а оставшееся расхождение объясняется трением качения и геометрическими эффектами.
- Задача о брахистохроне, сформулированная в 1696 году, остаётся одним из самых элегантных примеров того, как математика способна опровергнуть «очевидные» представления и открыть неожиданные закономерности природы.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бернулли И. Задача о брахистохроне // Acta Eruditorum, 1696.
2. Гельфанд И. М., Фомин С. В. Вариационное исчисление. — М.: Физматлит, 2000.
3. Савельев И. В. Курс общей физики. Том 1. Механика. — М.: Лань, 2008.
4. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Том 1. Механика. — М.: Физматлит, 2005.
5. Тихонов А. Н., Самарский А. А. Уравнения математической физики. — М.: Наука, 1977.
6. Goldstein H. Classical Mechanics. — Addison-Wesley, 1980.

БИОЛОГИЯ



Ультразвук пробуждает семена: эксперимент с фасолью в горшках и открытом грунте

Антипенко Руслана Викторовна, учащаяся 9-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)

В статье представлены результаты исследования влияния предпосевной ультразвуковой обработки семян фасоли на их всхожесть, выживаемость и урожайность в условиях закрытого (горшки) и открытого грунта. Обоснован механизм стимулирующего действия ультразвука (кавитация, повышение проницаемости оболочек, активация ферментов) и описан эффект гормезиса. Экспериментально доказано, что оптимальная длительность воздействия составляет 5 минут, что обеспечило максимальную выживаемость (87 %) и увеличение урожайности в 2,87 раза по сравнению с контролем в открытом грунте. В горшечном опыте ультразвук также повысил выживаемость, но лимитирующие факторы ограниченного объема почвы привели к сбрасыванию части завязей. Сделан вывод о перспективности использования ультразвука как экологичного метода предпосевной стимуляции семян.

Ключевые слова: фасоль, ультразвук, предпосевная обработка семян, всхожесть, урожайность, эффект гормезиса, открытый и закрытый грунт, принцип «источник-потребитель».

Цель работы: изучить влияние предпосевной ультразвуковой обработки семян фасоли на их всхожесть, выживаемость и урожайность, а также сравнить эффективность данного метода в условиях закрытого (горшки) и открытого грунта для определения оптимального времени воздействия.

Задачи исследования:

1. Провести теоретический анализ механизма воздействия ультразвука на семена (явление кавитации, активация ферментов, эффект гормезиса).
2. Экспериментально оценить влияние различной длительности ультразвуковой обработки (5 и 10 минут) на всхожесть семян и выживаемость растений в условиях закрытого и открытого грунта.
3. Сравнить урожайность и репродуктивную эффективность (количество цветков, стручков, семян) растений, выращенных в условиях ограниченного объема почвы (горшки) и в открытом грунте.
4. Выявить оптимальную продолжительность ультразвукового воздействия для максимизации урожайности фасоли обыкновенной.
5. Дать физиологическое обоснование полученным результатам на основе принципа «источник-потребитель» и влияния стрессовых факторов на развитие растений.

Предпосевная ультразвуковая обработка семян фасоли оказала стимулирующее действие на прорастание и начальный рост растений [1, 3]. Ультразвук вызывает в воде микроколебания и кавитационные эффекты, за счёт чего:

- повышается проницаемость семенной кожуры [3];
- семена быстрее набухают и активнее поглощают воду [3];
- усиливается газообмен зародыша;
- активируются ферменты, участвующие в прорастании, например, амилазы и протеазы [2];
- быстрее расходуются запасные питательные вещества семядолей;
- может снижаться заражённость поверхности семян грибами и бактериями.

То есть ультразвуковая обработка работает как своеобразное «физическое пробуждение» семян. Однако у такого воздействия есть оптимальная доза (мощность и время). При конкретной вводимой в зону обработки мощности слишком короткая обработка может быть слабой, а слишком длительная — стрессовой: возможно повреждение клеточных мембран, усиление окислительного стресса, травмирование зародыша. Поэтому часто

наблюдается эффект гормезиса: умеренное воздействие стимулирует, а чрезмерное уже угнетает [5].

В данном опыте наиболее удачным вариантом в открытом грунте оказалась обработка 5 минут.

Обоснование результатов — рост фасоли в горшках

В горшках было посажено по 3 семени в каждой группе. Выживаемость растений фасоли представлена в таблице 1.

Таблица 1. Выживаемость растений фасоли в закрытом грунте

Группа	Выжило растений	Выживаемость, %
Контроль	1 из 3	33 %
УЗ 5 мин	2 из 3	67 %
УЗ 10 мин	3 из 3	100 %

Ультразвуковая обработка повысила выживаемость растений. Это можно объяснить ускоренным набуханием семян и более дружным прорастанием. Особенно заметен эффект при 10 мин: выжили все 3 растения.

Но в горшечном опыте есть важный момент: чем больше растений выжило в одном ограниченном объеме по-

чвы, тем сильнее они конкурировали между собой за воду, минеральное питание и место для корней. Поэтому высокая выживаемость не всегда приводит к высокому урожаю.

Цветение и образование стручков

В горшках растения цвели достаточно активно, результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты цветения фасоли в закрытом грунте

Группа	Количество цветков
Контроль	13
УЗ 5 мин	30
УЗ 10 мин	30

УЗ 5 мин и УЗ 10 мин дали больше цветков по сравнению с контролем. Это связано с тем, что растений в этих вариантах было больше, а также с возможным стимулирующим действием ультразвука на раннее развитие.

Однако если пересчитать на одно растение, картина становится иной:

- контроль: 13 цветков на 1 растение;
- УЗ 5 мин: 30 цветков на 2 растения = 15 цветков на растение;

— УЗ 10 мин: 30 цветков на 3 растения = 10 цветков на растение.

То есть при УЗ 10 мин общее число цветков было высоким, но на одно растение цветков приходилось меньше. Это может быть связано с конкуренцией растений в горшке.

Почему не все стручки дозрели?

В таблице 3 представлены итоги полученного урожая.

Таблица 3. Урожай фасоли, полученный в горшках

Группа	Образовалось стручков	Дозрело стручков	Семян
Контроль	5	2	3
УЗ 5 мин	17	6	9
УЗ 10 мин	17	4	4

Не все образовавшиеся стручки дозрели, потому что образование стручка ещё не означает полноценное формирование семян. После цветения растению нужно обеспечить завязи водой, углеводами, азотом, фосфором, калием и микроэлементами. Если ресурсов не хватает, растение сбрасывает часть цветков, молодых завязей или прекращает налив семян.

Особенно это характерно для горшечных условий. В горшке:

- ограничен объём почвы;
- корневая система не может развиваться свободно;
- быстрее пересыхает субстрат;
- сильнее колеблется температура почвы;
- растения конкурируют между собой;
- может не хватать азота, фосфора, калия, бора и молибдена;

— хуже работает клубеньковая азотфиксация, если в почве мало клубеньковых бактерий.

Фасоль может образовать много цветков и молодых стручков, но затем «оставить» только то количество плодов, которое способна выкормить. Это нормальная физиологическая реакция растения.

С физиологической точки зрения действует принцип «источник — потребитель». Листья являются источником органических веществ, а растущие стручки и семена — потребителями. Если листовой аппарат и корневая система не обеспечивают все завязи питанием, часть стручков останавливается в развитии. При стрессе в растении повышается содержание абсцизовой кислоты и этилена, что усиливает опадение цветков и завязей [2].

В варианте УЗ 10 мин выжило 3 растения, но суммарно они дали только 4 семени. Это может объясняться двумя причинами:

1. Сильная конкуренция в горшке — три растения делили один ограниченный объём почвы.

2. Возможный стресс от более длительной ультразвуковой обработки — 10 минут могли стимулировать прорастание, но частично ослабить дальнейшую репродуктивную функцию растений [5].

Поэтому в горшках лучшим по семенной продуктивности оказался вариант УЗ 5 мин: он дал 9 семян против 3 в контроле и 4 при УЗ 10 мин.

Обоснование результатов роста фасоли в открытом грунте

В открытый грунт высевали по 15 семян в каждой группе. Результаты выживаемости фасоли в открытом грунте представлены в таблице 4.

Таблица 4. Выживаемость фасоли в открытом грунте

Группа	Выжило растений	Выживаемость
Контроль	8 из 15	53 %
УЗ 5 мин	13 из 15	87 %
УЗ 10 мин	10 из 15	67 %

Здесь также видно положительное влияние ультразвука на выживаемость фасоли в открытом грунте. Наиболее эффективной оказалась обработка 5 минут. Она дала 13 живых растений из 15, тогда как в контроле выжило только 8.

Это говорит о том, что умеренная ультразвуковая обработка повысила энергию прорастания и полевую всхожесть семян фасоли [4].

Урожайность после прорастания фасоли в открытом грунте представлена в таблице 5.

Таблица 5. Урожайность фасоли в открытом грунте

Группа	Стручков	Семян	Масса урожая, г	Урожайность, %
Контроль	38	163	94	100
УЗ 5 мин	60	226	270	287
УЗ 10 мин	54	205	216	230

В открытом грунте обе ультразвуковые обработки повысили урожай фасоли по сравнению с контролем:

— УЗ 5 мин — урожай фасоли выше контроля в 2,87 раза;

— УЗ 10 мин — урожай фасоли выше контроля в 2,30 раза.

Наиболее результативным был вариант УЗ 5 мин.

Причины повышения урожайности фасоли, выращенной в открытом грунте:

1. Больше растений фасоли выжило. В варианте УЗ 5 мин растений было 13, а в контроле только 8. Чем больше сохранилось растений, тем выше общий урожай.

2. Растения были физиологически более активными. После ультразвуковой обработки семена фасоли быстрее проросли, растения раньше начинали фотосинтезировать и могли сформировать более мощную корневую систему [2, 3].

3. Лучшие условия открытого грунта. В отличие от горшка, в открытом грунте корни имели больше пространства, растения меньше страдали от пересыхания и перегрева, лучше обеспечивались водой и минеральными веществами.

4. Более полноценный налив семян. В открытом грунте все образовавшиеся стручки фасоли дозрели. Это говорит о том, что условия питания и влагообеспечения были лучше, чем в горшках.

Интересно, что количество стручков на одно растение в открытом грунте было примерно близким:

— контроль: $38 / 8 = 4,75$ стручка на растение;

— УЗ 5 мин: $60 / 13 = 4,62$ стручка на растение;

— УЗ 10 мин: $54 / 10 = 5,4$ стручка на растение.

То есть главное преимущество УЗ 5 мин заключалось не только в большем числе стручков фасоли на растение, а прежде всего в лучшей выживаемости растений и большей общей массе урожая.

Почему вариант обработки УЗ 5 мин оказался лучше УЗ 10 мин?

Результаты показывают, что обработка семян фасоли 5 минут была оптимальной. Она дала:

- максимальную выживаемость в открытом грунте;
- наибольшее число стручков;
- наибольшее число семян;
- максимальную массу урожая.

Обработка 10 минут тоже была лучше контроля, но уступила варианту 5 минут. Вероятная причина — более длительное ультразвуковое воздействие частично перешло из стимулирующего в стрессовое [5]. При длительной обработке возможны:

- микроповреждения семенной кожуры фасоли [3, 5];
- повреждение клеточных мембран зародыша фасоли [2, 5];
- нарушение обмена веществ [5];
- усиление образования активных форм кислорода;
- снижение жизнеспособности части семян фасоли.

Поэтому 10 минут обеспечили хороший эффект, но не максимальный. Для данных условий 5 минут можно считать наиболее благоприятной продолжительностью ультразвуковой обработки.



Рис. 1. Образцы полученных зерен фасоли, выращенной в открытом грунте

Выводы

Ультразвуковая обработка семян фасоли оказала положительное влияние на прорастание, выживаемость и урожайность растений. Рис. 1 показывает, что семена, подверженные ультразвуковой обработке, более крупные и одинаковы по размерам, без резкого градиента от крупных к мелким. Наиболее эффективной оказалась обработка в течение 5 минут. Она обеспечила лучшую выживаемость растений и самый высокий урожай в откры-

том грунте — 270 г, что составляет 287 % относительно контроля.

В горшках ультразвук также повысил выживаемость и количество цветков, но ограниченный объём почвы не позволил всем стручкам дозреть. Часть стручков не дала семян из-за нехватки питания, воды, ограниченного развития корней и конкуренции растений. Поэтому для оценки урожайности фасоли более показательны данные открытого грунта, где растения находились в условиях, более близких к естественным.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Песецкий, И. С. Ритмы звука и рост фасоли: эксперимент с ультразвуковыми волнами / И. С. Песецкий, Р. В. Антипенко, Т. П. Усова, В. Н. Сакевич. — Текст: непосредственный // Юный ученый. — 2026. — № 5 (101). — с. 203–210. — URL: <https://moluch.ru/young/archive/101/5535>.
2. Тарасов, С. С. Влияние ультразвука на морфобиологические показатели прорастания семян гороха (*Pisum sativum* L.) / С. С. Тарасов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. — 2018. — № 8. — с. 45–49. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-ultrazvuka-na-morfobiologicheskie-pokazateli-prorastaniya-semyan-goroha-pisum-sativum-l>.
3. Агафонов, В. П. Кавитационное проращивание семян для ускоренного получения продукции / В. П. Агафонов // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: материалы междунар. науч.-практ. конф. — 2016. — с. 3–7. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kavitatsionnoe-proraschivanie-semyan-yachmenya-dlya-uskorenno-go-polucheniya-soloda>.
4. Шушарин, А. В. Использование ультразвуковой обработки семян и субстрата при производстве зеленого корма / А. В. Шушарин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. — 2013. — № 3. — с. 15–18. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-ultrazvukovoy-obrabotki-semyan-i-substrata-pri-proizvodstve-zelenogo-korma>.
5. Новиков, А. А. Влияние ультразвукового излучения на скорость прорастания семян / А. А. Новиков // Фундаментальные исследования. — 2015. — № 2–6. — с. 1234–1238. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-ultrazvukovogo-izlucheniya-na-skorost-prorastaniya-semyan-tomatov>.

Бабочка дома: *Papilio machaon*

Горбунова Анастасия Николаевна, учащаяся 3-го класса

Научный руководитель: Безденежных Татьяна Геннадьевна, учитель начальных классов, заместитель директора по учебно-воспитательной работе
МАОУ Лицей № 10 г. Перми

Научный руководитель: Клёцкина Оксана Владимировна, старший научный сотрудник
Филиал «Уральский» ФГБУ «ВНИИ Экология» (г. Пермь)

В статье автор на практике исследует метаморфоз *Papilio machaon* от гусеницы до имаго в искусственных условиях в осенне-зимний период, анализирует поведение взрослой особи в зимнее время года, а также описывает уникальный опыт длительного взаимодействия бабочки и человека.

Ключевые слова: *Papilio machaon*, имаго, осенне-зимний период, бабочка и человек, взаимодействие.

Бабочки — это легкие, неуловимые, порхающие насекомые. Благодаря ярким красочным крыльям и воздушной легкости полета они нравятся почти всем людям. Летом, когда я была на сборах, моего лица коснулась бабочка — это было очень приятно и неожиданно. А позже, осенью на даче, на укропе мы нашли крупную гусеницу. Мы принесли гусеницу домой и стали наблюдать за ее поведением.

Наблюдения за жизненным циклом бабочек наглядно иллюстрируют метаморфоз и взаимосвязи в природе. Изучение условий, необходимых для успешного превращения, имеет большое значение как для науки, так и для образования. В природе численность многих видов бабочек сокращается, поэтому важно понимать, что влияет на их развитие. Наше исследование позволяет не только

познакомиться с удивительным процессом метаморфоза, но и научиться создавать благоприятные условия для жизни бабочек, а также воспитывает бережное отношение к природе.

Цель исследования: вывести бабочку из найденной гусеницы, исследуя необходимые условия для успешного превращения.

Задачи исследования:

- 1) найти информацию о бабочках;
- 2) создать условия для будущей бабочки;
- 3) выполнить наблюдения;
- 4) проанализировать полученные результаты.

Последовательность этапов работы, подобранные методы, материалы и оборудование представлены в таблице 1.

Таблица 1. Этапы и методы исследования

№ пп	Задача, этап исследования (Что?)	Методы (Как?)
1	Найти информацию о бабочках	– Обзор научных публикаций в электронной библиотеке Elibrary – Обзор сайтов о бабочках – Опрос экспертов
2	Создать условия для будущей бабочки	– Обеспечение питания, температуры и влажности, защиты от хищников
3	Выполнить наблюдения	– Наблюдение – Фотографирование – Видеосъемка
4	Проанализировать полученные результаты	– Анализ

Материалы и оборудование для исследования были определены в ходе исследования и представлены в таблице 2.

Таблица 2. Материалы и оборудование

№ пп	Задача, этап исследования	Материалы и оборудование
1	Найти информацию о бабочках	– Компьютер и Интернет – Электронная библиотека

2	Создать условия для будущей бабочки	– Контейнер для гусеницы – Кормовое растение – Опора для окукливания – Палатка – Опрыскиватель и увлажнитель – Ложка и стакан – Мед, сахар, вода – Яркие предметы (коврики, шарф, растение) – Термометр – Гигрометр
3	Выполнить наблюдения	– Телефон с видеокамерой – Блокнот для записей
4	Проанализировать полученные результаты	– Научные публикации – Результаты наблюдений (записи в блокноте, фотографии, видеозаписи) – Компьютер

Результаты исследования

Бабочки — это живые существа полного цикла превращения. В течение жизни они полностью меняют свою форму три раза и полностью перестраивают свой организм. Всего за жизнь бабочки проходят четыре стадии развития [1, 2]: яйцо, личинка, куколка и взрослая особь (имаго, бабочка).

Создание условий для будущей бабочки

Чтобы определить необходимые условия для выведения бабочки дома мы изучили опубликованную литературу и проконсультировались с людьми, у которых уже был успешный опыт такого выведения.

Для выведения бабочки в домашних условиях нам необходимы контейнер для гусеницы, ее кормовое растение, на котором она обитает в природе.

Для куколки — удобная опора для окукливания.

В дальнейшем для бабочки нам понадобилась палатка, где она смогла жить в безопасности и свободно летать.

Также для взрослой бабочки важными являются тепло, влажность и питание. Влажность обеспечивалась путем ежедневного опрыскивания воздуха в палатке и увлажнения воздуха в комнате. Тепло — за счет ограничений в проветривании в помещении и обогрева центральным отоплением. Питание для нашей бабочки было подобрано опытным путем. Для этого мы разводили сначала сахар, а в последующие дни мед диких пчел в воде, и кормили бабочку с ложечки.

Изучив предпочтения бабочек в природе, мы решили разнообразить интерьер палатки: добавили яркие туристические коврики, цветной шарф и поставили фикус Бенджамина. Это должно было создать для бабочки более комфортную и естественную среду.

Наблюдения за гусеницей

1 сентября 2025 года на грядке с укропом мы обнаружили гусеницу салатного цвета с черными полосками (рис. 1).



Рис. 1. Найденная гусеница (фото из Интернета)

Гусеницу переместили в просторный пластиковый контейнер вместе с укропом и отвезли домой.

Она непрерывно ела укроп и неспешно перемещалась по контейнеру.

Через 4 дня, 5 сентября, ее поведение резко изменилось. Она перестала есть и стала очень быстро ползать по укропу.

Так по изменениям в ее поведении мы поняли, что она готовится к следующему превращению.

Для этого мы разместили в контейнере вертикально толстую ветку укропа.

Наблюдения за куколкой

6 сентября 2025 года в контейнере уже была куколка (рис. 2).



Рис. 2. Куколка в день окукливания (фото автора)

Куколка сначала была зеленая, а затем стала коричневой. Долгое время куколка не превращалась в бабочку. И мы уже решили, что она погибла. При этом прозрачный контейнер с куколкой стоял в светлой комнате. Температура воздуха 18–22 °С, влажность — около 40 %. 15 января 2026 года условия изменились (температура около

28–30°С, влажность — около 70 %). И 28 января 2026 года мы обнаружили, что в нашем контейнере родилась бабочка!!!

Наблюдения за бабочкой

Фотография родившейся бабочки представлена на рис. 3.

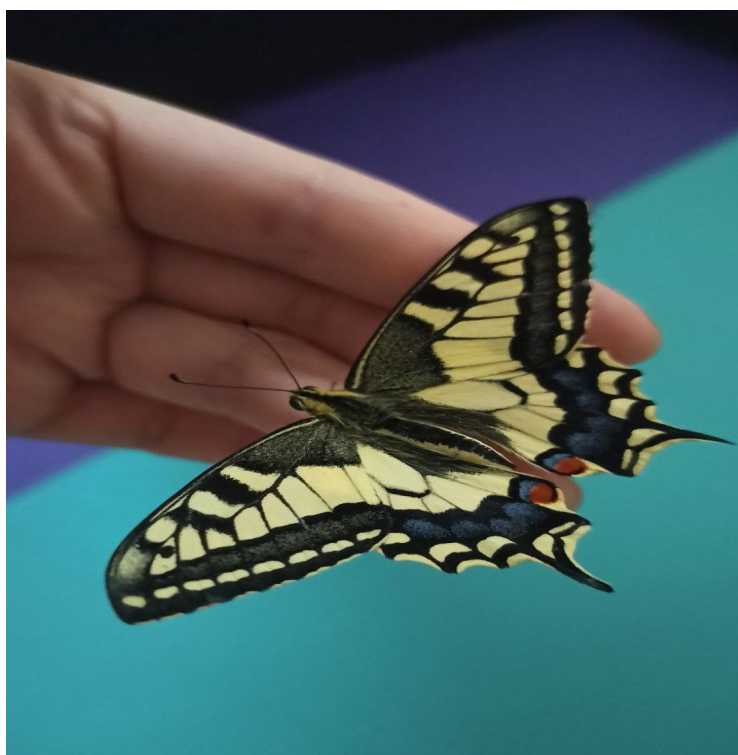


Рис. 3. Фотография родившейся бабочки (фото автора)

Классификация бабочки и ее охрана

С помощью определителя бабочек [3] мы установили классификацию нашей бабочки:

Царство: Животные (Animalia)

Тип: Членистоногие (Arthropoda)

Класс: Насекомые (Insecta)

Отряд: Чешуекрылые (Lepidoptera)

Семейство: Парусники (Papilionidae)

Род: Папилио (Papilio)

Вид: Махаон (Papilio machaon)

Этот вид бабочек встречается на территории России повсеместно, от морей Северного Ледовитого океана до побережья Черного моря и Кавказа.

Но в некоторых странах Европы находится на грани исчезновения и занесен в Красные книги.

В России в отдельных регионах этот вид бабочек также занесен в Красные книги. В Мордовии вид занесен в Красную книгу с категорией 3 как редкий вид [4]. В Республике Башкортостан, Пермском крае также периодически включается в Красную книгу и исключается из нее [5, 6].

Первыми родившуюся бабочку обнаружили домашние хищники — две кошки. Кошки были крайне удивлены и заинтересованы бабочкой, поэтому нам нужно было организовать для бабочки защиту от других животных.

Условия жизни, которые были созданы для бабочки описаны ниже в статье при анализе полученных результатов. Для бабочки были созданы благоприятные условия.

Кормление бабочки

На сайтах в интернете много пишут о том, что бабочки едят фрукты. Мы предлагали ей бананы и апельсины, но она их не замечала и оставалась голодная.

Хороший корм для бабочки — это сахарная или медовая водичка.

Нашей бабочке очень нравилась вода с медом диких пчел.

Когда бабочка ест, она опускает свой длинный хоботок в воду. А когда она сытая — скручивает его в тугую рулетик. На рис. 4 показан свернутый хоботок бабочки, а на рис. 5 — расправленный хоботок во время кормления [7].

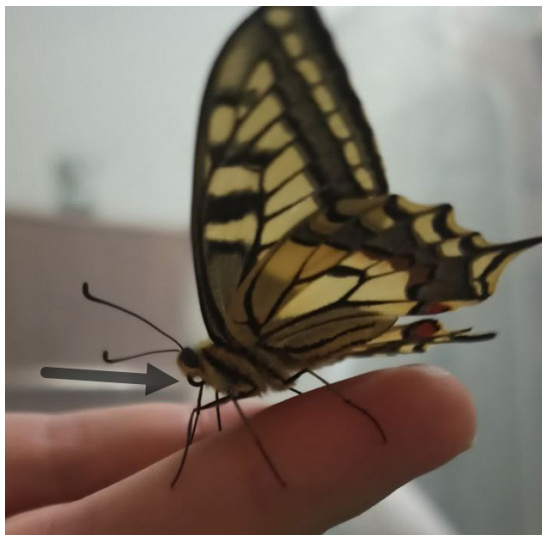


Рис. 4. Хоботок бабочки скручен (фото автора)



Рис. 5. Хоботок бабочки расправлен и опущен в ложку с сиропом (фото автора)

Строение бабочки

Бабочка имеет сложное строение внешнее и внутреннее (рис. 6 и 7).

Внешнее строение бабочки состоит из: брюшка, головы, груди, крыльев, ног, усиков, хоботка.

А внутри у нее почти все как у людей. Есть мозг, кишечник, сердце и другие органы.



Рис. 6. Внешнее строение бабочки [8]

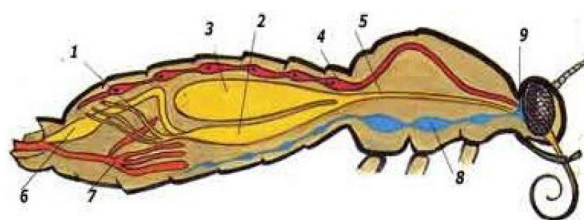


Рис. 7. Внутреннее строение бабочки [8]. 1 — органы выделения, 2 — средний отдел кишечника, 3 — зоб, 4 — сердце, 5 — передний отдел кишечника, 6 — толстый кишечник, 7 — половые органы, 8 — нервный узел, 9 — мозг

В строении бабочки особого внимания, по нашему мнению, заслуживают чешуйки покрывающие крылья бабочек.

Чешуйки образуют на поверхности крыльев пыльцу — этого нет ни у каких иных представителей животного мира.

Это видоизмененные волоски, имеющиеся на крыльях многих насекомых. Количество чешуек может быть очень велико — несколько сотен тысяч у некоторых видов [8]. Фотографии чешуек бабочки представлены на рис. 8, 9. На фотографиях также видно, что у бабочки есть шерстка.



Рис. 8. Бабочка *Papilio machaon* крупным планом, видна шерстка и разнонаправленные чешуйки, вид спереди (фото автора)

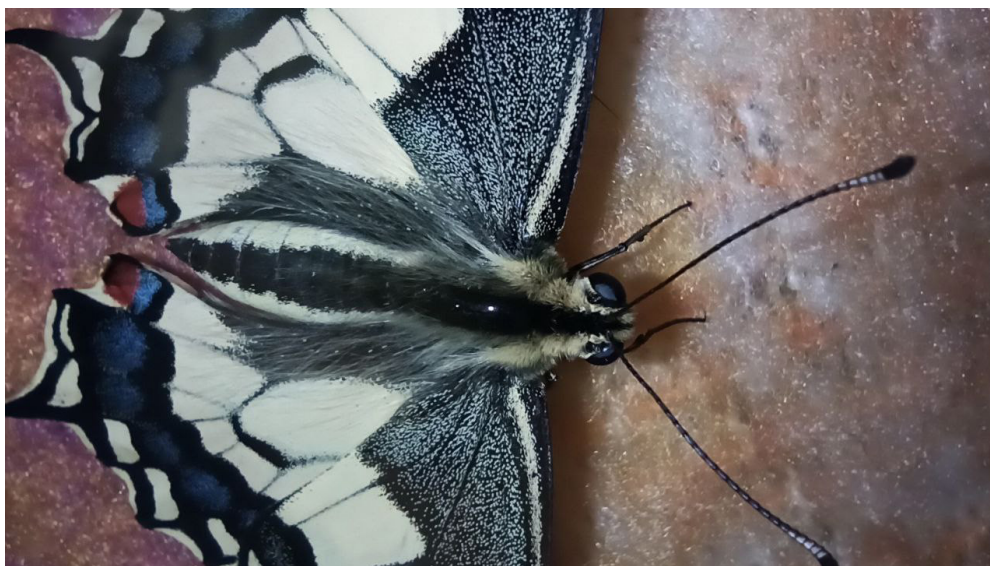


Рис. 9. Бабочка *Papilio machaon* крупным планом, видна шерстка и разнонаправленные чешуйки, вид сверху (фото автора)

Срок жизни бабочки

Умерла бабочка 16 февраля 2026 года.

Бабочка прожила 20 дней, почти 3 недели. Эксперты пишут, что для бабочки в неволе это самый большой срок жизни. Это значит, что мы смогли воссоздать для нее наиболее комфортные условия жизни.

Отличия поведения бабочки в неволе

Мы заметили, что наша бабочка была ручной. Сидела на людях и замирала или неспешно взмахивала крыльями [9]. Казалось, что она общается с нами и доверяет.

Бабочка ждала, когда ее покормят, хотя была очень голодная. Сама не проявляла заметной активности в поисках пищи, кроме второго дня жизни, когда она активно искала хоботком еду и летала.

В своей искусственной среде обитания она предпочла чаще всего располагаться не на живом зеленом растении — фикусе Бенджамина, хотя на него тоже крайне редко садилась, а чаще всего ей нравилось сидеть на ярком, теплом и мягком шарфике.

Анализ полученных результатов исследования и выводы

В результате исследования нам удалось успешно провести наблюдения за тремя стадиями развития бабочки: гусеницей, куколкой и бабочкой.

Гусеница прожила на кормовом растении пять дней в закрытом контейнере, который периодически проверялся. После чего успешно окуклилась, прикрепившись к специально подготовленной для этого гладкой толстой ветке укропа.

В стадии куколки бабочка прожила с 6 сентября 2025 года по 27 января 2026 года — 144 дня. В течение последних 13 дней условия влажности и температуры были изменены — влажность достигала 70 %, температура 28°C. Дневной свет в контейнер с куколкой не проникал. Предполагаем, что изменения условий поспособствовали окончанию зимовки куколки в январе и рождению бабочки.

Бабочка (имаго), родившись, не имела затруднений в полете, крылья были сухими. Это значит, что условия для ее превращения были удачными.

В отличие от особей, живущих в дикой природе, наша бабочка проявляла явное доверие к человеку, садилась на руки и не стремилась улететь. Это позволяет предположить, что длительное нахождение рядом с людьми (в течение 144 дней в стадии куколки) привело к привыканию к звукам и запахам человека. Мы стали для нее частью привычной среды — «почти семьей».

Также, в отличие от бабочек на природе, наша бабочка не искала питание активно. А наоборот сидела спокойно, а когда ей предлагалось питание — раз в два дня — охотно ела сладкую водичку с медом диких пчел. Перед началом кормления бабочка опускала в ложку передние лапки и быстро перебирала ими, и только после этого распускала хоботок, словно бросая его в сироп. Она могла есть неподвижно до 7 минут. Насытившись, она сворачивала хоботок и начинала очень активно махать крыльями, не поднимаясь с места совсем или иногда перелетая с места на место, но не улетая далеко.

Опытным путем в результате исследования мы выяснили, что создать благоприятные условия для выведения и жизни бабочки дома возможно:

- для превращения гусеницы в куколку нужно много корма — растения, на котором она кормилась в природе;
- для превращения из куколки в бабочку нужны теплые и влажные условия;
- для долгой жизни бабочки нужен подходящий корм (медовая или сахарная водичка), увлажнение и тепло воздуха, защита от других животных, место для полета, яркий интерьер, забота и внимание.

При этих условиях возможно выведение и содержание бабочки в домашних условиях.

Научная новизна результатов исследования заключается в получении новых знаний о поведении бабочек в неволе, в том числе о способности их к контакту с людьми.

Практическая значимость нашего исследования заключается в подготовке наглядных образовательных материалов (фотографии, видеозаписи, дневник наблюдений), которые могут быть использованы на уроках окружающего мира, биологии и во внеурочной деятель-

ности как наглядный пример метаморфоза бабочки Махаон (*Papilio machaon*). Кроме того, мы отработали методику выведения бабочки в домашних условиях, которая может быть использована другими любителями живой природы.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Стадии развития бабочки // Магазин тропических бабочек Флай-Флай: [сайт]. — URL: <https://fly-fly.ru/blog/tpost/nozIz3oag1-stadii-razvitiya-babochki> (дата обращения: 25.09.2025).
2. Жизненный цикл бабочек // Все о бабочках: [сайт]. — URL: <https://lepidopterolog.ru/metamorf> (дата обращения: 01.09.2025).
3. Современная классификация бабочек // Все о бабочках: [сайт]. — URL: <https://lepidopterolog.ru/systems> (дата обращения: 30.01.2026).
4. Сусарев, С. В. Махаон / С. В. Сусарев, А. Б. Ручин // Мордовский заповедник. — 2012. — № 3. — с. 9–10. — URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_18278475_45985391.pdf.
5. Улин, В. В. О махаоне в энтомофауне Республики Башкортостан / В. В. Улин // Материалы по флоре и фауне Республики Башкортостан. — 2021. — № 31. — с. 96–98. — URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_46306446_28142220.pdf.
6. Паньков, Н. Н. Обыкновенный махаон — *Papilio machaon* (Linnaeus, 1758) / Н. Н. Паньков // Красная книга Пермского края. — Пермь: Издательство «Книжный мир», 2008. — с. 70. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=82452968>.
7. Компление бабочки *Papilio machaon* в домашних условиях: материалы исследования А. Н. Горбуновой. — URL: <https://disk.yandex.ru/i/i3xoporH3wGt-Q> (дата обращения: 26.06.2026).
8. Строение бабочки // Все о бабочках: [сайт]. — URL: <https://lepidopterolog.ru/anatomia> (дата обращения: 5.02.2026).
9. Контакт бабочки *Papilio machaon* с человеком в домашних условиях: материалы исследования А. Н. Горбуновой. — URL: https://disk.yandex.ru/i/XAcZAcoACSo6_w (дата обращения: 26.06.2026).

ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЕ

Связь распространённости анемии у женщин с материнской смертностью и рождаемостью в странах Африки южнее Сахары

Богданова Елизавета Юрьевна, учащаяся 11-го класса

Научный руководитель: Асмаковская Галина Александровна, учитель истории и обществознания
МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 10 с углубленным изучением отдельных предметов имени академика Ю. А. Овчинникова» (г. Красноярск)

В статье автор исследует взаимосвязь анемии с материнской смертностью и коэффициентом рождаемости.

Ключевые слова: анемия, железодефицит, материнская смертность, суммарный коэффициент рождаемости, Африка южнее Сахары, демография, здравоохранение.

Материнская смертность остаётся одной из глобальных проблем здравоохранения по всему миру. По оценкам ВОЗ, в 2020 году умерло около 287 000 женщин (во время родов или из-за осложнений после них), причём 70 % этих смертей пришлось на страны Африки южнее Сахары (WHO et al., 2023) [1]. Этот регион характеризуется высоким уровнем суммарного коэффициента рождаемости (TFR), в среднем 4,2 ребенка на женщину, и широкой распространённостью анемии среди женщин репродуктивного возраста [1] [8].

Железодефицитная анемия рассматривается как важный фактор риска материнской смертности. Анемия снижает кислородную ёмкость крови, повышает вероятность кровотечений и ослабляет иммунитет. Частые беременности с короткими интервалами особенно истощают уровень железа в организме. Так создаётся закономерность: высокая рождаемость способствует анемии, которая повышает риск смерти матери, что в условиях высокой детской смертности может поддерживать высокую рождаемость как способ компенсации. Таким образом, связь между питанием, женским здоровьем и демографическими процессами является двунаправленной и социально значимой.

Несмотря на существование отдельных исследований, специальных работ, анализирующих связь всех факторов вместе в странах Африки южнее Сахары с использованием современных данных или за какой-то отдельный промежуток, крайне мало. Большинство проектов либо включают регион в глобальные выборки, либо ограничиваются отдельными странами, что затрудняет возможность выявить региональные закономерности.

Цель моей работы — оценка корреляционной связи между распространённостью анемии у женщин репродуктивного возраста, уровнем материнской смертности и суммарным коэффициентом рождаемости в странах Африки южнее Сахары на основе данных за 2020 год. В проекте я выдвинула гипотезы о положительной связи между анемией и обоими исходами и сохранение этих связей после исключения некоторых стран.

В ходе работы было проведено исследование на страновом уровне. Из 48 государств южнее Сахары (по классификации Всемирного банка) в итоговый выбор вошло 46 государств, для которых имелись все данные по ключевым переменным за 2020 год. Две страны (Эритрея и Сейшельские Острова) были исключены. Анализ был выполнен на основе открытых данных Всемирного банка [2].

Основная переменная — распространённость анемии среди женщин в возрасте 15–49 лет, отражающая долю женщин с гемоглобином ниже 120 г/л для небеременных и ниже 110 г/л для беременных [7]. Зависимые переменные: коэффициент материнской смертности (MMR), число смертей матерей на 100 000 живорождений, и суммарный коэффициент рождаемости (TFR), средней число детей на женщину [7].

Для каждой переменной рассчитывались описательные статистики (среднее, стандартное отклонение). Связь анемии с MMR и TFR рассчитывалась с помощью коэффициентов корреляции Пирсона. Также были построены отдельные графики, отражающие эти взаимосвязи. Для оценки устойчивости результатов проводился анализ путём исключения стран с наибольшим показателями (Сьерра-Леоне, Южный Судан, Нигер). Допол-

нительно были сравнены субрегиональные различия по четырем регионам Африки (Западная, Центральная, Южная, Восточная).

Исследование не позволяет установить причинно-следственные связи, а агрегированные данные могут приводить к ошибкам. Качество оценок материнской смертности и анемии в ряде стран основано на моделях, что вносит неопределённость. Парные корреляции не учитывают влияние третьих факторов, таких как доход, расходы на здравоохранение и образование [11].

Средняя распространенность анемии составила 37,6 %, с диапазоном от 14 % в Руанде до 60 % в Габоне [2].

Коэффициент материнской смертности варьировался от 58 на Маврикии до 1296 в Центральноафриканской Республике на 100 000 живорождений, среднее — 370,1 [2]. Суммарный коэффициент рождаемости изменялся от 1,5 на Маврикии до 6,5 на Сомали, среднее — 4,2 [2].

Рисунок 1 демонстрирует положительную тенденцию: страны с более высокой распространенностью анемии, как правило, имеют более высокую материнскую смертность. Коэффициент корреляции Пирсона составил $r=0,61$ ($p<0,001$) [2]. После исключения трёх стран, имевших наибольшие показатели, корреляция осталась значимой ($r=0,56$, $p<0,001$) [2].

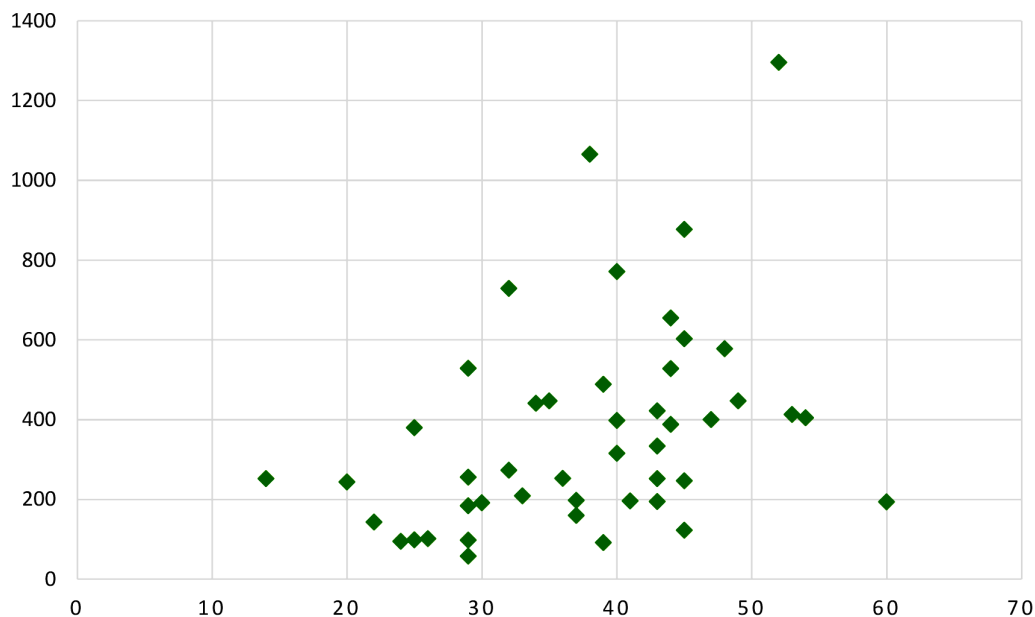


Рис. 1. Связь анемии с уровнем материнской смертности

Аналогичная ассоциация наблюдается между анемией и суммарным коэффициентом рождаемости (Рисунок 2). Коэффициент корреляции Пирсона $r=0,58$ ($p<0,001$) [2].

С исключением трёх стран корреляция практически не изменилась ($r=0,54$, $p<0,001$) [2].

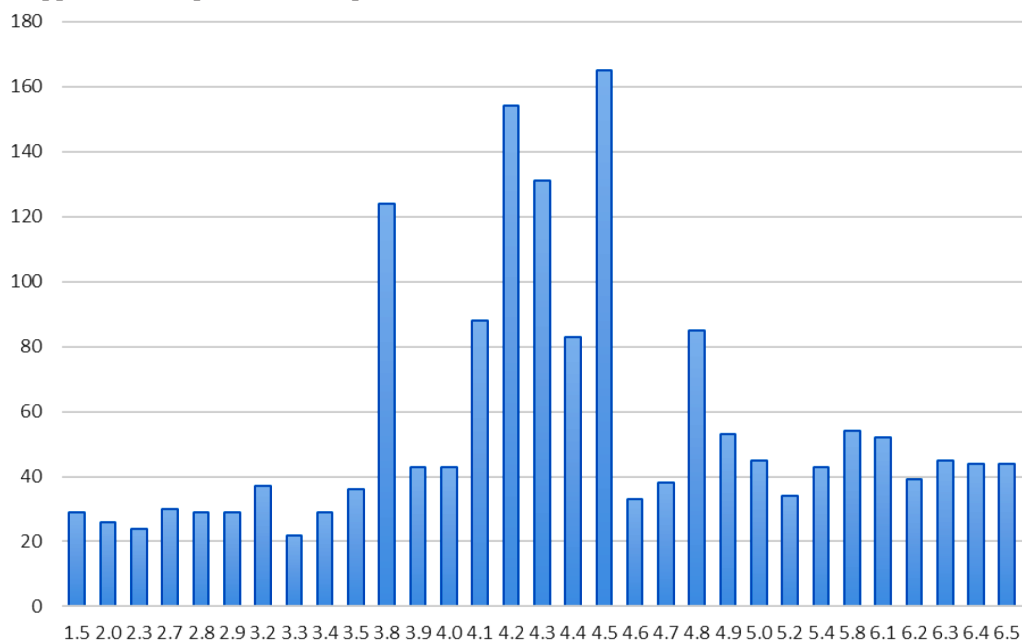


Рис. 2. Связь анемии с суммарным коэффициентом рождаемости

Страны Западной и Центральной Африки в среднем имели более высокие уровни анемии, MMR и TFR по сравнению с Восточной и Южной Африкой [2]. Например, в Западной Африке анемия составила — 41,2 %, MMR — 449,3 на 100 000 живорождений, TFR — 4,8, в то время как в Южной Африке — 27,3 %, 145,9 на 100 000 живорождений и 2,9 соответственно [2]. Данные различия соответствовали закономерности «Выше анемия — выше смертность и рождаемость» [2].

Полученные результаты подтверждают исходные гипотезы: в странах Африки южнее Сахары распространённость анемии у женщин репродуктивного возраста положительно коррелирует как с материнской смертностью, так и суммарным коэффициентом рождаемости.

Связь анемии с материнской смертностью согласуется с данными литературы, где анемия рассматривается как независимый фактор риска неблагоприятных исходов беременности [3] [4] [5] [10]. Процессы включают повышенный риск кровотечений, снижение толерантности к кровопотере и общее ослабление организма [11]. Более того, уровень высокой анемии отражает слабость систем здравоохранения: недостаток дородовой помощи, отсутствие программ фортификации и нутриентной поддержки. Таким образом, анемия является как биологическим фактором, так и международной проблемой.

Вероятнее всего, связь положительной корреляции между анемией и рождаемостью опосредована другими факторами, такими как бедность, низкий уровень женского образования, ограниченный доступ к планированию семьи. Одновременно с этим частые роды также вносят свой вклад, истощая запасы железа и увеличивая распространённость анемии [13]. Таким образом, замкнутая схема «Высокая рождаемость → анемия → высокая материнская смертность → высокая детская смертность → высокая рождаемость» соответствует концепции демографического перехода, согласно которой устойчивое снижение рождаемости возможно только после снижения материнской и детской смертности, что подтверждается глобальными демографическими тенденциями [6] [9].

Субрегиональные различия, выявленные в анализе, согласуются с данными о более высоком уровне анемии и материнской смертности в Западной и Центральной Африке [2] [8]. Это может быть связано с более высокой распространённостью малярии, менее развитой инфраструктурой здравоохранения, низким охватом профилактических программ и мер поддержки. Полученные данные подчеркивают необходимость разных подходов к политике здравоохранения в разных регионах.

Исследование имеет ограничения: отсутствие контроля за доходом, образованием и другие факторы не позволяют оценить независимый вклад анемии. Для более точных выводов требуются более направленные работы, включающие регрессионные модели и панельные данные. Несмотря на это, первичный корреляционный анализ даёт основание для формулирования практических рекомендаций и определения направлений дальнейших исследований.

На основе полученных результатов можно предложить следующие меры:

1. *Расширение программ профилактики и лечения анемии у женщин репродуктивного возраста.* Учитывая массовую распространённость анемии и её связь с материнской смертностью, программы, направленные на снижение дефицита железа, должны стать приоритетом национальной политики здравоохранения [12]. Это включает бесплатное обеспечение препаратами железа и фолиевой кислоты всех беременных женщин, а также женщин, планирующих беременность. Охват такими программами должен быть значительно расширен, особенно в сельских и труднодоступных районах.

2. *Обогащение базовых продуктов* (мука, рис, соль) железом является экономически эффективной мерой, которая охватывает широкие слои населения без необходимости изменения пищевых привычек. Международные организации могут оказывать техническую и финансовую поддержку производителям, а правительства — вводить обязательные стандарты фортификации. Опыт ряда стран (например, ЮАР, Ганы) показывает, что такие программы могут быть успешными при наличии политической поддержки и контроля качества.

3. *Борьба с сопутствующими инфекциями.* Поскольку малярия и гельминтозы вносят пагубный вклад в развитие анемии, программы по их профилактике и лечению должны быть интегрированы с программами питания. Распространение обработанных инсектицидами москитных сеток, профилактическое лечение малярии у беременных, дегельминтизация — всё это способствует снижению анемии и улучшению здоровья матерей.

4. *Усиление систем дородового наблюдения и квалифицированного родовспоможения.* Связь анемии с материнской смертностью особенно опасна в условиях ограниченного доступа к экстренной акушерской помощи [11]. Инвестиции в обучение персонала, обеспечение медицинских учреждений средствами для переливания крови и препаратами железа, улучшение транспортной доступности, что может существенно снизить смертность даже при сохранении высокого уровня анемии.

5. *Инвестиции в женское образование и планирование семьи.* Учитывая связь между рождаемостью и анемией, стратегии снижения рождаемости должны включать расширение доступа к современным средствам контрацепции, повышение образовательного уровня девочек и женщин, а также программы, направленные на изменение репродуктивных установок. Снижение числа беременностей и увеличение интервалов между родами позволит женщинам восстанавливать запасы железа и снизит высокий риск материнской смертности.

6. *Учёт региональной специфики.* Субрегиональные различия, выявленные в анализе, указывают на необходимость дифференцированного подхода. В Западной и Центральной Африке, где анемия и материнская смертность наиболее высоки, приоритетом должно стать экстренное расширение базовых программ профилактики и лечения. В Восточной и Южной Африке, где показатели лучше, можно сосредоточиться на закреплении достигнутых результатов и устранении остающихся проблем.

7. *Мониторинг и оценка.* Необходимо укреплять системы сбора данных о распространённости анемии,

материнской смертности и охвате программами профилактики. Регулярные обследования (например, DHS, MICS) должны включать измерение уровня гемоглобина и индикаторов качества питания. Это позволит отслеживать прогресс и корректировать стратегии.

Эти меры согласуются с Целями устойчивого развития ООН (ЦУР 2,3,5) и могут способствовать ускорению демографического перехода в регионе [14].

Таким образом, проведенный анализ выявил значимые положительные связи между распространенностью

анемии у женщин репродуктивного возраста, коэффициентом материнской смертности и суммарным коэффициентом рождаемости в странах Африки южнее Сахары. Сила связи и их устойчивость свидетельствует о системном характере этих взаимосвязей. Несмотря на ограничения, результаты подчеркивают важность борьбы с анемией, вызванной дефицитом железа, как ключевого фактора стратегий по улучшению женского здоровья и содействия устойчивому демографическому развитию.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Trends in maternal mortality 2000 to 2020: Estimates by WHO, UNICEF, UNFPA, World Bank Group and UNDESA/ Population Division / H. O. World. — Текст: электронный // World Health Organization: [сайт]. — URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240068759> (дата обращения: 15.08.2026).
2. World Development Indicators. — Текст: электронный // World Bank: [сайт]. — URL: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators> (дата обращения: 21.08.2026).
3. Anaemia in low-income and middle-income countries / Y. Balarajan, U. Ramakrishnan, E. Özaltın [и др.]. — Текст: непосредственный // The Lancet. — 2011. — № 378(9809). — с. 2123–2135.
4. Maternal and child undernutrition and overweight in low-income and middle-income countries / R. E. Black, C. G. Victora, S. P. Walker [и др.]. — Текст: непосредственный // The Lancet. — 2013. — № 382(9890). — с. 427–451.
5. Revisiting maternal and child undernutrition in low-income and middle-income countries: variable progress towards an unfinished agenda / C. G. Victora, P. Christian, L. P. Vdaletti [и др.]. — Текст: непосредственный // The Lancet. — 2021. — № 397(10282). — с. 1388–1399.
6. Bongaarts, J. Africa's unique fertility transition / J. Bongaarts. — Текст: непосредственный // Population and Development Review. — 2016. — № S1. — с. 39–58.
7. World, H. O. Anaemia / H. O. World. — Текст: электронный // [www.who.int: \[сайт\]](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/anaemia). — URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/anaemia> (дата обращения: 24.08.2026).
8. World, H. O. Maternal mortality / H. O. World. — Текст: электронный // [who.int: \[сайт\]](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/maternal-mortality). — URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/maternal-mortality> (дата обращения: 26.08.2026).
9. United Nations World Population Prospects 2022: Summary of Results / Nations United. — Текст: электронный // United Nations: [сайт]. — URL: <https://population.un.org/wpp/> (дата обращения: 26.08.2026).
10. Ronsmans, C. Maternal mortality: who, when, where, and why / C. Ronsmans, W. J. Graham. — Текст: непосредственный // The Lancet. — 2006. — № 368(9542). — с. 1189–1200.
11. Thaddeus, S. S. Too far to walk: Maternal mortality in context / S. S. Thaddeus, D. Maine. — Текст: непосредственный // Social Science & Medicine. — 1994. — № 38(8). — с. 1091–1110.
12. Darnton-Hill, I. Micronutrients in pregnancy in low- and middle-income countries / I. Darnton-Hill, U. C. Mkpargu. — Текст: непосредственный // Nutrients. — 2015. — № 7(3). — с. 1744–1768.
13. Conde-Agudelo, A. Maternal-perinatal morbidity and mortality associated with adolescent pregnancy in Latin America: Cross-sectional study / A. Conde-Agudelo, J. M. Belizán, C. Lammers. — Текст: непосредственный // American Journal of Obstetrics and Gynecology. — 2005. — № 192(2). — с. 342–349.
14. United Nations Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development (Resolution A/RES/70/1) / Nations United. — Текст: электронный // United Nations General Assembly: [сайт]. — URL: <https://sdgs.un.org/2030agenda> (дата обращения: 28.08.2026).



ЭКОЛОГИЯ

Изучение изменения физико-химических показателей воды родников в зависимости от времени года

Коришанова Маргарита Сергеевна, учащаяся 10-го класса

Научный руководитель: Бредихина Елена Викторовна, учитель биологии
МОУ «СОШ № 4» г. Южноуральска (Челябинская область)

В статье изложены результаты исследования физико-химических показателей воды родников Увельского района Челябинской области за период 2024–2026 гг. Продуктом проведенных исследований и систематизации экологических характеристик водоисточников является интерактивная карта родников Увельского района и г. Южноуральска.

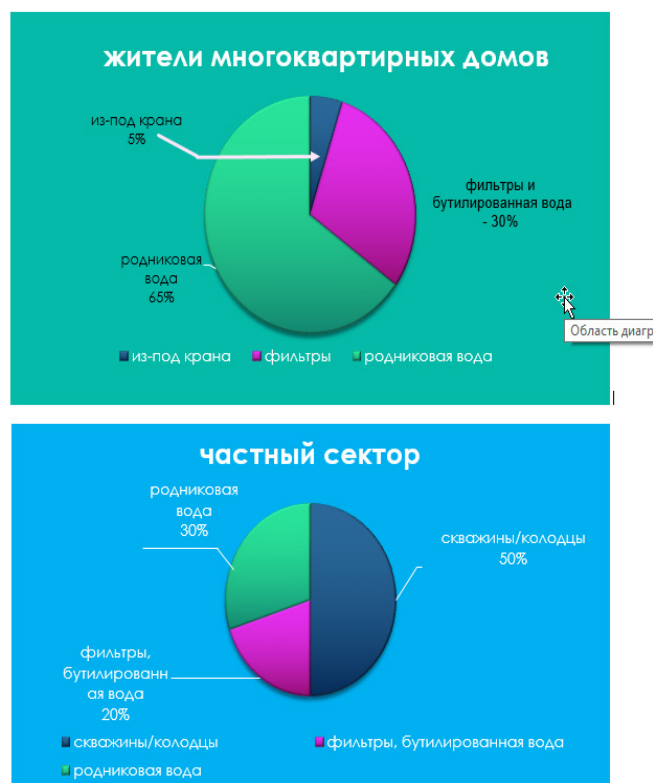
Введение

Двадцать первое столетие характеризуется интенсивным ростом населения Земли, развитием урбанизации. Развитие промышленности, транспорта, энергетики, индустриализация сельского хозяйства привели к тому, что антропогенное воздействие на окружающую среду приняло глобальный характер. В родниковые воды загрязнители поступают главным образом путем смыва их талыми и дождевыми водами (с поверхностным стоком), а также вследствие подземных инфильтраций атмосферных осадков, поливных и других вод с грунтовым потоком, гидрологически связанным с водоемами. Известно, что природные воды являются естественной средой обитания различных микроорганизмов. Одновременно там могут обитать бактерии, водоросли, простейшие, черви и другие организмы. Родники, расположенные на территории города, — это один из основных, альтернативных водопроводному, источников питьевой воды для горожан и жителей окрестностей Южноуральска с общим населением порядка сорока тысяч человек.

В 2023 году был проведен социологический опрос жителей многоквартирных домов и частного сектора г. Южноуральска на тему популярности родниковой воды. Результаты опроса выявили востребованность проведения исследования родников г. Южноуральска и Увельского района, поскольку многие жители многоквартирных домов и даже частного сектора города и Увельского района используют родниковую воду в пищевых целях. Причины этого — 95 %-ный износ труб городского водоснабжения и излишняя жесткость воды в индивидуальных скважинах и колодцах. Кроме того, при централизованном обеспечении населения питьевой водой в соответствии с программой производственного контроля и правилами выбора периодичности и количества проб питье-

вой воды при проведении лабораторных исследований качества питьевой воды в рамках производственного контроля качество и безопасность воды контролируется хозяйствующими субъектами и органами санитарного надзора [4], но никто не осуществляет регулярный контроль проб родниковой воды лабораторным способом, а это значит, что потребители воды из ключиков не могут быть уверены в безопасности употребляемой ими воды.

Результаты опроса



Продуктом проведенных исследований и систематизации экологических характеристик водоисточников является интерактивная карта родников Увельского района и г. Южноуральска.



В 2023 году в Ставропольском крае, Чеченской Республике и Тульской области стартовал эксперимент по созданию единого информационного ресурса о подземных и поверхностных водных объектах, используемых для питьевого водоснабжения. Планировалось, что в 2025 году в РФ заработает единый реестр источников питьевой воды [7]. Однако и на сегодняшний день карта реестра водных объектов России далеко не полная [8] в частности, ни один из родников данного исследования не вошел в указанный ресурс.

Кроме того, Министерством экологии Челябинской области в 2019 году было анонсировано создание карты родников Южного Урала [9], но оно так и не было завершено.

Интерактивная карта родников Увельского района и г. Южноуральска может положить начало системной работе в направлении консолидации сведений о водоисточниках нашего региона.

Родником называют естественный выход подземных вод на поверхность земли, образующий водоем либо ручей. Вода родника обладает уникальным химическим составом и считается источником живой природы, важным элементом экосистемы местности. Основным источником питания родниковых вод являются грунтовые воды, образующиеся в результате инфильтрации атмосферных осадков. Согласно ГОСТ 25151–2024 «Водоснабжение. Термины и определения», родник относится к поверхностному водоему естественного происхождения, характеризующемуся постоянным выходом грунтовых вод на дневную поверхность земли [6].

Таким образом, именно природные свойства родника делают его ценным ресурсом, используемым населением для бытового потребления и удовлетворения культурных потребностей.

Существует несколько современных классификаций водоисточников. По типу естественных выходов подземных вод родники делятся на наземные и подводные. Характер выхода вод на поверхность делит родники на восходящие и нисходящие. По происхождению водоподводящих каналов источники классифицируют на трещинные, карстовые, разломные и поровые. Еще одна классификация выделяет родники грунтовых поровых вод, субаквальные родники (выходы подземных вод в руслах рек или на дне водоемов ниже уровня поверхностных вод) и родники карстовых вод, связанных с горными пустотами, образующимися в результате растворения минерального скелета горной породы [13].

В данном исследовании все объекты являются пластово-поровыми родниками грунтовых вод [14], что определяет химический состав, температуру и качество воды, а также зависимость показателей от сезонных факторов влияния.

Родники в Южноуральске и его окрестностях имеют важное значение для обеспечения населения питьевой водой. Несмотря на центральное водоснабжение, горожане, как и жители прочих российских городов, активно применяют в пищу родниковую воду. По разным причинам среди населения широко распространены мифы об опасности водопроводной воды. Люди ставят фильтры, заказывают воду в бутылках или привозят из родников. [10].

Как следует из документации южноуральской водоснабжающей организации, основными техническими и технологическими проблемами в системе водоснабжения Южноуральского городского округа являются: износ водопроводных сетей на уровне 90–95 %, что создает предпосылки для возникновения аварий, возникновения сверхнормативных потерь воды при транспортировке и вторичному загрязнению воды; износ сооружений систем водоснабжения. К сооружениям системы водоснабжения относятся насосные и отстойно-фильтровальные станции, которые обладают значительными повреждениями [3].

Покупная бутилированная вода — это значимая статья в семейном бюджете, а родники находятся в относительной доступности, поэтому они и пользуются неизменной популярностью у горожан.

Существует ряд требований к обустройству родника. Расстояние от ближайших жилых домов и объектов инфраструктуры должно составлять не менее 50 метров. Исключено расположение родника вблизи свалок мусора, кладбищ, предприятий промышленности и животноводческих ферм. Размещать источник необходимо вдали от дорог с интенсивным движением транспорта. Оптимальное размещение родника предполагает близость зеленых насаждений и рекреационных зон отдыха. В роднике важно не только качество воды, родник должен быть надлежащим образом благоустроен. Надземная часть водозаборных сооружений должна иметь укрытие для предотвращения загрязнения воды. Водозаборные камеры (каптаж) должны иметь горловину с люком и крышкой, оборудованы водозаборной и переливной трубами, иметь трубу опорожнения диаметром не менее 100 мм, вентиляционную трубу и должны быть помещены в специальные наземные сооружения в виде павильона или будки. Территория вокруг каптажа должна быть ограждена. Чтобы предотвратить химическое и микробиологическое загрязнение воды родника, необходимо его правильное содержание и эксплуатация. Вблизи родников категорически запрещено мыть автотранспорт, устраивать свалки и туалеты. Защита территории родника обеспечивается путем установления санитарно-защитных зон и регулярных осмотров специалистами санитарно-эпидемиологической службы [12].

Санитарно-защитная зона представляет собой территорию с особыми ограничениями хозяйственной деятельности и доступностью передвижения лиц, установ-

ленную с целью исключения негативного воздействия загрязнений окружающей среды на качество воды родника. Размеры санитарно-защитной зоны зависят от типа и интенсивности загрязнения района, количества водопользователей и размеров самого родника. Для мелких родников минимальная ширина зоны достигает 50 м, крупные объекты требуют расширения до нескольких сотен метров. Все мероприятия по охране территорий санитарно-защитных зон регулируются специальными актами, утверждаемыми органами исполнительной власти субъектов федерации.

В городе и его окрестностях существует ряд экологических проблемы, связанных с загрязнением вод в родниках и пересыханием источников. Загрязнения могут проявляться в снижении концентрации кислорода в воде, что делает её непригодной для использования в целях водоснабжения и хозяйственной деятельности. Причиной загрязнения могут являться промышленные и коммунальные канализационные стоки. Предприятия не всегда производят нормативную очистку сточных вод перед сбросом в поверхностные водные объекты. Смыв с полей части почвы, содержащей агрохимикаты, дренажные воды систем орошения, стоки животноводческих ферм. Также определяющими факторами, влияющими на химический состав грунтовых вод, являются особенности почв Увельского района, богатых пиритом. Регулярный мониторинг качества воды должен проводиться аккредитованными лабораториями, имеющими разрешение на проведение исследований химического и бактериального состава воды. Результаты лабораторных испытаний заносятся в специальные журналы учета и представляются органам государственного контроля ежеквартально. Критерии оценки качества включают определение следующих показателей: Цветность и мутность воды, Кислотность и жесткость, Содержание железа, марганца, свинца и других тяжелых металлов, Концентрация нитратов и аммиака, Микробиологические показатели (общее количество колоний бактерий). Перечень анализируемых показателей определен в соответствии с правилами выбора приоритетных показателей воды, утвержденными СанПиН 2.1.3684–21. [15]

Допустимые уровни концентраций указанных веществ регламентируются нормами раздела III. Нормативы качества и безопасности воды СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» и иными нормативно-техническими документами. [12].

Биологическая активность тяжелых металлов выводит данную группу загрязнителей на приоритетное место в мониторинговых исследованиях качества воды. Загрязнения тяжёлыми металлами наносят значительный экологический ущерб. Тяжёлые металлы признаны одними из самых токсичных элементов. Физиологическое действие тяжелых металлов на организм человека и животных различно и зависит от природы металла, типа соединения, в котором он существует в природной среде. Основа токсического действия тяжелых металлов лежит во взаимодействии с биологически активными макромолекулами, в результате которого происходит вытеснение необходи-

мого металла токсическим. Как показывают результаты социологических опросов, более всего жителей Челябинской области тревожат проблемы со здоровьем (35 %) и состояние окружающей среды (50 % опрошенных).

Отбор образцов для анализа проводился ежемесячно с января 2024 года по январь 2026 года. Перечень источников для отбора проб:

- родник по ул. Мира в с. Кичигино Увельского района;
- родник «Исток» на ул.Боровая, г. Южноуральск;
- родник на ул. Молодёжная, г. Южноуральск;
- родник в д. Водопойка Увельского района;
- родник на выезде из п.Рошино-2, г.Южноуральск;
- правый выход Ржевского родника (8 км от с. Половинка Увельского района);
- левый выход Ржевского родника (8 км от с. Половинка Увельского района).

Всего было отобрано 153 (сто пятьдесят три) образца.

На первом этапе исследования определялись органолептические показатели воды. Наличие в воде постороннего запаха, вкуса, привкуса и повышенной мутности может указывать на загрязнение воды посторонними веществами. Отличительной особенностью всех образцов воды является отсутствие меди, брома, фтора, ртути и аммиака, независимо от местонахождения родника и даты отбора пробы. При этом в весенне-летний период практически во всех образцах зафиксировано превышение ПДК нитратов. Безусловно, это связано с деятельностью агротехнических хозяйств региона и индивидуальных садоводов, активно использующих органические удобрения (родники Ржевский расположены среди сельскохозяйственных угодий (полей) и с близостью животноводческих индивидуальных хозяйств (частный сектор Южноуральска, Кичигино, Водопойки). Превышение ПДК по нитритам не обнаружено. Однако данный показатель во многих пробах Ржевских выходов и родников Исток и Молодежная не является нулевым в весенне-летний период, что свидетельствует о чрезмерном использовании азотных удобрений. Превышение ПДК железа напрямую связано с особенностями почв Увельского района. В период бурного снеготаяния или дождей железо вымывается и попадает в родниковую воду.

Превышения ПДК фосфатов зафиксировано не было, однако, отмечен рост фосфатов в летние месяцы и, что характерно, показатель PO_4 балансирует зачастую на пороговых значениях в родниках, расположенных в жилом секторе. Данный факт объясняется попаданием бытовой химии в грунтовые воды.

Настораживает наличие свинца в некоторых образцах. Вероятно, это связано с материалом труб.

Круглогодично обнаруживается хром в образцах воды из родников, расположенных вблизи жилых домов. Это свидетельствует о неправильной утилизации промышленных отходов, шламов и золы от сжигания угля. В полевых родниках хром обнаружен в единичных образцах.

Отдельно стоит отметить показатели жесткости. Повышенные показатели карбонатной жесткости (КН) и общей жесткости воды (ГН) -свидетельствуют о критическом содержании в воде растворённых солей щёлоч-

ноземельных металлов, главным образом кальция и магния, а также гидрокарбонатов и бикарбонатов.

Повышенное содержание карбонатов негативно влияет на изменение кислотности желудочного сока. Регулярное потребление воды с высокой карбонатной щелочностью может частично нейтрализовать соляную кислоту в желудке. Это нарушает первичный этап переваривания белков, активацию пищеварительных ферментов и создаёт благоприятные условия для развития патогенной микрофлоры, попадающей в ЖКТ с пищей. У чувствительных людей, особенно при резкой смене типа воды, могут наблюдаться вздутие живота, метеоризм. После кипячения остается в виде накипи и вредит, главным образом, приборам и посуде. А вот щелочноземельные соли остаются в воде и после кипячения, способствуя формированию мочевых камней, вызывая заболевания суставов и замедляя процесс приготовления пищи.

Результаты бактериологического анализа говорят о том, что родниковая вода далеко не идеальна, естественные загрязнения самих родников и родниковой воды, состояние труб, отсутствие обустроенных по всем правилам каптажей приводит к разной степени загрязненности воды. Как видно из приведенных в Приложениях 5–11 показателей, в нормативы укладываются лишь пробы, отобранные при минусовых температурах воздуха.

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что качество и состав воды родников г. Южноуральска и Увельского района напрямую зависит от фактора сезонности. Наиболее высокая сезонная изменчивость характерна для тяжелых металлов и нитратов. Эта зависимость определяется не только техногенными факторами, но и особенностями климата и почв. Паводок и установление положительных температур влекут за собой стремительный сток талых вод, несущих мусор, почву, песок и прочие взвеси, в грунтовые воды. Органика, обильно содержащаяся в этих водах, влияет на цвет, запах и, безусловно, на перманганатную окисляемость. К сожалению, родники и колодцы являются ненадежными в эпидемиологическом отношении, так как питание таких источников происходит, в основном, из незащищенных, расположенных рядом с поверхностью водоносных горизонтов, и качество воды в них во многом зависит от сезона года, от оборудования самого источника и санитарного состояния прилегающей территории. Вода может явиться способом передачи различных инфекционных заболеваний: острых кишечных инфекций и гепатита А. В период паводка увеличивается риск заболевания болезнями, общими для животных и человека: туляремии, лептоспироз, сальмонеллез. Возбудители этих инфекций попадают в воду с мочой и испражнениями животных, а также в результате разложения трупов в местах затопления.

Увеличение содержания железа в конце лета, предположительно связано с особенностями химического состава почвы и пород нашего района, богатого пиритом. Из глины и содержащегося в ней пирита железо довольно легко переходит в жидкость и к концу лета достигает максимальных концентраций. Больше всего фосфатов поступает в природу от сельскохозяйственной деятельности, из промышленных стоков, от эрозии грунтов

и регенерации донных минеральных отложений. Скорее всего, летнее неуклонное увеличение содержания фосфатов в воде связано с интенсивным летним поливом полей и вымыванием удобрений из них в акваторию водоема. Одним из основных источников загрязнения воды соединениями свинца являются старые трубы или свинцовый сварной шов. Чем больше в воде содержится растворенного углекислого газа, тем больше свинца растворяется в воде. Таким образом, основной причиной загрязнения могут стать сточные воды.

Рекомендации по использованию родниковой воды:

Для того, чтобы без опаски и негативных последствий употреблять ключевую воду, нужно соблюдать несколько простых правил:

— родниковую воду, особенно в весенне-летний период, нужно очищать одним или несколькими из предложенных методов:

1. Кипячение. Уничтожает большинство патогенных микроорганизмов, включая бактерии, простейших и некоторые виды паразитов. Подходит для небольших объемов воды.

2. Воздействие ультрафиолета и тепловых лучей. Ультрафиолет уничтожает микроорганизмы, а тепловые лучи способствуют оседанию мелких посторонних частиц. Экспозиция воды на солнце должна быть не менее часа. Не очень надежный способ, поскольку свет и тепло могут спровоцировать рост микроорганизмов.

3. Использование витамина С или аскорбиновой кислоты. Доза — 0,25 чайной ложки на 1 литр. Это эффективное средство, которое помогает обезопасить воду.

4. Коагуляция и флокуляция. При этом способе в воду для питья добавляют сернокислородное железо, алюминий или квасцы. Они образуют хлопья с частицами посторонних химических веществ и с микроорганизмами, которые есть в природной воде, и оседают на дно, очищая питьевую воду [27].

— не использовать воду из родников, расположенных вблизи трасс, свалок, скотомогильников, кладбищ и туалетов;

— принимать активное участие в благоустройстве и субботниках по очистке и обустройству родников с учетом описанных правил [1].

— при наборе воды из источников, расположенных на территории г. Южноуральска и Увельского района, необходимо учитывать информацию, приведенную в интерактивной карте родников г. Южноуральска и Увельского района.

Рекомендации по благоустройству родников.

Необходимо изучить историю происхождения родника и его классификацию. Это важно для определения типа питания родника и, соответственно, позволяет оценить безопасность воды для потребления и выявить возможные загрязнения.

1. Необходимо изучить нормативные документы, регламентирующие требования к расположению и обустройству родников и определить соответствие родника данным нормативам (в т. ч. расстояние от автомобильных дорог, кладбищ, промышленных объектов и т. д.)

2. Уборку родника необходимо проводить не реже двух раз в год (после схода снега и после активного ли-

стопада), а в случае активного антропогенного засорения — по мере накопления мусора.

3. Снаружи под выходным отверстием землю необходимо подкопать, углубляя русло, и выложить чистыми мелкими камнями либо забетонировать.

4. При озеленении прилегающей территории, использовать неприхотливые растения, устойчивые к болезням и вредителям, не требующие подкормок.

5. Обустроить удобный и безопасный круглогочный подход к роднику.

ЛИТЕРАТУРА:

15. Злыгостев, П. С. Эковолонтерская деятельность по защите и обустройству родников на урбанизированных территориях//Вестник магистратуры. 2024. № 5–5 с. 152–160.
16. Схема водоснабжения и водоотведения Южноуральского городского округа Челябинской области — Южноуральск, 2020, — 59 с.
17. Рабочая программа производственного контроля качества питьевой воды ООО «ВодоСнабжение плюс» с приложениями — Южноуральск, 2023. — 29 с.
18. Правила осуществления производственного контроля качества и безопасности питьевой воды, горячей воды. Текст: электронный// информационно-правовая система «Гарант». URL: <https://base.garant.ru/70836474/> (дата обращения: 01.02.2024)
19. Оценка экологического состояния водных экосистем [электронный ресурс] /Оценка экологического состояния водных экосистем//STUDWOOD URL: <https://clck.ru/uGmcw> (дата обращения: 01.02.2024)
20. Межгосударственный стандарт ГОСТ 25151–2024 «Водоснабжение. Термины и определения» Текст: электронный// информационно-правовая система «Гарант» — URL: <https://clck.ru/uWNzf> (дата обращения: 02.06.2025 г.)
21. Лебедев, Денис, В 2025 году в РФ заработает единый цифровой реестр источников питьевой воды// Сетевое издание СенатИнформ. URL: <https://senatinform.ru> (дата публикации 05.06.2023, дата обращения 01.02.2024)
22. Федеральный проект «Чистая вода»//интерактивная карта. URL: <https://питьеваявода.рус/public/map/map.xhtml> (дата обращения 01.05.2026)
23. Министерство экологии начало работу по составлению карты родников южного Урала // сайт Министерства экологии Челябинской области. URL: <https://mineco.gov74.ru/mineco/view/news.htm?id=10534716> (дата публикации 09.08.2019, дата обращения 01.02.2024)
24. Пичугина, Т. Фильтруй не фильтруй. Специалисты рассказали правду о водопроводной воде// информационный ресурс РИА-Новости — URL: <https://ria.ru/20180830/1527457737.html> (дата публикации 30.08.2018 дата обращения 01.02.2024)
25. Итоги ВПН-2020. Том 11 Жилищные условия населения// Текст: электронный — сайт Федеральной службы государственной статистики<https://clck.ru/qeeue>
26. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 г. N 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»// Текст: электронный — информационно-правовая система «Гарант». URL: https://base.garant.ru/400274954/#block_1300 (дата обращения 01.03.2026)
27. Классификация родников// сайт Родники Алтай. URL: <https://spring.rgo-altay.ru/obshhajaja-klassifikacija-rodnikov/> (дата обращения 01.02.2026)
28. Генеральный план Каменского сельского поселения// Текст: электронный — сайт администрации Увельского МО. URL: <https://clck.ru/BfDUk> (дата обращения 01.02.2026)
29. «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий»//Текст: электронный — информационно-правовая система КонсультантПлюс. URL: <https://www.consultant.ru/law/hotdocs/67543.html> (дата обращения: 01.02.2024)
30. Железо в воде и его действие на организм//сайт администрации Сысертского городского округа. URL: <https://admsysert.ru/info/zashchita-prav-potrebitel/4046> (Дата публикации: 8.02.2021 г.)
31. Что такое фосфаты в воде // DIAZELingining. URL: <https://diasel.ru/article/chto-takoe-fosfaty-v-vode/> (дата обращения: 01.02.2024)
32. Медь в воде и её удаление // DIAZELingining. URL: <https://diasel.ru/article/med-v-vode-i-ee-udalenie/> (дата обращения: 01.02.2024)
33. Справочник. Тело человека//сайт лаборатории Гемотест URL: <https://gemotest.ru/info/spravochnik/telo-cheloveka/> (дата обращения: 01.02.2024)
34. Что такое окисляемость в воде // DIAZELingining URL: <https://diasel.ru/article/chto-takoe-okislyaemost-v-vode/> (дата обращения: 01.02.2024)

35. Позин, С. Г. О микробиологическом критерии эпидемических водных вспышек острых кишечных инфекций // 4 Междунар. конгресс «Вода: экология и технология». — М., 2000. — с. 76–78.
36. Багдасарян, А.С. «Эффективность использования тест-систем при оценке токсичности природных сред»/ А. С. Багдасарян//Экология и промышленность России. — 2007- № 8. — с. 44
37. Как правильно провести органолептический анализ воды и для чего это нужно? [электронный ресурс]/ Как правильно провести органолептический анализ воды и для чего это нужно? портал О воде.net. URL: <https://o-vode.net/vodosnabzhenie/analiz/vidy-i-metody/organolepticheskiy> (дата обращения: 01.02.2024)
38. Нитриты и нитраты в сточной и питьевой воде: нормы, определение, классы опасности [электронный ресурс] /Нитриты и нитраты в сточной и питьевой воде: нормы, определение, классы опасности// сайт ООО «Вистарос». URL: <https://vistaros.ru/stati/analizatory/soderzhanie-nitratov-v-vode.html> (дата обращения: 01.02.2024)
39. Школа семейного здоровья//проект ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора URL: <https://www.cmd-online.ru/patient-school/parents-school> (дата обращения: 01.02.2024)
40. Масляев, В.Н., Журавлева, А.Н., Егорова, К. Д. Исследование родников во время полевой геоэкологической практики // научное обозрение. 2021. № 4 с. 22–40
41. Как обезопасить воду из родника // сайт Газета.ру URL: <https://www.gazeta.ru/science/news/2025/06/19/26070818.shtml> (дата обращения: 20.06.2025).



ПРОЧЕЕ

Жизнь в Ленинградском зоопарке в годы Великой Отечественной войны: испытание блокадой

Андрехова Юлия Викторовна, учащаяся 8-го класса

Научный руководитель: Большакова Елена Александровна, учитель русского языка и литературы
МОУ «Лицей № 1» г. Ухты (Республика Коми)

В статье автор исследует жизнь обитателей и сотрудников Ленинградского зоопарка во время блокады города. Ключевые слова: Ленинградский зоопарк, Великая Отечественная война, блокада, факторы, жители зоопарка, потребности, мотивы.

Ты навсегда в ответе за всех, кого приручил.
Антуан де Сент-Экзюпери. Маленький принц

Россия богата историческим наследием, воплощением которого являются памятники культуры, в частности, такие учреждения, как зоопарки.

Одним из старейших зоопарков России является Ленинградский, основанный в 1864 г. российскими предпринимателями голландского происхождения супругами Гебгардт [3]. Это одно из наиболее посещаемых исторических мест в Санкт-Петербурге, переживших революцию и Великую Отечественную войну.

Начало Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. ознаменовалось еще одним не менее драматичным событием, которое предстояло пережить сотрудникам и обитателям зоопарка, — военная блокада города фашистскими захватчиками.

Тема блокады Ленинграда изучается в учебных заведениях, обсуждается в СМИ, является предметом исследования в научных публикациях, а также публично представляется на различных выставках. Этот весьма жестокий урок истории не может быть предан забвению в силу важности мирного сосуществования народов на планете в соответствии с принципами гуманизма и нравственности.

Жизнь работников и их подопечных в Ленинградском зоопарке в условиях блокады 1941–1944 гг. можно разделить на определенные периоды и проиллюстрировать на рисунке 1.

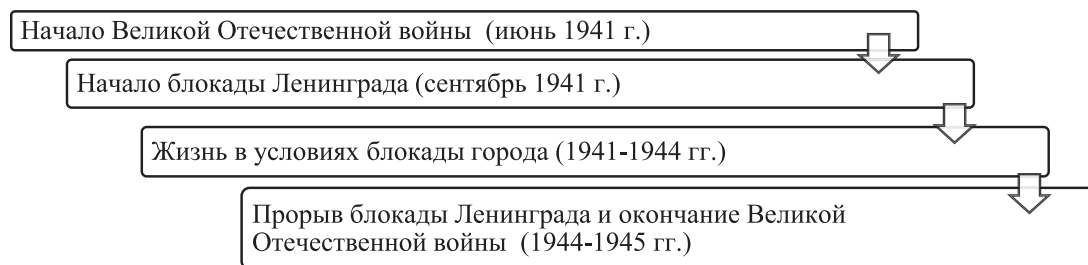


Рис. 1. Хронология жизни в Ленинградском зоопарке 1941–1945 гг.

Последствия событий военных лет, повлиявших на развитие Ленинградского зоопарка в вышеуказанные периоды, представлены в таблице 1.

Зоопарк стал домом не только для его обитателей. Смотрители учреждения находились со своими подопечными круглосуточно, поэтому и работники, и животные попросту стали его жителями. Обитатели зоо-

парка столкнулись с трудными испытаниями в весьма экстремальных для человека и животных условиях: голод и холод, бомбежки, артобстрелы, пожары и разрушения инфраструктуры. Однако даже в таких условиях работники сделали все возможное для сохранения коллекции животных зоопарка. Из истории известно, что за невероятную стойкость и мужество его смотрители

Таблица 1. Влияние событий Великой Отечественной войны и блокады на жизнь в Ленинградском зоопарке

Период	События периода	Последствия событий	Действия работников
Июнь 1941 г.	Начало Великой Отечественной войны	Необходимость срочных решений в отношении дальнейшей судьбы коллекции зоопарка	Мобилизация части сотрудников, эвакуация части коллекции животных, уничтожение части коллекции крупных хищников
Сентябрь 1941 г.	Начало блокады Ленинграда, бомбежки и артобстрелы	Гибель некоторых животных и работников, разрушение части зданий и сооружений	Организация укрытий для животных, спасательные операции
1941–1944 гг.	Бомбежки и артобстрелы, суровые климатические условия, нехватка продовольствия	Разрушение сооружений, голод и холод	Спасательные операции, организация питания, обогрева и укрытий для животных в суровых условиях, пополнение коллекции животных, представления для горожан, научные исследования
1944–1945 гг.	Прорыв блокады Ленинграда и окончание Великой Отечественной войны	Награждение сотрудников зоопарка за стойкость и мужество	Сохранение оставшейся части коллекции и пополнение новыми животными из города

Составлено автором на основе данных [1, 2, 4, 5]

и руководство, а это 16 человек, впоследствии были награждены медалью «За оборону Ленинграда». Почему же Ленинградский зоопарк «выжил»? Каковы глубинные мотивы стойкости и сохранения коллекции животных? Подробное изучение истории развития Ленинградского зоопарка в годы блокады [5, 6, 7] позволило выявить,

что на поведение и деятельность работников зоопарка влияли определенным образом сложившиеся факторы, основанные на мотивах и стимулах. Для лучшего понимания данных терминов на рисунке 2 представлены их основные отличия.

Мотив (от лат. *movere* означает «приводить в движение», «толкать»)

- нечто внутри личности (сознание, потребность);
- «я хочу»;
- внутренний двигатель человека;
- побудительная причина;
- то, чего мы хотим и к чему мы стремимся.

Стимул (от лат. *stimulus* – это остроконечная палка, которой погоняли животных)

- вне личности (влияние окружения);
- «надо» (или «ради чего»);
- может не стать мотивом и может вызывать разные мотивы;
- внешняя принуждающая причина.

Рис. 2. Мотив и стимул: отличия

Важнейшим стимулом для зрителей зоопарка была вера в победу советского народа над врагом. Именно это обстоятельство вызвало такие глубинные мотивы у работников, как защита своих подопечных, самоотверженная помощь ближнему.

Наиболее весомым фактором в жизни зоопарка в условиях блокады города был голод, утоление которого является базовой потребностью человека и животных.

Вспользуемся знаниями о пирамиде потребностей человека, созданной А. Маслоу (рисунок 3).

В условиях блокады время человека, столь тяжело измученного голодом, не заинтересует ничего, кроме пищи. В соответствии с теорией мотивации Маслоу каждая последующая потребность может быть удовлетворена

только при удовлетворении предыдущей. В то же время человеку присуща вторая сигнальная система в виде слов, символов и образов, что позволяет ему развиваться в рамках системно-деятельностного подхода. Согласно теории деятельности и поведения человека в экстремальных условиях неудовлетворенности первичных потребностей важнейшей задачей является выживание.

Животным присуще восприятие через органы чувств, то есть первая сигнальная система. Согласно теории действий и поведения животного зоопарка в блокаду важнейшими доминантами будут являться удовлетворение первичных потребностей и действия на уровне инстинктов. Описание деятельности человека и действий животного во время блокады города представлены в таблице 2.



Рис. 3. Пирамида потребностей А. Маслоу [8]

Таблица 2. Поведение жителей Ленинградского зоопарка во время блокады города

Поведение работников согласно теории деятельности	Поведение подопечных согласно теории действий
ПОТРЕБНОСТИ	
Физиологические — потребность в пище, отдыхе. Потребность в безопасности	Физиологические — потребность в пище. Потребность в безопасности
ЦЕЛЬ	
Жизнь и развитие в безопасной среде	Отсутствует
ЗАДАЧИ	
Выживание	Отсутствует
ДЕЙСТВИЯ	
Определенные шаги к достижению цели в соответствии с уровнем культурного развития	Поиск пищи, защита от нападения
ОЦЕНКИ	
Со стороны общества	Нет потребности

Согласно теории потребностей жизнь человека в условиях блокады сводится к удовлетворению первичных потребностей. Например, в еде, в безопасности и пр. Однако выживание и развитие работников зоосада не вписывается в рамки теории, по сути, опровергая ее. Ра-

ботники зоопарка в экстремально опасных для их жизни условиях помогли выжить своим подопечным.

Проведенное исследование позволило систематизировать важнейшие факторы, благодаря которым жизнь и развитие Ленинградского зоопарка продолжались даже в столь суровых испытаниях войной и блокадой (таблица 3).

Таблица 3. Факторы развития Ленинградского зоопарка во время Великой Отечественной войны и блокады города

Факторы	Влияние факторов	Результат
Социальные	Сплоченность работников зоопарка и наличие командного духа	Организация временного жилья на территории
Экономические (организационно-управленческие)	Организация питания и отопления помещений, взаимодействие с учреждениями города	Организация посевных работ и сбора корма для животных (желудей, травы, ловля крыс, сбор трупов животных в городе и пр.), получение грудного молока из родильного дома, доставка воды из Невы собственными силами и с помощью неравнодушных горожан, использование шкур кроликов для набивки опилками в качестве корма хищникам, каш на многократно вываренном мясном бульоне, использование разрушенных построек для отопления помещений в холодное время

Духовные	Вера в победу русского народа, высокий моральный дух, гуманизм и любовь к животным, патриотизм, воспитание в духе советской идеологии	Высокий уровень самоотдачи и самопожертвования, работники находились со своими подопечными круглосуточно
Культурные	Стремление сохранить историческое наследие города	Организация экскурсий, работа театра зверей и дрессировка животных
Научные	Проведение научно-исследовательской работы	Работа кружка юннатов и научная работа

С целью выявления знаний о Ленинградском зоопарке и определения значимости вышеуказанных факторов была разработана анкета. Анкетирование позволяет вы-

явить среди разных возрастных групп знания об истории и текущего состояния столь известного зоопарка.

АНКЕТА

Здравствуйте, Уважаемый респондент!

Перед Вами анкета, которая содержит 12 вопросов об истории и современности Ленинградского зоопарка.

При ответе на вопросы № 1–10 выберите, пожалуйста, только один вариант ответа.

При ответе на вопрос № 11, укажите значение по шкале от 1 до 10 на Ваше усмотрение. При ответе на вопрос № 12 укажите, пожалуйста, только один ответ — да/нет

Ваш возраст: ____ лет

Посещали ли Вы Ленинградский зоопарк? Ответ: _____

(напишите «да» или «нет»)

ВОПРОС		ОТВЕТ
1)	В каком году был основан Ленинградский зоопарк:	В
A.	1700	
B.	1865	
C.	1945	
2)	Изначально Ленинградский зоопарк принадлежал:	С
A.	Императору Александру 2	
B.	Большевикам	
C.	Супругам Гебгардт	
3)	Когда Ленинградский зоопарк был передан во владение города?	А
A.	В 1918 году после издания «Декрета о национализации частных зрелищных предприятий»	
B.	В 1868 году при вступлении Николая 2 на российский престол	
C.	После распада СССР в 1991 году	
A.	Был ли обитателем Ленинградского зоопарка африканский слон?	В
B.	Нет, африканские слоны не смогли бы пережить холодный климат и переменчивую погоду Санкт-Петербурга (Ленинграда)	
C.	Да, в Ленинградском зоопарке жили слоны до 1982 года.	
D.	Да, в Ленинградском зоопарке и сейчас живет слон	
4)	Какое животное является символом Ленинградского зоопарка?	С
A.	Жираф	
B.	Волк	
C.	Белый медведь	
5)	Правда ли, что несколько сотрудников Ленинградского зоопарка были награждены после Великой Отечественной войны?	А
A.	Да, 16 работников получили медаль «За оборону Ленинграда»	
B.	Нет, сотрудники зоопарка не принимали участие в боях за Родину.	
C.	Да, медалями «За отвагу» были награждены дрессировщики И. К. Раевский и Т. С. Рукавичникова	
6)	Где сейчас располагается Ленинградский зоопарк?	В
A.	В Останкинском районе Северо-Восточного административного округа г. Москвы	
B.	В Петроградском районе Санкт-Петербурга	
C.	Часть экспозиции осталась в Санкт-Петербурге, часть перевезена в Московский зоопарк	
7)	Какие животные родом из Южной Америки поселились в Ленинградском зоопарке?	А
A.	Капибары Кайса и Ермак	
B.	Жираф Соня и Медведица Хаарчаана	
C.	Амурский тигр Амадей и манул Шу	

8)	Как звали самку бегемота, пережившую блокаду Ленинграда во время войны 1941–1945 гг.?	С
А.	Бетти	
В.	Жолли	
С.	Красавица	
9)	С историей жизни какого животного во время блокады Ленинграда связано имя Евдокии Ивановны Дашинной?	А
А.	Евдокия Ивановна спасла жизнь самке бегемота Красавице	
В.	Евдокия Ивановна была дрессировщицей медвежонка Гриши	
С.	Евдокия Ивановна ухаживала за детенышем самки гамадрила Эльзы	
10)	Выжить в столь суровых условиях блокады жителям Ленинградского зоопарка помогли определенные факторы (условия). Оцените, пожалуйста, по шкале от 1 (минимально) до 10 (максимально) влияние этих факторов:	
	- социальные (сплоченность работников зоопарка, наличие командного духа, организация временного жилья для себя и своих подопечных на территории и др.)	
	- экономические (организация нового питания для животных, организация посевных работ, использование построек для отопления помещений в холодное время, организация сбора корма для животных, взаимодействие с учреждениями города и др.)	
	- духовные (вера в победу русского народа, высокий моральный дух, гуманизм и любовь к животным, патриотизм, высокий уровень самоотдачи и самопожертвования, воспитание в духе советской идеологии и др.)	
	- культурные (стремление сохранить историческое наследие города, организация экскурсий и работа кружка юннатов, работа театра зверей и дрессировка животных и др.)	
	- научные (проведение научно-исследовательской работы)	
11)	Как Вы считаете, является ли подвигом деятельность сотрудников Ленинградского зоопарка в годы блокады? (да или нет)	ДА/НЕТ

Спасибо большое!

При разработке анкеты использовались исторические данные из официальных публикаций [1–7] о Ленинградском зоопарке на различных этапах развития, в особенности в годы блокады Ленинграда. Респонденты

были выбраны среди знакомых людей. Анкетирование осуществлялось анонимно, единственные сведения личного характера — возраст. Это позволило сгруппировать возрастные группы опрашиваемых.

Обработка результатов анкетирования представлена в таблицах 4 и 5.

Таблица 4. Обработка результатов анкетирования (вопросы № 1–10)

Возрастная группа, лет	Количество анкетированных, чел	Количество ошибок, шт	Верные ответы	Неверные ответы
10–15 — молодая	5	7	Вопросы 5,7,8	Вопросы 1–4, 6, 9, 10
16–35 — средняя	5	7	Вопросы 5,7,8	Вопросы 1–4, 6, 9, 10
36–50 — зрелая	5	4	Вопросы 5,7,8,9	Вопросы 1–4, 6, 10

Таблица 5. Обработка результатов анкетирования (вопрос № 11)

Респонденты и присвоенные ими оценки	Социальные	Экономические	Духовные	Культурные	Научные
№ 1	10,0	10,0	10,0	9,0	9,0
№ 2	9,0	10,0	10,0	9,0	8,0
№ 3	9,0	10,0	10,0	10,0	9,0
№ 4	10,0	8,0	10,0	9,0	10,0
№ 5	10,0	9,0	10,0	9,0	5,0
№ 6	8,0	10,0	10,0	9,0	10,0
№ 7	10,0	10,0	10,0	8,0	10,0
№ 8	9,0	10,0	10,0	10,0	10,0
№ 9	9,0	10,0	10,0	10,0	9,0
№ 10	9,0	9,0	10,0	10,0	8,0
№ 11	10,0	9,0	10,0	10,0	10,0
№ 12	10,0	9,0	10,0	9,0	10,0
№ 13	10,0	10,0	10,0	9,0	10,0

№ 14	10,0	10,0	10,0	9,0	10,0
№ 15	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Среднее арифметическое значение, ед.	9,5	9,6	10,0	9,3	9,2

По результатам опроса в соответствии с вопросами № 1–10 можно заключить следующее: все респонденты посещали Ленинградский зоопарк как минимум один раз. Однако представители молодой и средней аудитории ответили правильно только на вопросы, связанные с современной жизнью зоопарка — где он располагается, кто является его символом и о популярных животных из Южной Америки. Представители более зрелой по возрасту аудитории помимо указанных сведений знакомы также с малой долей исторических фактов. Это свидетельствует об особенностях личных предпочтений: представители малой выборки получают удовольствие от посещения зоопарка и наблюдения за животными в противовес изучению истории его развития. Историей вопроса увлекаются не все. К примеру, если нам нравится наблюдать за жующей овощи капибарой, то мы необязательно будем интересоваться ареалом распространения её вида или происхождением этого животного. Посещение зоопарка — это реализация культурной функции общества. Исследование истории развития зоопарка — это когнитивный процесс, для воплощения которого необходимо не только наблюдение, но и систематизация, обобщение исторических фактов. Тем не менее в качестве мероприятий рекомендательного характера хотелось бы предложить лицам разных

возрастов посещать лекции по истории Ленинградского зоопарка.

Исследовать влияние факторов позволяют ответы респондентов на вопрос № 11 (таблица 5). Безусловно, это субъективная оценка. Однако важно учесть мнение людей и понять в целом, имеет ли место относительная значимость факторов, или же они равнозначны и равноценны, или вовсе незначимы. После проставленных баллов по шкале от 1 до 10 воспользуемся формулой средней арифметической, так как веса факторов заранее не задавались. По итогу опроса были получены весьма высокие оценки и места распределились следующим образом: социальные — 9,5, экономические — 9,6, духовные — 10, культурные — 9,3, научные — 9,2.

Ответы на вопрос № 12 позволяют заключить, что все 15 респондентов считают подвигом самоотверженный поступок работников зоопарка.

Работники Ленинградского зоопарка совершили настоящий подвиг в то тяжелое время, когда захватчики поступили негуманно и безнравственно, создав невыносимые условия жизни в Ленинграде. События войны и блокады города не подлежат забвению. Это урок истории для всего человечества, столь ярко подчеркивающий необходимость помнить принцип любви к ближнему во имя той самой заповеди — «не убей».

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гергилевич, Н. М. Военные годы Ленинградского зоологического Парка / Н. М. Гергилевич // Актуальные вопросы зоологии, экологии и охраны природы: Материалы национальной научно-практической конференции, посвященной 90-летию организации кафедры зоологии, экологии и охраны природы имени А. Г. Банникова, Москва, 06 декабря 2021 года / Ответственные редакторы и составители: Остапенко В. А., Коновалов А. М.. Том Выпуск 4. — Москва: ЗооВетКнига, 2022. — с. 173–190.
2. Зоосад в годы Великой Отечественной войны и блокады Ленинграда (1941–1945) Ленинградский зоопарк: [сайт]. — Санкт-Петербург, 2007- URL: http://spbzoo.ru/o_nas/istoriya-zooparka/poslevoennoe-vosstanovlenie/ (дата обращения 14.05.2026).
3. История зоопарка [сайт] URL: http://www.spbzoo.ru/o_nas/istoriya-zooparka/ (дата обращения 10.04.2026)
4. Как в блокаду спасали зоосад / М. Бойцова // Росбалт: [сайт]. — 17 января 2014 — URL: <https://www.rosbalt.ru/piter/2014/01/17/1220795.html> (дата обращения 13.05.2026).
5. Каюмова, Э. И. Животные и война: работа Ленинградского зоопарка в годы блокады / Э. И. Каюмова // Ветеринарная наука СССР — фронту и тылу: Сборник материалов научно-практической Web-конференции, Санкт-Петербург, 28 мая 2020 года. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, 2020. — с. 72–75.
6. Лебедев, М. Н. Ленинградский зоопарк в годы блокады / М. Н. Лебедев // Ветеринарная наука СССР — фронту и тылу: Сборник материалов научно-практической Web-конференции, Санкт-Петербург, 28 мая 2020 года. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, 2020. — с. 68–70. — EDN ENKNWJ.
7. Ленинградский зоопарк во время блокады // Zoopicture: [сайт]. — [Россия], 2008–2020. — URL: <https://www.zoopicture.ru/spbzoo-vo-vremya-blokady/> (дата обращения 13.05.2026).
8. Мотивация и личность. 3-е изд. / Пер. с англ. — СПб.: Питер, 2019. — 400 с.

Юный ученый

Международный научный журнал
№9 (105) / 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, пом. 1, 3, 4, 5, 6.
Номер подписан в печать 18.10.2026. Дата выхода в свет: 21.10.2026.
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, пом. 1, 3, 4, 5, 6.
E-mail: info@moluch.ru; <https://moluch.ru/>
Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25, пом. 1, 3, 4, 5, 6.