

ЮНЫЙ УЧЁНЫЙ

ISSN 2409-546X

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



6+

4

Часть II
2025

Юный ученый

Международный научный журнал

№ 4 (89) / 2025

Издается с февраля 2015 г.

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

Жураев Хусниддин Олтинбоевич, доктор педагогических наук (Узбекистан)

Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук

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

Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук

Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук

Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук

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

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук (Казахстан)

Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук (Азербайджан)

Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук

Бердиев Эргаш Абдуллаевич, кандидат медицинских наук (Узбекистан)

Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук

Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук

Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук

Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук

Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук

Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук

Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения

Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук (Казахстан)

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

Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук

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

Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук

Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук

Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук

Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук

Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук

Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук (Казахстан)

Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии (Казахстан)

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Рахмонов Азизхон Боситхонович, доктор педагогических наук (Узбекистан)

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектуры (Узбекистан)

Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук

Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук

Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры

Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук (Узбекистан)

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

Международный редакционный совет:

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

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА: АЛГЕБРА И НАЧАЛА АНАЛИЗА, ГЕОМЕТРИЯ

Гавчук К. Д.

Арифметика иллюзий: использование математических принципов в фокусах Гарри Гудини 61

Слинкин Н. В.

Закономерности изменения последних цифр степеней с натуральными показателями (опыт решения олимпиадных задач) 68

ФИЗИКА

Горб П. Д.

Имитация сейсмического воздействия на сейсмоизолирующую систему Курзанова — Семенова 71

Данилова А. Д., Дибров И. Д., Дибров Ф. Д., Жидкин Ф. В., Лемэр Л. Г., Скадоров П. Д., Царев А. М.

Изучение космоса из дома 76

Кривогуз И. В.

Магнитная сепарация на Марсе как альтернативный способ восполнения железной руды для человечества 79

ХИМИЯ

Данилевский И. Е.

Роль химии в криминалистической экспертизе 84

Самойленко Д. А.

Изучение химического состава снега города Темиртау 86

БИОЛОГИЯ

Абдурахимова С. Т., Абрамов М. П., Зотова У. Д., Сикачина Е. А., Литвинов Ф. В., Сиракян Д. Н.

Генетика: можно ли из двух особей с рецессивным признаком получить особь с доминантным признаком? 88

Косачев Е. А.

Жизнедеятельность муравьев-жнецов в формикарии и в естественной среде 90

Трифорова Е. С.

Изучение восприятия цвета личинками ручейников на примере выбора грунта для построения «домиков» (поселок Буково Карачаево-Черкесской Республики) 96

Трифорова Е. С.

Оценка консервации генов опсинов у Trichoptera методом сравнения филогенетических деревьев 100

ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЕ

Одинцов А. Т.

Улучшение зрения в эпоху информационных технологий 106

Подрез М. Д., Батталова Т. А., Тарасенко В. П., Шалин В. А., Семчишин П. Р., Чехлов Е. А., Костюк А. А.

Как работает наше сердце и что влияет на артериальное давление 108

Якушенко Д. С.

Эволюция стоматологических пломб и имплантов 110

ЭКОЛОГИЯ

Балобанов Д.

Мини-вермиферма в домашних условиях 113

Милькова Д. В.

Анализ возможности применения гибридного биореактора по переработке бытового мусора полярников на перспективной научно-исследовательской станции в Арктике 116

ТЕХНОЛОГИЯ***Виртуозов Р. А.***

Реактивная мощность 119

Гуркин М. А., Мойсюк В. Я., Волож П. Л., Москвин Д. П., Сиракянц Н. Н., Исмаилов И. М., Берман Д. Э., Берман Д. Э.

Экоток. Как мы создали экологичное зарядное устройство 121

МАТЕМАТИКА: АЛГЕБРА И НАЧАЛА АНАЛИЗА, ГЕОМЕТРИЯ



Арифметика иллюзий: использование математических принципов в фокусах Гарри Гудини

Гавчук Кира Денисовна, учащаяся 5-го класса

Научный руководитель: Копылова Галина Алексеевна, учитель математики
высшей квалификационной категории

МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 6» г. Сергиев Посад (Московская обл.)

Предмет математики настолько серьезен, что полезно не упускать случаев делать его немного занимательным.

Б. Паскаль

Гарри Гудини, известный своими потрясающими фокусами и побегами, был мастером создания иллюзий. Несмотря на то, что многие из его трюков казались невозможными, они основывались на глубоком понимании человеческих восприятий и использовании математических принципов. В данной статье рассматривается, как Гудини применял базовые арифметические

операции для создания иллюзий и обманывания зрительного восприятия. Особое внимание уделяется тому, как он использовал сложение, вычитание, умножение и деление для достижения желаемого эффекта. На примерах конкретных фокусов показано, как арифметика играла ключевую роль в создании иллюзий, которые поражали зрителей по всему миру.

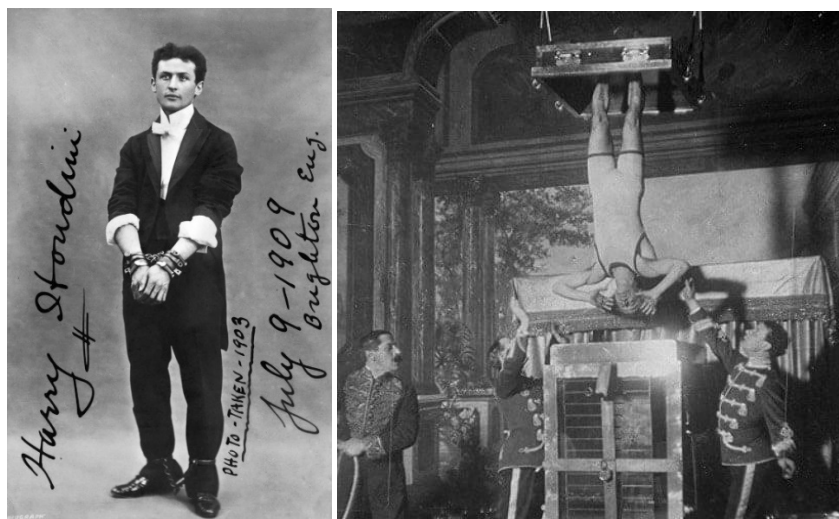


Рис. 1

Гарри Гудини (1874–1926), родившийся Эрик Вайс, стал одним из величайших иллюзионистов всех времен. Его имя ассоциируется с невероятными трюками, такими как освобождение из наручников, погружение в воду

в клетке и побег из герметичных контейнеров. Хотя большинство его фокусов выглядело как чистая магия, на самом деле они базировались на тщательной подготовке, физическом мастерстве и глубоком знании чело-

веческой психологии и восприятия. Одной из ключевых составляющих его успеха было использование математических принципов, в особенности базовых арифметических операций.

Цель данной статьи — исследовать, как Гудини применял арифметику для создания иллюзий и обманывания

зрительного восприятия. Мы рассмотрим конкретные примеры его фокусов и разберём, какие арифметические операции использовались для достижения нужного эффекта. Это поможет нам лучше понять, как математика может служить мощным инструментом в создании иллюзий.

Основные арифметические операции в фокусах Гудини

Сложение

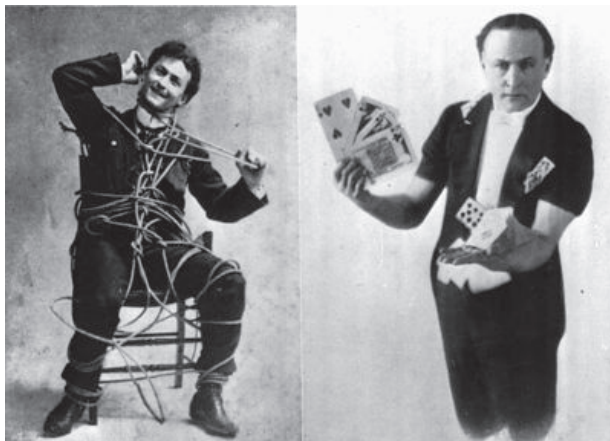


Рис. 2

Одним из основных инструментов Гудини было использование сложения для создания иллюзий. Рассмотрим следующий пример: фокус с монетами. Гудини просил зрителя загадать количество монет, скажем, пять. Затем он показывал пустые руки и начинал считать вслух: «Одна монета... две монеты...» и так далее, пока не доходил до пяти. После этого он открывал руку, и там оказывались те самые пять монет.

Как это возможно? Гудини использовал простую арифметическую операцию — сложение. Перед на-

чалом фокуса он прятал одну монету в руке. Когда он говорил «одна монета», он показывал эту монету зрителям. Затем он добавлял вторую монету, говоря «две монеты». Процесс продолжался до тех пор, пока не было достигнуто нужное количество монет. Этот фокус основан на иллюзии, создаваемой последовательным добавлением монет, что выглядит как волшебство, хотя на самом деле это всего лишь простая арифметика.

Вычитание



Рис. 3

Другой важной операцией, которую Гудини активно использовал, было вычитание. Возьмем, к примеру, фокус с исчезновением предмета. Гудини брал предмет, скажем, платок, и демонстрировал его зрителям. Затем он делал вид, что кладет платок в карман, но на самом деле оставлял его в руке. Через некоторое время он снова доставал пустой карман, создавая иллюзию, что платок исчез.

Здесь применяется принцип вычитания. Изначально у Гудини есть предмет (платок), который он показывает зрителям. Затем он «вычитает» этот предмет, оставляя его в руке вместо того, чтобы положить в карман. Это создает иллюзию исчезновения, хотя на самом деле предмет никуда не девается, а просто перемещается из одного места в другое.



Рис. 4. Выступление Гарри Гудини в Москве. Журнал «Будильник», Россия 1903 год

Умножение

1. Фокус с удвоением денег

Один из самых известных фокусов Гудини, связанный с использованием умножения, — это фокус с удвоением денег. Гудини брал банкноту, складывал её пополам и проводил над ней рукой. Когда он разворачивал банкноту, она превращалась в две одинаковые купюры.

Этот фокус основан на принципе умножения. Изначально у Гудини одна банкнота. Путем манипуляций он создает иллюзию, что одна банкнота превращается в две. На самом деле вторая банкнота была спрятана в рукаве или другом месте, и Гудини просто заменяет первую банкноту второй, создавая впечатление, что произошло удвоение.

2. Фокус с умножением чисел

Гудини также мог использовать умножение для создания фокусов, связанных с числами. Например, он мог просить зрителя загадать любое число, затем умножить его на определённое число, после чего проводить дополнительные арифметические операции, чтобы прийти к нужному результату.

Например, Гудини мог попросить зрителя загадать число, умножить его на 2, затем прибавить 5, умножить результат на 50 и, наконец, прибавить 765. После этого

Гудини мог назвать точный результат, который соответствовал бы расчётам зрителя. Этот фокус основан на заранее подготовленных формулах и использовании умножения для создания иллюзии чтения мыслей.

3. Фокус с карточными играми

Гудини также мог использовать умножение в карточных играх. Например, он мог предложить зрителю вытянуть карту из колоды, запомнить её и вернуть обратно. Затем Гудини перемешивал карты и просил зрителя назвать номер карты, которую он вытащил. Используя умножение и другие арифметические операции, Гудини мог определить позицию карты в колоде и «предсказать» её.

4. Фокус с магическими квадратами

Ещё одним интересным применением умножения в фокусах Гудини могло быть использование магических квадратов. Магический квадрат — это таблица чисел, в которой сумма чисел в каждой строке, столбце и диагонали одинакова. Гудини мог предложить зрителю заполнить такой квадрат произвольными числами, а затем, используя умножение и другие арифметические операции, «предсказать» общую сумму чисел в таблице.

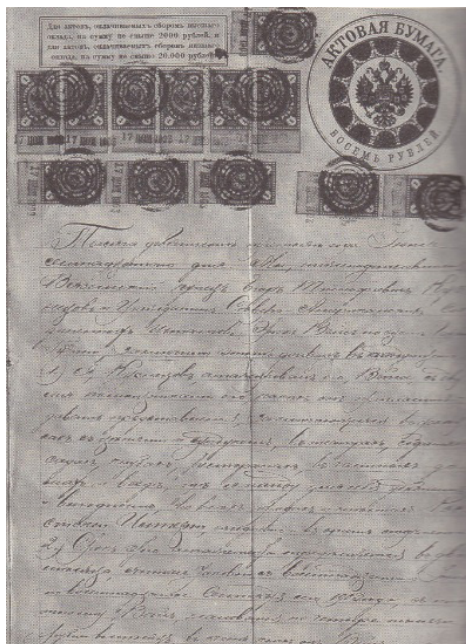


Рис. 5. Контракт Гудини на выступление в Санкт-Петербурге (из «Записок Гудини»)

Деление

Наконец, деление использовалось Гудини для создания иллюзий разделения и исчезновения.

1. Фокус с разрезанием верёвки

Одним из классических фокусов Гудини был фокус с разрезанием верёвки. Гудини брал длинную верёвку и демонстрировал её зрителям. Затем он завязывал узел посередине и разрезал верёвку ножницами. После этого он развязывал узел, и верёвка становилась целой.

Этот фокус основан на принципе деления. Изначально Гудини берет две короткие верёвки и связывает их вместе, создавая иллюзию одной длинной верёвки. Когда он разрезает верёвку, он на самом деле разрезает только одну часть, оставляя другую целую. При развязывании узла зрители видят, что верёвка снова стала целой, хотя на самом деле это две разные части, соединённые вместе.

2. Фокус с исчезновением предмета

Гудини также использовал деление для создания иллюзий исчезновения. Например, он брал предмет, скажем, платок, и демонстрировал его зрителям. Затем он делал вид, что кладёт платок в карман, но на самом деле оставлял его в руке. Через некоторое время он снова доставал пустой карман, создавая иллюзию, что платок исчез.

Здесь применяется принцип вычитания. Изначально у Гудини есть предмет (платок), который он показывает зрителям. Затем он «вычитает» этот предмет, оставляя его в руке вместо того, чтобы положить в карман. Это создает иллюзию исчезновения, хотя на самом деле предмет никуда не девается, а просто перемещается из одного места в другое.



Рис. 6. Гарри Гудини и доктор Артур Конан Дойл (автор рассказов о Шерлоке Холмсе)

3. Фокус с делением денег

Гудини мог использовать деление для создания иллюзий с деньгами. Например, он мог взять банкноту и разделить её на две части, а затем продемонстрировать, что обе части составляют целое. Этот фокус основан на том, что Гудини заранее готовит две половинки банкноты, которые при совмещении выглядят как целая банкнота.

4. Фокус с делением на группы

Гудини также мог использовать деление для создания иллюзий с группами предметов. Например, он мог взять набор предметов и разделить их на две группы, а затем показать, что обе группы содержат одинаковое количество предметов. Этот фокус основан на предварительной подготовке и знании количества предметов в каждой группе.

Геометрические трансформации

Гарри Гудини, будучи выдающимся иллюзионистом, часто использовал не только арифметику, но и геометрию для создания своих удивительных фокусов. Геометрия, как область математики, изучающая формы, размеры и взаимное расположение фигур в пространстве, предоставляла Гудини множество возможностей для создания иллюзий. Рассмотрим несколько примеров того, как Гудини мог применять геометрию в своих фокусах.

1. Иллюзия изменения размеров

Одним из самых известных фокусов Гудини было исчезновение слона. Этот фокус требовал глубоких знаний в области геометрии и оптических иллюзий. Гудини использовал специальное устройство, назы-

ваемое «оптическим туннелем», которое позволяло изменять перспективу и создавать иллюзию уменьшения размера слона. Это устройство состояло из зеркал и специальных экранов, расположенных под определенными углами, что позволяло скрыть большую часть животного, создавая впечатление его полного исчезновения.

2. Трансформация форм

Гудини также известен своим фокусом с «волшебным ящиком», в котором он якобы помещал ассистента, а затем «разрезал» ящик на части, после чего ассистент вновь появлялся невредимым. Этот фокус основывался на геометрическом принципе трансформаций. Ящик был сконструирован таким образом, что внутри него находились скрытые отсеки и подвижные панели, позволяющие ассистенту менять положение в пространстве. Таким образом, когда Гудини «разрезал» ящик, ассистент просто перемещался в другой отсек, создавая иллюзию исчезновения и последующего появления.

3. Перспектива и искажение

Еще одним примером использования геометрии в фокусах Гудини является его знаменитое освобождение из смиренной рубашки. Гудини подвешивал себя вверх ногами, и казалось, что он был плотно связан ремнями и цепями. Однако, благодаря глубокому пониманию перспективы и искажений, он мог незаметно ослабить ремни и освободиться. Это происходило потому, что ремень, расположенный ближе к зрителю, визуально казался короче, чем тот, который находился дальше, создавая иллюзию плотного закрепления.



Рис. 7

4. Трехмерная геометрия и зеркала

Гудини также использовал зеркала и трехмерную геометрию для создания иллюзий исчезновения и появления. В одном из его фокусов он входил в закрытую комнату, заполненную зеркалами, и внезапно исчезал. Этот фокус основывался на правильном расположении зеркал и освещении, что позволяло Гудини скрыться в тени или за отражениями, создавая иллюзию его полного исчезновения.

5. Симметрия и баланс

Гудини также применял принципы симметрии и баланса в своих фокусах. Например, в фокусе с «летающим человеком» он использовал специальные тросы и противовесы, чтобы создать иллюзию левитации. Симметричное распределение веса и правильная настройка оборудования позволяли Гудини парить в воздухе, создавая впечатление нарушения законов гравитации.



Рис. 8. Чарли Чаплин и Гарри Гудини встречались в ноябре 1919 года в США. Об этом свидетельствует фотография, которая доступна на Wikimedia Commons



Рис. 9

Иллюзионисты в наши дни

Современные иллюзионисты, как и их предшественники, продолжают активно использовать математику в своих выступлениях, создавая удивительные эффекты, которые кажутся невозможными. Рассмотрим несколько современных иллюзионистов, которые применяют математические принципы в своих фокусах:

1. Дэррен Браун (Derren Brown)

Дэррен Браун — британский менталист и иллюзионист, известный своими уникальными и шокирующими трюками. Он часто использует математику для создания иллюзий предсказаний и «чтения мыслей». Например, в одном из своих шоу он использовал прин-

цип двойника Ферма, чтобы угадать дату рождения участника из зала, что произвело сильное впечатление на зрителей.

2. Дэвид Блейн (David Blaine)

Хотя Дэвид Блейн чаще ассоциируется с физическими испытаниями и экстремальными трюками, он также использует математику в своих выступлениях. Например, он иногда прибегает к сложным системам счёта карт, чтобы произвести впечатление на зрителей. В одном из своих фокусов он предложил зрителю вытянуть карту из колоды, а затем продемонстрировал, что он смог предугадать выбор зрителя, используя математические расчёты.



Рис. 10

3. Пенн и Теллер (Penn & Teller)

Эта пара известна своими сложными и порой комичными фокусами, в которых они нередко используют математику. Например, в одном из своих номеров Пенн

и Теллер использовали принцип вероятностных вычислений, чтобы создать иллюзию случайного выбора из большого набора вариантов, хотя на самом деле всё было заранее просчитано.

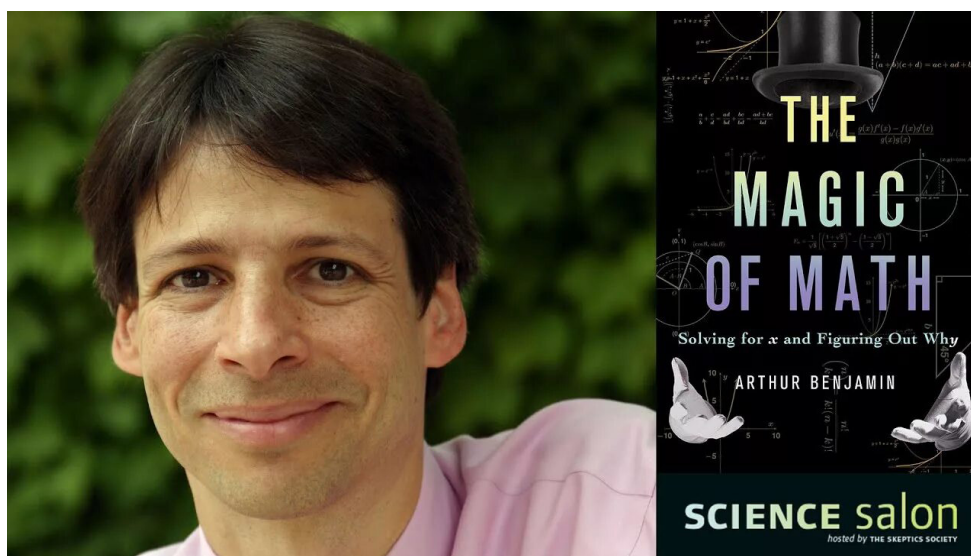


Рис. 11

4. Mathematics (Art Benjamin)

Dr. Arthur Benjamin, известный как «математический шоумен», сочетает математику и развлечения в своих выступлениях. Он использует сложные математические задачи и уравнения, чтобы производить быстрые вычисления в уме перед аудиторией. Арт Бенджамин способен решать сложные математические головоломки прямо на сцене, что вызывает восторг у зрителей.

Профессор математики в колледже Харви Мадд, специализируется на комбинаторике. Автор нескольких книг и DVD-курсов, которые рассказывают о красоте и магии математики. Одна из последних книг — «The Magic of Math», которая стала бестселлером New York Times.

5. Алекс Роу (Alex Rowe)

Британский иллюзионист Алекс Роу использует математику для создания фокусов, которые кажутся совершенно непредсказуемыми. Он применяет теорию вероятностей и статистические модели, чтобы создавать иллюзии случайности и предсказуемых событий одновременно. В одном из своих выступлений он использовал математику для предсказания выборов зрителей, что вызвало удивление среди присутствующих.

6. Майкл Виноград (Michael Vinnikov)

Майкл Виноград, известный как «Магистр Матрицы», использует математику для создания уникальных иллюзий. Он разработал серию фокусов, основанных на тео-

рии графов и сетевых структурах, которые позволяют ему управлять большими массивами данных и производить вычисления в реальном времени. Его выступления демонстрируют, как математические принципы могут быть интегрированы в магические трюки.

Заключение

Современные иллюзионисты продолжают традицию использования математики в своих фокусах, следуя по стопам таких мастеров, как Гарри Гудини. Они находят новые способы интеграции математических принципов в свои номера, делая их ещё более захватывающими и удивляющими. Математика остаётся мощным инструментом для создания иллюзий и манипуляций, которые вызывают у зрителей чувство восторга и недоумения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Меньшикова, Г. Я. Психологические механизмы восприятия зрительных иллюзий. М.: МАКС Пресс, 2013. — 128 с.
2. Derren Brown // <https://derrenbrown.co.uk/>
3. David Blaine // <https://davidblaine.squarespace.com/>
4. Flatley, L. Houdini Abandoned His Escape Act To Teach Survival Skills During WWI // <https://www.thevintagenews.com/2019/05/02/harry-houdini-wwi/>
5. Hollander, S. Halloween Séance Calls for Harry Houdini at Home // <https://www.wsj.com/articles/halloween-seance-calls-for-harry-houdini-at-home-1477693577>
6. Houdini in Moscow // http://www.houdinifile.com/2013/03/houdini-in-moscow_21.html
7. Houdini the spy // <http://www.houdinifile.com/2012/12/houdini-spy.html>

Закономерности изменения последних цифр степеней с натуральными показателями (опыт решения олимпиадных задач)

Слинкин Николай Владимирович, учащийся 6-го класса

Научный руководитель: Шонин Максим Юрьевич, учитель математики, педагог дополнительного образования МОУ «Буранная СОШ имени В. М. Волынцева» (Челябинская обл.)

Олимпиадные задачи по математике являются очень сложными и требуют глубокого понимания математических концепций и владения определенными средствами решения. Одними из таких являются задачи на степени с натуральными показателями. В статье продемонстрировано, как выявленные закономерности в последних цифрах степеней позволяют получить более оригинальное и быстрое решение олимпиадных задач по математике.

Ключевые слова: олимпиадная задача, степень с натуральным показателем, закономерности последних цифр степеней.

Окружающая действительность зачастую требует от человека принимать нестандартные решения. Успех в этом деле, в первую очередь, зависит от умений анализировать и оценивать суждения окружающих, конструировать собственное видение и аргументы, выстраивать свою позицию. Наличие этих умений позволит охарактеризовать его как критически мыслящую личность [1].

Навыки мышления необходимы каждому человеку — каким бы делом не занялся в своей жизни, начиная от решения бытовых или профессиональных задач, заканчивая творческой деятельностью. Так, согласно данным Всемирного экономического форума, навык критически мыслить входит в ТОП-5 компетенций, необходимых для успешного и эффективного функционирования в 2022 году и в десятку самых важных и востребованных навыков к 2025 году [2]. Математика является одним из мощным инструментом формирования такого мышления.

Традиционно математические задачи делятся на рутинные и творческие. Рутинные задачи обладают заранее известным набором действий. Чтобы их решить, нужно определить тип задачи и действовать по заданному алгоритму. С другой стороны — творческие задачи, предлагающиеся на различных состязаниях, в первую очередь, на олимпиадах. Олимпиадные задачи по математике являются сложными и требуют глубокого понимания математических концепций и владения определенными средствами решения [4].

На уроках математики мы изучили степени с натуральным показателем и их свойства. В целом, все задачи мне были понятны, просты в решении. Отметив это, мой научный руководитель предложил мне, с первого взгляда, очень трудную задачу. Необходимо было найти последнюю цифру суммы $(1981^{1989} + 1982^{1989} + 1983^{1989} + \dots + 1989^{1989})$. Тогда я подумал, что должен быть какой-нибудь рациональный подход к решению. Мне стало интересно, есть ли какая-нибудь закономерность в том, как меняется последняя цифра степени натурального числа? В данной статье рассмотрено, как использование данных закономерностей позволяет привести более быстрое и оригинальное решение олимпиадных задач по математике.

Определение 1. Степень числа a с натуральным показателем n ($n > 0$) называется произведение n множителей, каждый из которых равен a , т. е. выражение вида $\underbrace{a \cdot a \cdot a \cdot \dots \cdot a}_{n \text{ штук}}$ [3].

Пример 1. $a^5 = a \cdot a \cdot a \cdot a \cdot a$.
Проведем небольшое исследование: выясним есть ли какая-нибудь закономерность в том, как меняется последняя цифра числа 2^n , где n — натуральное число, с изменением показателя n . Оформим результаты в таблице (табл. 1).

Таблица 1. Степени числа 2

$2^1 = 2$	$2^2 = 4$	$2^3 = 8$	$2^4 = 16$
$2^5 = 32$	$2^6 = 64$	$2^7 = 128$	$2^8 = 256$
$2^9 = 512$	$2^{10} = 1024$	$2^{11} = 2048$	$2^{12} = 4096$

Вывод: в результате заполнения таблицы степеней 2, нетрудно заметить, что последние цифры степени повторяются через каждые четыре шага. В перспективе это позволит выяснить последнюю цифру любой степени числа 2. Например, $2^{49} = 2^{48} \cdot 2 = \dots 2$; (2^{48} — степень 4 столбца).

Справедливо поставить следующий вопрос: «Существует ли закономерность для других чисел?». С этой целью нами была составлена таблица для чисел от 1 до 10. Ее фрагмент представлен ниже (табл. 2).

Таблица 2. Степени натуральных чисел (от 1 до 10)

$1^1 = 1$	$3^1 = 3$	$4^1 = 4$	$5^1 = 5$	$6^1 = 6$	$7^1 = 7$	$8^1 = 8$	$9^1 = 9$	$10^1 = \dots 0$
$1^2 = 1$	$3^2 = 9$	$4^2 = \dots 6$	$5^2 = \dots 5$	$6^2 = \dots 6$	$7^2 = \dots 9$	$8^2 = \dots 4$	$9^2 = \dots 1$	$10^2 = \dots 0$
$1^3 = 1$	$3^3 = \dots 7$	$4^3 = \dots 4$	$5^3 = \dots 5$	$6^3 = \dots 6$	$7^3 = \dots 3$	$8^3 = \dots 2$	$9^3 = \dots 9$	$10^3 = \dots 0$
$1^4 = 1$	$3^4 = \dots 1$	$4^4 = \dots 6$	$5^4 = \dots 5$	$6^4 = \dots 6$	$7^4 = \dots 1$	$8^4 = \dots 6$	$9^4 = \dots 1$	$10^4 = \dots 0$
$1^5 = 1$	$3^5 = \dots 3$	$4^5 = \dots 4$	$5^5 = \dots 5$	$6^5 = \dots 6$	$7^5 = \dots 7$	$8^5 = \dots 8$	$9^5 = \dots 9$	$10^5 = \dots 0$
$1^6 = 1$	$3^6 = \dots 9$	$4^6 = \dots 6$	$5^6 = \dots 5$	$6^6 = \dots 6$	$7^6 = \dots 9$	$8^6 = \dots 4$	$9^6 = \dots 1$	$10^6 = \dots 0$
$1^7 = 1$	$3^7 = \dots 7$	$4^7 = \dots 4$	$5^7 = \dots 5$	$6^7 = \dots 6$	$7^7 = \dots 3$	$8^7 = \dots 2$	$9^7 = \dots 9$	$10^7 = \dots 0$
$1^8 = 1$	$3^8 = \dots 1$	$4^8 = \dots 6$	$5^8 = \dots 5$	$6^8 = \dots 6$	$7^8 = \dots 1$	$8^8 = \dots 6$	$9^8 = \dots 1$	$10^8 = \dots 0$
$1^9 = 1$	$3^9 = 3$	$4^9 = \dots 4$	$5^9 = \dots 5$	$6^9 = \dots 6$	$7^9 = \dots 7$	$8^9 = \dots 8$	$9^9 = \dots 9$	$10^9 = \dots 0$
$1^{10} = 1$	$3^{10} = 9$	$4^{10} = \dots 6$	$5^{10} = \dots 5$	$6^{10} = \dots 6$	$7^{10} = \dots 9$	$8^{10} = \dots 4$	$9^{10} = \dots 1$	$10^{10} = \dots 0$

Исходя из полученных результатов, справедливо отметить следующие закономерности:

- во-первых, натуральные степени чисел 1; 5; 6 и 10 оканчиваются самим числом;
- во-вторых, степени чисел 4 и 9 оканчиваются цифрами, повторяющимися через каждый шаг;
- в-третьих, степени чисел 3; 7 и 8 оканчиваются цифрами, повторяющимися через каждые 4 шага.

В этой связи актуален вопрос: «Каким образом выяснить последнюю цифру степени с учетом периодичности вариантов?». Рассмотрим следующую задачу: «На какую цифру оканчивается степень 127^{345} ?»

Во-первых, следует отметить, что для любого натурального основания, важно отмечать последнюю его цифру. Например, у числа «127» — число «7».

Во-вторых, использовать таблицу 2 — в нашем случае, столбец со степенями числа «7». Так как, период последних цифр степени числа «7» равен 4, то и у степени числа «127» он будет аналогичным.

В-третьих, необходимо определить остаток от деления показателя степени на период. В нашем случае, $345:4 = 4 \cdot 86$ (ост. 1). Это означает, что последняя цифра степени 127^{345} (или, исходя из второго пункта — степени 7^{345}) совпадет с последней цифрой степени 127^1 (7^1), т. е. 7.

На основании рассмотренного примера, можно предложить следующий задачный материал.

Задача 1. На какую цифру оканчивается выражение $213^{67} + 218^{78}$?

Решение. Рассуждая аналогичным образом, установим, что последняя цифра степени 213^{67} совпадет с соответствующей цифрой степени 3^{67} . Учитывая периодичность последних цифр степени числа «3» (табл. 2), то 213^{67} оканчивается на цифру «7». Схожим образом получаем, что 218^{78} оканчивается цифрой «4». Складывая полученные результаты, выясняем, что последней цифрой выражения $(213^{67} + 218^{78})$ будет 1.

Задача 2. Докажите, что $43^{43} - 17^{17}$ делится без остатка на 10.

Решение. Выясним последние цифры степеней 43^{43} и 17^{17} . Опираясь на таблицу 2, с учетом периодичности последних цифр для степеней чисел «3» и «7», установим, что $43^{43} = \dots 7$ и $17^{17} = \dots 7$. Очевидно, что разность степеней будет оканчиваться «0». А согласно признаку делимости, это означает, что $43^{43} - 17^{17}$ кратно 10.

Задача 3. Докажите, что число $124653^{589} + 837^{12}$ является составным.

Решение. Начнем с определения понятия «составное число». Итак, составное число — это натуральное число, имеющее делители, отличные от единицы и самого себя (нетривиальные делители). Поэтому, в качестве одной из стратегии решения задачи, определим последнюю цифру данной суммы. Так, если она окажется четной, то исходное число будет составным.

Получили, что $124653^{589} = \dots 3$ и $837^{12} = \dots 7$. Значит, $124653^{589} + 837^{12}$ будет оканчиваться нулем, что означает наличие нетривиального делителя 2. Тогда, согласно определению, $124653^{589} + 837^{12}$ является составным.

Задача 4. Докажите, что число $13^{2016} + 14^{2016} + 15^{2016}$ не делится нацело на 15.

Решение. Решим задачу от противного. Пусть данное выражение кратно 15, а значит делится на 5 и на 3 — оба условия должны выполняться. Итак, степень 13^{2016} оканчивается цифрой «1», 14^{2016} оканчивается цифрой «6», 15^{2016} оканчивается цифрой «5». Значит, последней цифрой числа $(13^{2016} + 14^{2016} + 15^{2016})$ будет «2». Число кратно 5 тогда, когда оно оканчивается цифрой «0» или «5», поэтому данное число не делится на 5, а значит и на 15.

Задание 5. Найдите последнюю цифру суммы $1981^{1989} + 1982^{1989} + 1983^{1989} + \dots + 1989^{1989}$.

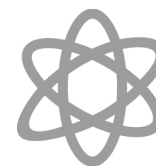
Решение. Вычисляя последние цифры степеней, получим: $1981^{1989} = \dots 1$; $1982^{1989} = \dots 8$; $1983^{1989} = \dots 7$; $1984^{1989} = \dots 4$; $1985^{1989} = \dots 5$; $1986^{1989} = \dots 6$; $1987^{1989} = \dots 3$; $1988^{1989} = \dots 2$; ем: $1 + 8 + 7 + 4 + 5 + 6 + 3 + 2 + 9 = 45$. Следовательно, $(1981^{1989} + 1982^{1989} + 1983^{1989} + \dots + 1989^{1989})$ оканчивается на 5.

Таким образом, теория степени с натуральным показателем и ее приложения являются эффективными ресурсами решения олимпиадных задач по математике. Изученные закономерности изменения последних цифр степени натурального числа станут мощной отправной точкой для развития теории и решения более сложных задач олимпиадной тематики.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Вередюк, О. В., Черных Е. А. Олимпиадники поколения Z: поведенческие установки на рынке труда // Уровень жизни населения регионов России. — 2022. — Том 18. — № 1. — с. 79–91.
2. Привалова, Г. Ф., Ткаченко Л. А., Ткаченко А. В. Предметные олимпиады как способ повышения качества образования студентов вуза культуры // Профессиональное образование в России и за рубежом. — 2020. — № 2(38). — с. 160–165.
3. Смолин, Ю. Н. Алгебра и теория чисел: учеб. пособие для студ. Физ.-мат. фак. высших пед. учеб. заведений / Ю. Н. Смолин. — 3-е изд., испр. — М.: Флинта: Наука, 2006. — 463 с.
4. Усмонов, Х. З., Останов К., Махмудов Х. Ш. Об использовании различных нестандартных упражнений в развитии творческой активности учащихся на уроках математики // Наука и образование сегодня. — 2021. — № 9(68). — с. 5–6.

ФИЗИКА



Имитация сейсмического воздействия на сейсмоизолирующую систему Курзанова – Семенова

Горб Пётр Дмитриевич, учащийся 10-го класса
МОБУ гимназия № 16 г. Сочи

Научный руководитель: Кириллов Андрей Михайлович, кандидат физико-математических наук, доцент
Сочинский государственный университет

Приведены и обсуждены эксперименты по имитации сейсмического воздействия на модель (макет) сейсмоизолирующей системы Курзанова — Семенова. Эффективность работы сейсмоизолирующей системы продемонстрирована сравнением объема воды, выплескиваемого из мерных стаканов, установленных на основании (фундаменте) и изолированной части системы. Опыты проведены при разных частотах колебаний основания и при различных массах ее изолированной части. Продемонстрирована сейсмоизолирующая способность системы. Показано, что с увеличением частоты (ускорения) сейсмического воздействия эффективность сейсмоизоляции возрастает. **Ключевые слова:** землетрясение, сейсмостойкое строительство, трубобетонная опора, сейсмоизолирующие опоры, сейсмограмма, акселерограмма, имитация сейсмического воздействия.

Введение

Исследования в области сейсмостойкого строительства несомненно задача актуальная. Сейсмоизолирующих систем разного типа существует множество. В ряду таких систем кинематического типа находится сейсмоизолирующая система Курзанова — Семенова [1–3], опоры которой имеют трубобетонную структуру [4]. Конструктивная простота — основное преимущество сейсмоизолирующих опор Курзанова — Семенова, что определяет их высокую технологичность. Последнее свойство позволяет изготавливать их не только в заводских условиях, но и непосредственно на строительной площадке.

Данная статья является продолжением исследований [5], проводимых с помощью макетов (моделей), предоставленных авторам исследовательской группой Семенова С. М., одного из соавторов системы Курзанова — Семенова. Приведены и обсуждены эксперименты по имитации сейсмического воздействия на модель (макет) сейсмоизолирующей системы Курзанова — Семенова. Эффективность работы сейсмоизолирующей системы продемонстрирована сравнением объема воды, выплескиваемого из мерных стаканов, установленных на основании (фундаменте) и изолированной части системы. Опыты проведены при разных частотах колебаний основания и при различных массах ее изолированной части.

Основная часть

В эксперименте использовались две модели (макета) сейсмоизолирующей системы Курзанова — Семенова (рис. 1). Один макет (нижний) играет роль основания (фундамента 1) сооружения, который непосредственно воспринимает сейсмическое воздействие. Второй макет (верхний) моделирует непосредственно сейсмоизолирующую систему. Нижняя часть верхнего макета 1 — это фундамент сооружения, верхняя часть 2 — изолируемая часть сооружения (суперструктура). Суперструктура 2 передает нагрузку на основание 1 через кинематические опоры 3.

Левая часть рисунка — фото экспериментальной установки в равновесном состоянии. Правая часть — схема установки в режиме сейсмического воздействия.

На рисунке \vec{a}_c — ускорение фундамента сооружения при сейсмическом воздействии (сейсмическое ускорение), \vec{a} — ускорение надземной, изолированной, части сооружения (суперструктуры).

Мерные стаканы были жестко прикреплены к верхнему макету (рис. 2) в его нижней (основание) и верхней (суперструктура) частях с помощью двухстороннего скотча. Вода, залитая в стаканы, была окрашена пищевым красителем.

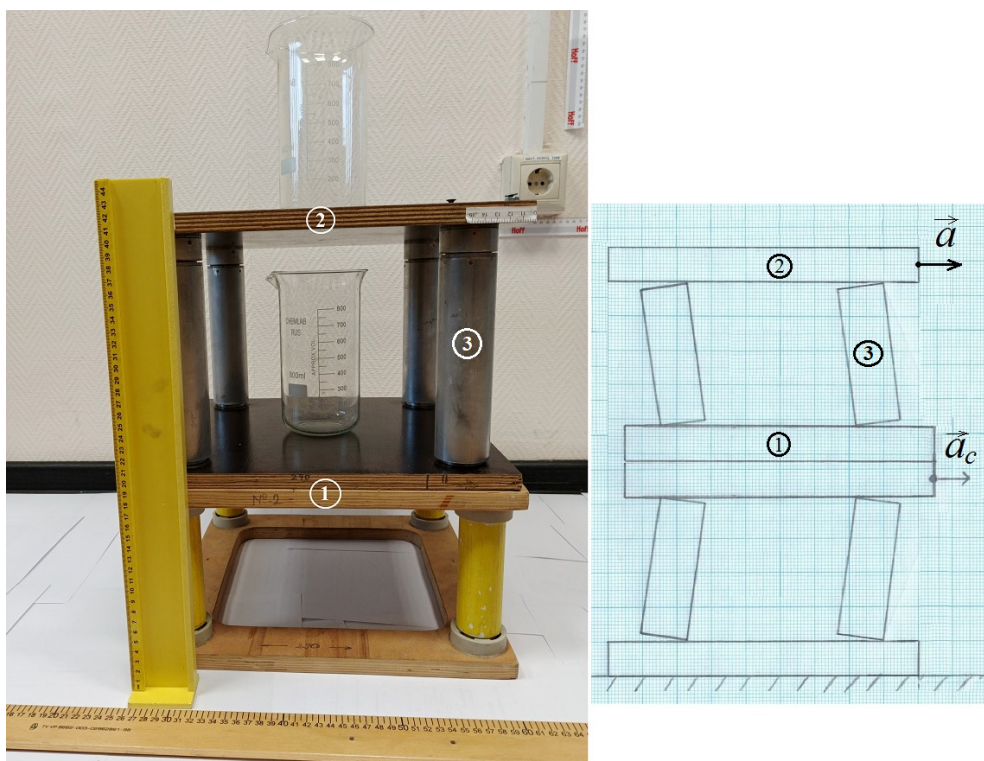


Рис. 1. Модель сейсмоизолирующей системы Курзанова — Семенова:

1 — основание (фундамент, земля); 2 — сейсмоизолированная, надземная часть (суперструктура); 3 — опора

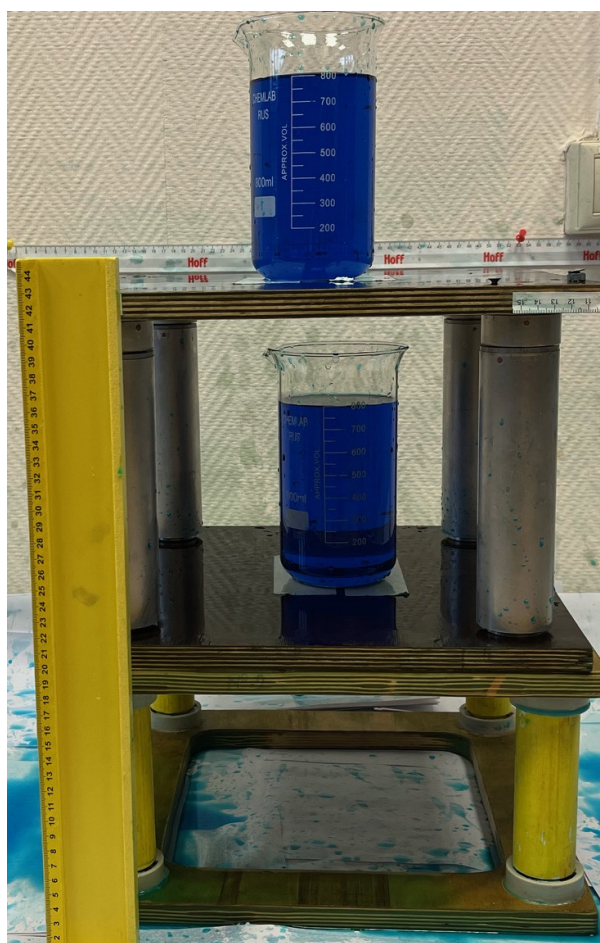


Рис. 2. Начальное состояние системы (до сейсмического воздействия): в верхнем и нижнем стаканах по 800 мл воды

Далее основание системы вручную приводилось в колебательное возвратно-поступательное движение, чем

имитировалось сейсмическое воздействие на сооружение (рис. 3).

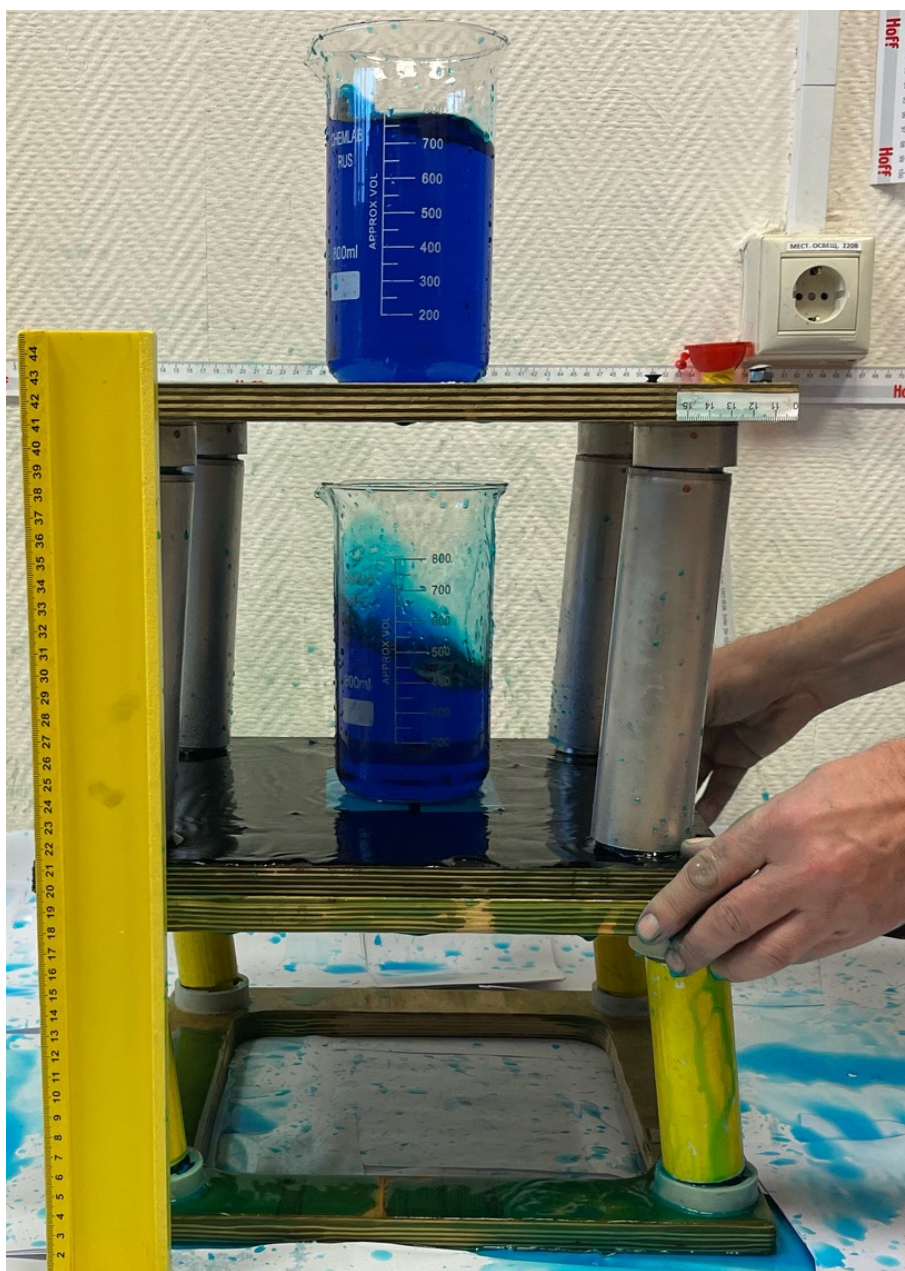


Рис. 3. Имитация сейсмического воздействия на сооружение

На фото, представленном на рисунке 3, можно видеть, что амплитуда колебаний воды в стакане на изолированной (верхней) части системы значительно меньше, чем в нижнем стакане, находящемся на основании, ко-

торое непосредственно воспринимает сейсмическое воздействие. Состояние системы после одного из измерений приведено на рис. 4

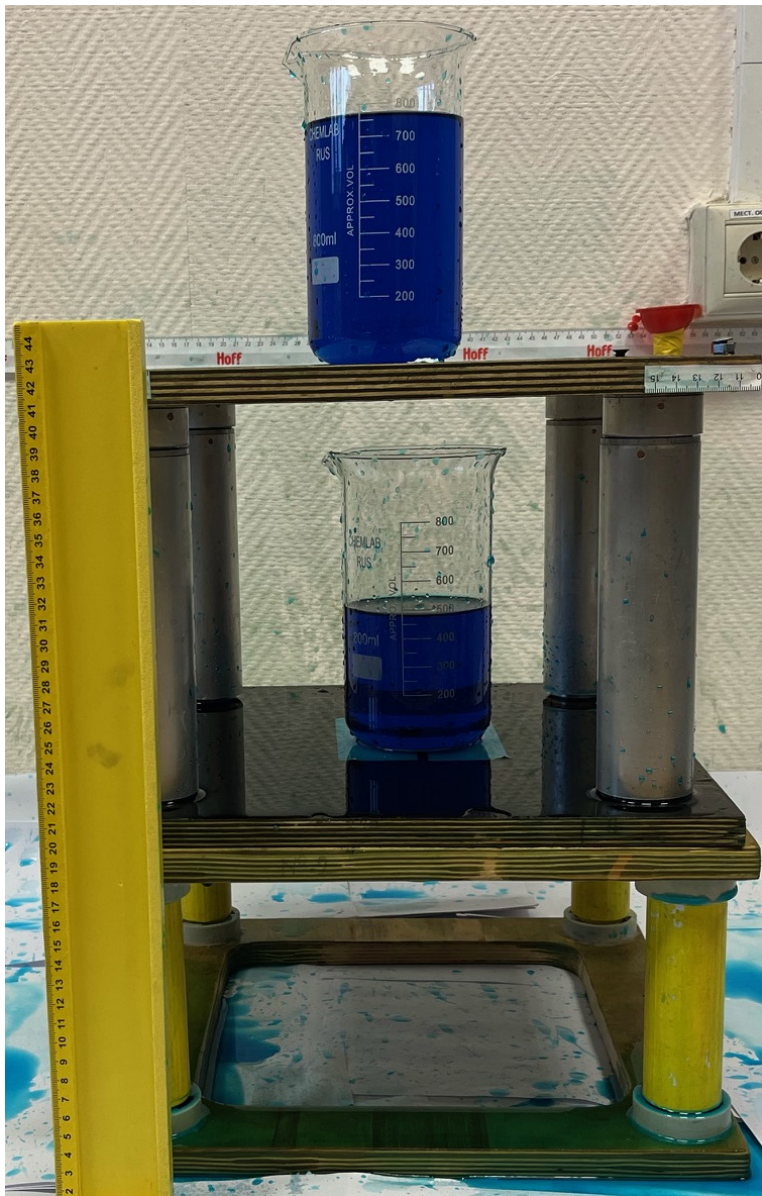


Рис. 4. Состояние системы после испытанного «сейсмического воздействия»

Можно видеть (рис. 4), что из стакана, находящегося на неизолированной части системы (нижней), выплеснулось гораздо больше, чем из верхнего (сейсмоизолированного) стакана. Это зримо свидетельствует о сейсмоизолирующем эффекте системы. Ускорение сейсмоизолированной части \vec{a}_c очевидно, меньше «сейсмического» ускорения \vec{a}_c ($a < a_c$).

Измерения были проведены для двух разных частот колебаний, которые были оценены приблизительно. Процесс колебаний продолжался и в обоих случаях по 1 минуте. Для удобства результаты записаны в таблице 1.

Таблица 1. Результаты эксперимента по сейсмической имитации

Частота колебаний основания	ν , Гц	1,6	2,9	$t=1$ мин. Начальный объем воды в мерных стаканах $V = 800$ мл. Амплитуда колебаний основания $A \leq 2$ см. Масса изолированной части (верхней плоскости со стаканом с водой) $M \approx 2,3$ кг
Максимальное (амплитуда) сейсмическое ускорение	a_c^m , м/с ²	2,0	6,7	
Объем выплеснувшейся части воды	Низ (основание) ΔV , мл	50	300	
	Верх (изолированная часть) ΔV , мл	25	25	

Из таблицы можно видеть, что при большей частоте колебаний основания (частоты сейсмического воздействия) из нижнего стакана выплеснулось воды больше, чем при частоте меньшей (в рассмотренной ситуации в 12 раз больше). Тогда как из стакана на изолированной части системы выплеснулся одинаковый объем воды. Таким образом можно сделать вывод о том, что система более эффективно гасит колебания более высоких частот. С физической точки зрения (с точки зрения элементарной динамики) это кажется очевидным: верхняя часть системы, обладая инерционностью, при больших частотах (и, соответственно, ускорениях) все менее «успевает реагировать» на движение нижней части.

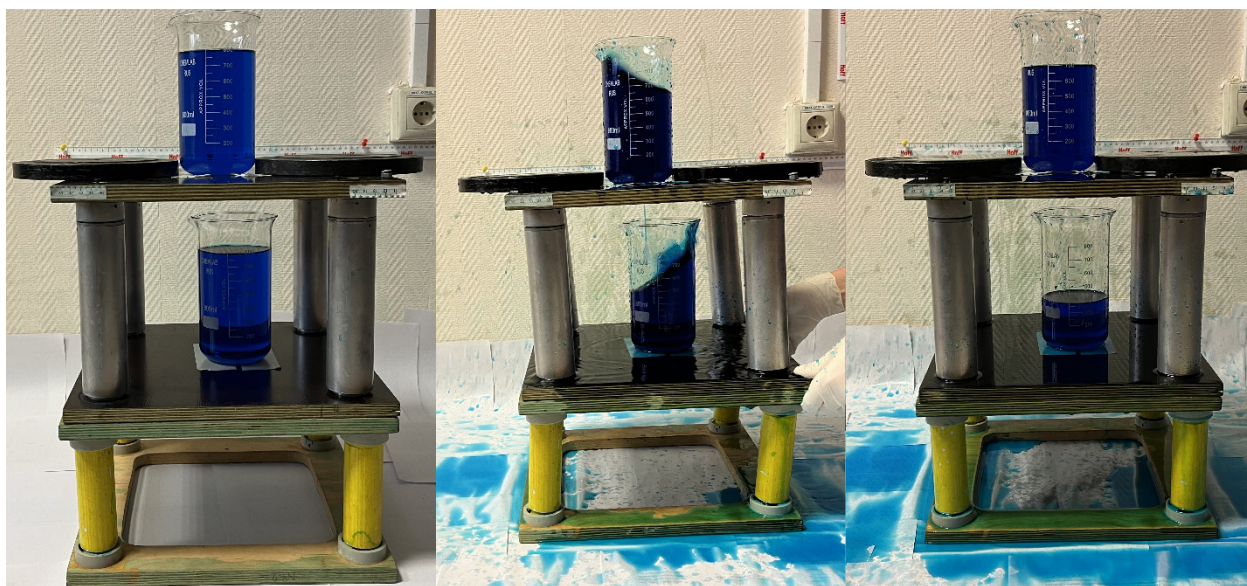


Рис. 5. Состояния системы: начальное, в момент колебаний, конечное

Можно видеть, что воды в верхнем стакане выплеснулось значительно меньше. Сейсмоизоляция — эффективна! Этот результат был ожидаем и обсужден выше. Авторы ожидали также, что в верхнем стакане воды выплеснется меньше, чем в экспериментах с ненагруженной изолированной частью (таб. 1). Ожидания основывались на том, что увеличение массы и, соответственно, увеличение инерционности изолированной части, приведет к тому, что «запаздывание» колебаний изолированной части по сравнению с колебаниями неизолированной будет более ярко выражено.

Однако, повторив измерения несколько раз, убедились, что в верхнем стакане выплескивается воды больше (≈ 100 мл), чем в случае меньшей массы изолированной части (25 мл (см. табл. 1). Это, конечно, не дает повода утверждать, что увеличение массы суперструктуры уменьшает эффективность сейсмоизоляции с помощью рассматриваемой системы. Теоретические выкладки, выполненные в работе [6], показывают, что увеличение массы надземной части сооружения (суперструктуры), приводит к уменьшению ее ускорений при сейсмическом воздействии (при прочих равных условиях). Полученный же в данной работе результат можно объяснить следующим образом. Верхняя часть, придя в движение, из-за своей более высокой инерционности в некоторые

Значения ускорений (таблица 1) были оценены по формуле

$$a_c^m = 4\pi^2 \nu^2 A,$$

исходя из приближения гармоничности сейсмического воздействия.

Следующий эксперимент был проведен с увеличением массы изолированной части на 8 кг ($M \approx 2,3 + 8 \approx 10,3$ кг). Было добавлено два диска с массой 4 кг (см. рис. 5). Эксперимент проводился на частоте, приблизительно равной 2,9 Гц (см. таблицу 1). Начальный объем воды в обоих стаканах был равен 800 мл. Продолжительность колебаний также составляла 1 мин.

моменты времени достигала своего максимально возможного отклонения (17 мм [5]) и при наличии значительной скорости испытывала резкую (ударного типа) остановку (благодаря удерживающей части крепления опоры). В эти моменты и происходили значительные выплески воды из верхнего стакана. Однако, стоит отметить, что в этом эксперименте и в нижнем стакане воды выплескивалось больше ($\approx 400 \div 450$ мл), чем при меньшей массе изолированной части (300 мл (см. табл. 1). Причины, очевидно, те же самые, что и для верхнего стакана.

Заключение

Эксперименты с моделью (макетом) сейсмоизолирующей системы Курзанова — Семенова при имитации сейсмического воздействия на нее показали:

1. высокую сейсмоизолирующую эффективность (объем выплескиваемой из стаканов, установленного на изолированной части и непосредственно воспринимающего сейсмическое воздействие, отличаются в несколько раз), что связано с уменьшением ускорения сейсмоизолированной части сооружения в сравнении с его основанием ($a < a_c$);
2. система более эффективно гасит колебания более высоких частот (при большей частоте отношение между объемами воды, выплеснувшейся из нижнего и верхнего (изолированного) стаканов больше).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Тяпин, А. Г. Плоские колебания жесткого сооружения на кинематических опорах: общий случай геометрии // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. — 2020. — № 4. — с. 41–54. — DOI 10.37153/2618–9283–2020–4–41–54. — EDN KZFLQK.
2. Тяпин, А. Г. Уравнение плоских колебаний жесткого сооружения на кинематических опорах А. М. Курзанова // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. — 2020. — № 5. — с. 19–31. — DOI 10.37153/2618–9283–2020–5–19–31. — EDN DICJY.
3. Тяпин, А. Г. Плоские колебания жесткого сооружения на кинематических опорах А. М. Курзанова // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. — 2020. — № 6. — с. 27–38. — DOI 10.37153/2618–9283–2020–6–27–38. — EDN NQIZTD
4. Курзанов, А. М., Семёнов С. Ю. Труبوبетонная сейсмоизолирующая опора. Патент на изобретение RU 2477353 С1, 10.03.2013. Заявка № 2011126415/03 от 27.06.2011.
5. Горб, П. Д., Кириллов А. М. Исследование модели сейсмоизолирующей системы Курзанова — Семенова // Юный ученый. — 2025. — № 3 (88).
6. **Кириллов, А. М.** Исследование движения суперструктуры при сейсмическом воздействии / А. М. Кириллов, Ф. И. Сухарев, С. Ю. Семёнов [и др.] // Вестник Евразийской науки. — 2025. — Т 17. — № 1. — URL: <https://esj.today/PDF/11SAVN125.pdf> (дата обращения: 15.03.2025).

Изучение космоса из дома

*Данилова Ария Денисовна, учащаяся 2-го класса;
Дибров Илья Дмитриевич, учащийся 3-го класса;
Дибров Федор Дмитриевич, учащийся 4-го класса;
Жидкин Федот Владимирович, учащийся 1-го класса;
Лемэр Людовик Германович, учащийся 3-го класса;
Скадоров Платон Денисович, учащийся 3-го класса;
Царев Алекс Маликович, учащаяся 4-го класса*

Научный руководитель: *Шибитова Ирина Анатольевна, учитель начальных классов*
Потребительское общество Досуговый центр «Школа будущего» (Московская обл.)



Рис. 1. Научная группа «Космос»

В процессе «полета» мы (научная группа «Космос», учащиеся ПО ДЦ «Школа будущего») выдвинули несколько гипотез.

Гипотеза 1

Изучение космического пространства при помощи телескопа возможно из дома (школы), если позволит

«азимутально-горизонтальная система». Или просто чистое, безоблачное небо. В астрономии также используется термин «оптика», чтобы описать ясное состояние атмосферы, которое обеспечивает хорошие условия для наблюдений звезд и других астрономических объектов.

Для проверки этой гипотезы мы использовали школьный телескоп в темное время суток в дни с различной облачностью.

В процессе исследования гипотеза подтвердилась. Действительно, наблюдать жизнь космоса можно буквально из дома.

Перед вами модель исследования: принцип работы телескопа в различных условиях облачности.

Вода выполняет роль атмосферы, а дно стакана имитирует работу линз телескопа. У нас есть специальное «облако», которое либо позволит, либо нет наблюдать жизнь космоса и звезд. Приглашаем принять участие и убедиться в верности поставленной гипотезы



Рис. 2



Рис. 3

Гипотеза 2

Легче всего и доступнее в домашних условиях изучать поверхность Луны. Мы можем наблюдать не только кратеры, но и явные возвышенности, впадины, расщелины, полосы, напоминающие дорогу и многое другое. Стало интересно под действием чего на луне меняется рельеф и меняется ли он. Оказалось, что до сих пор у ученых нет едино-

го мнения о происхождении лунных кратеров. Существует несколько гипотез об образовании кратеров на Луне.

Вулканическая гипотеза — некоторые кратеры могли образовываться в результате вулканической активности, когда магма вырывалась на поверхность, образуя углубления. Эрозионная гипотеза — кратеры могли быть сформированы в результате эрозионных процессов, таких как

действия солнечного ветра, микрометеоритов и других факторов, способствующих изменению поверхности Луны.

Тектоническая гипотеза. Эта гипотеза связана с активностью коры Луны, где тектонические процессы могли привести к образованию трещин и впадин, как на Земле идут сдвиги литосферных плит

Ударная гипотеза — это наиболее принятая гипотеза. Согласно которой, кратеры образуются в результате столкновения Луны с метеоритами и астероидами. Эту гипотезу мы и решили проверить в нашей лаборатории

На поверхности Луны образуется новый круглый кратер, если произойдет столкновение.

Дело в том, что метеориты, которыми так полон космос сгорают в слоях атмосферы при подлете к Земле. Атмосфера выполняет функцию щита. А вот на поверх-

ности Луны такого «удовольствия» нет. Ударная волна от столкновения создает кратер, а выброшенные материалы формируют ободок вокруг него.

Поверхность луны больше всего близка к вулканическим породам Земли. Это продукты сгорания или, проще говоря, пепел. Для создания модели луны и проверки гипотезы мы использовали кинетический песок и гипс. А также шарики, емкости, окружности разного диаметра, предметы различного веса

В ходе исследования была обнаружена прямая связь между диаметром кратера и весом размером летящего «объекта». Чем сильнее тело, чем тяжелее оно ударилось о поверхность, тем глубже образовывался кратер.

Экспериментируя, мы создали не только проект, но и арт-объект: светильник.

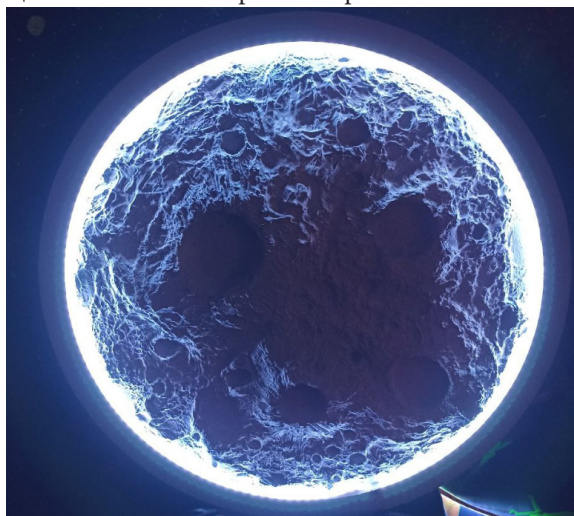


Рис. 4

Демонстрация опыта в песке и гипсе

Берем шарики и предметы различного веса и, регулируя силу столкновения и их вес, можем наблюдать соответствующие «кратеры» в месте удара

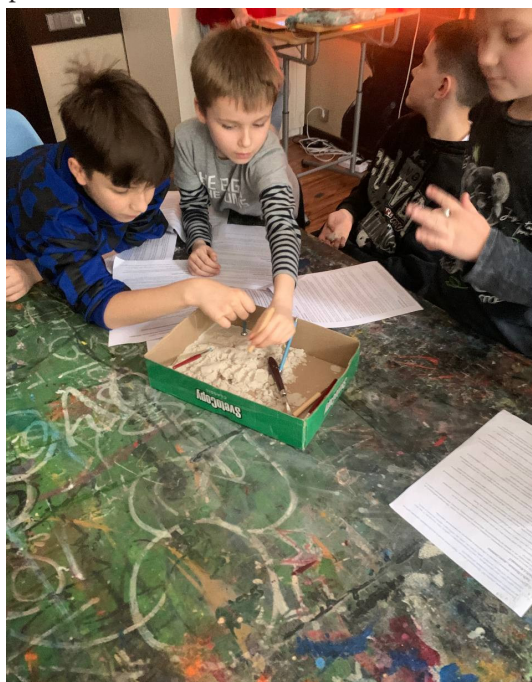


Рис. 5

Гипотеза 3

Вещества, стремятся к форме сферы, если попадут в космическое пространство.

Вода в космосе

Мы можем наблюдать как ведут себя жидкости в космическом пространстве в отсутствие силы притяжения. Об этом говорят съемки с космических кораблей.

Но в космосе нет плотного атмосферного слоя, а значит безвоздушное пространство. Как мы можем провести эксперимент, находясь на Земле и не запуская вещества в небо?! Очень просто; мы решили создать модель при помощи спирта, масла и воды.

Мы можем наблюдать как ведет себя капля масла на поверхности воды — она плавает на поверхности. Но ведь вода может иметь примеси и нет гарантии на чистоту эксперимента. А вот если мы возьмем спирт, где нет примесей, то картина изменится и произойдет настоящее волшебство — мы наблюдаем возникновение планеты — сферы внутри спиртового раствора

Гипотеза 4

Интересно, почему в космическом хаосе, где все движется, вращается и «дрейфует» все не провалилось

в «черную дыру». В ней должны были давно пропасть и планеты, и звезды, и все пространство?!

Предположим: объект засосет в черную дыру, если он будет находиться близко.

Черную дыру зачастую представляют, как пылесос, который засасывает все пространство в себя. Но это не так. Чтобы объект попал внутрь черной дыры, он должен находиться очень близко к ее краю, который называется «горизонтом событий». За этим горизонтом ничего уже не может выбраться обратно. Мы можем видеть подобное явление на Земле при помощи обычного пылесоса. Каким бы ни был мощным пылесос и сила всасывания, поглотить он может только те объекты, которые близки к его краю, находятся в зоне действия

Допустим, что есть черная дыра, чья масса равна массе Солнца. Ее горизонт событий простирается всего на три километра. Для черной дыры с массой, как у Земли, горизонт событий будет еще меньше — всего несколько сантиметров, все равно что длина большого пальца.

Еще много неизученного на Земле и в Космосе! Еще много событий и открытий впереди!

ЛИТЕРАТУРА:

1. Энциклопедия для любознательных «Хочу все знать», Першин М, Ордынская М, Собе-Пенек М, г Москва, 2003.
2. «Моя первая энциклопедия», Гальперштейн Л Я, г Москва, 2005, 255стр
3. Большая книга знаний, Мадгуик У, Керрод Р, Брукс Ф, Москва, 2014, 480 стр.
4. Ненси Аткинсон Непридуманные космические истории. Москва: Эксмо, 2018. — 464 с. — (Сенсация в науке).
5. Книга знаний «Космос. Непустая пустота». Мазур О., Савчин Д. Издательство Levenhuk press, 2017 г. — 144 с. Тайны Луны. Изобретение и устройство телескопа. Поиск планет на ночном небе.

Магнитная сепарация на Марсе как альтернативный способ восполнения железной руды для человечества

*Кривогуз Илья Вячеславович, учащийся 6-го класса
БОУ г. Омска «СОШ № 27»*

*Научный руководитель: Каранузиов Никита Сергеевич, педагог дополнительного образования
БУ Омской области ДО «Омская областная станция юных техников»*

В статье автор изучает проблему вероятного истощения железной руды на планете Земля и разрабатывает альтернативный способ для ее восполнения.

Ключевые слова: железная руда, ровер, магнитная сепарация, космический робот, Марс, Lego Mindstorms, марсоход.

На сегодняшний день полезные ископаемые являются неотъемлемой частью жизни людей. Из года в год численность мирового населения Земли стремительно увеличивается, вследствие чего резко повышается необходимость обеспечения потребностей человечества в природных запасах [1, с. 23–24]. При дальнейшем многочисленном строительстве промышленных объектов и ускоренном темпе развития техниче-

ского прогресса, в недалеком будущем может произойти истощение важных минеральных ресурсов на Земле.

Так, наиболее значимым и часто используемым металлом на нашей планете считается железо. В качестве ценного производственного сырья для его получения служат магнетитовые и гематитовые руды, где содержание концентрата составляет более 70 % [2, с. 3–4]. Согласно предварительной оценке института астрономии

Российской Академии Наук, при самом «плохом» прогнозе вероятность наступления дефицита железа на Земле должна произойти в 2049 году [4, с. 49].

Именно поэтому современному поколению уже сейчас необходимо задуматься о поиске выхода из сложившейся непростой ситуации. Альтернативным способом для решения данной проблемы может стать применение высокотехнологичного метода магнитной сепарации при добыче железа на ближайшей доступной планете. По геологической структуре и составу, наиболее всего для поставленной цели подходит Марс. Об этом свидетельствует тот факт, что в 2012 году ровер Curiosity произвел

посадку на «Красной планете» и обнаружил на ней существенное количество гематита и магнетита [5].

Для реализации такой сложной и комплексной задачи потребуется создать современное роботизированное устройство. Однако при его разработке следует учитывать, что робот должен не только осуществлять поиск руды, но и выполнять функцию качественной сортировки сырья.

Основой для сборки марсохода является конструктор LEGO Mindstorms EV3. На начальном этапе моделирования нужно сформировать каркас космического ровера из балок и пинов, а затем последовательно установить на него моторы (рис. 1).



Рис. 1. Сборка каркаса робота и присоединение моторов

Эксплуатация специальных функциональных колес позволит улучшить передвижение робота на марсианском грунте. В связи с чем, они распечатываются из

пластика на 3д принтере с помощью программы Cura (рис. 2).

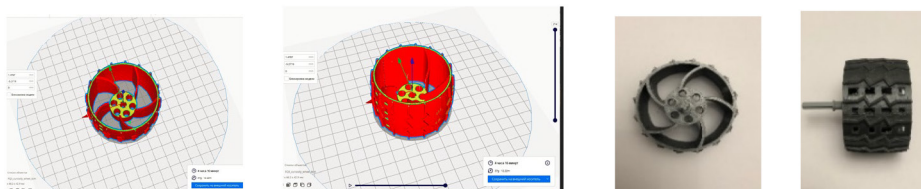


Рис. 2. Функциональные колеса марсохода

У марсохода 6 колес, которые при правильном использовании, в отличие от гусениц, позволяют совершать более маневренные и плавные перемещения. Кроме того, они имеют небольшой вес и простую конструкцию, поэтому обеспечивают надежность движения при столкновении с песчаным холмом, при наезде на камни и др. При выходе из строя одного колеса, ровер может успешно продолжать работу разведчика на остальных.

Для определения объектов, находящихся непосредственно перед роботом, целесообразно подключить ультразвуковой датчик с диаметром «зоны видимости» 40 см. С целью идентификации магнитного марсианского грунта также потребуется задействовать датчик цвета, настроенный на распознавание черного оттенка. Для более корректной работы датчика цвета в корпусе ровера устанавливается светодиод (рис. 3).



Рис. 3. Подключение датчиков и установка светодиода

Учитывая низкую гравитацию и большое количество сухого реголита на Марсе, для добычи железной руды было решено использовать открытый способ. При таком

методе сырье соскребается с поверхности космического объекта с помощью захватывающего устройства по типу «ковша» (рис. 4).



Рис. 4. Захватывающее устройство для железной руды

В последующем, после извлечения руды с поверхности, ее потребуется переработать и разделить на фракции. В связи с этим, необходимо применить метод магнитной сепарации или метод обогащения. В основе методики лежит разделение гематита и магнетита под

воздействием постоянного магнитного поля с учетом их разной магнитной восприимчивости. Для этого на 3д принтере распечатывается пластиковый барабан с зубьями, на внутреннюю поверхность которого располагаются неодимовые магниты (рис. 5).

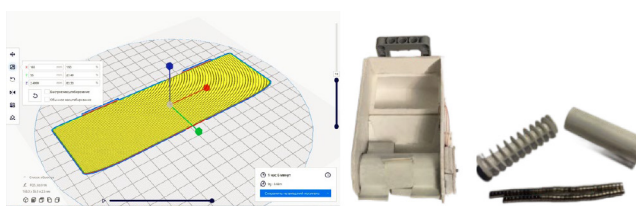


Рис. 5. Установление барабанного сепаратора и неодимовых магнитов

При движении космического робота магнитный сепаратор начинает вращаться от специально установленного дополнительного источника энергии (рис. 6):

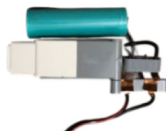


Рис. 6. Дополнительный источник энергии для работы барабана

Самой главной частью робера является программируемый блок EV3, размещаем его на основу роботизированной конструкции (рис. 7).



Рис. 7. Присоединение программируемого блока EV3

Нельзя забывать о том факте, что Марс обладает достаточно тонкой атмосферой и практически лишен магнитного поля. Соответственно для защиты корпуса ро-

бота от радиационного излучения следует установить на его каркас светоотражающий экран (рис. 8).



Рис. 8. Установление защитного светоотражающего экрана

На последнем этапе моделирования необходимо соединить все датчики и моторы к основному блоку управ-

ления с помощью кабелей. Готовый марсоход представлен на рис. 9.



Рис. 9. Готовая модель марсохода с магнитным сепаратором

Работа ровера осуществляется в автономном режиме с применением программы, составленной в приложении LEGO MINDSTORMS Education EV3. Она представляет

собой алгоритм в виде последовательных программных блоков, обеспечивающих выполнение определенных действий роботизированного устройства (рис. 10).

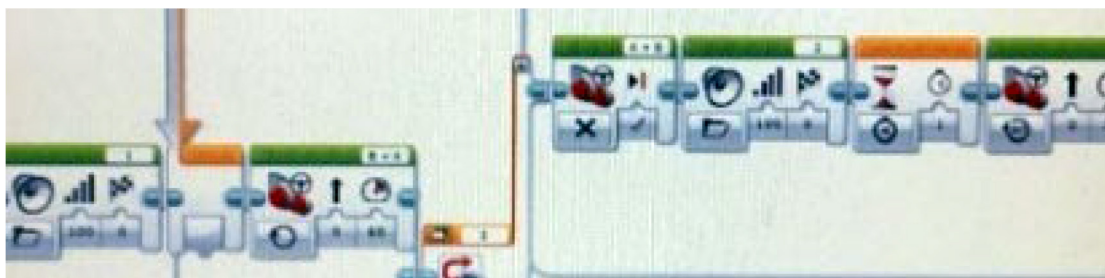


Рис. 10. Пример записи линейного алгоритма на языке программирования EV3

В процессе научных экспериментов необходимо полное взаимопонимание между роботом и программистом. Для этого используются три звуковых сигнала, воспроизводимых через встроенный динамик микроконтроллера: «Выполняется сканирование», «Объект обнаружен», «Возвращаюсь на базу». Для подключения модуля EV3 к компьютеру используется кабель USB, через который непосредственно загружается программа [3, с. 9].

Следующим шагом для исследований стал запуск марсохода, во время которого успешно осуществляется захват железной руды с последующей магнитной сепара-

цией (рис. 11). Под действием магнитного поля, магнетит притягивается к поверхности барабана, а затем попадает в специальный лоток. В то же время гематит с примесями движется под сепаратором, при этом не изменяя траекторию под влиянием неодимовых магнитов. В дальнейшем он продолжает поступать и оказывается в своем сортировочном контейнере для предстоящей транспортировки и переработки. После сепарации минералов железа и обнаружения датчиком магнетита, робот начинает доставлять руду на базу.

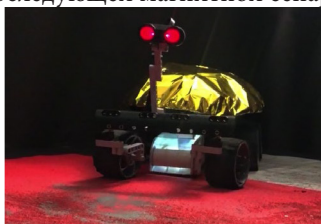


Рис. 11. Процесс сепарации путем извлечения магнитных частиц

По итогу работы, на рис. 12. отчетливо видно, что марсоход смог найти и разделить минералы железной руды между собой.



Рис. 12. Разделенные фракции магнетита и гематита с примесями

Таким образом, в результате практических экспериментов становится совершенно очевидным, что альтернативным способом восполнения высококачественной железной руды для человечества в будущем может стать применение метода магнитной сепарации

на Марсе. Хотелось бы надеяться, что с помощью роботизированных устройств эта технология станет ключевым фактором в развитии межпланетной экономики и откроет человечеству новые возможности в освоении космоса.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ибатуллин, А. Р., Богданов К. К., Подгорбунская В. А. Анализ перспектив добычи полезных ископаемых на астероидах // Молодой ученый. 2023. Вып. 28 (475). с. 23–26.
2. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Железные руды. Разработаны Федеральным государственным учреждением «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых» (ФГУ ГКЗ) по заказу Министерства природных ресурсов Российской Федерации. Москва. 2007, 40 с.
3. Шадрин, И. В. Учебное пособие по программированию в среде Lego Mindstorms EV3, г. Колпашево, 2017, 40 с.
4. Шустов, Б. М. Космические ресурсы для развития экономики и науки // Воздушно-космическая сфера. 2019. Вып. № 4. с. 46–54.
5. Интернет источник: Same Day News: официальный сайт. URL: <https://www.-asdnnet.ru/n/14762-v-marsianskoj-porode-by1-nayden-mineral.html> (дата обращения: 22.10.24)



ХИМИЯ

Роль химии в криминалистической экспертизе

Данилевский Иван Евгеньевич, учащийся 10-го класса;

Научный руководитель: Завьялова Ольга Сергеевна, учитель химии
МАОУ Верховинская СОШ № 29 имени А. Н. Корчагина (Свердловская область)

В статье автор исследует взаимосвязь наук химии и криминалистики.

Ключевые слова: химия, криминалистика, экспертиза.

Для одних химия — это набор букв и последующие за ними стрелки и символы, а для других — это наука, с многообразием её направлений, помогающая раскрывать различные преступления. Химия и криминалистика, две совершенно разные науки на первый взгляд, тесно связаны. Борьба с преступностью и неукоснительное соблюдение законов ставит перед криминалистикой и химией общие задачи. Химия открывает новые методы в сфере судебной экспертизы.

Дактилоскописты используют химические реактивы для распознавания отпечатков пальцев. Например,

одним из них является нингидрин — органическое вещество, использующееся как качественный реактив при определении первичных аминов и аминокислот. Нингидрин, вступая в реакцию с белками, содержащимися в человеческом поту, окрашивает их следы в фиолетовые цвета. Такая его характеристика позволяет применять нингидрин в дактилоскопических исследованиях. В криминалистике используется 2 % раствора нингидрида в этиловом спирте для выявления папиллярного узора отпечатков пальцев на пористых поверхностях (Рис. 1).



Рис. 1. Отпечаток пальца, выявленный нингидрином

Для определения отпечатков пальцев так же используются пары йода и оксид меди. Йод адсорбируется в потожировом веществе, которое выделяет человек, тем самым проявляет отпечаток. Мелкодисперсный оксид меди дактилоскописты втирают кисточкой на исследуемую поверхность.

Для идентификации пятен крови криминалисты могут использовать раствор желтой кровяной соли и роданида калия. При взаимодействии катионов Fe^{3+} , содержащихся в крови с желтой кровяной солью выпадает осадок берлинской лазури ($\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$), а благодаря роданиду раствор приобретает красный цвет. Судебные эксперты для выявления следов крови, оставленных на

месте преступления, используют люминол. Он испускает синее свечение при взаимодействии с железом, содержащимся в белке гемоглобине.

Криминалисты используют цветные реакции окисления фенолфталеина перекисью водорода, катализируемой гемоглобином крови. Для этого готовят основной раствор, состоящий из фенолфталеина, гидроксида калия, порошка цинка и дистиллированной воды. Затем, смочив исследуемое пятно на ткани дистиллированной водой, добавляют раствор и несколько капель 3 % раствора пероксида водорода. Появление розового цвета подтверждает наличие крови в анализируемом образце.

Еще одним примером цветной реакции для идентификации следов крови является проведение «Бензидиновой» пробы, еще она известна как реакция Воскобойникова. «Бензидиновая» проба представляет из себя смесь лимонной кислоты, пероксида бария и уксуснокислого или основного раствора. Данную реакцию применяют двумя способами в зависимости от исследуемого материала. Первый способ: вату смачивают раствором, состоящим из реактива Воскобойникова и воды, в соотноше-

нии 1:3, смоченный тампон прикладывают к похожему на кровь пятну. Если в пятне присутствует даже небольшое количество крови, реактив на вате приобретает ярко-синий цвет (Рис. 2). Второй способ: перед пробой смесь растворяют в 10 мл дистиллированной воды, затем ворсинки исследуемой ткани помещают на фильтровальную бумагу, наносят каплю готового реактива. При наличии крови через 15–20 секунд в центре пятна появляется сильнее окрашивание.

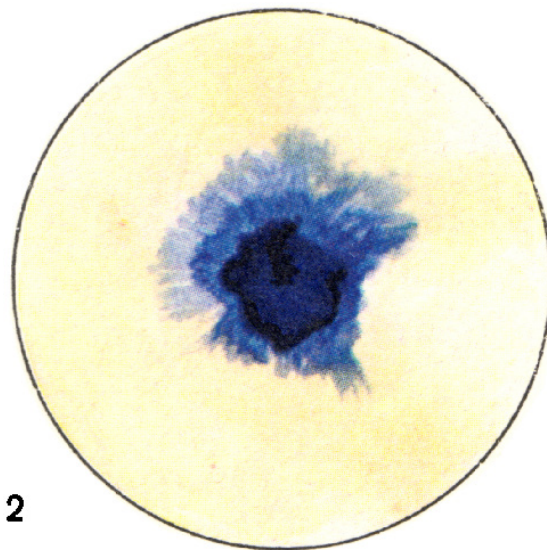
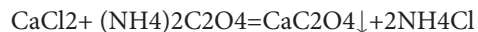


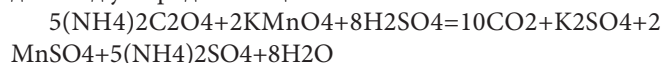
Рис. 2. Обнаружение пятна крови при помощи «Бензидиновой» пробы

Роль аналитической химии в криминалистике велика. Изменение окраски раствора, выпадение осадка, выделение газа — все это позволяет судить о наличии тех или иных ионов в растворе. Так, например, чтобы определить содержание анионов сильных окислителей (хлорат, нитрат и нитрит анионы), к ним добавляют подкисленный раствор дифениламина, в результате чего образуется темно-синий раствор. Имея знания о растворимости и зная, какие ионы находятся в растворе, можно судить о самом веществе. Это можно подтвердить на примере хлоратов калия и натрия. Растворимость первой соли на 100 мл воды при н.у — 7,3 гр. (около 20 градусов Цельсия), а второй при тех же условиях — 100 гр.

Криминалистам важно не только обнаружить улики, но и с точностью определить, что за вещества перед ними. Взрывчатые вещества эксперты определяют по содержанию определенных веществ, которые используются при их производстве. Например, оксалат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$, соли щавелевой кислоты. Он, как и соединения азота, в степени окисления +5 применяется в производстве взрывчатых веществ, но уже не из-за окислительных, а из-за восстановительных свойств. Оксалат-ионы осаждаются в виде белого кристаллического осадка CaC_2O_4 , растворимого в минеральных кислотах и нерастворимого в уксусной кислоте, поскольку щавелевая кислота сильнее уксусной. Чтобы определить их используют следующие реакции:



Или восстановление KMnO_4 оксалат-ионами в сернокислой среде при нагревании. Продуктами окислительно-восстановительной реакции являются газообразный диоксид углерода и бесцветные Mn^{2+} -ионы:



Продолжая речь о взрывчатых веществах нельзя упомянуть о хлоратах натрия и калия — сильных окислителях. Они опасны еще тем, что получают их относительно легко путем электролиза соответствующих хлоридов и продукт реакции загрязнен, что делает его более реактоспособным и нестабильным. Определить их можно по следующим превращениям:

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{KClO}_3 = 2\text{NH}_4\text{ClO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 \downarrow$ — реакцию проводят в водно-спиртовом растворе;

$\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NaClO}_3 = \text{NH}_4\text{ClO}_3 \downarrow + \text{NaNO}_3$ — реакцию проводят с последующим охлаждением раствора при 0 градусах Цельсия.

В данной статье показано как криминалистика тесно связана с химией и ее разделами. Они дополняют друг друга, соединяясь в единое целое, помогающее раскрывать множество преступлений и не оставлять преступников безнаказанными, а также искать пропавших людей. Химия — интересная и красивая наука: Люди пользуются этим, применяя ее в столь важной отрасли.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Лейстнер, Л. Химия в криминалистике: практическое пособие / Л. Лейстнер, П. Буйташ; под ред. Н. М. Кузьминой; пер. с венг. И. В. Мишина. — М.: Мир, 1990.
2. Криминалистика: современные проблемы, история и методология: научно-методическое пособие / Г. Н. Мухин, Д. В. Исютин-Федотков. — М.: Юрлитинформ, 2012. — 314 с.
3. Васильев, А. Н. Введение в курс советской криминалистики. — М., 1993.

Изучение химического состава снега города Темиртау

Самойленко Данил Андреевич, учащийся 10-го класса

Научный руководитель: Акмалова Ильяна Мансуровна, учитель химии
КГУ «ОШ № 31» г. Темиртау (Казахстан)

Введение

Загрязнение окружающей среды является одной из наиболее актуальных проблем в условиях быстрого промышленного роста. Промышленные выбросы оказывают значительное воздействие на воздух, почву и водные ресурсы. Особую тревогу вызывает состояние атмосферных осадков, которые, являясь частью гидросферы, активно взаимодействуют с загрязняющими веществами.

Снег, выпадая на землю, поглощает из атмосферы загрязнители в виде газов, аэрозолей и мелкодисперсных частиц. Таким образом, он становится природным индикатором состояния окружающей среды. Анализ химического состава снега позволяет не только выявить источники загрязнения, но и оценить масштабы их воздействия.

Темиртау, крупный промышленный центр Казахстана, известен своей металлургической отраслью, характеризуется высокой степенью загрязнения атмосферного воздуха. Целью данного исследования является изучение химического состава снега, собранного в различных районах города, с целью оценки уровня загрязнения воздуха и влияния промышленных выбросов на экологическую ситуацию.

Задачи исследования:

1. Провести сбор проб снега с территорий, различающихся по удаленности от промышленных объектов.
2. Использовать химические методы для анализа содержания загрязняющих веществ (хлоридов, сульфатов и аммонийных соединений).
3. Провести сравнительный анализ результатов.

Материалы и методы

Сбор и подготовка проб

Снег был собран в январе 2025 года в трех районах города Темиртау:

1. **Район Восток** — промышленная зона, находящаяся вблизи металлургического завода.
2. **Район 7** — центральная часть города, представленная жилыми районами.
3. **Район 10** — окраина города, удаленная от промышленных объектов.

Для обеспечения чистоты эксперимента сбор проб проводился с глубины 10–15 см, чтобы исключить влияние поверхностного загрязнения. Снег помещали в стерильные пластиковые контейнеры и транспортировали в лабораторию.

После растапливания при комнатной температуре талая вода фильтровалась через бумажный фильтр для удаления крупных частиц.

Используемые реагенты

Анализ проводился с использованием следующих реагентов:

1. **Нитрат серебра (AgNO_3)** — для обнаружения хлоридов (Cl^-).
2. **Хлорид бария (BaCl_2)** — для выявления сульфатов (SO_4^{2-}).
3. **Гидроксид натрия (NaOH)** — для определения азотистых соединений и кислотности среды.

Процедура эксперимента

Каждая проба талой воды подвергалась следующим тестам:

1. На хлориды:

— К 10 мл талой воды добавляли 2 мл раствора AgNO_3 . Появление белого творожистого осадка (AgCl) свидетельствовало о наличии Cl^- .

2. На сульфаты:

— К 10 мл воды добавляли 2 мл BaCl_2 . Осадок BaSO_4 подтверждал наличие сульфатов.

3. На азотистые соединения:

— К 10 мл воды добавляли 1 мл NaOH . Запах аммиака и изменение цвета индикаторной бумаги подтверждали присутствие аммонийных соединений.

Результаты

Район Восток (промышленная зона)

— **Хлориды (Cl^-):** При добавлении AgNO_3 образовался обильный белый осадок, что указывает на высокую концентрацию хлоридов.

— **Сульфаты (SO_4^{2-}):** Реакция с BaCl_2 вызвала выпадение густого белого осадка.

— **Азотистые соединения:** При добавлении NaOH наблюдалось выделение запаха аммиака, что свидетельствует о наличии аммонийных соединений.

Район 7 (жилая зона)

- **Хлориды (Cl^-):** Осадок с AgNO_3 был менее выражен, чем в промышленной зоне.
- **Сульфаты (SO_4^{2-}):** Осадок BaSO_4 выпадал в умеренных количествах.
- **Азотистые соединения:** При добавлении NaOH запах аммиака был слабым.

Район 10 (пригород)

- **Хлориды (Cl^-):** Реакция с AgNO_3 не привела к образованию осадка.
- **Сульфаты (SO_4^{2-}):** Реакция с BaCl_2 показала лишь слабое помутнение раствора.
- **Азотистые соединения:** Реакция с NaOH не выявила наличия аммиака.

Обсуждение

Результаты эксперимента показали, что уровень загрязнения снега значительно варьируется в зависимости от расположения района относительно промышленных объектов.

1. Промышленная зона (район Восток):

Высокая концентрация хлоридов связана с выбросами металлургического завода, где используются соединения хлора.

Присутствие сульфатов свидетельствует о выбросах серных соединений, характерных для процессов сжигания топлива.

Аммонийные соединения в талой воде указывают на значительное загрязнение воздуха продуктами азота.

2. Жилая зона (район 7):

Концентрация загрязнителей снизилась по сравнению с промышленной зоной, что объясняется удаленностью района от источников выбросов.

Умеренное содержание хлоридов и сульфатов подтверждает влияние промышленной деятельности, но в меньшей степени.

3. Пригород (район 10):

Содержание загрязняющих веществ было минимальным, что указывает на естественный фон.

Эти результаты согласуются с данными предыдущих исследований [1; 2], указывающими на локализацию промышленного загрязнения вблизи его источников.

Заключение

Проведенный анализ подтвердил, что снег в городе Темиртау служит индикатором значительного атмосферного загрязнения. Наибольшие концентрации загрязняющих веществ обнаружены в районе А, где их содержание превышает показатели жилой и природной зон.

Полученные данные подчеркивают необходимость внедрения экологических мер:

- Контроль выбросов предприятий.
- Установка фильтрующих систем на производствах.
- Проведение регулярного мониторинга атмосферных осадков.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гринберг, А. Е. Анализ воды: руководство для химиков. — М.: Химия, 2020. — 277 с.
2. Захаров, В. И. Экология промышленных регионов. — М.: Техносфера, 2021. — 180 с.
3. Кузнецова, А. А. Химический состав осадков в промышленных районах. — Алматы: Наука, 2019. — 250 с.
4. Higgins, A. Modern Analytical Chemistry. — New York: McGraw-Hill, 2017. — 412 p.
5. Сидорова, Н. П., Иванов В. Л. Экологический мониторинг атмосферных осадков. — СПб: Наука, 2018. — 320 с.



БИОЛОГИЯ

Генетика: можно ли из двух особей с рецессивным признаком получить особь с доминантным признаком?

Абдурахимова София Тимуровна, учащаяся 4-го класса;
Абрамов Марк Павлович, учащийся 3-го класса;
Зотова Ульяна Дмитриевна, учащаяся 3-го класса;
Сикачина Елизавета Александровна, учащаяся 2-го класса;
Литвинов Фёдор Викторович, учащийся 4-го класса;
Сиракян Дэнис Нарекевич, учащийся 5-го класса

Научный руководитель: Колодина Алина Павловна, учитель русского языка
Потребительское общество Досуговый центр «Школа будущего» (Московская область)

В статье авторы исследуют законы наследственности и изменчивости на примере живых организмов.

Ключевые слова: генетика, доминантные и рецессивные гены, первый и второй законы Менделя.

Введение

Нашу планету населяют почти три с половиной миллиона видов растений, животных и микроорганизмов. Каждый из этих видов способен производить на свет лишь себе подобных.

Этот феномен называется наследственностью. Он является главной особенностью живых существ. Интересно, что наследственность не подразумевает абсолютную тождественность индивидов. Мы можем наблюдать только чрезвычайное сходство между родительской и дочерней особью.

Так, ребенок не является копией своих родителей, а лишь представляет собой совокупность их признаков, которые отличают его от других людей.

Важно, что феномену наследственности всегда сопутствует феномен изменчивости, который отражает индивидуальные, семейные и иные различия между особями одного вида.

Таким образом, генетика — это наука о наследственности и изменчивости живых организмов.

Процесс наследования и изменчивости различных признаков имеет свои закономерности и происходит не хаотичным способом. Мы легко можем проследить это на примере своих семей. Если у мамы карие глаза, а у папы голубые, то дети в такой семье будут, вероятнее всего, кареглазые. Если же оба родителя являются обладателями голубого цвета глаз, то и дети с большей вероятностью будут обладателями этого же признака.

Закон наследования доказал Грегор Мендель в 1866 году. Он открыл закон доминирования и выяснил, что за

передачу наследственной информации в наших клетках отвечают два типа генов: доминантные и рецессивные. Как понятно из их названия, доминантные гены — господствующие. Они проявляются у особей первого поколения и обозначаются латинскими буквами АА. Рецессивные гены — это гены, которые не проявляются в первом поколении. Они обозначаются латинскими буквами аа.

Мы задались вопросом, *может ли от двух особей с рецессивным признаком появиться особь с доминантным признаком?*

Законы наследования генетических признаков стали **объектом** нашего исследования, а доминантные и рецессивные гены — **предметом**. В рамках нашего исследования мы поставили цель — экспериментальным путем выявить и проанализировать законы наследования генетических признаков.

В рамках исследования нам необходимо было провести эксперимент на быстроразмножающихся и быстро развивающихся живых организмах. Мы выбрали дрозофил меланогастер, или плодовых мушек. Мы выяснили, что способность летать у этих мушек является доминантным признаком, а нелетающие мушки являются обладателями рецессивного признака.

Таким образом, была выдвинута гипотеза: **При скрещивании нелетающих дрозофил меланогастер можно получить летающую особь.**

Мы поставили следующие **цели**:

- Изучить, где находятся гены.
- С помощью эксперимента вычленив клетки ДНК из живых организмов.

- Узнать законы наследования генетических признаков.
- Экспериментальным путем доказать законы наследования.

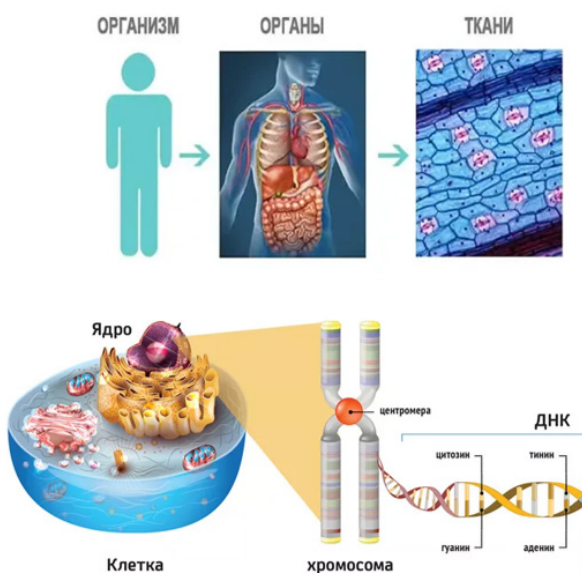
Теоретическая часть

Наследственность — свойство организма передавать свои признаки потомкам без изменения.

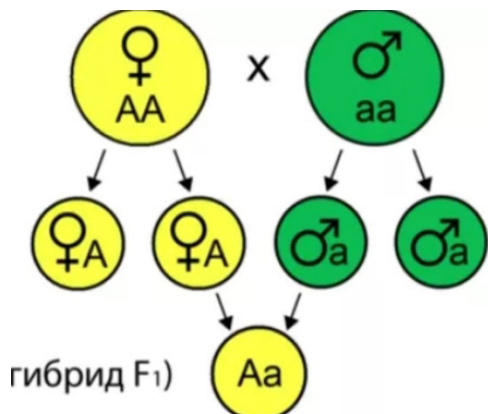
Изменчивость — свойство организма приобретать новые признаки в процессе индивидуального развития.

Как уже было упомянуто выше, за наследственность и изменчивость в любом живом организме отвечают гены.

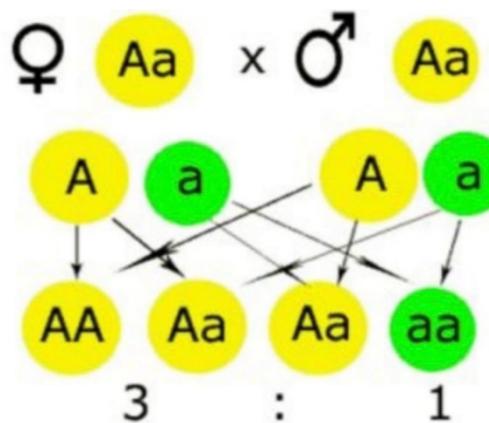
Мы изучили, что ген — это участок молекулы ДНК (дезоксирибонуклеиновой кислоты). Несколько ДНК объединяются в хромосомы. Хромосомы — это структуры, которые состоят из молекул ДНК и белка и находятся в ядрах клеток. Из клеток состоят все органы, а из органов состоит сам живой организм.



Также мы узнали, что Грегор Мендель выявил несколько важных законов в генетике. Первый закон Менделя гласит о том, что в первом поколении проявляются доминантные признаки особей.



Второй закон Менделя, или Закон расщепления, гласит, что во втором поколении 75 % особей имеют доминантное состояние признака, а 25 % — рецессивное (расщепление 3:1).



Рецессивные гены никуда не пропадают и продолжают существовать в гибридах, не проявляясь. Мендель высказал предположение, что каждый организм содержит пару наследственных зачатков, один из которых он получил от отцовского организма, а второй — от материнского. Если гибрид второго поколения получал от родителей два рецессивных гена, он проявлял рецессивный признак, если хотя бы один доминантный ген — проявлялся доминантный признак.

Таким образом, второй закон Менделя поможет нам подтвердить нашу гипотезу.

Практическая часть

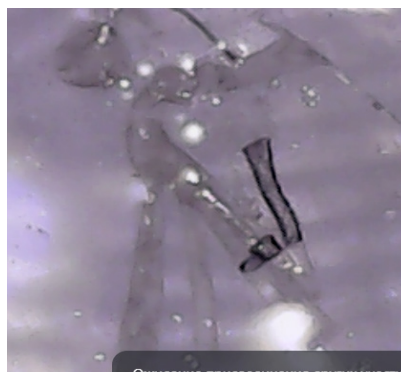
Эксперимент 1

Целью первого эксперимента стало самостоятельное выделение нитей ДНК из фруктов и овощей для дальнейшего изучения их под микроскопом.

Эксперимент состоял из нескольких этапов.

На первом этапе мы приготовили спиртовой раствор, в который добавили соль и мыло в равных пропорциях. На втором этапе мы измельчили мякоть банана до однородного состояния. На третьем этапе мы смешали получившийся раствор с мякотью банана. После этого получившейся смеси нужно было дать настояться в течение 10–15 минут для активизации химических процессов. По истечению этого срока на поверхность пробирки всплывали белые однородные нити, которые содержали в себе молекулы ДНК.

Вот, что мы увидели в микроскоп.



Проведя первый эксперимент, мы сделали вывод, что молекулы ДНК находятся в каждой клетке живого организма.

Эксперимент 2

Для проведения второго эксперимента было закуплено множество особей нелетающих дрозофил меланогастер. Мы узнали, что закупленные мошки потеряли способность летать вследствие генетической мутации, а точнее двух ее видов: Curly wings и Bithorax. Эти мутации произошли искусственным путем. Поскольку данный вид мошек использовали для кормления более крупных насекомых, их лишили способности летать. А это значит, что их гены сохранили способность летать, но в рецессивном признаке.

В течение двух недель за мошками осуществлялся должный уход для предоставления им возможности скрещиваться.

Спустя две недели в третьем потомстве мошек появились особи, способные летать. Мы изучили их крылья

под микроскопом. Крылья были абсолютно здоровы и не имели никаких признаков мутации.

Проведя второй эксперимент, мы сделали вывод, что от особей с рецессивными признаками можно получить особь с доминантным признаком.

Выводы

Наши эксперименты подтвердили, что ДНК находится в клетках всех живых организмов. Процесс наследования подчиняется законам Менделя. Доминантные гены проявляются в первом поколении, а рецессивные не исчезают, а комбинируются и передаются следующим поколениям в определенных соотношениях.

Заключение

Исследование помогло нам ответить на возникшие вопросы. Наша гипотеза подтверждена, поставленные задачи выполнены, а цель достигнута.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Курчанов, Николай Анатольевич. Генетика человека с основами общей генетики: руководство для самоподготовки / Н. А. Курчанов. — СПб.: СпецЛит, 2010. — 63 с.: ил.
2. Медведева, А. А. Как решать задачи по генетике: методические рекомендации / А. А. Медведева // Абитуриент. — 2004. — № 12. — с. 21–25.
3. Мендель, Г. Опыты над растительными гибридами. М., 1965; Гайсинович А. Е. Зарождение и развитие генетики. М., 1988.
4. Нгуен, Динь Ням. Формирование и развитие у учащихся генетических знаний в процессе обучения общей биологии в общеобразовательных школах Вьетнама: спец. 13.00.02 — Теория и методика преподавания биологии: автореферат дис. на соиск. учен. степ. к. пед. н. / Д. Н. Нгуен. — Москва: МПУ, 1998. — 19 с.

Жизнедеятельность муравьев-жнецов в формикарии и в естественной среде

Косачев Евгений Андреевич, учащийся 3-го класса

Научный руководитель: *Андрейчук Лариса Николаевна, учитель начальных классов*
МБОУ «СОШ № 8» г. Топки (Кемеровская обл.)

Введение

Жизнь муравьев — очень интересная тема, которая всегда привлекала меня. Но наблюдать и изучать муравьев в природе довольно сложно, поэтому возникла идея вырастить колонию муравьев у себя дома. Для этого был куплен специальный дом (формикарий), который я заселил муравьями — жнецами.

Актуальность данной работы обусловлена возможностью наблюдать за жизнью этих насекомых круглый год, что воспитывает чувство ответственности за питомцев, заботясь о них. Получение новых знаний с помощью исследования.

Цель: Получить новые знания о виде насекомых «Муравьи — жнецы».

Задачи:

1. Изучить литературу по выбранной теме;
2. Увеличить численность колонии с помощью создания благоприятных условий для них;

3. Сравнить жизнь домашних муравьев в условиях формикария и лесных — в неволе;

4. Распространить информацию о жизнедеятельности муравьев — жнецов среди сверстников для развития их кругозора и познавательности.

Объект исследования — муравьи-жнецы.

Предмет исследования — жизнь муравьев-жнецов в условиях формикария и лесных — в неволе;

Методы исследования: эксперимент, анализ, обобщение и вывод.

Гипотеза: если создавать благоприятные условия для жизнедеятельности домашних муравьям-жнецам, можно развить положительные качества человеку, как забота, доброта, дисциплинированность.

Ожидаемые результаты: внедрение данного исследования в образовательный процесс на уроках окружающего мира или внеклассных занятий.

Практическая значимость заключается в том, чтобы познакомить сверстников с муравьями в целом, и с видом муравьев (муравей-жнец), расширить кругозор с помощью наблюдения за жизнью данных насекомых и эксперимента.

Муравьи-жнецы — кто они?

Муравьи — это семейство насекомых отряда перепончатокрылых (рис. 1). В России насчитывают около

300 видов. Распространены повсеместно, больше всего их обитает в тропическом поясе в степях и полупустынях, от Португалии до Казахстана, и на Юг до Ирана. *Messor muticus* — степной муравей-жнец. **Тип его муравейника является** подземным, без наружных построек, с кратерами из земли, имеют сложную систему ходов и камер. Численность их в одном гнезде измеряется тысячами и десятками тысяч, а в некоторых и до миллиона особей.



Рис. 1. Муравьи-жнецы

Муравьи-жнецы считаются общественными насекомыми, образующими 3 касты: самки, самцы и рабочие особи. В их колонии **присутствует** моногиния, то есть живет только одна яйцекладущая матка, которая в размере составляет 9–11 мм (больше всех). Она самая главная в своем семействе. Размер рабочих особей: 3–5 мм.

В семье они делятся на функциональные группы: фуражиры (снабжают семью пищей), няньки (ухаживают за расплодом), строители, солдаты (охраняют гнездо от нежелательного гостя и являются самыми крупными среди названных) и др. (рис. 2).



Рис. 2. Касты муравьев: рабочие, самка и самец

В жизни семьи существует разделение труда, у каждого её члена строго регламентированная и регулируемая многочисленными механизмами передачи информации: тактильным, химическим (феромоны), вибрационным.

По моим наблюдениям муравьи имеют различный окрас, а именно, черный, коричневый, рыжеватый, только родившиеся муравьишки выглядят полупрозрачными (рис. 3). Что подтверждается научной информацией из большой Российской энциклопедии.



Рис. 3. Цветовая разновидность

Пищей муравьям служат различные насекомые, сладкие выделения тлей и кокцид (падь), нектар и сок растений, семена, грибы, а самку и личинок они выкармливают выделениями слюнных желез. Некоторые муравьи в камерах гнезда выращивают «грибные сады» или «опекают» тлей и кокцид (ради пади).

Чем же важны и полезны муравьи — жнецы в природе? Деятельность муравьёв способствует повышению продуктивности земель (перемешивание, рыхление и удобрение почв). Общеизвестна их роль как санитаров леса, уничтожающих лесных насекомых-вредителей. От муравьёв во многом зависит семенное размножение некоторых растений, например, опыление цветков копытня европейского и распространение его семян.

На вопрос: является ли муравей-жнец вредителем, вооружающим плоды трудов человека? — стоит ответить отрицательно. Он собирает свой урожай только с земли, из уже поврежденных колосков на полях, поэтому и его название

«Муравей — жнец». Зернышки хранятся во влажных подземных камерах достаточно долго и периодически прорастают. Тогда муравьи отгрызают проростки, а сами семена перетирают в порошок, смачивают слюной и кормят личинок. Согласно исследованиям, муравьи из одной семьи способны принести в подземные хранилища до 1,5 кг зерна.

Муравьи-жнецы являются, пожалуй, одними из наиболее простых и популярных муравьёв для содержания дома. Эти муравьи обладают рядом интересных особенностей.

Жизнедеятельность муравьев-жнецов в формикарии и естественной среде

2.1. Заселение муравьев в формикарий

Для обитания муравьев в искусственной среде существуют формикарии, которые создаются человеком. Для мессоров подойдет любой гипсовый (рис. 6) или итонговый (рис. 4, 5). В свою очередь, они могут быть горизонтальными (рис. 4) или вертикальными (рис. 5).

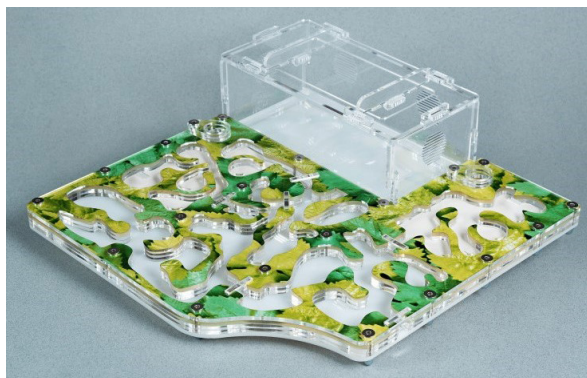


Рис. 4. Виды формикариев. Итонговый, горизонтальный



Рис. 5. Виды формикариев. Итонговый, вертикальный



Рис. 6. Виды формикариев. Гипсовый, вертикальный

Для этого вида муравьев необходима определенная влажность: чтобы были как сухие, так и влажные камеры. В такой среде жизнедеятельность муравьев-жнецов несколько отличается от природной. Например, ограниченное пространство, зависящее от размеров контейнера, температура, влажность, освещение, отсутствие хищников, питание. На мой взгляд, для того, чтобы удобно было наблюдать и ухаживать за муравьями, мне приобрели вертикальный итонговый формикарий. В коробке с домиком прилагались камушки для интерьера, зерна

для кормления колонии, пипетка и колба для воды, чтобы создать благоприятный климат. Сами муравьи были заказаны у специальных заводчиков из г. Москвы, получил я их посылкой по почте, в количественный состав входила матка, несколько солдат и 15 обычных рабочих. Я внимательно изучил инструкцию, подготовил формикарий к заселению и начал действовать. Мне необходимо было вставить колбу с муравьями (рис. 7) в специальное отверстие или опустить ее внутрь, положив на арену.

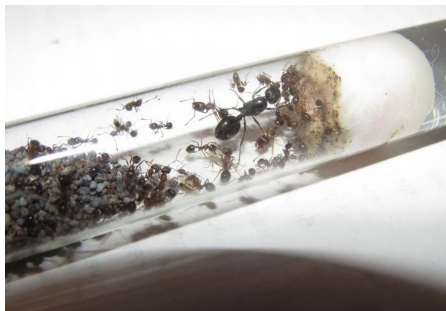


Рис. 7. Нахождение муравьев-жнецов в колбе

Колония должна была самостоятельно перейти в формикарий. Но так как муравьи получили стресс от смены обстановки и думали, что вне колбы нет воды. Прошло 1,5 месяца, и они не собирались переселяться, а только рассортировывали зерна, мак и семечки по кучкам. В итоге, я аккуратно стал пытаться вытряхнуть матку на арену, чтобы убрать привычное им жилье и не оставить выбора для переселения в камеры формикария. Обследовав каждый уголок, заселение произошло! На первом этаже своего нового дома, муравьи разместились возле влажной губки. Кучки с пищей стали заносить так же в камеры, адаптация подходила к завершению. Новый формикарий стал их новым домом. Хочу дать совет: позвольте муравьям некоторое время адаптироваться к новым условиям, не беспокойте их слишком часто, особенно в первые дни после заселения.

2.2. Благоприятные условия для жизни муравьев в домашних условиях

Когда я заселил муравьев — жнецов в формикарий, последовал самый сложный этап. Мне нужно было со-

здать благоприятные условия для их жизнедеятельности. Готовясь к новым питомцам, я изучал всю информацию по их домашней жизни: читал различные статьи в интернете, брал в библиотеке книги, смотрел блогеров, таких как Alex Boyko, которые пошагово объясняли различные моменты об этих насекомых. Муравьи-жнецы хоть неприхотливые питомцы, все же требуют особого внимания. Я посчитал необходимым рассказать и объяснить домочадцам, что муравьям запрещен яркий свет, прямые солнечные лучи, громкие звуки, сквозняки. Комфортная температура для них составляет от +20°C до +28°C. Мой формикарий оснащен системой увлажнения, но необходимо постоянно следить за тем, чтобы колба была заполнена водой. Для дополнительного увлажнения и для случая, если воды окажется предельно мало, я разместил на арене еще одну колбу, наполненную водой и закрытую губкой. Дополнительно ко всему, в моей комнате, где расположен формикарий, воздух достаточно сухой и теплый, поэтому муравьи часто обитают вокруг влажной губки (рис. 8).



Рис. 8. Размещение муравьев-жнецов на влажной губке

Что касается рациона, то это должна быть белковая еда (например, мертвые насекомые), углеводы (мед, сахарный сироп), различные зерна и вода (рис. 9).



Рис. 9. Рацион домашних муравьев

Экспериментировать с пищей не желательно. Зная, что муравьи, которые пробираются в дом к моей бабушке в деревне, воруют сахар, я задумался и решил дать моим муравьям — жнецам пару кристалликов сахара. Набив свои брюшки сладостью, третья часть колонии погибла. Уточнив свои действия с информацией в социальных сетях, оказалось, что домашним муравьишкам сахар запрещен! Задумавшись, куда делись погибшие, я увидел, как один из рабочих переносил уже не живого собрата в определенное ими

место в углу формикария для подобных. Спустя некоторое время, я сделал вывод, что самая лучшая еда для них — это гаммарус в жидком виде. Как я кормлю маленьких жителей формикария? Белковый жидкий корм находится в маленьких пластиковых коробочках и хранится в холодильнике. Предварительно перед кормлением, я достаю корм для оттаивания, затем, набираю его в пипетку и выливаю на арену большую капельку. Муравьи собираются вокруг этой капли и начинают принимать пищу (рис. 10).



Рис. 10. Прием пищи особей муравья

Далее, по моим наблюдениям, оказалось, что: чтобы не перекормить питомцев, но и не заморить их голодом, необходимо давать жидкий корм раз в четыре дня.

Для того, чтобы предотвратить развитие плесени и болезней у маленьких жителей, необходима чистота, в прочем, как и в любом доме. Для этого необходимо вооружиться сухой широкой кисточкой, влажными и сухими ватными дисками, по возможности, закрыть выход из искусственного муравейника на арену. Аккуратно удалить мелкий мусор, остатки пищи и погибших особей, затем, открыть выход (если закрывали) и надежно закрыть формикарий, чтобы муравьи не могли сбежать. Уборкой необходимо заниматься регулярно это поможет избежать появления плесени в формикарии и болезни муравьев. В случае, если муравьи свободно передвигаются во время уборки или замены воды в колбе, которая находится на арене, стражи муравьиного порядка, в лице солдат, могут напасть на кисточку и начать с ней борьбу, крепко держась передними лапками, махая задними и кусая за ворсинки своими челюстями.

Создание благоприятных условий для муравьев позволит им успешно развиваться и размножаться, обеспечивая вам интересное наблюдение за их жизнью!

2.3. Лесные муравьи-жнецы в условиях неволи

Однажды, прошлым летом, когда я гостил у прабабушки в поселке Раздолье, мне было дано задание: найти все муравьиные кочки на территории за огородом. Их количество было таким большим, что тут же у меня возникла идея, почему бы не сравнить жизнь муравьев — жнецов, живущих у меня в формикарии с жизнью лесных, но в условиях, подобным домашним?

Я пригласил маму для помощи, предварительно рассказав о своей задумке. Эксперимент начался! Мы взяли трехлитровую банку, садовую лопатку и пошли к муравьиной кочке. Чуть копнув землю, где они обитали, там оказалось их огромное количество с множеством яиц, личинок и даже крылатых особей. Несколько аккуратных зачерпываний и часть муравейника оказалась в банке (рис. 11).

Для муравьев это был, конечно, большой стресс и невероятная опасность. Понимая, что они могут просто сбежать, необходимо было закрыть емкость. Но, зная, что без поступления кислорода эти насекомые погибнут, мною было придумано накрыть бумажной салфеткой и закрепить канцелярской резинкой ее вокруг горлышка.



Рис. 11. Нахождение лесных муравьев-жнецов в стеклянной банке

Привыкнув и успокоившись, муравьи стали простраивать и чинить ходы в своей земле, распределять личинок и яйца в безопасное место. Теперь мне хорошо виднелись их камеры и пути к ним. На протяжении нескольких дней я наблюдал за ними, запускал больше воздуха, кормил ягодой и зернами, даже подсаживал к ним земляного червяка и какого-то черного жука. Живность в своем муравейнике они расценивали как врага, нападали на него и старались обезвредить. В итоге, муравьи прогрызли маленькие отверстия и по одному, практически незаметно, стали выбираться из неволи. Хорошо, что мною заранее было продумано, в случае подобной ситуации, оставить банку с лесными жителями на уличном крылечке (дома таким гостям вряд ли были бы рады). Затем я отнес наполненную банку на кучу из травы за дорогу, а банку забрал на следующий день, когда там уже никого не было.

Проанализировав этот эксперимент, я пришел к выводу, что посадка лесных муравьев в обычную стеклянную банку может показаться простым решением, но это далеко не лучший вариант для содержания этих насекомых. Потому что в ней ограниченное пространство, совсем непривычное и тесное для них, отсутствие венти-

ляции (банка запотевала), остатки еды быстро портятся и убрать их невозможно, воду в банку подавать сложно, опасность побега без плотной крышки и их размещение по дому. А знали ли Вы, что лесные муравьи любят лакомиться сладкими выделениями тлей, крошечных насекомых, сосущих сок растений? Они опекают своих «дойных коровок», защищают от врагов и даже уносят на зимовку в муравейник. Помещая этих насекомых в условия неволи, я, к сожалению, лишил их этого замечательного занятия.

Заключение

В последние несколько лет разведение муравьиной фермы дома пользуется популярностью. В комплексах под названием формикарий жизнь муравьев становится организованной: рабочие нянчат детей, строители занимаются облагораживанием жилища, добывают пищу, охраняют, ухаживают за маткой, которая, в свою очередь, производит потомство. Стоит заметить, что муравьев большое количество разновидностей, но для содержания в домашних условиях подходят муравьи — жнецы. Разведение жнецов в домашних условиях может начинаться с 20 муравьев и, развиваясь, достигать несколько тысяч особей в населении колонии (рис. 12).



Рис. 12. Колония муравьев-жнецов в формикарии. Число особей более тысячи

Содержание лесных муравьев в банке может показаться удобным вариантом, но это не лучший способ обеспечить комфортные условия для их жизни. Во-первых, специализированные формикарии гораздо эффективнее и безопаснее как для самих муравьев, так и для человека, во-вторых, ведь благополучие планеты зависит от наших братьев меньших в том числе. Поскольку насекомые выступают и как наши друзья и союзники, и как наши враги и соперники, они не могут быть нам безразличны. Поэтому мы должны их оберегать.

Наблюдать за жизнью этих насекомых круглый год воспитывает чувство ответственности за питомцев, заботясь о них. С помощью исследования и поисков информации о муравьях я получаю новые знания, что расширяет мой кругозор. А рассказывая удивительные истории и интересные факты о них своим близким людям и друзьям — способствую развитию их кругозора и познавательности.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Муравьи. Большая российская энциклопедия: официальный сайт. — URL: <https://bigenc.ru/c/murav-i-fa4194>.
2. Википедия: официальный сайт. — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Муравьи>
3. Большая российская энциклопедия // Первая публикация: Лютикова Лариса Ивановна, 2012. — URL: <https://bigenc.ru/c/murav-i-fa4194>
4. Муравьи и Генеральная уборка! // Новый декор в Египетском стиле! // Alex Boyko — URL: <https://yandex.ru/video/preview/3591055765579361039>
5. Великое переселение муравьев Жнецов! // Все оказалось не так просто! // Alex Boyko — URL: <https://yandex.ru/video/preview/1436778607354880910>
6. Школьный атлас — определитель беспозвоночных / М. А. Козлов, И. М. Олигер. — Москва: Просвещение, 1991. — 176 с.
7. Соседи по планете. Насекомые / Ю. Дмитриев — Москва: Детская литература, 1977. — 47 с., 50 с.
8. Насекомые. Самая первая энциклопедия — Москва: РОСМЭН, 2013. — 16 с.

Изучение восприятия цвета личинками ручейников на примере выбора грунта для построения «домиков» (поселок Буково Карачаево-Черкесской Республики)

Трифопова Екатерина Сергеевна, учащаяся 11-го класса

Научный руководитель: *Лазарева Евгения Михайловна, учитель биологии*
ОАНО «Школа «Летово» (г. Москва)

Литературный обзор

Зрение насекомых основывается на сложных фасеточных глазах и простых светочувствительных глазах — оцеллях. Есть также несколько задокументированных случаев экстраокулярных рецепторов.

Сложные глаза состоят из отдельных единиц — омматидиев. Каждый омматидий — независимая фоторецепторная единица. Функция омматидиев осуществляется за счет сетчатки (ретины), которая состоит из отдельных групп клеток — ретинул. Внутри каждой ретинулы заключен один рабдом, который состоит из рабдомеров — плотно упакованных ворсинок. Такая конфигурация, хотя и обеспечивает сравнительно более низкое разрешение, разрешает улавливать быстрые движения и видеть в за частую более широком спектре.

Основной зрительный пигмент в омматидиях насекомых — родопсин. От его спектра поглощения, как правило, зависит спектр, воспринимаемый насекомыми. У насекомых обнаружены три различные филогенетические группы

зрительных опсинов, чувствительными к длинной, короткой и ультрафиолетовой длинам волн. Помимо зрительного пигмента, воспринимаемый свет может также зависеть от экранирующих и фильтрующих пигментов и особенностей строения рабдома, таких как многослойная роговица, действуя как оптический волновод. Это позволяет теоретически видеть спектр от красного до ультрафиолетового и отдельно воспринимать поляризованный свет [1, 2, 3].

Несмотря на восприимчивость к ультрафиолетовому и поляризованному свету у некоторых насекомых, они почти не воспринимают длинноволновый спектр начиная с желтого или оранжевого. [4]

Простых глаз (оцеллей), в отличие от сложных, может быть несколько пар на разных сегментах тела насекомого. Считается, что они способны воспринимать только уровень освещенности, внося свой вклад в навигацию, корректируя ответ на визуальные стимулы [5, 3]. Возможно, оцелли играют роль в способностях к полету у некоторых насекомых [2]

Изучение цветовосприятия насекомых важно для лучшего понимания их поведенческих особенностей. Они используют информацию о цвете в различных поведенческих контекстах, таких как фототаксис, камуфляж или окраска тела, световой компас, обнаружение укрытий и ориентиров, источников пищи и субстрата для откладки яиц. [1]

Ручейники (*Trichoptera* или *Волосистокрылые*) — насекомые с полным превращением, считаются водными, поскольку их личинки живут в водоемах. Личинки червеобразные, уплощенные, с хорошо развитой головой, как правило состоящие из 9–10 частично или полностью хитинизированных сегментов. Имеют жабры, чаще всего на брюшке или ректальные. Окукливаются в начале — середине лета, взрослые особи живут в среднем от 40 до 100 дней, обитают в наземно-воздушной среде [6].

Личинки ручейников строят себе переносные «домики» или футляры из грунта в своем водоеме при помощи выделений из желез. Считается, что ручейники выбирают материал для домика основываясь исключительно на тактильных ощущениях, выбирая самые крупные и удобные частицы. Перед выбором материала, они ощупывают его определенное время, на основании чего принимают решение, прикреплять его к домику, или нет [7].

У личинок ручейников зрение обеспечивается несколькими парами простых глазков, стемматами, расположенных на боковых частях головы. Эти глазки имеют сложную внутреннюю структуру, включающую светочувствительные клетки (ретинулы) и кристаллические конусы. Стемматы у *Trichoptera*, вероятно, являются редуцированными формами фасеточных глаз и по строению близки к глазам личинок бабочек (*Lepidoptera*). Это подтверждает, что глазки ручейников способны не только воспринимать свет, но и различать его спектральные характеристики, что делает цветовосприятие у личинок физиологически возможным, хотя его точный диапазон остаётся неизвестным. [8]

Хотя пока нет точных данных относительно того, в каком спектре способны видеть ручейники, как взрослые особи, так и личинки, но есть исследования, которые указывают на предпочтение ими зеленого цвета среди прочих [9, 1]. Однако до сих пор неясно, насколько личинки используют зрение при выборе строительного материала

Цель работы

Оценить, есть ли у личинок ручейников сем. *Limnephilidae* предпочтения в выборе цвета материала для постройки домиков.

Задачи

- Подобрать оптимальные условия для содержания ручейников;
- Провести эксперименты:
 - С возможностью выбрать материалы, необходимые для строительства дома, из песчинок, окрашенных в разные цвета и скомпонованных в цветовой сектор;
 - С возможностью выбирать материалы, необходимые для строительства дома, из песчинок разных цветов, смешанных между собой;

— Без возможности выбрать цвет (содержание ручейников на песке только одного цвета);

- Подсчитать количество песчинок разных цветов в домиках у ручейников из разных экспериментов.

Гипотеза

В результатах подсчетов преобладать будет песок цветов короткого спектра.

Как правило, у насекомых спектр восприятия не покрывает длины волн более 550 нм красную и оранжевые зоны (которые находятся в правой части цветового спектра). Также эта гипотеза основывается на исследовании, в котором сравнивалась чувствительность к синему, зеленому и желтому цветам. Несмотря на некоторые отклонения внутри отдельных семейств, большинство ручейников склонны выбирать зеленый цвет и почти не выбирать желтый. [9]

Материалы и методы

Ручейники семейства *Limnephilidae* были собраны в пруду поселка Буково, в Карачаево-Черкесской республике.

Было проведено 3 эксперимента:

В первых двух экспериментах было использовано по 6 особей ручейников, эксперименты проводились параллельно. В первом эксперименте ручейники были посажены в емкость с водой, в которую было насыпано равное количество песка разных цветов, скомпонованного в сектора. Во втором эксперименте также равные количества песка разных цветов были изначально перемешаны. В центр был помещен круг из фильтровальной бумаге, потому что у некоторых ручейников были видимые сложности в перемещении по скользкому пластиковому дну.

Предварительно была снята половина домика у всех ручейников, чтобы у них как и был стимул строить домик, так была основа для домика. Полное удаление домика также может привести к гибели особей из-за сильного стресса. [7].

Стоит отметить, что в предыдущих работах [7], основывающихся на утверждении, что ручейники не опираются на зрение при выборе грунта, утверждалось, что если ручейники не считают изначально найденные им материалы достаточно удобным (крупными), они, скорее всего, будут продолжать свои поиски довольно долго, пока не найдут подходящий материал или не решат воспользоваться тем, который есть за неимением альтернатив. Используемый песок был довольно мелкий, поэтому около суток ручейники в обоих экспериментах были крайне неактивны в построении домиков. В первом эксперименте из-за этого частично перемешались сектора цветов, хотя все еще сохранялись зоны, в которых преобладал определенный цвет.

В третьем эксперименте использовались те же ручейники. Следует учитывать возможное влияние утомления или привыкания у личинок, участвующих в нескольких экспериментах подряд. Они были рассажены по две особи в емкости меньшего объема, в которых был песок только одного цвета. В этом эксперименте песчинок в домике в среднем оказалось больше, так как ручейники начали строить их почти сразу же после попадания в емкость. Скорее всего, это связано с тем, что к тому мо-

менту они уже привыкли к грунту и не тратили время на попытки найти более крупный материал.

Результаты

Опираясь на условия в пруду, из которого были собраны ручейники, были получены некоторые оптимальные условия их содержания:

— Температура 15–17°C;

- Достаточный объем воды, чтобы предотвратить резкие колебания температуры и быстрого расходования кислорода;
- Наличие аэратора;
- Вода из места забора;
- Корм — детрит;
- Наличие и достаточная длина исходного домика;
- Шершавый грунт для возможности передвижения

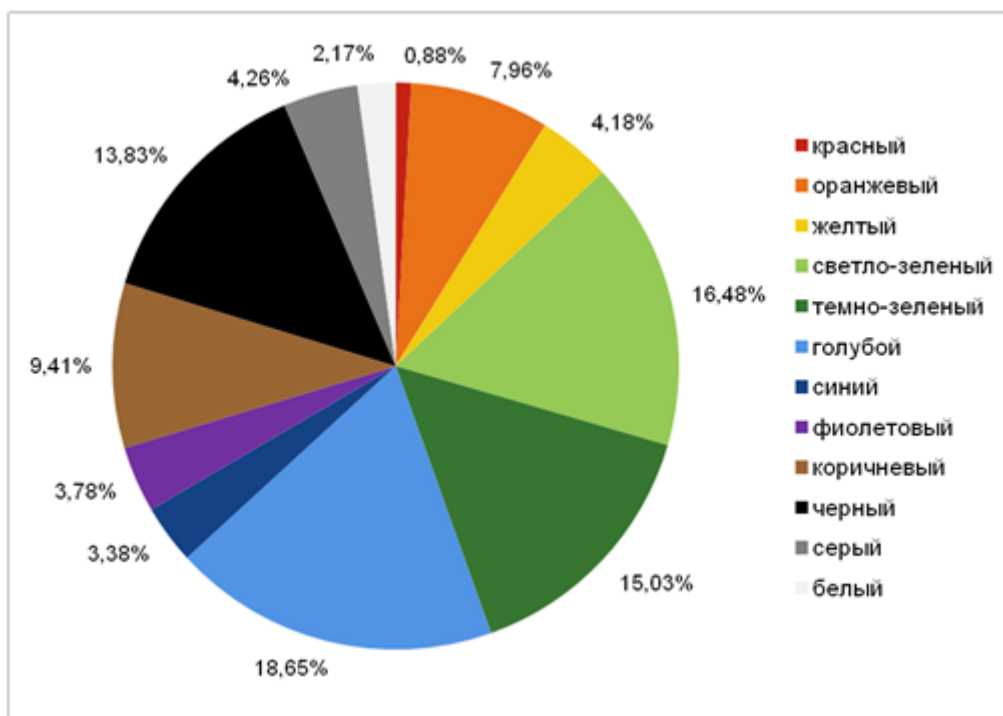


Рис. 1. Процентное соотношение цветов выбранного песка (эксперименты 1 и 2)

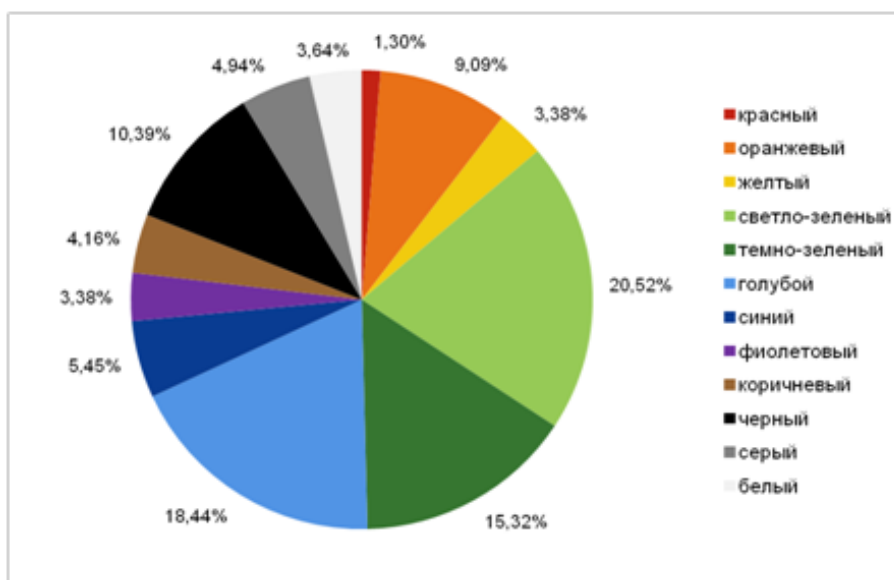


Рис. 2а. Процентное соотношение цветов выбранного песка (эксперимент 1)

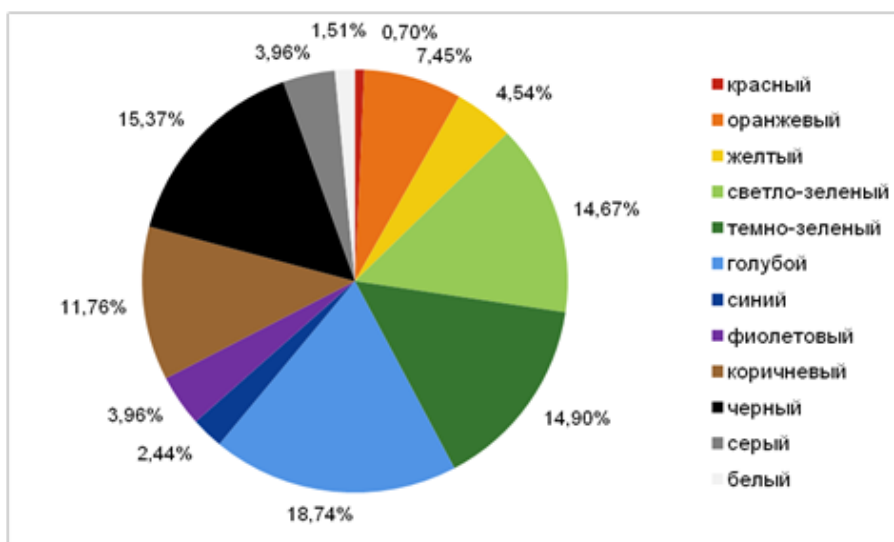


Рис. 26. Процентное соотношение цветов выбранного песка (эксперимент 2)

Судя по первым двум экспериментам (строительство домика при возможности выбрать цвет песчинок), при наличии выбора ручейники предпочитают (Рис. 1) песок голубого (18,65 %) и зеленого оттенков (16,48 % и 15,03 %), два этих цвета вместе составляют 50 % от всех выбранных личинками песчинок. Чуть меньше (23 % оба цвета) — коричневый и черный цвета (вероятно, из-за того что они часто встречаются в природе). Из того, что были использованы два оттенка зеленого (тёмный и светлый), можно сделать вывод, что ручейники опира-

ются больше на расположение цвета на спектре, чем на то, светлый грунт или темный.

Несмотря на то, что многие насекомые имеют смещение спектра зрения в фиолетовую и ультрафиолетовую часть, ручейники выбирали (Рис. 1) фиолетовый редко (3,78 %), наряду с синим (3,78 %), белым (2,17 %) и красным (0,88 %). Возможно, спектр зрения ручейников ограничивается голубым и зеленым цветами и лежит в спектре от 430 до 560 нм.

Результаты первых двух экспериментов имеют незначительные отличия. (Рис. 2)

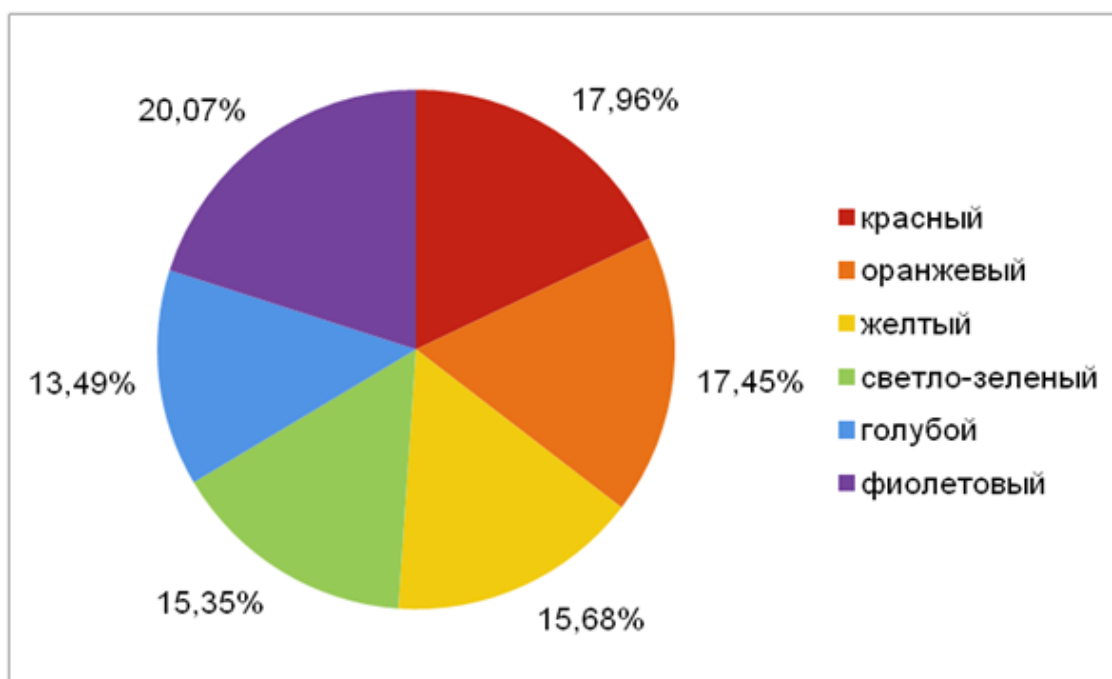


Рис. 3. Процентное соотношение цветов использованного песка (эксперимент 3)

При отсутствии выбора, у ручейников нет явных предпочтений по цвету грунта, количество собранных песчинок сопоставимо на грунте всех цветов. Ручейники

использовали для строительства домиков песчинки всех цветов. (Рис. 3)

Обсуждение

Полученные результаты указывают на то, что личинки ручейников действительно демонстрируют предпочтения в выборе цвета строительного материала. Более частый выбор голубого и зелёного песка согласуется с предположением о смещении спектра чувствительности их зрительной системы в сторону коротковолновой части (примерно 430–560 нм). Эти данные согласуются с наблюдениями, сделанными для других видов насекомых, включая бабочек и мух, у которых также выявлена чувствительность к синему и зелёному цветам. [1]

Важно отметить, что при отсутствии выбора цвета ручейники успешно строили домики из любых доступных песчинок. Это может свидетельствовать о том, что цвет не является решающим фактором, если выбор ограничен, и что тактильные и механические свойства субстрата могут играть более важную роль в условиях ограниченного ресурса.

Ограничением работы является отсутствие прямых физиологических измерений спектра чувствительности глаз личинок. Однако данные анатомических исследований [8] позволяют предположить наличие развитой светочувствительной системы, способной различать спектральные характеристики света. Это подтверждает правоту гипотезы о цветовом восприятии как факторе поведения при выборе строительного материала. Возможным расширением работы является анализ ДНК и РНК ручейников на наличие и экспрессию генов опсинов.

Выводы

Ручейники предпочитают цвета средней длины волны (голубой, зелёный) и естественные цвета (коричневый и чёрный).

При отсутствии выбора ручейники используют песок любого цвета.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Van der Kooij, C. J. Evolution of Insect Color Vision: From Spectral Sensitivity to Visual Ecology // Annual Review of Entomology. — 2020. — Vol. 65. — P. 247–266.
2. Guignard, Q., Luehr, S., & Misof, B. The evolution of insect visual opsin genes with specific consideration of the influence of ocelli and life history traits // BMC Ecology and Evolution. — 2022. — Vol. 22(1). — P. 1–19.
3. Как видят насекомые? // TechInsider [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.techinsider.ru/science/1600761-kak-vidyat-nasekomye/> (дата обращения: 13.01.2024).
4. Глупов, В. В. С точки зрения насекомого // Наука из первых рук. — 2013. — № 2. — с. 72–81.
5. Krapp, H. G. Central Processing of Visual Information in Insects // The Senses: A Comprehensive Reference. Vol. 1. Vision I / Eds. Masland R. H., Albright T. D. — Academic Press, 2008. — P. 131–204.
6. Мартынов, А. В. Ручейники. — Л.: Изд-во АН СССР, 1984. — 304 с.
7. Непомнящих, В. В. Как животные решают плохо формализуемые задачи поиска // Синергетика и психология. — 2004. — № 3. — с. 15–23.
8. Paulus, H. F., Schmidt, M. Evolutionswege zum Larvalauge der Insekten I: Die Stemmata der Trichoptera und Lepidoptera // Zeitschrift für zoologische Systematik und Evolutionsforschung. — 1978. — Vol. 16. — P. 188–216. — URL: <https://www.researchgate.net/publication/313035288> (дата обращения: 13.01.2024).
9. Kimura, G., Kuranishi, R. B. Effect of visible light sticks for collecting of adult caddisflies (Trichoptera): A preliminary field study // Zoosymposia. — 2020. — Vol. 18. — P. 118–124.

Оценка консервации генов опсинов у Trichoptera методом сравнения филогенетических деревьев

Трифорова Екатерина Сергеевна, учащаяся 11-го класса

Научный руководитель: Лазарева Евгения Михайловна, учитель биологии
ОАНО «Школа «Летово» (г. Москва)

Введение

Перед этим исследованием был проведен эксперимент, показывающий, что личинки ручейников могут иметь предпочтения в цвете при выборе грунта для домиков. [1] Один из способов проверить, обусловлено ли это генетически — измерить «важность» генов, отвечающих за восприятие разных цветов.

Опсины, участвующие в восприятии света, отражают эволюционные адаптации Trichoptera к двойной сре-

де обитания: водной на стадии личинки и наземной во взрослом состоянии [2]. Их чувствительность к разным длинам волн может быть связана с экологическими условиями и адаптациями к освещённости [3, 4].

Это исследование направлено на оценку степени консервативности генов опсинов у ручейников как показателя их функциональной важности. Для этого были построены филогенетические деревья на основе опсинов, с использованием метода максимального правдоподобия

(Maximum Likelihood), и проведено их сравнение с референтным деревом, основанным на последовательностях гистона H3. [5, 6] Чем ближе дерево опсинов к референтному дереву, тем выше предполагаемая степень консервации соответствующих опсинов.

Исследование имеет как фундаментальное, так и прикладное значение. Во-первых, знание спектральной чувствительности ручейников может способствовать минимизированию влияния антропогенного освещения. [7, 8] Во-вторых, предпочтения этих насекомых к определённым длинам волн могут быть полезны при создании ювелирных изделий с использованием их коконов. [9] В-третьих, ручейники — чувствительные биоиндикаторы качества воды. [10, 11]

Литературный обзор

Ручейники

Ручейники (*Trichoptera*) — отряд насекомых с полным превращением. На личиночной стадии они обитают в воде, а во взрослом состоянии — на суше [2, 11]. Такая смена среды обитания обусловила разнообразие опсинов и зрительных адаптаций. *Trichoptera* делятся на два подотряда: *Integripalpia* и *Annulipalpia*. *Integripalpia* защитные футляры, тогда как *Annulipalpia* использовались в исследовании в качестве внешней группы при построении деревьев [2].

Зрение насекомых

У насекомых имеется несколько органов зрения. У взрослых особей обычно развиты два типа глаз: фасеточные глаза (сложные) и простые глазки (оцеллии). Фасеточные глаза способны воспринимать свет в различных спектральных диапазонах, а также детектировать поляризацию, в то время как глазки, как правило, отвечают только за определение уровня освещённости. [3, 4]

У личинок имеются примитивные глазные структуры, стемматы (предшественники фасеточных глаз) однако их способность различать цвет ограничена. [4]

Филогения

Филогенетика изучает эволюционные взаимоотношения между организмами. Филогенетические деревья отражают дивергенцию видов и позволяют проследить генетические изменения, лежащие в основе видового разнообразия.

Такие деревья могут строиться на основе различных генов, в зависимости от целей анализа. Для изучения глубоких эволюционных связей обычно используются консервативные гены — например, гены рибосомной РНК (16S у прокариот, 18S у эукариот), гистоны или митохондриальные гены. [5]

Однако для исследования адаптаций к определённым экологическим факторам (например, к зрению) могут использоваться гены функционального значения, такие как опсины. [4]

Гистоны H3

Гистон H3 — это компонент нуклеосомы, структурной единицы хроматина в клетках эукариот. Он играет ключевую роль в упаковке ДНК и регуляции экспрессии генов. Благодаря своей функции в обеспечении структуры и стабильности генома, H3 демонстрирует высокий уровень консервативности на протяжении эволюции. [6]

В филогенетических исследованиях гистоны, включая H3, широко применяются в качестве молекулярных мар-

керов благодаря стабильности их последовательностей у различных видов. В данном исследовании филогенетические деревья, построенные на основе генов H3, рассматриваются как референтные, и сравниваются с деревьями, полученными на основе опсинов. [6]

Опсины и их биологическая функция

Опсины — это светочувствительные рецепторы, относящиеся к семейству G-белков-связанных рецепторов (GPCR). Они позволяют фоторецепторным клеткам преобразовывать световые сигналы в электрические импульсы, обеспечивая визуальное восприятие.

Этот процесс, называемый фототрансдукцией, лежит в основе способности организмов реагировать на световые стимулы. [3, 4]

Опсины делятся на несколько классов, включая опсины, чувствительные к коротковолновому (SW) и длинноволновому (LW) свету. В данной статье были рассмотрены несколько видов длинноволновых опсинов, ранее определенных в других исследованиях. [14] Каждый тип адаптирован к определённому диапазону длин волн, что может отражать экологические и поведенческие адаптации. [3, 4, 2]

Значение консервации опсинов

Оценка степени консервации генов опсинов среди различных видов позволяет судить об их функциональной значимости. Высококонсервативные участки указывают на эволюционные ограничения, связанные с необходимостью сохранения зрительной функции. [4]

Анализ этих закономерностей у *Trichoptera* может выявить селективное давление, оказавшее влияние на развитие зрительных адаптаций в водной и наземной среде, и подчеркнуть роль опсинов как ключевых молекул, определяющих светочувствительность. [2]

Предыдущие исследования

Было показано, что искусственное освещение, особенно в синем и поляризованном диапазоне, привлекает водных насекомых, формируя «эволюционные ловушки» [7, 8]. Недавние геномные исследования выявили значительное разнообразие длинноволновых (LW) опсинов и частое отсутствие коротковолновых (SW) у *Trichoptera*, что может быть связано с адаптацией к условиям низкой освещённости. Это подчёркивает связь между опсинным репертуаром и спектральной средой обитания [2, 12].

Методология

Для оценки степени консервации опсинов у *Trichoptera* были построены филогенетические деревья с использованием метода максимального правдоподобия (Maximum Likelihood, IQ-TREE) и сравнены с референтным деревом, основанным на гене гистона H3 — высококонсервативном элементе, широко применяемом в филогенетических исследованиях. [5, 13, 6] Предполагалось, что деревья, основанные на коротковолновых (SW) опсинах, будут ближе к референтному, чем деревья на основе длинноволновых (LW) опсинов, поскольку SW-опсины более широко распространены среди насекомых и, возможно, менее изменчивы. [3, 2, 14]

Для поиска гомологов генов опсина в неаннотированных геномах *Trichoptera* использовался tBLASTn, поскольку он позволяет сравнивать белковые последовательности

с нуклеотидными базами данных. Геномные последовательности были получены из NCBI GenBank, как наиболее полная база по *Trichoptera*. [3] Референтные опсины — из OrthoDB, на основе подхода Guignard et al. (2022). Однако из-за ограниченности аннотаций у многих видов и вариативности опсинов, область анализа была ограничена видами с идентифицируемыми гомологами. [14]

Предсказание границ генов выполнялось в AUGUSTUS, используя модель *Heliconius melpomene* (Lepidoptera), как ближайшего аннотированного родственника. Хотя это не исключает возможных ошибок аннотации, альтернативные инструменты, такие как GeneMark и Glimmer, были менее подходящими из-за ориентации на прокариоты или потребности в аннотированных геномах. [14]

Выравнивание последовательностей выполнялось с помощью MAFFT — быстрого и точного инструмента, особенно эффективного при обработке большого числа последовательностей. [15] Другие программы, такие как MUSCLE или Clustal Omega, уступали в скорости и точности при работе с длинными и разнородными последовательностями. [16]

Построение филогенетических деревьев осуществлялось с использованием IQ-TREE, который обеспечивает высокую точность при разумных вычислительных затратах. [13] Метод Байесовского вывода (MrBayes) был отклонён из-за слишком высокой ресурсоёмкости. [5] Для сравнения деревьев использовались три подхода:

- евклидово расстояние (учитывает различия в длинах ветвей),
- расстояние Робинсона-Фолдса (оценка различий в топологии),
- сравнение кладов (идентификация общих эволюционных узлов). [17]

Комбинированное использование этих метрик позволяет избежать искажения результатов, свойственного каждой из них по отдельности. Инструменты для их расчё-

та были интегрированы в онлайн-средства визуализации деревьев, что обеспечило удобство анализа.

Процедура:

1. Выбор и подготовка последовательностей

Аминокислотные последовательности опсинов (типов SW, LW2a и LW2b) для *Trichoptera* были отобраны из опубликованных данных [14] и объединены для дальнейшего анализа. В качестве референса использовалась последовательность гистона H3, полученная из UniProt.

2. Получение геномных данных

Геномы нескольких видов *Trichoptera* из семейства *Limnephilidae* были загружены из NCBI. Они использовались в качестве целевых геномов для поиска гомологов опсинов и гистона.

3. Поиск гомологов и извлечение последовательностей

С помощью tBLASTn были найдены участки генома, соответствующие предполагаемым опсином и гистону. На основе координат выравнивания были извлечены нуклеотидные последовательности, включая прилегающие регионы.

4. Аннотация и проверка генов

Предсказание границ генов проводилось с использованием AUGUSTUS. Принадлежность полученных белков к семейству опсинов подтверждалась с помощью BLASTp, анализа доменов (InterPro) и структурного моделирования (AlphaFold2).

5. Выравнивание и построение деревьев

Последовательности выравнивались с помощью MAFFT, после чего были построены филогенетические деревья методом максимального правдоподобия (IQ-TREE). В качестве внешней группы использовались представители подотряда *Annulipalpia*.

6. Сравнение деревьев

Деревья, построенные по опсином, сравнивались с деревом на основе гистона H3 для оценки степени их топологического сходства и, соответственно, уровня консервации опсинов. Для сравнения использовался интерфейс phylo.io

Визуализация

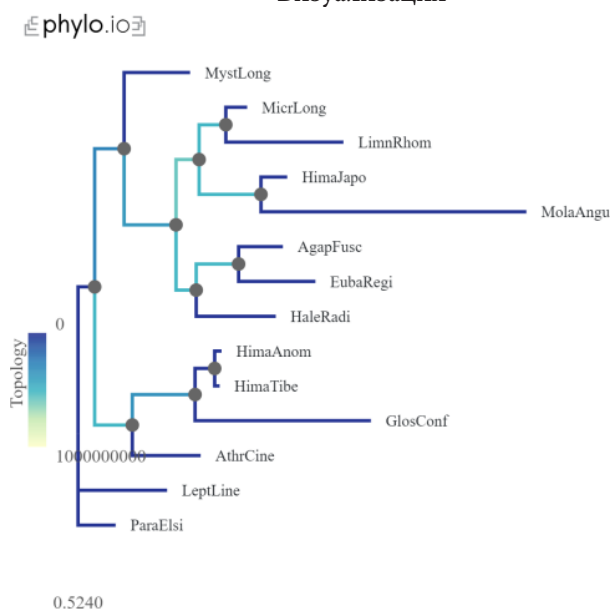


Рис. 1. Филогенетические деревья, основанные на гистонах H3 (референтное дерево). Виды, принадлежащие к подотряду *Annulipalpia*, были отмечены как внешняя группа. Цвета ветвей указывают на степень сохранности

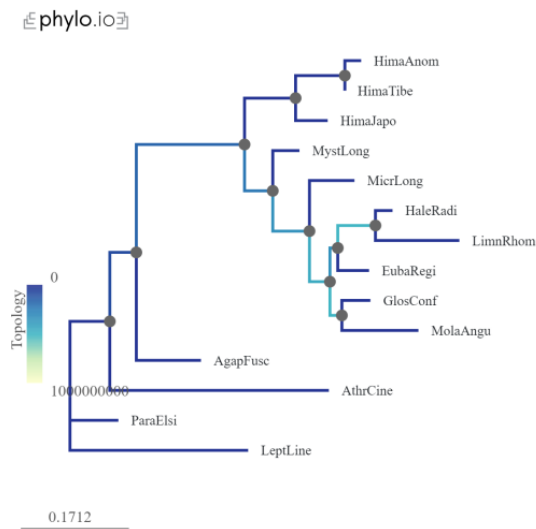


Рис. 2а. Филогенетическое дерево на основе SW-опсина

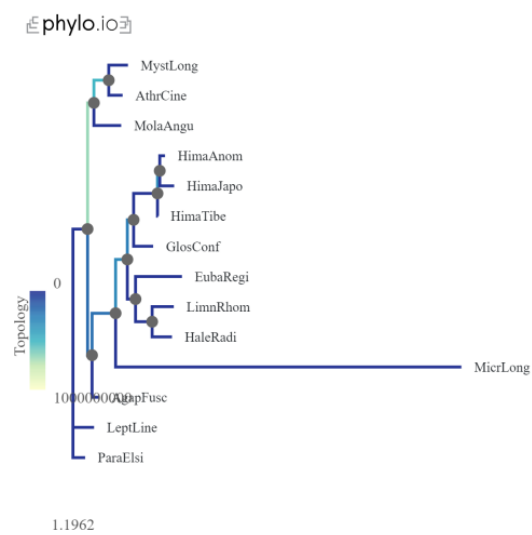


Рис. 2б. Филогенетическое дерево на основе опсина LW2a

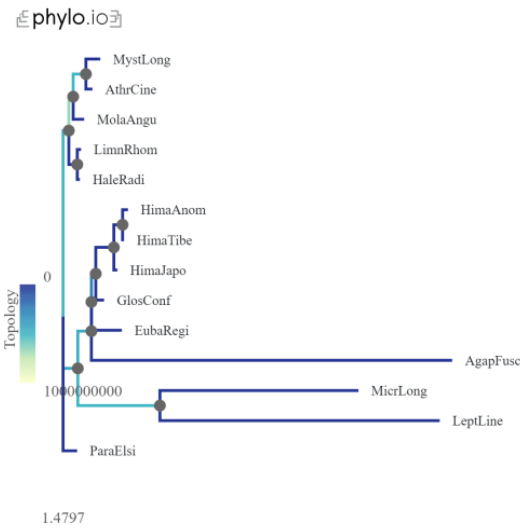


Рис. 2с. Филогенетическое дерево на основе опсина LW2b.1

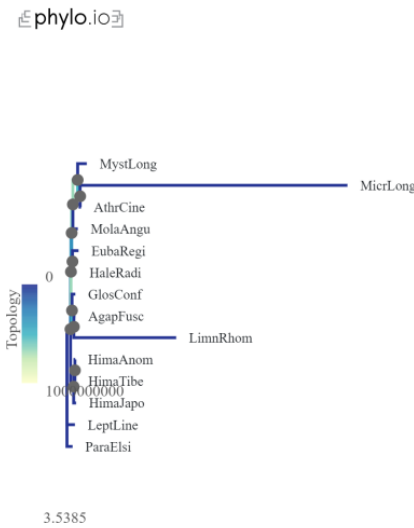


Рис. 2д. Филогенетическое дерево на основе опсина LW2b.2

Рис. 2. Виды, принадлежащие к подотряду *Annulipalpia*, были отмечены как внешняя группа. Цвета отражают уровень сходства ветвей с референтным деревом, более светлый цвет указывает на более низкое сходство

При визуальном сравнении деревьев на рис. 2 видно, что веток более светлого цвета больше в деревьях LWa и LWb.1. Кроме того, имеются значительные выбросы,

особенно у вида *Mystacides longicornis*. Это может указывать на проблемы с идентификацией и изоляцией генов опсинов.

Результаты

Таблица 1. Результаты сравнения опсинов и деревьев H3

Тип опсина	Степень сходства, условные единицы			
	Робинсон-Фуолдс	Клад	Поддержка клады	Евклидово расстояние
ЮЗ	17,00	19,00	25 %	4,90
LW2a	15,00	17,00	33 %	13,62
LW2b.1	13,00	15,00	42 %	6,64
LW2b.2	15,00	17,00	33 %	12,92

Интерпретация результатов:

Степень топологического сходства между филогенетическими деревьями оценивалась с использованием нескольких метрик, включая расстояние Робинсона-Фолдса (RF), евклидово расстояние и процент совпадения клад.

Расстояние Робинсона-Фолдса (RF) измеряет количество двухразделений (bipartitions), отличающихся между двумя деревьями. Чем выше RF, тем больше различий в структуре деревьев. Однако важно учитывать, что эта метрика склонна переоценивать различия, особенно при незначительных перестройках. Поэтому значения RF в пределах 17–19 не могут однозначно интерпретироваться как свидетельство сильного несходства. [17]

Евклидово расстояние отражает различия в длинах ветвей, тогда как сходство клад характеризует степень совпадения эволюционных группировок. Во всех случаях большие значения метрик указывают на большее различие между деревьями. [4]

- SW-дерево продемонстрировало низкое сходство клад и умеренное евклидово расстояние, что указывает на слабое соответствие как по структуре, так и по длинам ветвей.
- LW2a.1 характеризуется умеренным совпадением клад, но высоким евклидовым расстоянием — вероятно, структура дерева частично совпадает с референтной, но длины ветвей существенно различаются.
- LW2b.1 продемонстрировало наивысшее сходство клад и умеренное евклидово расстояние, что свидетельствует о хорошем структурном соответствии и сопоставимых ветвях.
- LW2b.2 показало умеренное сходство клад при высоком евклидовом расстоянии, что предполагает частичное топологическое совпадение при значительных различиях по длине ветвей.

Таким образом, LW2b.1 оказалось наиболее близким к референтному дереву на основе гистона H3 как по структуре (42 % совпадения клад), так и по длине ветвей (евклидово расстояние 6,61). Напротив, деревья SW и LW2b.2 продемонстрировали наименьшее соответствие по всем показателям.

Обсуждение

Полученные результаты частично подтвердили гипотезу о высокой консервации коротковолновых (SW) опсинов у *Trichoptera*. SW-опсины показали наименьшее евклидово расстояние, но топологическое сходство у LW2b.1 было выше, означая большую консервативность LW2b.1.

Ранее было показано, что SW-опсины отсутствуют у половины исследованных видов *Trichoptera*, что, вероятно, отражает адаптацию к условиям низкой освещенности, при этом сохраняя коротковолновый диапазон за счет UV-опсинов [2, 4]. Одна из возможных причин высокой консервации LW2b.1 — это селективное давление, связанное с проникновением длинноволнового света в водную среду. [4, 12]. Также возможен эффект функциональной избыточности, при котором LW2b.1 может компенсировать функции других [3].

Методологические ограничения включают отсутствие аннотированных геномов, возможные ошибки в идентификации генов и использование одного референтного вида. Тем не менее, применение нескольких метрик (RF, евклидово расстояние, совпадение клад) и валидация белков с помощью BLASTp и AlphaFold2 повышают надежность полученных результатов. [3, 13]

Выводы

Опсины LW2b.1 продемонстрировали наиболее высокую степень топологического сходства с референтным деревом и могут играть важную функциональную роль у *Trichoptera*. Консервация опсинов, по-видимому, определяется не только длиной волны, но и условиями среды, функциональной избыточностью и структурными ограничениями.

Ограничения исследования, включая отсутствие аннотированных геномов, возможные ошибки в определении границ генов и ограниченность референтных последовательностей, могут влиять на точность выводов. Будущие исследования должны включать расширение выборки видов, экспериментальное подтверждение функций опсинов LW2b.1 и улучшение качества аннотации геномов *Trichoptera* с помощью секвенирования или ПЦР.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Трифонова, Е. С. Изучение восприятия цвета личинками ручейников на примере выбора грунта для построения «домиков» (поселок Буково Карачаево-Черкесской Республики) // Юный учёный. — 2025. — № 4 (89). — Апрель.
2. Frandsen, P. B., Walden K. K. O., Espeland M., Pauls S. U., Zhou X., Meusemann K., Misof B., Kohli M. K. Evolution of Opsin Genes in Caddisflies (Insecta: Trichoptera) // Genome Biology and Evolution. 2024. Vol. 16, № 9. Article eiae185.
3. Akihisa, T. Functional Properties of Opsins and their Contribution to Light-Sensing // Zoological Science. 2014. Vol. 31, № 10. P. 653–662. DOI: <https://doi.org/10.2108/zs140094>
4. Emeis, J. J., Morizumi T., Dartnall H. J. A. Evolution of Opsins and Phototransduction // Nature Reviews Molecular Cell Biology. 2009. Vol. 10, № 2. P. 1–12. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrm2781>
5. Felsenstein, J. Inferring Phylogenies. Sunderland, MA: Sinauer Associates Inc., 2004.
6. Senker, E. The Double Face of the Histone Variant H3.3 // Cell Research. 2011. Vol. 21, № 1. P. 421–434. DOI: <https://doi.org/10.1038/cr.2011.14>
7. Gaston, K. J., Bennie J., Davies T. W., Hopkins J. Reducing the Ecological Consequences of Night-Time Light Pollution: Options and Developments // Journal of Applied Ecology. 2018. Vol. 55, № 6. P. 309–319. DOI: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13145>

8. Harrison, T. A., Perkins S. L., Smithson M. D. Effects of LED Wavelengths on Insect Communities and Resource Flux between Aquatic and Terrestrial Ecosystems // *Ecological Applications*. 2023. Vol. 33, № 1. Article e02567. DOI: <https://doi.org/10.1002/eap.2567>
9. Benke, A. C., Wallace J. B. Trophic Basis of Production among Riverine Caddisflies: Implications for Food Web Analysis // *Ecology*. 1997. Vol. 78, № 4. P. 1132–1145.
10. Thamsenanupap, P., Seetapan K., Prommi T. Caddisflies (Trichoptera, Insecta) as Bioindicator of Water Quality Assessment in a Small Stream in Northern Thailand // *Sains Malaysiana*. 2021. Vol. 50, № 3. P. 655–665. DOI: <http://dx.doi.org/10.17576/jsm-2021-5003-08>
11. Mackay, R. J., Wiggins G. B. Ecological Diversity in Trichoptera // *Annual Review of Entomology*. 1979. Vol. 24. P. 185–208.
12. López, J. A., González M. C., Morales A. Nanostructures in Gyrinidae Beetle Eyes: Adaptations for Vision in Dual Environments // *Journal of Experimental Biology*. 2014. Vol. 217, № 12. P. 2125–2133. DOI: <https://doi.org/10.1242/jeb.101345>
13. Nguyen L.-T., Schmidt H. A., von Haeseler A., Minh B. Q. IQ-TREE: A Fast and Effective Stochastic Algorithm for Estimating Maximum-Likelihood Phylogenies // *Molecular Biology and Evolution*. 2015. Vol. 32, № 1. P. 268–274. DOI: <https://doi.org/10.1093/molbev/msu300>
14. Guignard, Q. The Evolution of Insect Visual Opsin Genes with Specific Consideration of the Influence of Ocelli and Life History Traits. 2022.
15. Katoh, K., Toh H. Recent Developments in the MAFFT Multiple Sequence Alignment Program // *Briefings in Bioinformatics*. 2008. Vol. 9, № 4. P. 286–298. DOI: <https://doi.org/10.1093/bib/bbn013>
16. Edgar, R. C. MUSCLE: Multiple Sequence Alignment with High Accuracy and High Throughput // *Nucleic Acids Research*. 2004. Vol. 32, № 5. P. 1792–1797. DOI: <https://doi.org/10.1093/nar/gkh340>
17. Smith, M. R. Information Theoretic Generalized Robinson–Foulds Metrics for Comparing Phylogenetic Trees // *Bioinformatics*. 2020. Vol. 36, № 20. P. 5007–5013. DOI: <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btaa614>

ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЕ

Улучшение зрения в эпоху информационных технологий

Одинцов Александр Тоджиддинович, учащийся 1-го класса

Научный руководитель: Асанова Наталья Владимировна, учитель начальных классов
МБОУ СОШ № 8 г. Топки (Кемеровская обл.)

Заббота о зрении имеет большое значение в жизни человека, 90 % всей информации люди получают через глаза. В наше время глаза подвергаются большим перегрузкам. В результате зрение ухудшается, приходится носить очки или контактные линзы, делать операции, поэтому поддерживать хорошее зрение — актуальная задача на сегодняшний день. Сейчас человек с хорошим зрением — это скорее исключение, чем норма. Здоровье было, есть и будет особой ценностью для каждого человека и человечества в целом. Во многом наше здоровье зависит от нас самих.

Согласно мировой статистике, каждый третий житель планеты плохо видит. Сохранить хорошее зрение в информационную эпоху — задача непростая.

А вы знаете, как устроен наш глаз?

Наш глаз похож на шар, его называют глазным яблоком. В центре глаза находится цветная радужка, а в ней зрачок — отверстие, через которое поступает свет. Если свет яркий, то зрачок становится маленьким. Если темно — будет большим. За зрачком расположен хрусталик, похожий чем-то на маленькое стеклышко. За хрусталиком есть стекловидное тело и сетчатка, которая передает свет нашему мозгу по зрительному нерву, и мы видим. Радужка определяет цвет глаз, у одних она голубая, у других серая или каряя, а самая редкая — зеленая [1, с. 15]. Люди с голубыми и серыми (т. е. светлыми) глазами лучше видят в темноте, чем кареглазые.

Вы не можете чихнуть с открытыми глазами [5].

Рано или поздно большинство людей сталкиваются с проблемами зрения. Одни проблемы менее серьезны и быстро проходят или лечатся в домашних условиях. Другие требуют специальной медицинской помощи. Потерять зрение легко, а сохранить сложно.

В ноябре 2023 года я стал плохо видеть. Но что значит «плохо», понятно далеко не каждому. Представьте, что вы не можете прочитать номера автомобилей или названия магазинов, в кроне дерева невозможно различить отдельные ветки.

В январе 2024 года я прошел диагностическое обследование, мой диагноз — близорукость минус 3,5 диоп-

трии, астигматизм. Через полгода повторное обследование — результат тот же.

Близорукость (миопия)

Нарушение зрения, при котором свет фокусируется перед сетчаткой глаза. Это приводит к размытости объектов вдаль, в то время как расположенные ближе предметы выглядят четко.

Симптомы: Наиболее распространенными симптомами помимо нечеткости удаленных предметов являются головные боли и ощущение напряжения глаз [2, с. 5].

Астигматизм

Астигматизм часто возникает при таких проблемах со зрением, как близорукость или дальнозоркость, и вызывает помутнение изображения. Это происходит, если роговица имеет неправильную форму или хрусталик имеет форму арки.

Симптомы: Предметы на любом расстоянии выглядят размытыми, и это может привести к головным болям и дискомфорту [2, с. 15].

При близорукости человек видит хорошо вблизи, но плохо — вдаль. Если дети часто прищуриваются, знайте — это близорукость.

Я задумался: можно ли повлиять на данную ситуацию? Эта проблема заинтересовала меня, когда нам с мамой попала в руки книга М. С. Норбекова «Опыт дурака, или Ключ к прозрению».

Я решил выяснить, какие факторы ухудшают зрение и что можно сделать, чтобы не только сохранить, но и улучшить остроту зрения. Я предположил, что с помощью регулярного выполнения зарядки для глаз и использования тренажера можно самостоятельно улучшить остроту зрения.

Гипотеза: гимнастика для глаз и массажер для глаз могут улучшить остроту зрения и снять напряжение с глаз.

Важно понять, действенны ли гимнастика и массажер для глаз, чтобы улучшить зрение. Будет проведен эксперимент с последующим сравнением первичных и конечных результатов. Также во время эксперимента будет фиксироваться общее состояние, самоощущение во время выполнения. В практической части будет описание

всех этапов исследования. После анализа всех полученных данных будет сделан вывод, подтверждающий или опровергающий гипотезу.

Эксперимент

Первое, что решил попробовать, — это массажер для глаз. Надеваешь его, включаешь и чувствуешь, как мягкие «пупырки» аккуратно прикасаются к глазам и бережно их массируют. Для первого раза достаточно 5–7 минут. Эффект отдохнувших глаз чувствуется сразу, за это время орган зрения достигает полного расслабления. Массаж глаз, как и любой другой, является одним из эффективных средств оздоровления.

Также я решил попробовать выполнять гимнастику по Норбекову [3]. Спустя месяц регулярных занятий гимнастикой для глаз я стал четче видеть без очков в школе на расстоянии от парты до школьной доски.

Результаты эксперимента

Через месяц после начала эксперимента посетил врача и получил на руки итоговые данные: острота моего зрения улучшилась — была 0,3 на оба глаза без очков, стала 0,6 правый глаз и 0,5 левый глаз (я прочел на две строчки ниже), нет астигматизма. Это моя самая большая победа!

Исходя из данных, которые я обработал, можно сформулировать заключение исследования.

К сожалению, мечта об избавлении от очков осталась пока мечтой. Окончательно вылечить миопию при помощи упражнений и массажера для глаз пока не получилось. Удалось научиться расслаблять глазные мышцы и улучшать остроту зрения. Я продолжаю заниматься и летом планирую снять очки. Можно улучшить зрение, если не лениться.

Гипотеза подтвердилась: в век информационных технологий, когда зрение ухудшается с раннего возраста, зарядка для глаз многим необходима. Основная функция

такой зарядки — коррекция остроты зрения и умение расслаблять глаза.

Основные плюсы массажера и гимнастики заключаются в том, что они способны помочь:

- снять усталость — отвлекаясь на время от монотонной работы, вы можете отдохнуть;
- восстановить кровообращение в глазах;
- укрепить глазные мышцы.

Практическая часть исследования подтвердила поставленную гипотезу:

1. Массажер для глаз очень хорошо успокаивает и расслабляет глаза.
2. Гимнастика для глаз действительно снимает дискомфорт глаз, который накапливается в течение дня.
3. Ежедневное выполнение упражнений привело к тому, что мышцы глаз укрепились, поскольку спустя месяц занятий была замечена небольшая корректировка зрения, повысилась четкость изображения без очков.
4. Проблема действительно актуальна.

За один месяц упражнения помогли, и достаточно неплохо. Значит, можно предположить, что при постоянном выполнении гимнастика для глаз принесет больше эффект.

Выполняя эту работу, я выяснил, что в наших силах сохранить свое зрение. Массажер помогает расслабить глаза, зарядка для глаз помогает включить в работу неработающие глазные мышцы.

Упражнения не требуют особых условий и могут быть выполнены в любое время и в любом месте.

Надеюсь, что мой пример окажется полезным и мотивирует других.

Берегите зрение, ведь оно так важно для нас!

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ротенберг Роберт. Растить здоровым: Детская энциклопедия здоровья. — М.: Физкультура и спорт, 1993. — 592 с.
2. Аветисов, Э. С. Близорукость. — М.: Медицина, 1986. — 240 с.
3. Гимнастика для глаз по Норбекову. URL: <https://rutube.ru/video/339d03db33d80a2b2ec992deaccd1cb9/?r=plemwd>
4. Норбеков, М. С. Опыт дурака, или Ключ к прозрению. — М.: АСТ, 2023. — 306, [14] с.
5. Интересные факты о глазах. URL: <https://www.10gkb.by/informatsiya/stati/interesnye-fakty-o-glazakh>

Как работает наше сердце и что влияет на артериальное давление

*Подрез Мирон Денисович, учащийся 5-го класса;
Батталова Таисия Александровна, учащаяся 5-го класса;
Тарасенко Василий Павлович, учащийся 2-го класса;
Шалин Валерий Андреевич, учащийся 4-го класса;
Семчишин Платон Романович, учащийся 2-го класса;
Чехлов Егор Алексеевич, учащийся 1-го класса;
Костюк Алена Алексеевна, учащаяся 1-го класса*

Научный руководитель: *Расторгуева Арина Юрьевна, педагог начальных классов*
Потребительское общество Досуговый центр «Школа будущего» (Московская область)

Цель: познакомить читателей с тем, как работает сердце, что такое артериальное давление и пульс, а также выяснить, какие факторы влияют на их изменение.

Задачи:

1. Рассказать о строении сердца и его работе.
2. Объяснить, что такое артериальное давление и пульс.
3. Провести эксперимент и выяснить, как внутренние и внешние факторы влияют на давление и пульс.
4. Сделать выводы на основе проведённого исследования.

Гипотеза: на изменение артериального давления и сердечбиения сильнее влияют внутренние факторы (стресс, физическая нагрузка, голод), чем внешние (погода, музыка).

Актуальность исследования:

Сердце и кровеносная система — это важнейшие части нашего организма, которые обеспечивают жизнь каждой клеточке тела. Понимание того, как работает сердце, что такое артериальное давление и пульс, помогает нам заботиться о своём здоровье. Сегодня многие дети и взрослые сталкиваются с проблемами, связанными с сердечно-сосудистой системой, например, с повышенным или пониженным давлением. Кроме того, современный мир наполнен факторами, которые могут влиять на наше самочувствие: стресс, физические нагрузки, музыка, которую мы слушаем, и даже погода. Изучение этих факторов помогает нам лучше понимать, как сохранить здоровье сердца и сосудов. Наше исследование актуально, потому что оно не только объясняет, как работает сердце, но и показывает, как разные условия жизни могут влиять на наш организм.

Как работает наше сердце?

Сердце — это не просто орган, а мощная мышца, которая называется миокард. Оно работает без остановки всю нашу жизнь, сокращаясь и расслабляясь. Сердце находится в грудной клетке, между лёгкими, и защищено рёбрами. Оно разделено на четыре камеры: два предсердия и два желудочка.

- **Предсердия** получают кровь: правое — из вен (эта кровь бедна кислородом), а левое — из лёгких (эта кровь богата кислородом).

- **Желудочки** выталкивают кровь дальше: правый — в лёгкие для насыщения кислородом, а левый — по всему телу через аорту (самую большую артерию).

Между камерами сердца есть специальные «дверки» — клапаны. Они нужны, чтобы кровь текла только в одном направлении и не возвращалась назад.

Что такое артериальное давление и пульс?

Артериальное давление — это давление крови на стенки сосудов. Оно бывает двух видов: систолическое (когда сердце сокращается) и диастолическое (когда сердце расслабляется). Норма давления у детей и взрослых разная. Например, у взрослых норма — 120/80 мм рт. ст.

Пульс — это количество ударов сердца за минуту. Артериальное давление и пульс взаимосвязаны, но иногда бывает, что давление высокое, а пульс замедляется, или наоборот.

Эксперимент: что влияет на давление и пульс?

Мы решили провести эксперимент, чтобы выяснить, какие факторы сильнее влияют на изменение артериального давления и пульса: внутренние (стресс, физическая нагрузка, голод) или внешние (погода, музыка).

1. **Влияние музыки.** Мы измерили пульс в спокойном состоянии, а затем — во время прослушивания разных жанров музыки.

- Классическая музыка уменьшила пульс.
- Поп-музыка увеличила пульс у большинства испытуемых. Это связано с тем, что мы эту песню хорошо знали, она нам нравилась и мы подпевали её все вместе.
- Тяжёлая музыка (металл) увеличила пульс у тех, кому она была неприятна, но не повлияла на тех, кто её уже знал.

Вывод: На изменение пульса влияет не только громкость и ритм музыки, но и наше отношение к ней.

2. **Влияние голода и физической нагрузки.**

Мы измерили с помощью тонометра¹ наши данные после пятиминутной активной разминки, а также перед обедом в школе. У нас получились следующие результаты:

- После физической нагрузки давление и пульс увеличились.

¹ Тонометр – медицинский аппарат для измерения кровяного давления и пульса.

Таблица 1. Изменение пульса при прослушивании музыки

	до прослуши- вания	классиче- ская музыка	поп-музыка	фонк	металл
Мирон	84	68	90	68	76
Платон	62		64	50	80
Егор	80	74	88	92	100
Сережа	62	54	76	60	56
Вася	73		110		82
Валера	95	92	89	85	73
Тася	88	84	83	75	72
Алена	90	88	93	89	84
Лука	94	88	101	87	120

Таблица 2. Изменение артериального давления при физической нагрузке и в состоянии голода

Артериаль- ное давление	спокойное состояние	физ.нагрузка	голод
Егор	92 на 64	121 на 75	102 на 68
Алена	110 на 59	105 на 74	62 на 46
Тася	120 на 76	100 на 74	111 на 62
Мирон	128 на 78	132 на 68	115 на 70
Вася	94 на 63	107 на 90	100 на 79
Лука	108 на 62	119 на 63	109 на 74
Сережа	88 на 59	95 на 64	98 на 69
Платон	105 на 61	69 на 46	97 на 69

Таблица 3. Изменение пульса при физической нагрузке и в состоянии голода

пульс	спокойное состояние	физ. нагрузка	голод
Егор	72	79	92
Алена	82	122	97
Тася	84	56	80
Мирон	84	82	116
Вася	71	88	99
Лука	86	85	98
Сережа	87	92	97
Платон	67	70	92

- В состоянии голода давление снизилось. Пульс же наоборот увеличился. Это связано с тем, что перед обедом мы много гуляли на улице, бегали и занимались активными играми.

Вывод: Физическая активность сильно влияет на давление и пульс.

3. **Влияние погоды:** Мы не смогли проверить, как погода влияет на давление, так как во время эксперимента погода была одинаковой. Также известно, что погода сильнее влияет на взрослых людей, поэтому наши результаты не были бы точными. Дети обычно менее подвержены влиянию погоды

на давление, так как наш организм более гибкий и лучше адаптируется к изменениям.

Выводы:

1. Сердце — это мощный насос, который перекачивает кровь по всему телу.
2. Артериальное давление и пульс зависят от многих факторов.
3. Внутренние факторы (физическая нагрузка, голод) и внешние факторы (музыка) сильно влияют на давление и пульс.
4. Музыка, которая нравится, может учащать пульс так же сильно, как и физическая нагрузка.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Родригес-Вида Алехо, Тело человека. Нескучная анатомия / Родригес-Вида Алехо. — М.: Лабиринт, 2019. — 54 с.
2. Как работает наше сердце и как ему помочь? [Электронный ресурс] URL: <https://детдоктор.рф/company/articles/kak-rabotaet-nashe-serdtse-i-kak-emu-pomoch-/> (Дата обращения: 24.02.2025)
3. Манвелов, Л. С., Кадыков А. В. Артериальное давление и техника его измерения // Российский медицинский журнал. 2015. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/arterialnoe-davlenie-i-tehnika-ego-izmereniya> (дата обращения: 24.02.2025).

Эволюция стоматологических пломб и имплантов

Якушенко Дарья Сергеевна, учащаяся 10-го класса

Научный руководитель: Зубков Владимир Владимирович, учитель химии
ГБОУ г. Москвы «Центр образования и спорта «Москва-98» Департамента спорта г. Москвы

Эволюция пломб и имплантов в России

Актуальность темы проекта

Эволюция пломб и имплантов — это процесс революции и прогресса в современной медицине.

Пломбирование является одним из наиболее распространенных способов решения проблем, связанных с нарушением целостности зубных единиц, вызванных различными заболеваниями и травмами зубов.

Во времена СССР в стоматологии были популярны 2 вида пломб. Первый — из цемента. Второй — из металла, в составе которого было серебро. Этот вид пломб обладал бактерицидным действием, не давало развиваться кариесу. Дело с протезированием обстоит в разы хуже. Раньше к стоматологу приходили в самом крайнем случае, когда порой от зуба уже не оставалось. Такой зуб, конечно же, удаляли и протезисты предлагали 2 вида имплантов. Первый — металлический мостовидный протез. Второй — съемный пластмассовый протез. Также были очень популярны золотые коронки, но металл был очень мягок и цены были слишком высокие для того времени.

За это время стоматология сделала огромный скачок в материалах, которые используются в пломбировании и протезировании, а также и в их установке. Одним из видов стоматологической пломбы является временная пломба(диагностическая). Срок эксплуатации вре-

менных пломб составляет от нескольких дней, до 3-х недель.

Виды:

1. На водном дентине
2. Из дентиновой пасты
3. На цементной основе

Второй вид стоматологической пломбы является постоянная пломба. Срок службы постоянных пломб зависит от материала изготовления и оказываемых нагрузок.

Виды:

1. Цементовая. Их делят на минеральные (силикатные, цинк-фосфатные) и полимерные (стеклоиономерные, поликарбонатные).
2. Пластмассовые (акриловые, эпоксидные).
3. Амальгамовые (металлические).
4. Керамические.

Протезирование в XXI веке

Одними из наиболее популярных являются несъемные протезы. Намного более комфортный и эстетичный вариант: они встают на место утраченных зубов и становятся «родными».

Они делятся на две группы:

1. отдельные коронки — используются для устранения единичных дефектов в зубном ряду;
2. мостовидные протезы, замещающие сразу несколько зубов.

Вторым видом является Съёмные. Съёмные конструкции чаще всего используются при полной адентии. Третьим видом является Условно-съёмный

Хочу рассмотреть основные причины, почему же я считаю, что моя тема актуальна. Актуальность моей темы заключается в том, что можно проинформировать и научить людей тому, что лечение зубов и врачи стоматологи — это не страшно. Я считаю, что страх у современного поколения идет от их близких. Так как раньше использовались различные страшные инструменты для лечения кариеса и не только. Обезболивающее средство не действовало так хорошо, как в наше дни. Раньше люди могли чувствовать больше 60 % боли за время приема, их пугали страшные и неприятные звуки Бормашины и это только мала часть всего. Но в наши дни данные методы уже давно не применяются. Именно поэтому я считаю, что людям важно и полезно рассказывать не только о правильной гигиене своих зубов, но и о важности посещения стоматологии. С помощью своего проекта, я хочу донести до подрастающего поколения и их родителей, что лечение и уход за своими зубами — не страшно и не больно!

Цели и задачи проекта

Цель проекта: составить хронологию эволюции пломб и имплантов в России, влияние составов на зубы человека.

Задачи проекта:

1. Собрать достоверный материал по качеству состава пломб и имплантов.
2. Изучить различные литературные источники по выбранной теме.
3. Обосновать важность ухода за полостью рта.

Практическая значимость

Что такое пломба? Пломба представляет собой вещество, обладающее высокими показателями вязкости, способностью быстрого затвердевания и обладающее прочностью, практически идентичной природной эмали.

Показания к пломбированию:

1. Кариесное разрушение тканей зуба;
2. Необходимость герметизации после прочистки каналов зуба и лечения пульпита;
3. Утрата пломбы, установленной ранее;
4. Разрушение зубной единицы в результате полученной травмы (удар, падение и т. д.).

Требования к пломбировочным материалам:

1. Биологическая безопасность;
2. Гипоаллергенность;
3. Легкость в установке и удалении;
4. Прочность;
5. Лояльность к медицинским препаратам;
6. Хорошие показатели устойчивости к механическим нагрузкам и воздействию агрессивных сред.

Современные виды пломб в стоматологии отличаются большим разнообразием, которое выражается в уровнях прочности и долговечности, скорости затвердевания, эстетической привлекательности.

Критерии выбора стоматологической пломбы:

1. Степень предполагаемой нагрузки;
2. Размер пломбируемой поверхности и общая доступность;

3. Требования к эстетической привлекательности;
4. Уровень биологической безопасности;
5. Глубина процесса;
6. Возраст пациента.

Протезирование — это процедура, которая может быть назначена по функциональным или косметическим причинам и решает проблемы структурного дефекта зубного ряда, неэстетичности или нарушения естественной функции зубов.

Показания к протезированию:

1. Частичная утрата зубов
2. Полная адентия
3. Разрушение коронки зуба
4. Стираемость эмали

Требования к материалам для протезирования:

1. Гипоаллергенность.
2. Эстетичный внешний вид.
3. Вариативная палитра цветов.
4. Отсутствие запаха и вкуса.
5. Комфортность при ношении.
6. Прочность и длительный срок службы.

Состав для протезирования подбирают под конкретный клинический случай, с учётом пожеланий пациента, показаний и противопоказаний.

Анализ соцопроса

По результатам опроса выяснилось, что 100 % человек считают, что посещать стоматолога нужно обязательно.

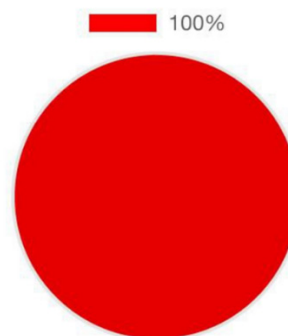
При этом 55,3 % опрошенных посещать стоматолога раз в полгода, 31,6 % приходят на прием только раз в год, но есть и 10,5 %, которые ходят ко врачу не реже раза в месяц.

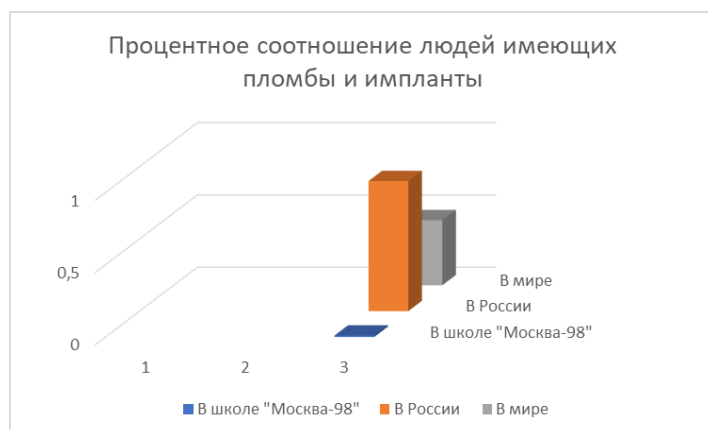
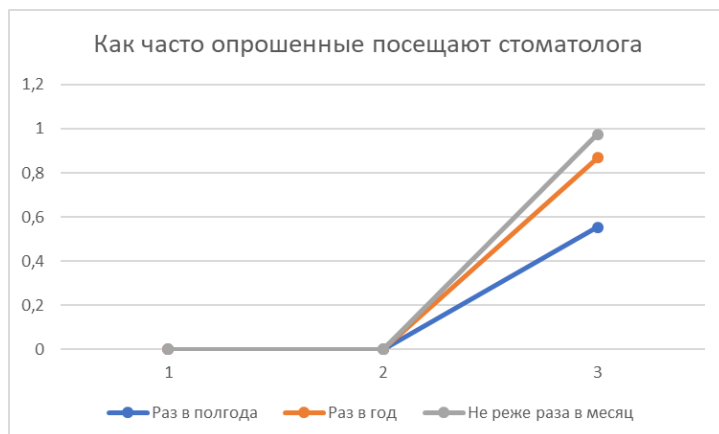
Также было выявлено, что 55,3 % человек испытывают нейтральные чувства от приема, 28,9 % страх, а 10,5 % не испытывают ничего.

Из проблем, у большинства опрошенных (36,9 %) со строением челюсти и неровными зубами. Также у 73,7 % стоят пломбы, а у 7,9 % импланты.

Результат данного опроса показывает, что, возможно опрошенные имеют хорошие зубы и умеют за ними ухаживать, благодаря качественному уходу. Никто из человек не считает, что поход к стоматологу и чистка зубов не важны.

Как вы думаете стоит ли ухаживать за зубами?





Вывод

Подводя итог проделанной работе, я проанализировала все собранные мною материалы. Для создания моего проекта мне было необходимо изучить большое количество литературных источников, опросить людей разных возрастов для того, чтобы узнать их мнения и позиции касательно ухода за полостью рта и стоматологии в целом. Я считаю, что с поставленными целями и задачами-я справилась.

Этот проект социально значимый, он дает возможность пересмотреть свое отношение к методам лечения зуб и поработать над своими страхами на приемах у стоматолога. Данная работа помогла и мне. В будущем, мне бы хотелось посвятить свою жизнь стоматологии. Благодаря проекту, я смогла углубиться в тему этой профессии, узнала для себя много нового и интересного, что поможет мне в дальнейшем.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Миронова, М. Л. Съемные протезы. (Дата обращения:18.10.2024)
2. Майкл Уайз Ошибки протезирования. Лечение пациентов с несостоятельностью реставрации зубного ряда (Дата обращения:18.10.2024)
3. Параскевич, В. Л. Детальная имплантология (Дата обращения:09.10.2024)
4. Трезубов, В. Н. Предварительное лечение больных перед зубным протезированием. (Дата обращения:19.10.2024).
5. Большаков, Г. В. Подготовка зубов к пломбированию протезированию (Дата обращения:20.10.2024).

ЭКОЛОГИЯ



Мини-вермиферма в домашних условиях

Балобанов Дмитрий, учащийся 1-го класса

*Научный руководитель: Кокоулина Светлана Владимировна, учитель начальных классов
МБОУ СОШ № 2 г. Салехарда*

Моя семья после прочтения книги «Ася и пластиковый мир» задумалась об экологичной переработки мусора.

На семейном совете решили начать сортировать мусор: пластик и бумагу, отказаться от пластиковых пакетов и заменить их на авоськи, выключать воду при чистке зубов, не выкидывать батарейки и т. д. К сожалению, в нашей квартире каждый день накапливается большое количество мусора, в том числе и пищевых отходов. Они должны быть своевременно уничтожены вовремя, т. к. гниющие отходы являются источником заболеваний.

Для утилизации пищевых отходов используются свалки. Пищевые отходы здесь разлагаются естественно, но выделяют углекислоты, тем самым осложняют экологическую обстановку.

Мы решили узнать какие еще есть способы переработки мусора и чем нам в этом вопросе может сама природа. В гараже у нас папа держит компостных червей семейства дождевых (далее — дождевые черви), для рыбки. Может быть, они станут нашими помощниками?

Актуальность: проблема мусора в последние годы выдвинулась среди экологических проблем на первое место. Нужно напомнить о помощниках, которые приносят пользу природе и заострить внимание о необходимости использования предметов многоразового использования.

Гипотеза: возможно, если дождевые черви улучшают структуру почвы, питаясь органическими остатками, то они могут помочь нам в переработке мусора.

Цель: доказать или опровергнуть опытным путём, что дождевые черви могут перерабатывать мусор.

Задачи:

1. Узнать о дождевом черве, его приспособленности к жизни под землей.
2. Проследить за жизнью дождевых червей в почве.
3. Проверить возможность питания дождевых червей мусором.
4. Проанализировать полученные результаты и сделать выводы.
5. Привлечь внимание своих одноклассников к решению серьезных экологических проблем.

Объект исследования: дождевые черви.

Предмет исследования: питание червей мусором.

Методы исследования: изучение литературы, наблюдение, эксперимент, анализ и обобщение полученных данных.

Черви — это беспозвоночные животные, которые обитают в земле, водоёмах и других местах. Их называют дождевыми, потому что они живут в земле и выползают наружу после дождя. Тело состоит из колец, или сегментов (от 80 до 300). Все сегменты, кроме переднего, несут по 8 коротких щетинок, служащих опорой при ползании.



Длина тела дождевых червей, встречающихся в России — 8–15 см, редко до 40 см. Окраска — от светло-сероватой до черновато-бурой или вишнёво-красной. Дождевые черви имеют развитую кровеносную систему с красной кровью.

У дождевых червей нет ни головы, ни мозга, ни глаз. Один конец у них заостренный (передний коней с рото-

вой полостью), второй конец — тупой (хвост). Их нервная система находится по всей длине тела прямо под поверхностью кожи. Они чувствительны к воздействию света по всей длине туловища, поэтому могут различать, но не видеть свет и темноту.

Дождевые черви всеядны. Питаются различными растительными остатками, навозом и т. п. Они заглатывают огромное количество земли, из которой усваивают органические вещества, точно так же поедают они большое количество всевозможных полусгнивших листьев, за исключением очень твердых или обладающих неприятным для них запахом. Черви используют листья не только в пищу, но и затыкают ими входы в норки.

Такие черви очень полезны. Они рыхлят землю, прокладывая в ней свои ходы. В рыхлую почву лучше поступает воздух и впитывается вода. При этом земля становится плодороднее, то есть на ней лучше растут растения, и люди получают больше урожая. Вермиферма — это закрытая установка для превращения пищевых отходов в удобрение для растений. «Верми» в переводе с латинского «червь», соответственно вермиферма — это червеферма. Внутри установки заводят червей, которые поедают органические отходы и в процессе своей жизнедеятельности превращают их в ценный, полный питательных веществ продукт — биогумус.



Кроме того, в процессе работы вермифермы получается вермичай — жидкость, насыщенная питательными веществами, которая служит подкормкой для растений.

Простейшая домашняя вермиферма — это ящики, вставленные друг в друга. Внутренние ёмкости конструкции должны быть с небольшими отверстиями 1–2 миллиметра, наружный ящик и верхняя крышка — без отверстий. Внутри ящика находится базовый субстрат, в котором живут черви.



Оптимальные условия «проживания» червей — это те, что приближены к природным: тепло, темно, сыро. Насколько оптимальны условия, легко понять по поведению червей. Если им что-то не нравится, они норовят выбраться наружу и выползти из ящика.



Если же все черви спокойно перемещаются внутри, не пытаются залезть наверх и проползти между краем ящика и крышкой — значит, их все устраивает.

В первый день нашего исследования мы подготовили мини вермиферму. Перенесли дождевых червячков из основной фермы в мини. Добавили еды и воды.

Один из примеров промышленной вермифермы — объект в Сургуте, запущенный в 2022 году на территории компании, специализирующейся на сборе и обработке разнообразных отходов. Вермиферма оснащена оборудованием для переработки органических отходов с использованием дождевых червей.

Продукты вермифермы используют так:

1. Биогумус — для полей и теплиц.
2. Черви — кормом для рыбы, приманкой для рыбалки и белковым сырьем для приготовления комбикорма и т. д.

В процессе наблюдения мы еженедельно проверяли нашу вермиферму. Добавляли воды и немного еды (кофейный жмых). Следили за температурой, и чтобы почва была влажная. Вермиферма находилась в темном помещении. Черве не высказывали беспокойства, не пытались

выбраться из ящика. Мы сделали выводы, что условия создали оптимальные.

На 15-й день нашего опыта мы решили достать наши предметы и узнать произошли ли с ними какие-то изменения.

Кардинальные изменения произошли у двух предметов:

1. Края картона погрызены почти со всех сторон, которые находились в земле.
2. Органика (корочка грейпфрута) зрительно уменьшилась. При попытке стряхнуть землю выяснилось, что на ней живут червяки.

Края куски ткани перестали быть ровными. Появились лохмотья.

У остальных предметов видимых изменений нет.

Почти через месяц с начала нашего наблюдения мы провели итоговый осмотр предметов. Поочередно доставали объекты наблюдения из земли.

Пластик (биоразлагаемый пакет и ложка) не подверглись воздействию и никаких видимых изменений с ними не произошло. Из открытых источников мы узнали, что пластик разлагается 500 лет. И даже заявленный биоразлагаемый пакет не изменился. Для полного разложения биоразлагаемого пакета требуется от трёх до шести месяцев. Точное время зависит от различных факторов, таких как температура и количество присутствующей влаги.

Однако стоит учитывать, что на практике всё зависит от типа биоразлагаемых пакетов. Оксоразлагаемые пакеты могут превратиться в биоорганику через 1,5–2 года, но только на специальных полигонах. На обычных свалках они будут лишь распадаться на микропластик.

Большим изменениям подверглись: картон, грейпфрут и ткань. Практически полностью материалы были съедены до линии, по которую они были вставлены в землю. Для нас большим открытием было, что дождевые червяки переработали ткань.

Без изменений также осталась и деревянная палка. Мы предполагали, что она также будет подтверждена воздействию.

Органика (корочка грейпфрута) заметно уменьшилась в размерах за счет высыхания. Она продолжила оставаться «домом» для дождевых червей. Нами было принято решение закопать ее полностью в землю для дальнейшего разложения.

В результате проведения исследовательской работы нам удалось достичь поставленных задач и целей. Мы частично доказали свою гипотезу. Дождевые черви отличные помощники в быту в переработке биологического бытового мусора. Ферму можно и нужно держать дома для сокращения количества выбрасываемого мусора и выработки полезного биогумуса, который можно использовать для комнатных растений и выращивания овощей на балконе.

Во время нашего наблюдения мы сделали три вывода:

1. Дождевые червяки смогли переработать бытовой мусор: органику, ткань, картон.
2. Мусор из пластика за месяц наблюдения никак не изменился. Он требует другого вида переработки и более длительный срок.
3. Вермиферму можно держать дома. Она неприхотлива, запахи отсутствуют.

Что важно сказать? Давайте беречь природу и помогать ей всеми возможными способами.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бурматова, О., Бригадина А. «Новый садовод и фермер». — М.: Исток, 2008.
2. <https://buduvseznat.ru/kak-sdelat-biogumus-v-domashnix-usloviyax>
3. <https://fermer.ru/sovet/udobreniya/15252>
4. <https://bytdobru.info/novosti/4399-biogumus-chnoe-zolotozemledeliya>

Анализ возможности применения гибридного биореактора по переработке бытового мусора полярников на перспективной научно-исследовательской станции в Арктике

Милькова Дарья Валентиновна, учащаяся 7-го класса;

Научный руководитель: Гуськова Светлана Анатольевна, учитель биологии и экологии
МБОУ «Гатчинская средняя общеобразовательная школа № 9 с углубленным изучением отдельных предметов»
(Ленинградская обл.)

В статье автор исследует проблемы экологии в Арктике и проводит анализ возможности применения гибридного биореактора по переработке бытового мусора полярников на перспективной научно-исследовательской станции.

Ключевые слова: экология, Арктика, биореактор, полярники, мусор, переработка.

В условиях Арктики актуальна проблема утилизации бытовых отходов исследовательских станций из-за удаленности и ограниченности ресурсов. Традиционные методы утилизации не подходят для арктического климата [1]. Поэтому есть возможность рассмотреть вопрос разработки мобильного биореактора для переработки отходов в полезные ресурсы (биогаз и компост).

Оценка экономической эффективности данного проекта необходима для принятия решения о его практическом внедрении. Анализ экономической целесообразности разработки и внедрения биореактора в арктических

условиях определит возможность масштабирования технологии. Разработка инновационного решения для утилизации отходов важна для устойчивого жизнеобеспечения в Арктике и снижения негативного воздействия на окружающую среду.

Проблема переработки отходов в Арктической зоне России крайне актуальна из-за экологических рисков и негативного воздействия на уникальную экосистему. Большая часть отходов (86 %) захоранивается (рисунок 1), а не перерабатывается, что особенно остро стоит в удаленных районах из-за отсутствия инфраструктуры.

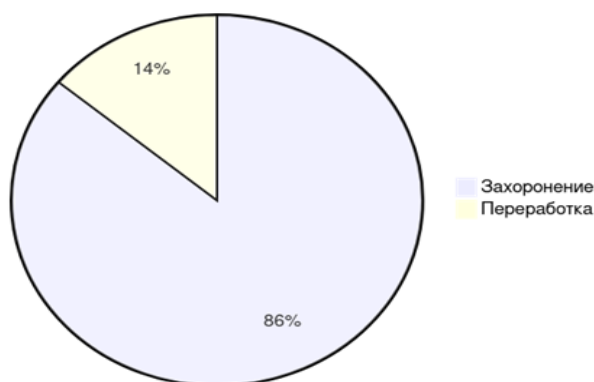


Рис. 1. Процентное соотношение переработки и захоронения твердых отходов

Основные источники отходов — стационарные объекты, военные базы и добывающие предприятия, с накоплением до 4 млн. тонн промышленных отходов. Сложности утилизации усугубляются ограниченной транспортной доступностью и сложными климатическими условиями [2].

Предлагается создание термических систем переработки для сокращения объема отходов и преобразования их в энергию, а также разработка специального законодательства, учитывающего особенности обращения с отходами в Арктике.

Необходимо внедрение адаптированных к арктическим условиям технологий переработки и объединение

усилий различных сторон для эффективного управления отходами и сохранения хрупкой экосистемы [3,4].

Существующие технологии переработки бытовых отходов включают захоронение, компостирование и сжигание. Захоронение, наиболее распространенный метод в России (97 %), приводит к загрязнению окружающей среды. Компостирование, эффективное для органических отходов, требует определенных условий. Сжигание уменьшает объемы отходов, но вызывает выбросы токсичных веществ.

Современные технологии включают системы сортировки, механическую биологическую переработку и экологически чистое сжигание для повышения эффективности переработки и снижения экологического воз-

действия. Интеграция этих технологий, адаптированных к условиям арктических станций, может повысить рециклинг, повторное использование ресурсов и минимизировать негативное влияние на экосистему.

Для биореакторов в Арктике критичны климатическая устойчивость, энергоэффективность и поддержание биологической активности при низких температурах. Необходимо разработка специализированных штаммов микроорганизмов, способных к разложению отходов в суровых условиях, и обеспечение высокой биодоступности сложных органических соединений. Важна встроенная система мониторинга, отслеживающая эффективность и воздействие на окружающую среду, а также выбор коррозионностойких материалов для конструкции [5].

Проектирование должно быть гибким, с возможностью адаптации к различным условиям и типам отходов,

особенно для мобильных станций. Интеграция с местными экосистемами с минимизацией негативного воздействия обязательна. Эффективным решением может быть использование мембранных биореакторов (MBR) для очистки сточных вод, а также создание гибридных биореакторов, сочетающих биологические и физико-химические методы переработки для повышения эффективности и снижения экологических рисков [6].

Проект мобильного биореактора для Арктики предполагает создание контейнерного биореактора на водоруде объемом 32 м³ с аэрационным каналом для эффективной переработки органических отходов (рисунок 2). Учитывая рост рынка биореакторов, планируется адаптация зарубежных технологий к арктическим условиям, создавая модульное устройство для культивирования различных микробиотических комплексов.



Рис. 2. Макет контейнерного биореактора на водоруде

Биореактор должен перерабатывать разные виды отходов, включая текстиль, бумагу и пищевые остатки. Важным аспектом является автоматизация процессов с использованием современных систем управления и мониторинга для сокращения трудозатрат. Необходимо учитывать местные условия, такие как температура и влажность, а также внедрять консервационные технологии на основе компостирования. Разработка многофункционального и устойчивого к экстремальным условиям биореактора обеспечит экологическую утилизацию отходов и откроет новые возможности для научных исследований в Арктике [7].

Внедрение биореакторов на арктических исследовательских станциях (рисунок 3) необходимо для эффек-

тивной переработки отходов в сложных климатических условиях, минимизации экологического воздействия и улучшения условий труда полярников. Мобильные биореакторы должны быть компактными, автономными и использовать микробиологические процессы для утилизации отходов и производства полезных продуктов (компост, биогаз). Важен выбор эффективных, устойчивых к низким температурам микроорганизмов, возможно, местных штаммов. Оптимизация работы биореакторов включает автоматизацию и мониторинг для обеспечения бесперебойной работы и своевременной корректировки. Внедрение биореакторов способствует устойчивому развитию науки в Арктике, повышению автономности станций и снижению экологических рисков.



Рис. 3. Прототип научно-исследовательской станции с биореактором в Арктике

Оценка экономической эффективности проекта биореактора для переработки отходов в Арктике требует анализа затрат и выгод, включая прямые и косвенные расходы, такие как налогообложение (НДС, налог на

прибыль) (рисунок 4). Важен расчет окупаемости инвестиций, учитывая динамику движения отходов и их реальную стоимость.

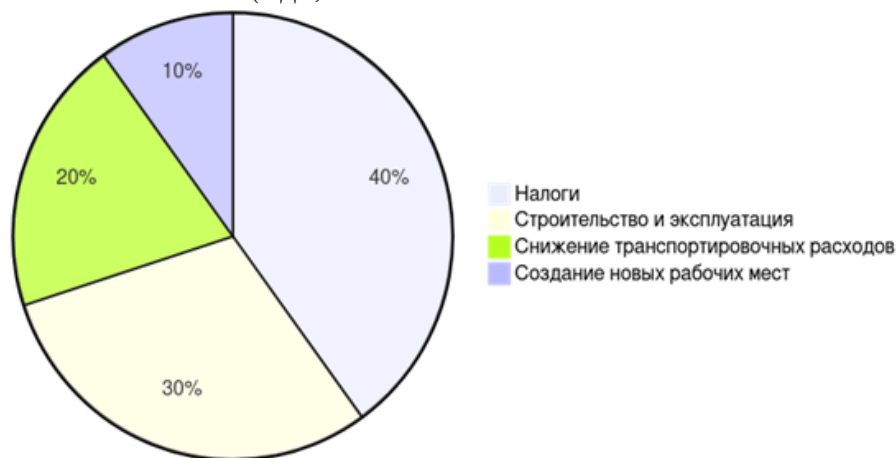


Рис. 4. Соотношение затрат и выгод от переработки отходов в Арктике

Высокоэффективные технологии переработки отходов могут обеспечить экономию ресурсов и снижение затрат за счет повторного использования вторичных материалов. Мобильный биореактор снижает транспортные расходы и экологическое воздействие. Переработка пластика и органических отходов создает рабочие места и увеличивает социально-экономическую активность. Интеграция с проектами по экологической устойчивости открывает возможности для финансирования.

Важна техническая продуманность всех процессов переработки. Рейтинг технологий переработки на основе экономической эффективности способствует продвижению проекта. Регулярные отчеты и исследования позволяют корректировать работу биореактора с учетом возникающих проблем. Проект мобильного биореактора перспективен с точки зрения экологии и экономической целесообразности.

В Арктической зоне остро стоит проблема утилизации отходов: ежегодно образуется более миллиона тонн,

перерабатывается лишь 14 %. Необходимы ликвидация накопленных отходов, предотвращение новых и внедрение замкнутого цикла переработки. Климатические особенности и сложная логистика Арктики усложняют переработку, требуется специальное законодательство [8].

Сортировка отходов низкая (5–10 %), необходимы мусоросортировочные комплексы. Особого внимания требует переработка опасных химикатов с объектов недропользования и военных баз. Предлагается внедрение мобильных биореакторов для органических отходов, адаптированных к арктическим условиям.

Важно международное сотрудничество для обмена опытом. Решение проблемы утилизации отходов в Арктике улучшит экологическую ситуацию и обеспечит базу для развития исследовательских станций. Необходимы взаимодействие государственных структур, научных учреждений и экологических организаций для создания эффективной системы утилизации отходов и разработки комплексного подхода в рамках арктической политики.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Утилизация мусора в Арктике — это задача, требующая... [Электронный ресурс] // arctic-russia.ru — Режим доступа: <https://arctic-russia.ru/article/radi-budushchego/>, свободный. — Загл. с экрана
2. Арктика_2/10.indd [Электронный ресурс] // porarctic.ru — Режим доступа: https://porarctic.ru/upload/books_files/термическая-обработка-отходов.pdf, свободный. — Загл. с экрана
3. «Технологии переработки бытовых отходов» [Электронный ресурс] // yandex.ru — Режим доступа: [https://yandex.ru/images/search?text=технологии переработки бытовых отходов](https://yandex.ru/images/search?text=технологии+переработки+бытовых+отходов), свободный. — Загл. с экрана
4. Арктика как источник водных биологических ресурсов [Электронный ресурс] // arctic2035.ru — Режим доступа: <https://arctic2035.ru/n8-p65>, свободный. — Загл. с экрана
5. Мобильные биореакторы для компостирования отходов [Электронный ресурс] // ecostercus.ru — Режим доступа: <https://ecostercus.ru/kompleksy-kompostirovaniya/mobilnyy-konteynernyy-bioreaktor/>, свободный. — Загл. с экрана
6. Модульный автоматизированный биореактор [Электронный ресурс] // pt.2035.university — Режим доступа: <https://pt.2035.university/project/modulnyj-avtomatizirovannyj-bioreaktor>, свободный. — Загл. с экрана
7. Как продвигается решение проблемы мусора в Арктике | Дзен [Электронный ресурс] // dzen.ru — Режим доступа: <https://dzen.ru/a/yyvzxh9dvjcrvzgd>, свободный. — Загл. с экрана
8. Недосека Елена Владимировна, Козловский Владимир Вячеславович «Региональная специфика обращения с ТКО в Арктической зоне РФ» // Арктика и Север. 2021. № 42. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/regionalnaya-spetsifika-obrascheniya-s-tko-v-arkticheskoy-zone-rf> (09.12.2024).

ТЕХНОЛОГИЯ

Реактивная мощность

Виртуозов Руслан Александрович, учащийся 9-го класса

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

В статье приводится понятие реактивной мощности, определяются основные расчетные соотношения, указываются источники реактивной мощности и указываются последствия передачи реактивной мощности по линиям.

Ключевые слова: реактивная мощность, коэффициент мощности, мощность искажения, двигатель, трансформатор, угол коммутации.

Понятие коэффициента мощности связано с цепями переменного тока. В линейных цепях, питаемых синусоидальным напряжением, коэффициент мощности K_M определяется как $\cos \phi$, где ϕ — угол сдвига фаз между синусоидальной кривой напряжения и синусоидальной кривой тока [1, 2]:

$$K_M = \frac{P}{S} = \cos \phi.$$

Для нагрузки, потребляющей несинусоидальный ток, например, вентильных преобразователей, коэффициент мощности равен:

$$K_M = \frac{P}{S} = \frac{U I_1 \cos \phi}{U I} = k_{И.Т} \cos \phi,$$

где $k_{И.Т} = I_1/I$ — коэффициент искажения тока;

I_1 — ток основной гармоники; I — общее значение тока.

В общем случае для несинусоидального режима, помимо активной мощности P и реактивной мощности Q , вводится понятие мощности искажения T [2, 3], определяемой как:

$$T = \sqrt{S^2 - P^2 - Q^2}.$$

Мощность искажения T характеризует степень различия в формах кривых тока и напряжения.

До недавнего времени основным нормативным показателем, характеризующим реактивную мощность, был коэффициент мощности $\cos \phi$. На вводах, питающих промышленное предприятие, средневзвешенное значение этого коэффициента должно было находиться в пределах 0,92–1,0.

Следует признать, что выбор соотношения P/S в качестве нормативного не дает четкого представления о динамике изменения реального значения реактивной мощности. Например, при уменьшении коэффициента мощности с 0,95 до 0,94 реактивная мощность изменяется на 10 %, а при уменьшении этого же коэффициента с 0,99 до 0,98 изменение реактивной мощности составляет уже 42 %.

При расчетах удобнее оперировать соотношением $K_{р.м} = Q/P = \tan \phi$, которое называли коэффициентом реактивной мощности.

Основными потребителями реактивной мощности на промышленных предприятиях являются асинхронные двигатели (60–65 % общего ее потребления), трансформаторы (20–25 %), вентильные преобразователи, реакторы, воздушные электрические сети и прочие приемники (10 %). В зависимости от характера оборудования коэффициент реактивной мощности может достигать величины 1,3–1,5.

Реактивная мощность, потребляемая вентильным преобразователем, может быть разделена на три составляющие: реактивную мощность, потребляемую трансформатором преобразователя; реактивную мощность, обусловленную процессами коммутации, и реактивную мощность, связанную с управлением [4].

Реактивная мощность, потребляемая трансформатором, может быть определена из соотношения:

$$Q_{\text{ТР}} = (i_0 + \beta^2 u_{\text{КЗ}}) S_{\text{ТР}},$$

где i_0 — ток холостого хода;

$u_{\text{КЗ}}$ — реактивная составляющая напряжения короткого замыкания, %;

$\beta = I/I_N$ — коэффициент нагрузки трансформатора;

$S_{\text{ТР}}$ — номинальная мощность трансформатора.

Явление перекрытия токов при коммутации ведет к тому, что импульс тока в питающей сети искажается, что в свою очередь влияет на амплитуду основной гармоники. Реактивная мощность, обусловленная этой причиной, возрастает с увеличением угла коммутации в соответствии с формулой:

$$Q_K = K_K U_{d0} I_d,$$

где U_{d0} — среднее значение напряжение в режиме холостого хода преобразователя;

I_d — среднее значение выпрямленного тока;

K_K — коэффициент мощности, обусловленный коммутацией.

Коэффициент мощности, обусловленный коммутацией, представляет собой функцию угла коммутации γ_K и при углах $\gamma_K < 45^\circ$ выражается формулой:

$$K_K \approx \frac{2}{3} \gamma_K - \frac{1}{13} \gamma_K.$$

В свою очередь зависимость угла коммутации от угла управления имеет следующий вид:

$$\gamma_K = \arccos \left[\cos \alpha - \frac{x_K \cdot I_d}{\sqrt{2} \cdot U_2 \cdot \sin(\pi/q)} \right] - \alpha,$$

где x_K — реактивное сопротивление, равное сумме реактивных сопротивлений питающей сети и преобразовательного трансформатора, приведенное к вентильной обмотке;

U_2 — фазное напряжение вторичной обмотки трансформатора;

q — число пульсаций выпрямленного напряжения за один период питающего напряжения.

Реактивная мощность управления вызвана сдвигом фаз тока и напряжения питающей сети преобразователя при углах управления $\alpha > 0^\circ$. Реактивная мощность управления может быть определена из соотношения:

$$Q_\alpha = K_\alpha U_{d0} I_d.$$

Значение коэффициента K_α зависит от значений α и γ_K .

Передача значительной реактивной мощности по линиям и через трансформаторы невыгодна по следующим основным причинам [5]:

1. Возникают дополнительные потери активной мощности и энергии во всех элементах системы электроснабжения, обусловленные загрузкой их реактивной мощностью. Так, при передаче активной P и реактивной Q мощностей через элемент сети с сопротивлением R потери активной мощности составят:

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} R = \frac{P^2}{U^2} R + \frac{Q^2}{U^2} R = \Delta P_a + \Delta P_p.$$

Дополнительные потери активной мощности ΔP_p , вызванные протеканием реактивной мощности Q , пропорциональны ее квадрату.

2. Возникают дополнительные потери напряжения, которые особенно существенны в сетях районного значения. Например, при передаче мощностей P и Q через элемент сети с активным сопротивлением R и реактивным X потери напряжения составят:

$$\Delta U = \frac{PR + QX}{U} = \frac{PR}{U} + \frac{QX}{U} = \Delta U_a + \Delta U_p,$$

где ΔU_a — потери напряжения, обусловленные активной мощностью;

ΔU_p — потери напряжения, обусловленные реактивной мощностью.

Относительное значение потерь напряжения в трехфазной сети определяется в основном реактивной мощностью и мощностью S_K в рассматриваемой точке сети:

$$V_{(t)} = \frac{PR + QX}{3U^2} = \frac{PR/X + Q}{3U^2/X} = \frac{R/XP + Q}{S_K}.$$

3. Загрузка реактивной мощностью линий электропередачи трансформаторов уменьшает их пропускную способность и требует увеличения сечений проводов воздушных и кабельных линий, увеличения номинальной мощности или числа трансформаторов подстанции и т. п.

Приведенные соображения вынуждают, насколько это технически и экономически целесообразно, предусматривать дополнительные мероприятия по уменьшению потребляемой реактивной мощности. На промышленном предприятии это может быть достигнуто естественным путем, например, за счет улучшения режима работы приемников, применения двигателей более совершенных конструкций, устранения их недогрузки, а также за счет установки специальных компенсирующих устройств.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Железко, Ю. С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: руководство / Ю. С. Железко. — Москва: ЭНАС, 2016. — 456 с. — ISBN 978-5-93196-958-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104575> (дата обращения: 10.03.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Розанов, Ю. К. Основы силовой преобразовательной техники: учебник для техникумов / Ю. К. Розанов. — М.: Энергия, 1979. — 392 с.
3. Забродин, Ю. С. Промышленная электроника: учебник для энергетических и электромеханических специальностей вузов / Ю. С. Забродин. — Москва: Издательство: Альянс, 2013. — 496 с.
4. Супрунович, Г. Улучшение коэффициента мощности преобразовательных установок / Г. Супрунович; пер. с польского В. А. Лабунцова. — М.: Энергоатомиздат, 1985. — 136 с.
5. Федоров, А.А., Каменева В. В. Основы электроснабжения промышленных предприятий: Учебник для вузов / А. А. Федоров, В. В. Каменева. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1984. — 472 с.

Экоток. Как мы создали экологичное зарядное устройство

*Гуркин Марк Андреевич, учащийся 4-го класса;
Мойсюк Вероника Яновна, учащаяся 5-го класса;
Волож Платон Львович, учащийся 4-го класса;
Москвин Давид Павлович, учащийся 1-го класса;
Сиракян Николь Нарекровна, учащаяся 1-го класса;
Исмаилов Искандер Магомедович, учащийся 4-го класса;
Берман Даниэль Эдуардович, учащийся 4-го класса*

Научный руководитель: *Пивень Илья Дмитриевич, учитель английского языка*
Потребительское общество Досуговый центр «Школа будущего» (Московская область)

Введение

Мы, ученики «Школы будущего», решили провести эксперимент, чтобы узнать, можно ли создать автономное альтернативное зарядное устройство для телефона из подручных средств. Наша гипотеза заключалась в том, что с помощью велосипеда и динамо-машины можно выработать электричество и зарядить гаджет. В этой статье мы расскажем о нашем исследовании и его результатах.

Гипотеза

Мы предположили, что если использовать велосипед и динамо-машину, то можно выработать электричество, достаточное для зарядки телефона или другого устройства. Это не только интересный эксперимент, но и экологичный способ получения энергии.

Основные понятия

В процессе работы мы изучили несколько важных терминов.

- **Ток** — это поток электронов, которые движутся по проводам. Чем больше ток, тем больше энергии передается.
- **Напряжение** — это «давление», которое заставляет электроны двигаться. Чем выше напряжение, тем сильнее «давление».
- **Сопротивление** — это «препятствие» для электронов, которое может быть полезным или мешающим в зависимости от ситуации.

Мы также узнали, что сила тока измеряется в **амперах**, напряжение — в **вольтах**, а сопротивление — в **омах**.

Как работает батарейка

Батарейка — это маленький источник энергии. Внутри нее есть два полюса: **плюс** и **минус**. Электроны бегут от минуса к плюсу, создавая электрический ток. Этот ток мы используем для зарядки устройств. Чем быстрее движутся электроны, тем больше сила тока.

Динамо-машина

Динамо-машина — это устройство, которое превращает энергию движения (например, вращение колеса велосипеда) в электричество. Когда колесо крутится, динамо-машина вырабатывает ток, который можно использовать для зарядки гаджетов.

Эксперимент

Для проведения эксперимента мы использовали следующие материалы:

- велосипед,
- динамо-машина,
- провода,
- мультиметр (для измерения силы тока и напряжения),
- деревянная подставка для велосипеда,
- шурупы и шуруповерт.

Сначала мы изменили конструкцию велосипеда, установив заднее колесо на подставку, которую мы сделали из дерева. Для устойчивости переднее колесо мы заменили на деревянный брус.

Мы закрепили динамо-машину так, чтобы она касалась колеса велосипеда, как показано на рисунке 1.



Рис. 1. Соединение колеса и динамо-машины

Когда колесо крутится, динамо-машина вращается и вырабатывает электричество. Мы подключили провода к динамо-машине. При подключении проводов мы ожи-

дали увидеть внутри два провода — с положительным и отрицательным потенциалом, но обнаружили пять (рис. 2).

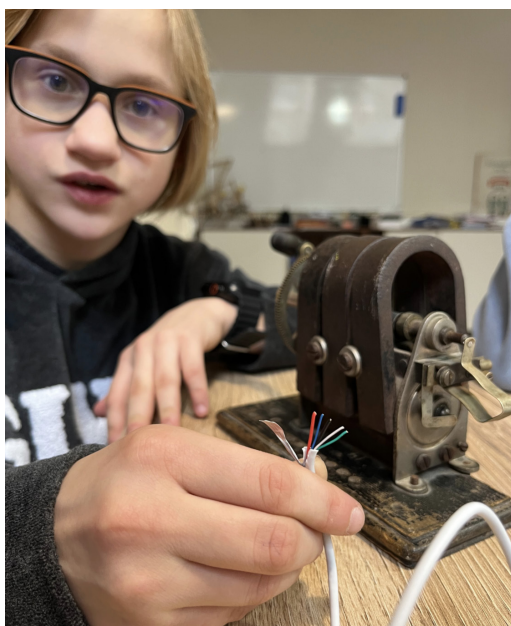


Рис. 2. Провод внутри

Перед нами встала новая задача: выбрать из пяти проводов два — с положительным и отрицательным потенциалом, чтобы зарядить гаджет, подключенный к нашему прибору. Обратившись за помощью к педагогу по физике, мы узнали, что провода, по которым идёт ток, толще, чем провода для передачи информации. С учетом

полученных данных мы подключили наш провод напрямую к динамо-машине, и наш девайс начал заряжаться.

С помощью мультиметра мы измерили напряжение, которое вырабатывает динамо-машина. Оказалось, что она дает больше **5 вольт** — этого достаточно для зарядки телефона или колонки.



Рис. 3. Использование мультиметра

После завершения сборки нашего агрегата, изображенного на рисунке 4, мы начали его тестировать. Под-

ключив колонку по проводу к нашей конструкции, мы наблюдали, как она заряжается.



Рис. 4. Итоговая конструкция

Вывод

Мы успешно превратили энергию движения велосипеда в электричество и зарядили устройство. Этот эксперимент показал, что можно использовать экологичные способы получения энергии. Теперь мы знаем, как можно заряжать гаджеты без вреда для окружающей среды. Это не только интересно, но и полезно для нашей планеты!

Заключение

Наш проект «Экоток» доказал, что даже с помощью простых подручных средств можно создать экологичное зарядное устройство. Мы надеемся, что наш эксперимент вдохновит других на поиск альтернативных источников энергии и заботу о природе.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Малов, В. И. Куда идет электричество? — М.: АСТ, 2016.
2. Сикорук, Л. Л. Физика для малышей. — М.: Интеллект, 2015.
3. Альтернативные источники энергии: почему они нужны всем. — Текст: электронный // Прайм: [сайт]. — URL: <https://1prime.ru/energy/20191219/830706934.html> (дата обращения: 03.04.2025).

Юный ученый

Международный научный журнал
№ 4 (89) / 2025

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

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

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

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

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый». 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.
Номер подписан в печать 18.04.2025. Дата выхода в свет: 21.04.2025.
Формат 60 × 90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

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