

The background is a detailed illustration of a sailing ship's deck. A young boy with brown hair, wearing a white sailor's cap, glasses, a blue and white striped shirt, and blue pants, is climbing the ship's rigging. He is barefoot and holding onto the ropes. Below him, a man with long brown hair, wearing a blue and red coat and a black hat, is looking through a large telescope. The ship's mast and yellow sails are visible. In the background, there is a blue sea and a green, rocky island under a blue sky with white clouds.

ЮНЫЙ УЧЁНЫЙ

ISSN 2409-546X

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

6+

6

Часть 1
2020

Юный ученый

Международный научный журнал

№ 6 (36) / 2020

Издается с февраля 2015 г.

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук

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

Абдрасилов 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)

Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)

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 Азиз Боситович, доктор философии (PhD) по педагогическим наукам (Узбекистан)

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Султанова Дилшода Намозовна, кандидат архитектурных наук (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)
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)
Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, доктор философии (PhD) по филологическим наукам (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, кандидат педагогических наук, декан (Узбекистан)
Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)
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)
Кошербаева 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)
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

АНОНСЫ

Отборы по программе «УМНИК» в рамках «Цифровой экономики» 1

ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА УМНИК В РАМКАХ НАЦИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ «ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

Ерпулева Д. А.

Разработка приложения для взаимодействия жителей, представителей власти и коммунальных служб по борьбе с незаконными скоплениями мусора «Мусору НЕТ» 2

Котовицков И. А., Петраков В. А., Остроушко А. Н., Галич Д. К., Дымченко И. В.

Технология дополненной реальности для обеспечения качества специальных технологических операций (AR-ТехноПро) 3

ЭКОНОМИКА

Ниязов Т. Б.

Экономическая математика в повседневной жизни 7

ИНФОРМАТИКА

Купцова Е. Е.

Опыт создания AR-приложения «Тобольский Кремль» 10

ФИЗИКА

Бархатова Е. И.

Особенности электрического сопротивления и экранирующие электромагнитное излучение свойства шунгита ... 14

Белкина А. Г., Кудрявцева М. А.

Фокусировка атомных столкновений в кристаллах 23

Бузаев М. И.

Космическая операционная 30

Гончаренко У. Б., Крылов И. С., Лутовинов Л. А.

Эффекты фокусировки атомов при эмиссии с поверхности монокристаллов 36

Нуцалова С. Б., Пыхтеев А. Д.

Проектирование понтонного моста из переработанного пластика 42

Сазонов А. Д.

Двигатель будущего 47

ХИМИЯ

Анненкова Е. В.

Изучение влияния антибиотиков на микроорганизмы 50

Голубева А. О., Чаплыгина А. С.

Яблочный вопрос 52

БИОЛОГИЯ

Бархатова Е. И.

Экологические особенности и возможности применения лекарственных растений городских зон и естественных природных территорий 56

Козлова А. Ю.

Бабочка — рождение чуда 65

<i>Кучеренко С. А.</i>	
Проект по развитию растения из семян «От ягодки до ягодки» на примере клубники	66
<i>Солдаткин Д. М.</i>	
Неизвестный вирус, поразивший весь мир	70
<i>Соловьёва Э. С.</i>	
Железо и его биологическое значение для организма подростка	73
<i>Ярмина А. А.</i>	
Влияние регуляторов роста на выход саженцев тополя чёрного в лесном питомнике	75

АНОНСЫ

Отборы по программе «УМНИК» в рамках «Цифровой экономики»

Фонд содействия инновациям продолжает грантовую поддержку проектов в рамках национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации».

Прием заявок несколько раз в год идет на следующие конкурсы:

«УМНИК — Цифровая Россия» — всероссийский универсальный конкурс, направленный на поддержку проектов в области сквозных технологий цифровой экономики, реализуемый на базе пяти центров притяжения:

[Ростов-на-Дону](#) — для регионов Юга и Северного Кавказа;

[Москва](#) — для регионов Центральной России;

[Санкт-Петербург](#) — для регионов Северо-Запада;

[Казань](#) — для регионов Поволжья и Урала;

[Томск](#) — для регионов Сибири и Дальнего Востока.

Подать заявку можно на площадках конкурса.

[«УМНИК — VR/AR»](#) — всероссийский конкурс молодёжных инновационных проектов, которые создают и/или используют технологии виртуальной или дополненной реальности.

[«УМНИК — Цифровой нефтегаз»](#) — всероссийский конкурс молодёжных инновационных проектов по цифровому развитию нефтегазовой отрасли.

[«УМНИК — Электроника»](#) — всероссийский конкурс проектов, использующих сквозные цифровые технологии в области микроэлектронной промышленности, создания и развития электронной компонентной базы, устройств сенсорики и радиоэлектронной аппаратуры на ее основе.

[«УМНИК — Фотоника»](#) — всероссийский конкурс молодежных инновационных проектов в области фотоники, радиофотоники и оптоэлектроники.

Ожидается запуск традиционных конкурсов «УМНИК-Сбербанк», «УМНИК-МТС», «УМНИК — Цифровой прорыв», а также новых отборов совместно с ОАО «РЖД», ГК «Росатом» и другими партнерами.

Победа в конкурсе означает финансирование в размере 500000 рублей для авторов инновационных проектов в возрасте 18–30 лет.

Следите за новостями Фонда на сайте fasie.ru

ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСА УМНИК В РАМКАХ НАЦИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ «ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

**Разработка приложения для взаимодействия жителей,
представителей власти и коммунальных служб по борьбе с
незаконными скоплениями мусора «Мусору НЕТ»»**

Ершулева Дарья Александровна

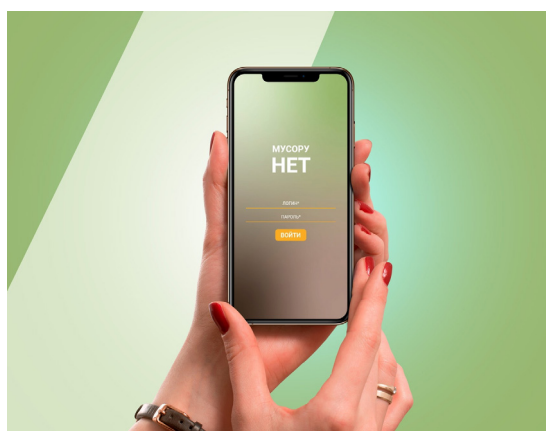


Данная работа включает в себя разработку мобильного приложения под названием: Разработка приложения для взаимодействия жителей, представителей власти и коммунальных служб по борьбе с незаконными скоплениями мусора «Мусору НЕТ»».

Сутью данной разработки является разработка мобильного приложения и веб-сайта, позволяющих жителям взаимодействовать с властью и коммунальными службами по борьбе с образованием незаконного скопления мусора. Для этого необходимо выполнение следующих задач:

1. Разработка мобильного приложения.
2. Разработка веб-сайта.

По итогам выполнения работы будет получен готовый сервис: мобильное приложение и веб-сайт. При помощи разработки возможно будет оставить информацию о скоплении мусора. В данную информацию будет входить фотография, комментарий и гео-метка скопления. Данная информация будет приходить лицу, ответственному за этот участок, после чего будет происходить вывоз мусора с места в ограниченные сроки. Для закрытия заявки необходимо будет прикрепить фотографию места с убраным мусором, а так же комментарий о выполнении. Также будет вестись статистика по частям города отметками на карте по процентному соотношению (убрано/отправлено заявок), что позволит отслеживать работу по уборке мусора.



Данный сервис будет иметь такие характеристики, как:

1. Возможность взаимодействия населения с органами власти и региональным оператором посредством общего сервиса.
2. Ведение рейтинга пользователей с системой поощрений.
3. Возможность внедрения во все регионы РФ.
4. Возможность проведения анализа экологического состояния подрегиона, региона и страны в целом

Выполнение данной работы является очень актуальным. Сервис будет являться совокупностью мобильного приложения и веб-сайта. Разработка позволит при помощи формы заявки обозначать места скопления мусора. Эта форма будет перенаправляться ответственным за места лицам, а также позволит контролировать работу над этим участком.

Инновационность разработки заключается в создании сервиса, позволяющего взаимодействовать органам власти, населению и региональному оператору через один сервис.

У подобного сервиса существуют аналоги на территории Российской Федерации, но наличие исключительных преимуществ позволит заинтересовать потенциальных пользователей. К примеру:

Система мотивации позволит не утратить поддержку населения, а возможность исключения штрафов — городской власти и региональному оператору.

Функционал будет представлен на русском языке, а сама разработка будет считаться российским ПО.

Регистрация будет происходить без привлечения портала Госуслуги.

Будут исключаться проблемы с накопительным эффектом заявок.

Технология дополненной реальности для обеспечения качества специальных технологических операций (AR-ТехноПро)

*Котовициков Иван Андреевич, студент;
Петраков Василий Александрович, студент;
Остроушко Анна Николаевна, студент;
Галич Дарья Константиновна, студент;*

*Дымченко Ирина Вячеславовна, старший преподаватель
Севастопольский государственный университет*

Введение

В сентябре 2019 года в Российской Федерации состоялся финал конкурса для IT-специалистов «Цифровой прорыв», который был признан самым крупным хакатоном мира и вошел в книгу рекордов Гиннесса. В рамках конкурса командам разработчиков предлагалось найти решения задач от представителей разных секторов экономики и общественной жизни.

Одна из команд Севастопольского государственного университета взяла для решения задачу Министерства промышленности и торговли РФ — разработать AR/VR-решение для контроля качества выполнения специальных технологических процессов на промышленных предприятиях.

Разработанный прототип вошел в топ-10 решений номинации, что дало возможность в декабре 2019 года полу-

чить грантовую поддержку от Фонда содействия инноваций по программе «УМНИК — Цифровой Прорыв 2.0».

Дополненная реальность в промышленности

Список наиболее существенных и основных сквозных цифровых технологий для Российской Федерации определен в Национальной программе «Цифровая экономика» [1]. Среди этих технологий — дополненная реальность, которая по аналитическим исследованиям компании (PwC) вошла в число восьми ключевых технологий, которые окажут значительное влияние на бизнес в ближайшем будущем [2].

Дополненная реальность (augmented reality — AR) предполагает возможность добавления элементов цифрового мира в реальный мир. То есть появляется возможность дополнить реальный физический объект визуальным рядом дополнительной информации: фотографиями, 3D-моделями, аудио информацией, видео информацией.

Технология AR может быть реализована с помощью маркерного, безмаркерного и пространственного трекинга.

Маркерный трекинг основан на распознавание специально помещенного во внешний мир объекта — маркера. В качестве маркера выступают, как правило, изображения с высокой четкостью и контрастностью, при его обнаружении воссоздаются элементы дополненной реальности. Безмаркерная технология реализуется с помощью алгоритмов компьютерного зрения, распознающих объекты реального мира, для которых (или на которых) требуется разместить цифровой контент. Пространственный трекинг основан на геолокации и параметрах сенсоров устройств, информация генерируется и визуализируется в зависимости от пространственного положения наблюдателя, с учетом ориентации, угла наклона и других параметров, которые регистрируют датчики мобильного устройства.

Существующие на рынке решения для промышленности, как правило, направлены на обеспечение материалами — инструкциями по проведению технологических операций, с целью облегчения знакомства с оборудованием, его эксплуатацией и обслуживанием. Некоторые решения позволяют получать параметры проводимых операций.

Мюнхенский технологический институт создал платформу для промышленных AR-решений, которая позволяет при помощи портативных устройств проецировать дополненную графику на реальные изделия. Boeing при помощи AR решила проблему установки компонентов бортовых систем самолетов, связанных между собой сложной системой проводов с контролем параметров установки. Сотрудники компании ускорили процесс сборки жгутов и снизили риск совершить ошибку благодаря использованию технологии. Компания Drillmecs, внедрила дополненную реальность в повседневную работу сотрудников, выполняющих задачи по техническому обслуживанию, контролю и ремонту оборудования в удаленных от предприятия районах. Каждое из этих решений позволило, либо повысить объемы выполняемых работ, либо снизило количество ошибок, совершаемых при выполнении технологических операций.

Специальные технологические процессы

Специальные технологические процессы — это процессы, результаты которых нельзя в полной мере проверить последующим контролем и испытаниями продукции и недостатки которых могут быть выявлены только в ходе использования продукции.

То есть, узлы и агрегаты, собранные с ошибками, допущенными на специальных технологических процессах, выявляются уже на этапе эксплуатации, что для ряда отраслей (автомобилестроение, самолетостроение и т. д.) зачастую критично для безопасности людей и/или влекут большие финансовые потери.

Примером таких операций могут служить: упрочнение отверстий дорнированием и герметизация, которые проводятся при установке ответственных деталей, в процессах изготовления изделий Ту-214, Ту-160, Ту-22М3.

На данный момент проблема решается присутствием при выполнении специальной технологической операции человека, в обязанности которого входит отслеживание соответствия выполнения процесса технологической карте. Как правило, это специалист более высокой квалификации, а это в свою очередь дополнительные финансовые затраты.

Предлагаемое решение

Предлагаемое решение обеспечивает связку с основными системами управления данными предприятия, взаимодействует с PLM, PDM, ERP системами, рисунок 1. Это необходимо для получения технологических карт для выполняемых специальных технологических процессов, а также реализации системы отчетности о параметрах проведенных операций.

Разрабатываемое решение представляет собой клиент-серверное приложение с возможностью запуска на очках дополненной реальности. Клиент реализуется с помощью платформой разработки 3D-приложений в реальном времени Unity³D. Серверная часть реализуется с помощью php, MySQL, Mongo. Подобный подход обеспечивает конкурентное преимущество в виде возможности сбора, хранения и анализа последовательности действий при выполнении специальных технологических процессов для генерации рекомендательной системы для повышения эффективности отслеживания качества выполнения специальных технологических процессов. Также предполагается формирование отчетности о выполняемой работе в виде статистических временных данных, а также приложенных видео-, аудио- и фотоматериалов о выполненной работе.

Использование дополненной реальности в данном решении позволяет:

1. Фиксировать правильность выполнения каждой технологической операции (в том числе и специальной);
2. Сообщать об ошибках и предоставлять инструкции в виде 3D-образов, аудиогuida, фотоматериалов.
3. Формировать отчет по выполненному технологическому процессу с параметрами выполнения.

Прототип программного решения

В рамках участия в хакатоне «Цифровой прорыв» был разработан прототип, который позволяет идентифицировать которую необходимо провести операцию по

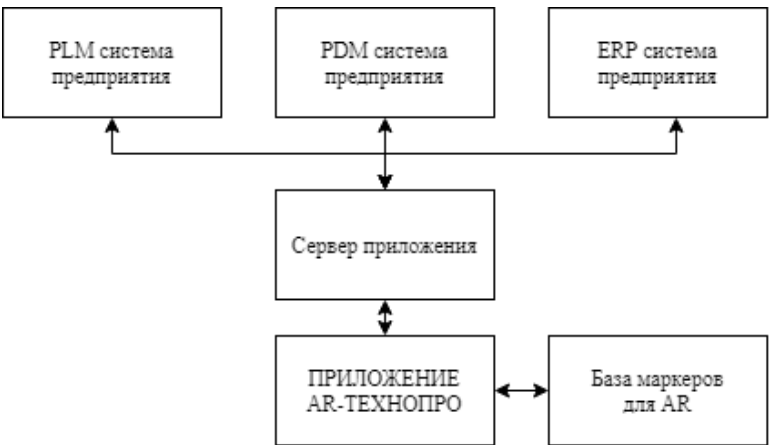


Рис. 1. Структурная схема связки приложения с системами предприятия

QR-коду на рабочем месте и последовательно, пошагово отобразить инструкции по проведению определенной

операции с отображением в виде 3D анимации и/или 2D информации и аудиогuida, рисунок 2

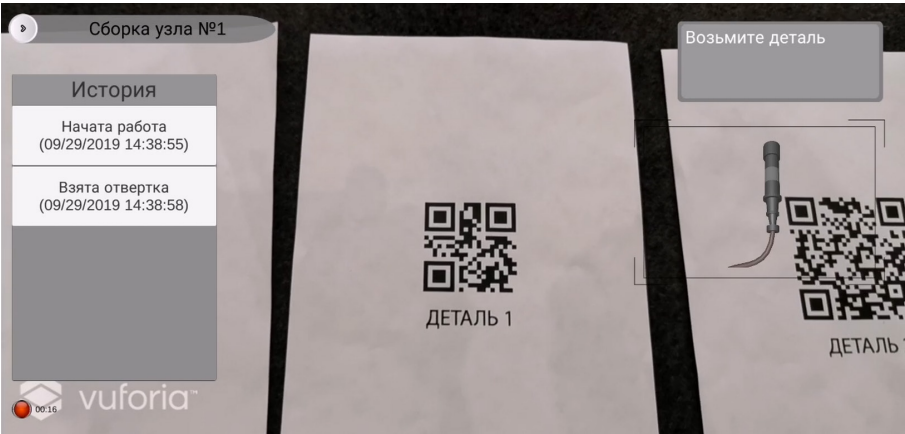


Рис. 2. Экран приложения

Слева на экране приложения находится история, рисунок 3, которая формируется специально для связки с системами планирования ресурсов предприятия, что

позволит производить различные аналитические операции, связанные с планированием времени и анализом правильности выполненных операций, а также с прогно-

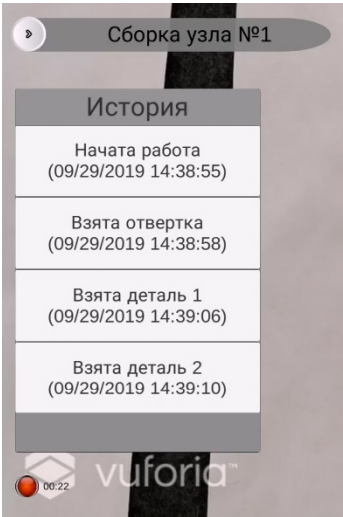


Рис. 3. Панель истории

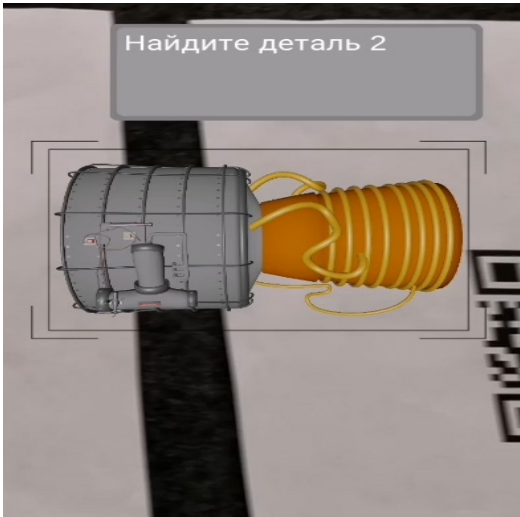


Рис. 4. Панель анимации

зированием, сколько времени в будущем потребуется на сборку и на выполнение определенных операций.

Справа на экране приложения находится панель с 3D или 2D анимацией. В этом окне происходит визуализация эталонного выполнения текущей операции, рисунок 4. Над этой панелью находится инструкция по текущей выполняемой задаче, согласно технологической карте, получаемой из информационной системы организации.

В ходе выполнения каждого шага операции работника сопровождает аудиогид, который следует визуальной инструкции, выводимой на очках дополненной реальности. В случае необходимости аудиогид можно отключить.

Развитие проекта

Разработанный прототип функционирует на мобильных устройствах под управлением ОС Android. В

ближайшее время предполагается: адаптация для функционирования на очках дополненной реальности, разработка серверной части для взаимодействия с информационными системами предприятия.

Программное решение может быть внедрено на промышленных предприятиях в качестве интерактивного помощника, сопровождающего выполнения как специальных, так и обычных технологических операций, а также в качестве обучающего программного обеспечения для подготовки специалистов, которые планируются на выполнение сборочных процессов.

Исследования и разработка выполняются в рамках грантовой поддержки от Фонда содействия инновациями по программе «УМНИК — Цифровой Прорыв 2.0», договор (соглашение) № 379гуцс8-d³/56445.

ЛИТЕРАТУРА:

1. The Essential Eight technologies: PwC [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.pwc.com/gx/en/issues/technology/essential-eight-technologies.html> — (Дата обращения: 10.03.2020)
2. Распоряжение Правительства РФ № 1632-р от 28 июля 2017 г. «Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf> — (Дата обращения: 10.03.2020)

ЭКОНОМИКА



Экономическая математика в повседневной жизни

Ниязов Тимур Булатович, учащийся 5 класса
МАОУ СОШ № 94 г. Тюмени

Научный руководитель: Куприна Анна Викторовна, кандидат педагогических наук, старший преподаватель
Тюменский государственный университет

Математика и экономика — это самостоятельные области знаний, каждая из которых имеет свой объект и предмет исследования. По мнению известного американского ученого Норберта Винера, предназначение математики состоит в том, чтобы находить скрытый порядок в хаосе, который нас окружает. Экономика — это часть повседневной жизни всех людей. Слово «экономика» произошло от греческого *oikonomike*, буквально — искусство ведения домашнего хозяйства. У каждого человека есть ряд своих определенных потребностей. Самые элементарные из них — это еда, питье, одежда. Если смотреть дальше, есть семьи, которые хотят чего-то или нуждаются в чем-то. Для чего нужна экономика?

Оглянитесь вокруг, и вы заметите, что наша жизнь состоит из разных потребностей. Мы все постоянно чего-то хотим; самые простые наши потребности еда, питье, одежда, жилье. Более сложные перечислить труднее, потому что их очень много, но можно привести примеры: телевизоры, автомобили, развлечения. Естественно, что у разных людей и желания различны.

Каждая семья ведёт личную семейную экономику, поэтому мне стало интересно узнать, какие математические знания используются в решении экономических задач. Осенью 2019 года у нас частично сгорел дом. Для восстановления дома необходимы строительные материалы. Я предложил родителям свою помощь, ведь я уже умею вычислять периметр и площадь, умею решать задачи на нахождение цены, количества и стоимости, задачи на производительность. При выполнении расчетов надо обязательно обратить внимание на:

- цену,
- выгоду,
- качество,
- безопасность.

Начинать нужно с изучения ассортимента строительных магазинов. Большой популярностью пользуются магазины для оптовых покупателей, но для мелких покупок это будет не совсем выгодно. Рассмотрим цены газобетонного блока для стен в разных торговых точках города.

Товар значительно подорожал, это видно, если сравнить стоимость одного блока в декабре 2019 года и посмотреть цену на май 2020 года. Мои родители, сделав покупку газобетонных блоков в декабре, значительно сэкономили. Разница получилась существенная для нашей семьи. Сегодня за эту покупку нам бы пришлось заплатить 154856 рублей. Чистая выгода равна 65.646 рублей. Производитель перед Новым годом предлагал хорошие скидки, поэтому получилась такая большая экономия.

Зная цену и количество легко можно узнать стоимость. Но мы рано радовались, оказывается наш купленный строительный материал находится в городе Ялуторовск, на складах производителя. Доставка товара осуществляется за счет покупателя. Масса товара составляет около 19000 кг. Его может доставить машина грузоподъемностью 20 тонн. Стоимость услуги такой машины — 9.000 рублей. Был апрель, а и именно в апреле и мае действуют федеральные законы, которые запрещают перевозить грузы более 10 тонн. Пришлось заказывать две машины по 10 тонн. Расходы составили 16.000 рублей. Не учли мы и то, что тяжелые поддоны с блоками должна выгружать спецмашина, а это еще 5.000 рублей. Поэтому из сэкономленных 65646 рублей вычитаем транспортные и разгрузочные услуги 21.000 рублей. Теперь экономия составила 44646 рублей.

До пожара наш дом имел площадь 180 кв. м. После пожара уцелел только первый этаж (90 кв. м). Задача — восстановить второй этаж, а это еще 90 кв. м. Я решил узнать, какова будет площадь восстанавливаемых стен. Посчитал площадь стен, оконных проемов и дверной проем в несущей стене и сложил. Чтобы узнать сколько квадратных метров кладки стен нужно сделать, я из общей площади вычел площадь проемов. Т. к. строители берут оплату за кладку стен за кв. м., мы уже четко знали стоимость работ.

Строители запросили 300 рублей за квадратный метр кладки. Стоимость работ составила 34137 рублей (умножили площадь на стоимость). Зная объем работы, легко высчитать производительность строителей. Они планировали закончить работы за одну неделю. Так сколько

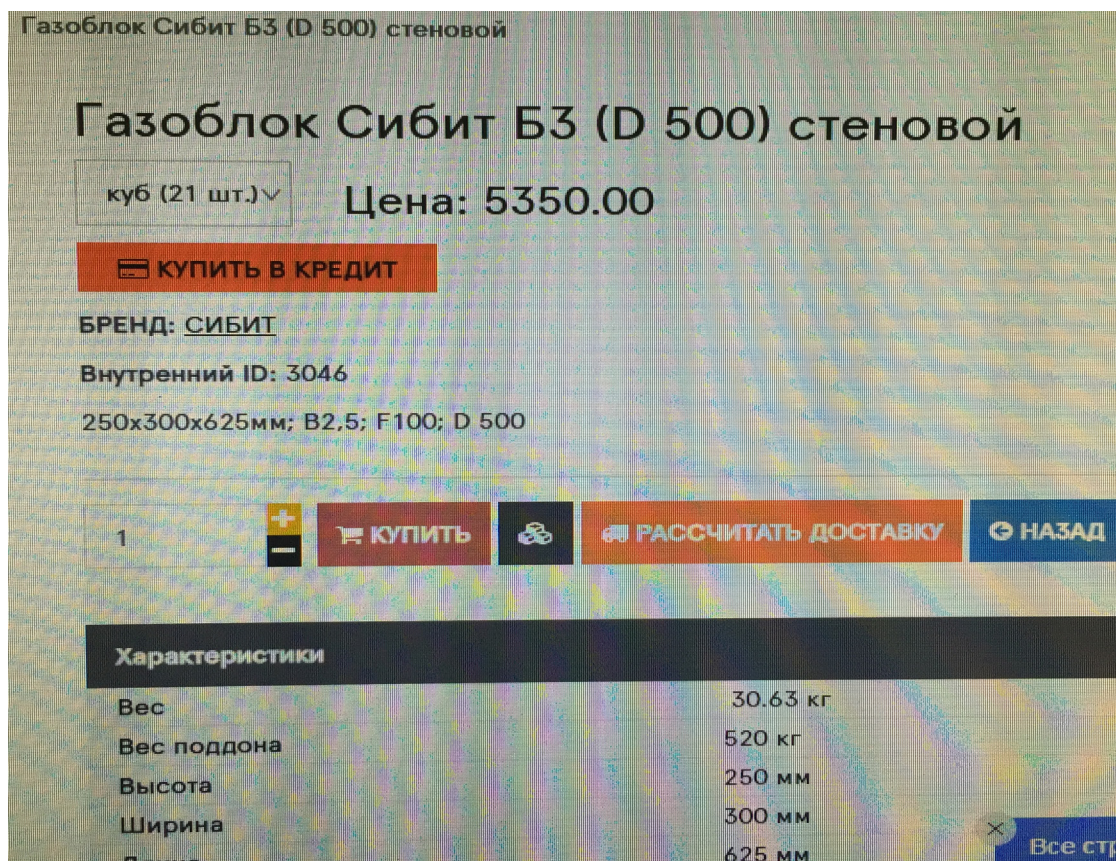


Рис. 1. Стоимость в торговом доме «ПОРЕВИТ» на 15 мая 2020 года

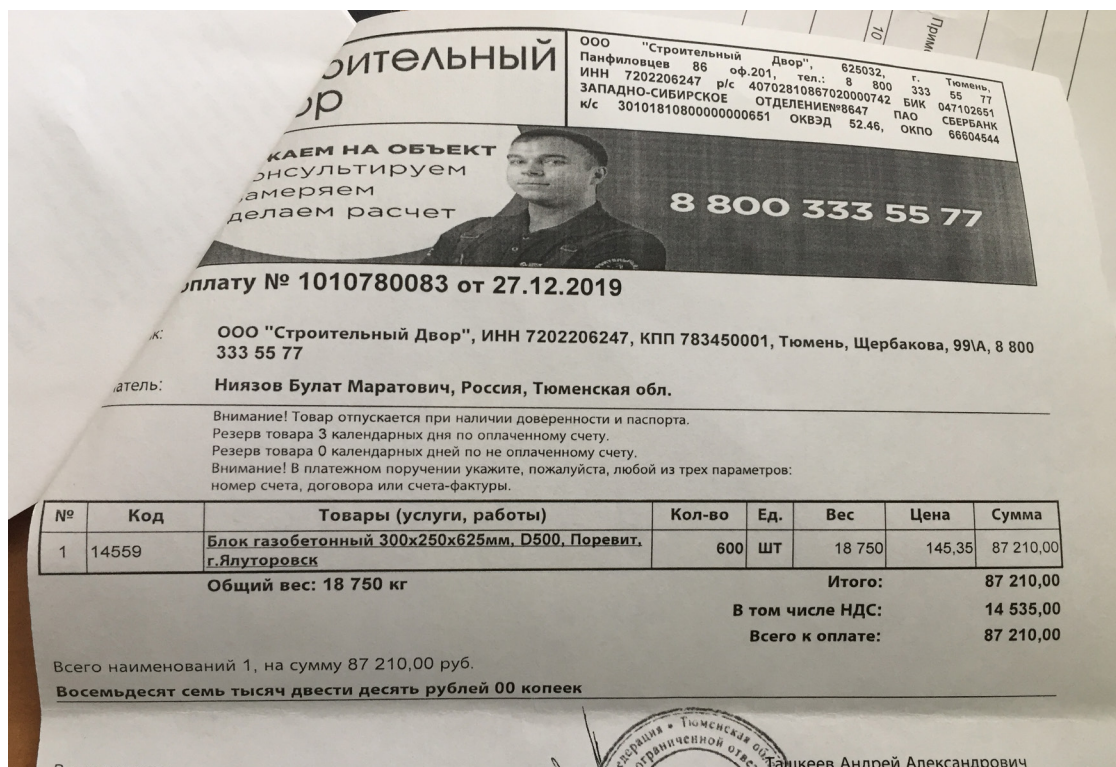


Рис. 2. Чек покупки

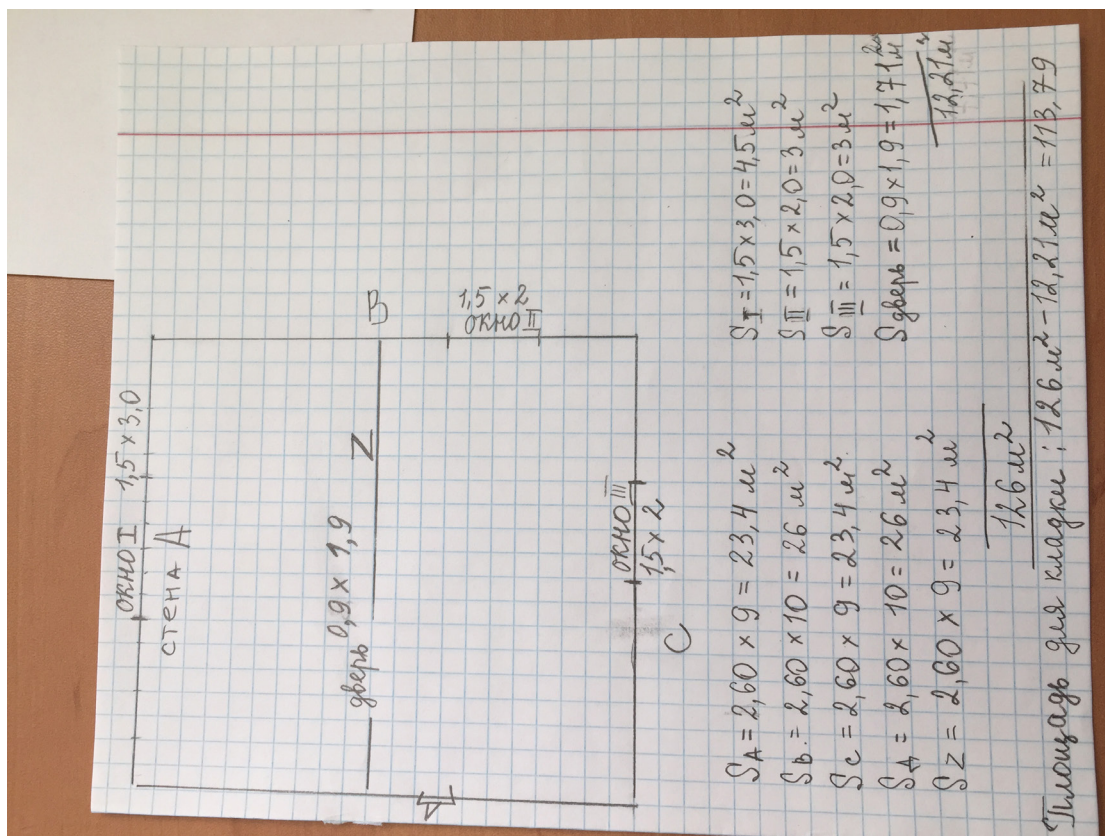


Рис. 3. Расчеты

же они будут выкладывать в день? Можно посчитать: $113,79:7=16,2$ кв. м в день будут выкладывать мастера. Но, иногда погодные условия не позволяют работать в том ритме, в котором планировали строители. Нам очень повезло. Погода была чудесная и строители выполнили наш заказ в срок.

Свои расчеты я не стал далеко убирать. Ведь очень скоро нам предстоит делать внутреннюю отделку и, следовательно, все расчеты могут пригодиться при выборе обоев на стены, заказе натяжных потолков. Самое главное, при выборе материалов для отделки необходимо сравнить цены на строительные материалы.

Вернемся к экономии. Хватит ли сэкономленных денег на оплату услуг строителей. Из 44646 рублей вычитаем 34137 рублей. Остается 10509 рублей. Мы уже знаем, что эти деньги можно добавить на покупку металло-

профиля. Компанию по изготовлению металлопрофиля мы нашли в пригороде. Дешевле у них было только на 5 рублей, но сроки изготовления привлекли нас. Другие фирмы работали с заказами по 5 дней, а наш заказ был готов уже через 2 дня. Мы сэкономили время. Стоимость доставки не отличалась. Время бесценно. Тем более что погода у нас переменчивая. Строители приступили к работе быстро. Крыша почти готова.

Таким образом, на примере простых математических расчетов мы показали, как можно добиться экономии бюджета семьи.

Математика присутствует везде, она помогает нам в жизни, делает ее понятнее. Нужно только ее старательно учить и вникать в каждую теорему и в каждый закон. Развивать свое мышление и тогда математика будет помогать во всем на протяжении всей жизни.



ИНФОРМАТИКА

Опыт создания AR-приложения «Тобольский Кремль»

Купцова Елизавета Евгеньевна, учащаяся 10 класса

МАОУ СОШ № 9 с углубленным изучением отдельных предметов г. Тобольска

Научный руководитель: Малышева Елена Николаевна, кандидат педагогических наук, доцент

Тобольский педагогический институт имени Д. И. Менделеева (филиал) Тюменского государственного университета

В современном мире цифровые технологии имеют огромное значение, особенно для подрастающего поколения. Одно из самых важных средств формирования взглядов и убеждений — знакомство с историей, в том числе, своего родного города. С помощью цифровых технологий этот процесс можно сделать гораздо эффективнее.

В частности, дополненная реальность (AR — augmented reality) — одна из самых перспективных и универсальных технологий XXI века. Область применения AR настолько широка, что гораздо легче будет найти сферу, в которой их использование не уместно, нежели перечислять все возможные варианты эксплуатации. Области использования, в которых технология дополненной реальности уже показала себя с наилучшей стороны, варьируются от игровой индустрии до медицины. Своим проектом мы хотим продемонстрировать возможности внедрения AR в индустрию туризма.

Благодаря обилию уникальных достопримечательностей Тобольск — один из важных туристических центров Урала и Сибири. Город славится своими удивительными архитектурно-историческими памятниками, главный из которых — Тобольский кремль. Однако на сегодняшний день можно констатировать, что туристическая сфера в Тобольске недостаточно развита: наблюдается нехватка качественных, интересных услуг и сервисов для увеличения потока туристов.

Мы считаем, что экскурсии в большей степени нужно выводить на новый, интерактивный уровень, например, с использованием технологии AR, суть которой заключается в отображении на экране смартфона рядом с объектом различной инфографики.

Дополненная реальность (AR) — одна из цифровых технологий, позволяющих визуализировать информацию о чем-либо посредством взаимодействия человека и цифровых устройств (компьютеры, смартфоны, планшеты и др.). Ее специфика заключается в том, что она программным образом визуально совмещает два изначально независимых пространства: мир реальных объектов вокруг нас и виртуальный мир, воссозданный на компьютере.

Новая виртуальная среда образуется путем наложения запрограммированных виртуальных объектов поверх видеосигнала с камеры, и становится интерактивной путем использования специальных функций в арсенале цифрового устройства.

Основа технологии дополненной реальности — это система оптического трекинга. Это значит, что «глазами» системы становится камера, а «руками» — маркеры. Камера распознает маркеры в реальном мире, «переносит» их в виртуальную среду, накладывает один слой реальности на другой и таким образом создает мир дополненной реальности.

Существуют три основных направления в развитии этой технологии:

«Безмаркерная» технология AR. Работает по особым алгоритмам распознавания, где на окружающий ландшафт, снятый камерой, накладывается виртуальная «сетка». На этой сетке программные алгоритмы находят некие опорные точки, по которым определяют точное место, к которому будет «привязана» виртуальная модель. Преимущество такой технологии в том, что объекты реального мира служат маркерами сами по себе и для них не нужно создавать специальных визуальных идентификаторов.

AR технология на базе маркеров. Технология на базе специальных маркеров, или меток, удобна тем, что они проще распознаются камерой и дают ей более жесткую привязку к месту для виртуальной модели. Такая технология гораздо надежнее «безмаркерной» и работает практически без сбоев.

«Пространственная» технология. Кроме маркерной и безмаркерной, существует технология дополненной реальности, основанная на пространственном расположении объекта. В ней используются данные GPS/ГЛОНАСС, гироскопа и компаса, встроенного в мобильный телефон. Место виртуального объекта определяется координатами в пространстве. Активация программы дополненной реальности происходит при совпадении координаты, заложенной в программе, с координатами пользователя [6].

Результаты нашего анализа этих технологий [1, 3, 6, 8] с точки зрения разработчика и пользователя приведены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение технологий дополненной реальности

Критерии	Безмаркерная	Маркерная	Пространственная
Вероятность сбоев	Средняя	Средняя	Низкая
Стабильность в работе	Низкая	Высокая	Высокая
Визуальные идентификаторы	Опорные точки на виртуальной сетке	Специальные маркеры/метки	Пространственные координаты
Примеры средств для разработки	Приложение-каталог от IKEA, где можно посмотреть, как мебель компании будет смотреться у вас дома.	AirMeasure — виртуальная рулетка, способная определять расстояния и размеры в реальном мире.	Google Sky Map — приложение, позволяющее узнать, какие звезды сейчас видно на небе.

Чтобы исключить технологические риски и обойти проблемные моменты при разработке приложения мы остановили свой выбор на пространственной технологии дополненной реальности.

Для разработки приложения дополненной реаль-

сти по архитектурно-историческим памятникам Тобольского кремля мы отобрали перечень объектов, которые войдут в пилотный вариант программы, и информацию о них. Для этого был проведен онлайн-опрос среди жителей города Тобольска (рис. 1).

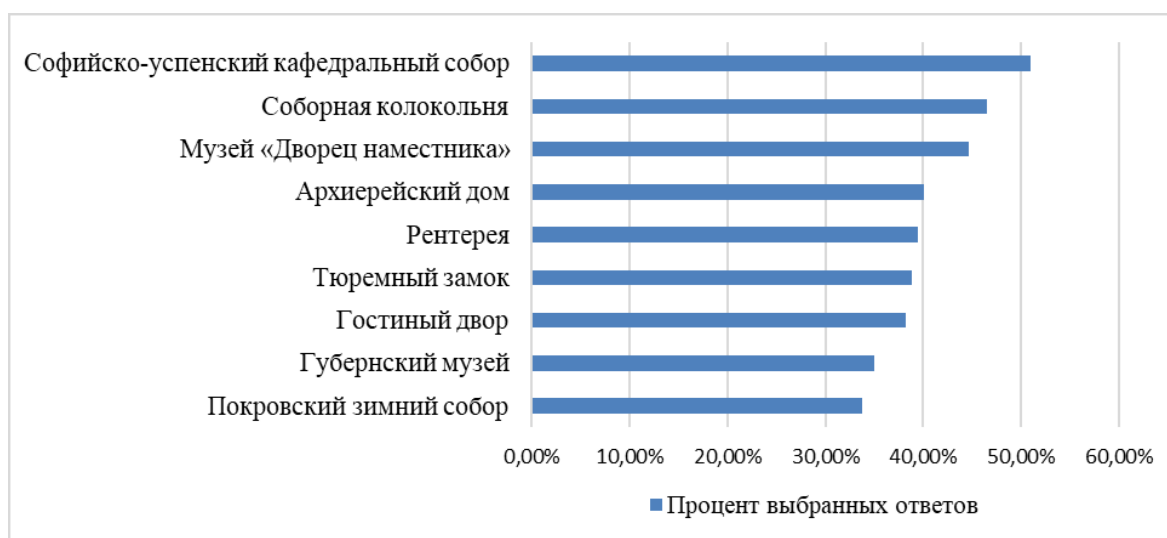


Рис. 1. График посещаемости объектов Тобольского Кремля

Опрос посещаемости архитектурно-исторических памятников Тобольского Кремля позволил отобрать перечень наиболее популярных объектов, представление

которых войдет в разрабатываемое приложение дополненной реальности (таблица 2).

Таблица 2. Выбранные объекты для представления в AR-приложении

Объект	Необходимые данные	
	Координаты	
	Широта	Долгота
Софийско-успенский кафедральный собор	58.199405	68.251319
Гостиный двор	58.199964	68.252656
Тюремный замок	58.201062	68.250367
Соборная колокольня	58.198943	68.251220
Покровский собор	58.198888	68.249065

В результате изучения различных источников по истории города [4, 5, 7] мы сделали отбор информации (фотоматериалов, иллюстраций, исторических справок, рассказов и др.), которые составят содержание дополненной реальности кремля.

Для большей практичности и удобства пользователей

приложения нами было решено расположить всю информацию об архитектурно-исторических памятниках Тобольского Кремля на собственном сайте. Для анализа и дальнейшего выбора были отобраны 5 популярных и известных сред для создания сайтов, сравнение которых представлено в Таблице 3.

Таблица 3. Сравнение популярных источников для создания собственного сайта

Критерий сравнения	Wix	Jimbo	A5	Umi	SetUp
Язык интерфейса	Русский и другие	Русский и другие	Русский	Русский	Русский
Простота и удобство пользования	Высокое	Среднее	Среднее	Ниже среднего	Минимальное
Готовые шаблоны	Более 500	Более 500	Более 300	Более 500	Более 700
Доступ к коду сайта	Да	Да	Нет	Нет	Нет
Проверка отображения на устройствах	Да	Да	Нет	Да	Да
Возможность создать бесплатный сайт	Да	Да	Да	Нет	Нет

В результате мы остановили свой выбор на веб-ресурсе (облачная платформа для конструирования сайтов) Wix [2].

По адресу <https://savelievpashka.wixsite.com/artob> можно ознакомиться с созданным сайтом, который содержит контент для пилотной версии мобильного приложения.

Для разработки пилотной версии приложения дополненной реальности, исходя из личных навыков и доступности приложений, была выбрана среда Android Studio на основе открытой библиотеки Google ARCore для создания приложений дополненной реальности, с использованием сторонней библиотеки ARCore Location, расширяющей возможности Google ARCore для работы с геопозиционированием.

Работа приложения основана на получении геопозиции (координат GPS) и размещении поверх изображения с камеры смартфона соответствующих ярлыков с названиями объектов. Список объектов и их местоположение хранятся в файле, размещенном на бесплатном хостинге в интернете в формате JSON. При касании ярлыка открывается страница сайта, посвященная данному объекту.

Чтобы иконка приложения ассоциировалась у пользователей с городом Тобольск и дополненной реальностью, было решено изобразить на логотипе стилизованное изображение городского герба и Соборную колокольню. А для большей ясности и визуализации по центру рисунка было размещено название приложения «ARTob» (рис. 2).



Рис. 2. Готовая иконка пилотной версии приложения и вид в меню смартфона

Таким образом, мы создали пилотную версию мобильного приложения, которое представляет собой дополненную реальность пяти историко-архитектурных объектов Тобольского Кремля, которую можно легко расширить. Приложение может использоваться не толь-

ко для получения сведений о данных объектах, но и для ориентирования на местности. С его помощью гости города можно легко узнать, в какой стороне Тобольска находится Кремль, так как приложение «работает» городе на любом от него расстоянии.

ЛИТЕРАТУРА:

1. AR — Дополненная реальность / Хабр: Сообщество IT-специалистов. — URL: <https://habr.com/ru/post/419437/> (Дата обращения 12.01.2020). — Режим доступа: в свободном доступе.
2. Wix.com: облачная платформа для конструирования сайтов — URL: <https://www.wix.com/> (Дата обращения 10.02.2020). — Режим доступа: в свободном доступе.

3. Дополненная реальность (AR): перспективы и будущее технологии / Комсомольская правда: электронная версия — URL: <https://www.kp.ru/putevoditel/tekhnologii/dopolnennaya-realnost/> (Дата обращения 12.01.2020). — Режим доступа: в свободном доступе.
4. Координаты объектов Тобольского Кремля / Google Maps — URL: <https://maps.google.com/> (Дата обращения 21.02.2020). — Режим доступа: в свободном доступе.
5. Покровский собор / Тобольская митрополия: официальный сайт — URL: http://www.tobolsk-eparhia.ru/p/pages.php?id=t06_3 (Дата обращения 13.02.2020). — Режим доступа: в свободном доступе.
6. Технология дополненной реальности AR / Увлекательная реальность: официальный сайт компании «Интернет для жизни» — URL: https://funreality.ru/technology/augmented_reality/ (Дата обращения 12.01.2020). — Режим доступа: в свободном доступе.
7. Тобольский историко-архитектурный музей-заповедник / Национальные проекты. — URL: <http://tiamz.ru/ru> (Дата обращения 14.02.2020). — Режим доступа: в свободном доступе.
8. У IKEA появилось AR-приложение для выбора мебели / Инновации / AdIndex.ru: сетевое издание — URL: <https://adindex.ru/news/innovations/2017/09/13/165705.phtml> (Дата обращения 13.01.2020). — Режим доступа: в свободном доступе.



ФИЗИКА

Особенности электрического сопротивления и экранирующие электромагнитное излучение свойства шунгита

Бархатова Екатерина Игоревна, учащаяся 11 класса

Научный руководитель: *Уразеева Лилия Рустамовна, учитель биологии*
МАОУ СОШ № 98 г. Челябинска

Научный руководитель: *Бархатова Наталия Анатольевна, доктор медицинских наук, профессор*
Южно-Уральский государственный медицинский университет (г. Челябинск)

Шунгит — это необычная углеродсодержащая ископаемая порода, которая наряду с углеродом C_{60} включает в себя силикатные компоненты. Чистый ископаемый шунгит встречается в природе достаточно редко, чаще всего он входит в состав других пород в виде прожилок до 30 см толщиной. Наиболее значимые запасы шунгита, около 1 млрд тонн, находятся в Карелии, на территории заонежского полуострова и вокруг северной части Онежского озера. В XX веке были обнаружены залежи шунгита в Казахстане, которые содержат около 49 млн тонн этого минерала. Активное изучение структуры и свойств шунгита в России осуществлялось в 1928–1937 годах. Но в начале XXI века интерес к этому ископаемому веществу вновь вернулся, так как появилась новая информация о его структуре и химическом составе [1, 7].

Углерод, входящий в состав шунгита, имеет специфичную шарообразную пространственную структуру — глобулу размером около 10 нм. В этой углеродной матрице равномерно распределены высокодисперсные силикаты (кремнезём, частицы кварца) с размером частиц около 0,5 мкм. Шунгитовые породы могут содержать различные минеральные вещества, включая карбонаты, алюмосиликаты и другие [2].

В настоящее время разделяют две разновидности шунгита: 1) блестящий шунгит (94% — C_{60} , 1,9% — O, N, 0,8% — H, 2,2% — зольность), 2) матово-серый шунгит (64% — C_{60} , 3,5% — O, N, 6,7% — H, 3,3% — зольность). При изучении шунгита были определены его основные свойства как природного минерала, которые позволили использовать его в различных отраслях жизни человека. Это ископаемое вещество одно из немногих минералов, способных проводить электрический ток. Он имеет твёрдость около 4 по шкале Мооса и плотность, равную 1,9–2,4 г/см³. В обычных условиях он не горит [2, 4].

Являясь источником углерода — фуллерена, шунгит интересен для исследователей в области нанотехнологий.

Входящие в его состав химические вещества говорят о потенциальной возможности применения этого минерала в электронной промышленности и кибернетике. В тоже время в наши дни шунгит достаточно широко используют в металлургии, как восстановитель и как источник кремния для производства чугуна, его применяют как декоративный и отделочный камень в архитектуре, а также используют при изготовлении лёгкого заменителя бетона — шунгизита или для экранирования электромагнитных излучений [3, 5, 6].

До сих пор среди учёных отсутствует единое мнение о происхождении шунгитовых пород, их образовании в процессе эволюции геологических структур, имеет место разнообразие теорий о природе углеродистых глобул, способах их объединения, а также нет чётких данных о природе исходного углеродного материала. Остаются не до конца изученными физико-химические свойства минерала, что делает шунгит интересным объектом для современных исследований, которые помогут открыть новые возможности для его использования в жизни людей. Наиболее интересным из свойств ископаемого шунгита, состоящего на 96–98% из углерода является способность данного минерала к проведению электрического тока, в то время как другие виды углеродных минералов, например, графит, наоборот, не проводит электрический ток [2, 7]. Не менее интересным для изучения и мало освещённым в литературе является вопрос об электрическом сопротивлении этого минерала, что может быть полезно при поиске возможностей его практического использования.

Цель исследования — изучить особенности электрического сопротивления природного шунгита в водной среде при изменении её химического состава и экранирующие электромагнитное излучение свойства данного минерала.

Материалы и методы исследования. Для исследования особенностей электрического сопротивления

природного шунгита использовали фрагменты данного минерала производства ООО НПК «Карбон — Шунгит» (г. Петрозаводск), находящиеся в свободной продаже в аптечной сети.

Для оценки показателей электрического сопротивления шунгита использовали мультиметр S-Line DT-832. Показатели электрического сопротивления измеряли, используя сухие фрагменты шунгита, и погружая минерал в четыре вида водных растворов: 1) нейтральный (кипячёная вода, $\text{pH}=7$), 2) 2% раствор поваренной соли — NaCl , 3) 0,5% раствор лимонной кислоты ($\text{pH}=5$), 4) 2% раствор пищевой соды — NaHCO_3 ($\text{pH}=8$). Исследование сопротивления шунгита электротоку проводили на 10 фрагментах минерала с достаточно близкой массой, равной $3,8 \pm 0,4$ грамма.

Для изучения экранирующих свойств шунгита в отношении источников электромагнитного излучения были использованы 3 вида телефонов: сотовые телефоны марки Nokia, iPhone и радиотелефонная трубка городской телефонной сети. Измерение пространственных составляющих напряжённости электромагнитного поля телефонных аппаратов регистрировали с помощью магнитометра геофизического трёхкомпонентного (ООО «НТЦ Спектр»).

При изучении экранирующих свойств шунгита использовали 11 фрагментов породы, которые помещали в чашку Петри, при этом для исключения экранирующего эффекта стекла и расстояния исследования проводили в несколько этапов: 1) экранирование одним слоем стекла; 2) экранирование стеклом и шунгитом; 3) экранирование двумя стёклами чашки Петри и прослойкой шунгита. Результаты исследования фиксировали с помощью цифрового фотоаппарата. При статистическом анализе полученных данных использовали методы описательной статистики и критерий Стьюдента с уровнем значимости менее 5%.

Результаты исследований

1. Изменение электрического сопротивления шунгита. Первоначально с помощью мультиметра были получены исходные данные сопротивления кипячёной воды, раствора кислоты и щёлочи, которые были равны 0 Ом. При прикосновении двух металлических концов щупов мультиметра показатель сопротивления данного отрезка проводника был равен 2,3 Ом. В первой серии опытов были получены показатели электрического сопротивления фрагментов сухого, увлажнённого кипячёной водой шунгита и минерала, погружённого в нейтральную водную среду ($p < 0,05$).

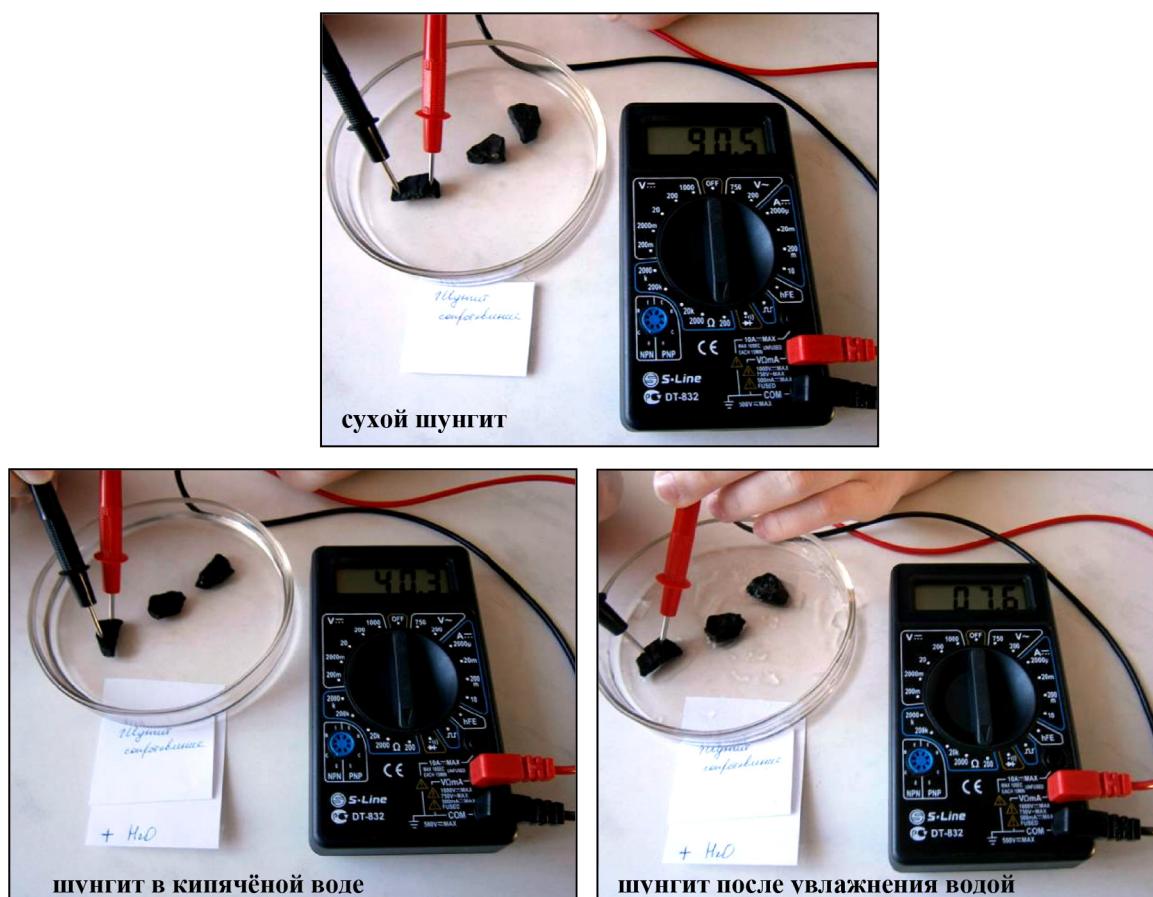


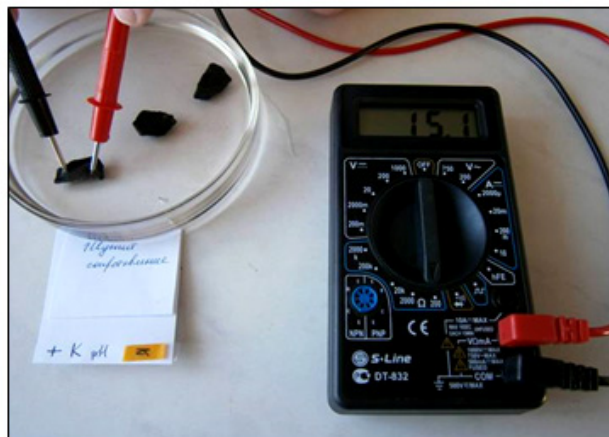
Рис. 1. Показатели электрического сопротивления сухого и увлажнённого водой шунгита

Результаты показали, что наибольшее электрическое сопротивление отмечалось у сухого шунгита ($76,3 \pm 8$ Ом), в водной среде сопротивление составило $34,6 \pm 3,8$ Ом, а увлажнённый водой шунгит, находящийся в воздушной среде оказывал сопротивление электрическому току, рав-

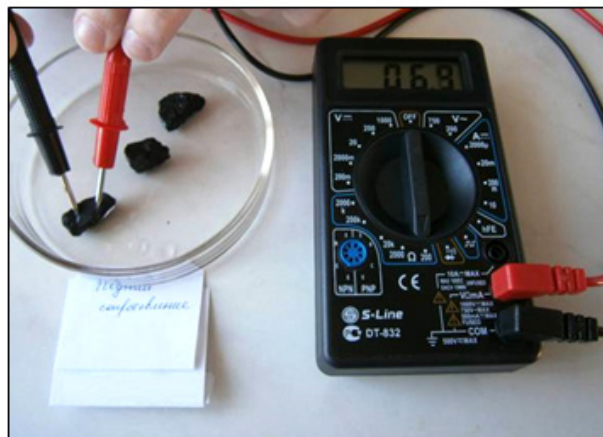
ное $45,2 \pm 1,3$ Ом. При погружении фрагментов шунгита в 2% раствор натрия хлорида (поваренная соль) показатель электрического сопротивления в среднем составил $45,2 \pm 1,2$ Ом, что достоверно отличалось от показателя сопротивления шунгита погружённого в кипячёную воду.

При изменении кислотности водных растворов изменение показателя сопротивления производили при погружении фрагмента минерала в тот или иной раствор и сразу после извлечения фрагмента шунгита, с остатками кислого или щелочного раствора, увлажняющего его поверхность. При исследовании были получены следующие

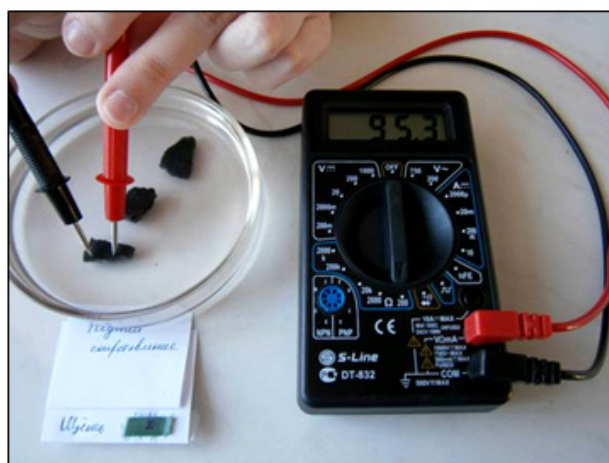
результаты. Показатель сопротивления шунгита электрическому току в кислой среде ($pH=5$) в среднем составил $17,1 \pm 2^*$ Ом, а после извлечения из данного раствора 0,5% лимонной кислоты показатель сопротивления снизился до $9,4 \pm 0,9$ Ом ($p < 0,05$) (рис. 2).



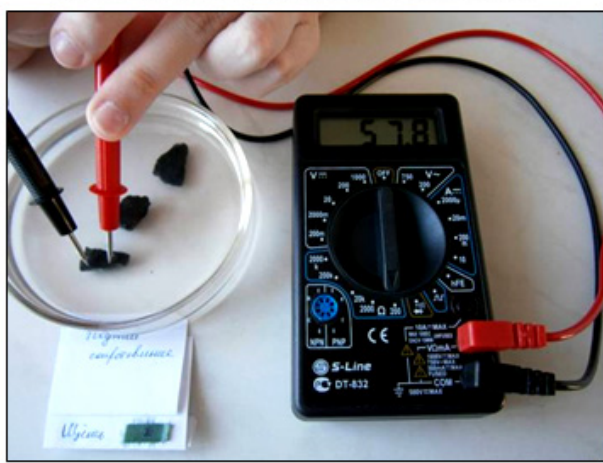
ШУНГИТ В КИСЛОТЕ



ШУНГИТ ПОСЛЕ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИЗ КИСЛОТЫ



ШУНГИТ В РАСТВОРЕ ЩЕЛОЧИ



ШУНГИТ ПОСЛЕ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИЗ РАСТВОРА ЩЕЛОЧИ

Рис. 2. Показатели электрического сопротивления шунгита в зависимости от уровня кислотности окружающей водной среды

При измерении электрического сопротивления после погружения фрагментов шунгита в щелочной раствор его уровень составил $85,8 \pm 5,9$ Ом, а после извлечения из 2% раствора соды показатель сопротивления снизился до $56,9 \pm 4,8$ Ом ($p < 0,05$).

В ходе исследований мы обратили внимание на тот факт, что различные по массе и форме фрагменты шунгита обладают различным сопротивлением электрическому току, показатели которого могут отличаться в несколько раз. (рис. 3).

При этом погружение этих фрагментов в раствор кислоты или щёлочи сопровождалось схожим разнообразием показателей и их соотношением между значениями для этих фрагментов. Разница показателей в кислой среде составляла 1,7–2,3 раза, а в щелочной среде 1,6–1,9 раз. На приведённом рисунке 3 показаны результаты исследования электрического сопротивления одних и тех же трёх фрагментов шунгита, которые помещали в кислую и

щелочную среду. В кислой среде соотношение уровня сопротивления составило 1:1,5:2,1 при уровне показателей 6,9 Ом (шунгит 1), 10,2 Ом (шунгит 2) и 14,5 Ом (шунгит 3). В щелочной среде уровень сопротивления этих трёх фрагментов шунгита имел соотношение 1:1,6:1,9 при уровне показателей 50,8 Ом (шунгит 1), 81,7 Ом (шунгит 2) и 95,3 Ом (шунгит 3). При этом масса этих трёх фрагментов шунгита составляла 2,7 грамма (шунгит 1), 3,1 грамма (шунгит 2) и 3,4 грамма (шунгит 3) и соотношение их масс было равно 1:1,1:1,3. Разница в соотношении массы фрагментов шунгита и соотношения показателей сопротивления в кислой и щелочной среде говорит о том, что на уровень сопротивления данного минерала в меньшей мере влияет масса фрагмента и, вероятнее всего, большее значение имеет его химический состав и наличие электропроводящих примесей.

На следующем этапе исследований фрагмент шунгита последовательно погружали в воду ($pH=6$), а затем в

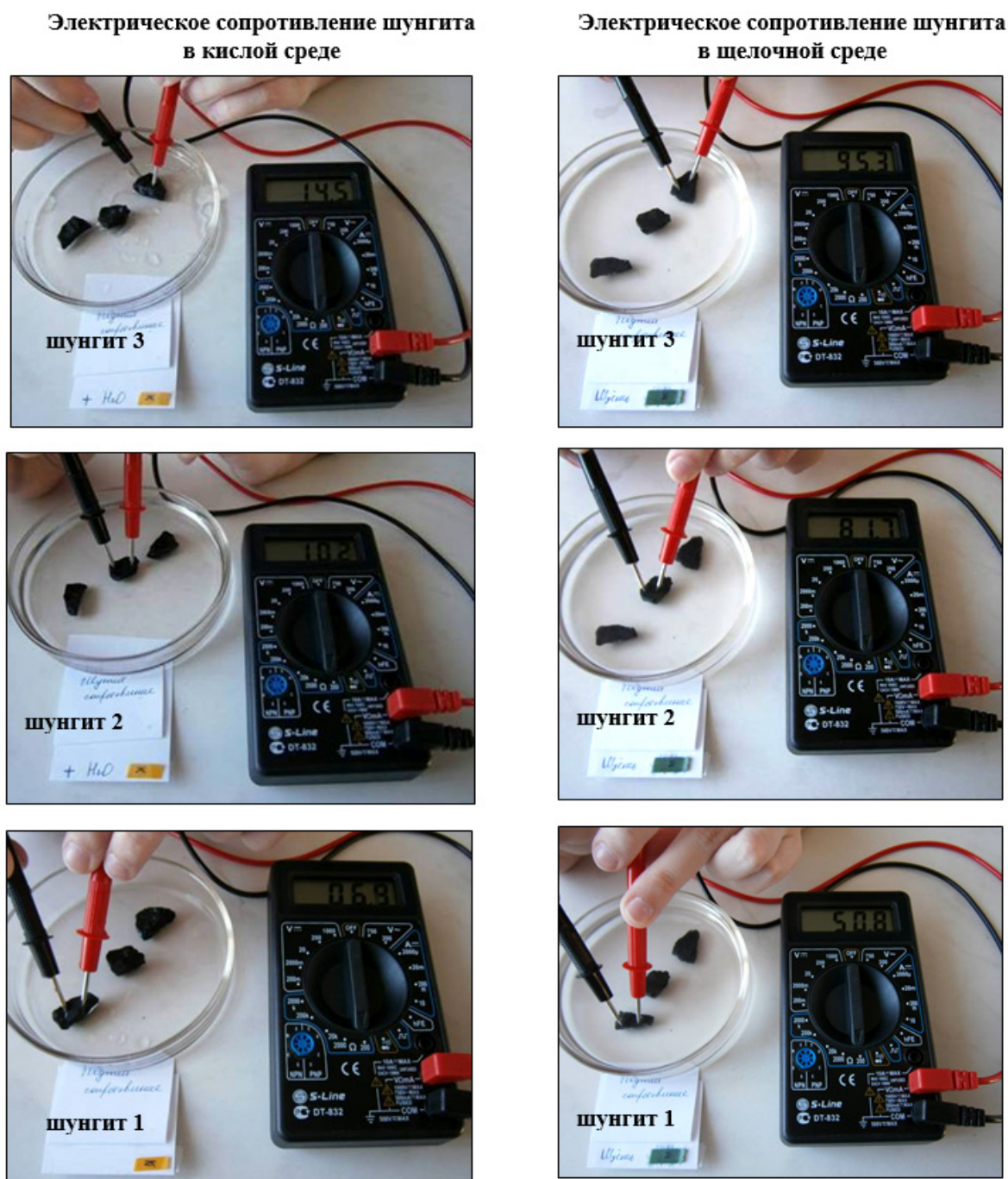


Рис. 3. Соотношение и разница уровня показателей электрического сопротивления трёх фрагментов шунгита в кислой и щелочной среде

2% (pH=7), 4% (pH=8), 6% (pH=9–10) раствор пищевой соды (NaHCO_3), каждый из которых имел различный уровень pH. Изменение щёлочности среды приводило к постепенному или скачкообразному повышению сопротивления 3 разных фрагментов шунгита. В водной среде показатель сопротивления составлял от 6,1 до 13,4 Ом, затем возрастал при pH=7 до 15,1–33,7 Ом, при pH=8 составил 22,5–85,1 Ом, а при pH=9–10 он был на уровне 40,2–168 Ом. Значительный разброс значений при различном pH среды связан с использованием разных фрагментов шунгита, которые могли отличаться по своему химическому составу электропроводящих примесей. При анализе показателей для каждого из фрагмен-

тов отмечали чёткую зависимость роста сопротивления при росте щёлочности среды. Для проверки полученных результатов и исключения технических особенностей измерения сопротивления шунгита, каждый из фрагментов был помещён в водную среду и после снятия первичных показателей сопротивления к воде стали добавлять раствор 6% пищевой соды, что приводило к постепенному росту уровня pH от pH=6 до pH=9. При этом исключали какое-либо изменение положения зондов мультиметра на фрагменте шунгита на протяжении всего опыта. При изменении pH среды регистрировали рост показателя сопротивления, аналогично предыдущему опыту (рис. 4).

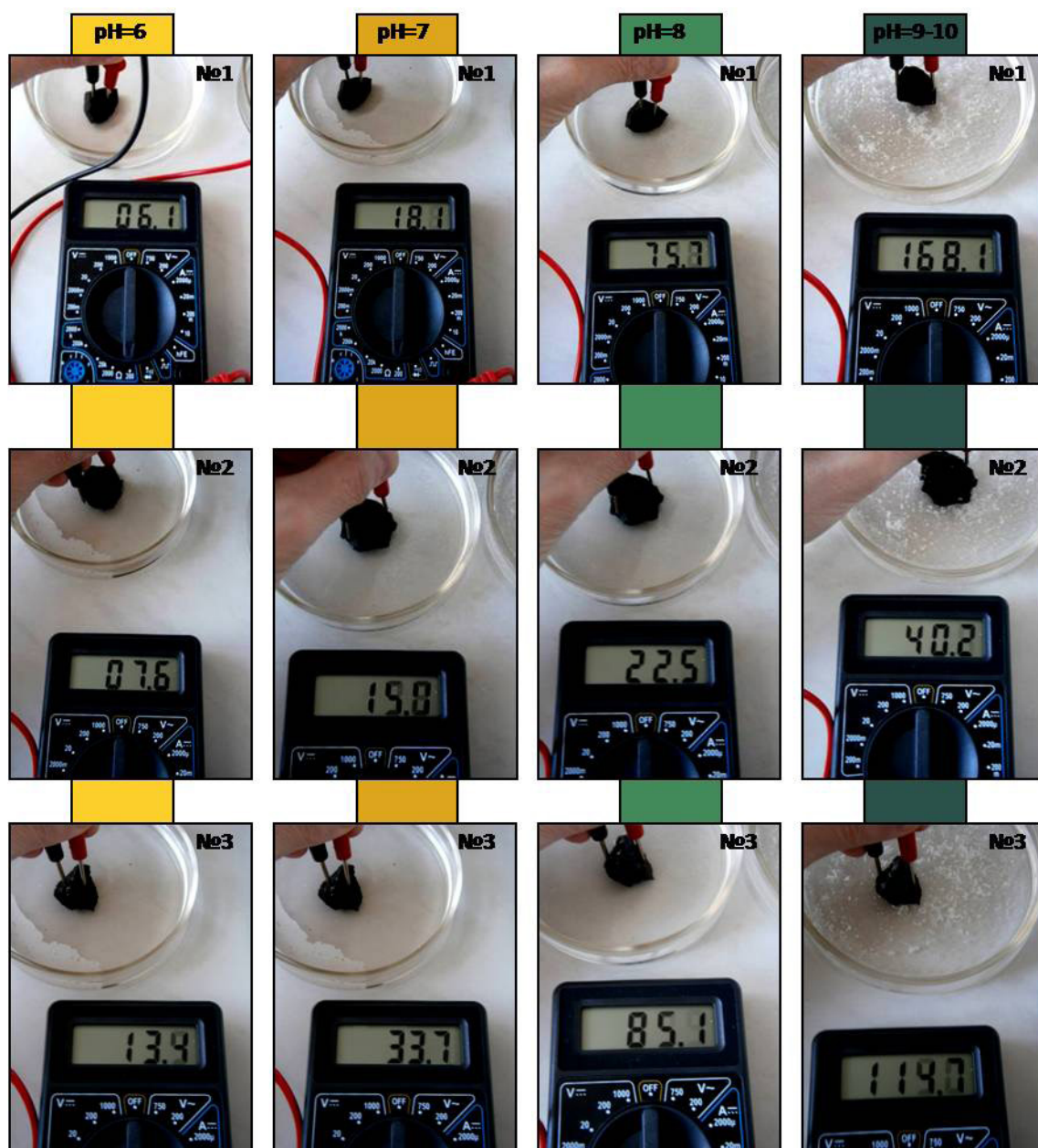


Рис. 4. Динамика уровня электрического сопротивления фрагментов шунгита при изменении pH водного раствора

При этом опыт с обратным изменением щёлочности при разбавлении 6% раствора соды (pH=9) водой до уровня pH=6–7 сопровождалось ожидаемым снижением сопротивления шунгита. Изменение показателей сопротивления имело несколько скачкообразный характер, так как во время проведения опыта мы не ставили перед собой задачу создать условия со строго дозированным изменением концентрации соды и добиться равномерного распределения смешиваемых растворов для создания однородности среды, но при этом нас интересовало наличие тенденций, подтверждающих нашу гипотезу об изменении сопротивления шунгита при росте или снижении pH, и они были получены (рис. 5).

2. Экранирующие электромагнитное излучение свойства шунгита. Для изучения экранирующих свойств шунгита в отношении электромагнитного излучения были использованы три вида телефонных аппаратов, стеклянная чашка Петри и 11 фрагментов шунгита. Из-

мерение напряжённости магнитного поля производили с помощью геофизического магнитометра (рис. 6).

Серии опытов включали измерение напряжённости электромагнитного поля в непосредственной близости к передней панели телефонных аппаратов, которые используют при разговоре, а также измерение пространственных составляющих показателей напряжённости при экранировании аппаратов стеклом чашки Петри, фрагментами шунгита на стекле и двумя стёклами чашки Петри с фрагментами ископаемой породы внутри. Исследование показателей напряжённости магнитного поля исследовали на различном расстоянии от телефонных аппаратов. Первоначально измерение производили при непосредственном контакте датчика магнитометра с поверхностью телефона. Затем измеряли показатели через стекло чашки Петри, толщиной 5 мм, что позволяло оценить влияние расстояния на уровень показателей. При экранировании фрагментами шунгита в чашке Петри

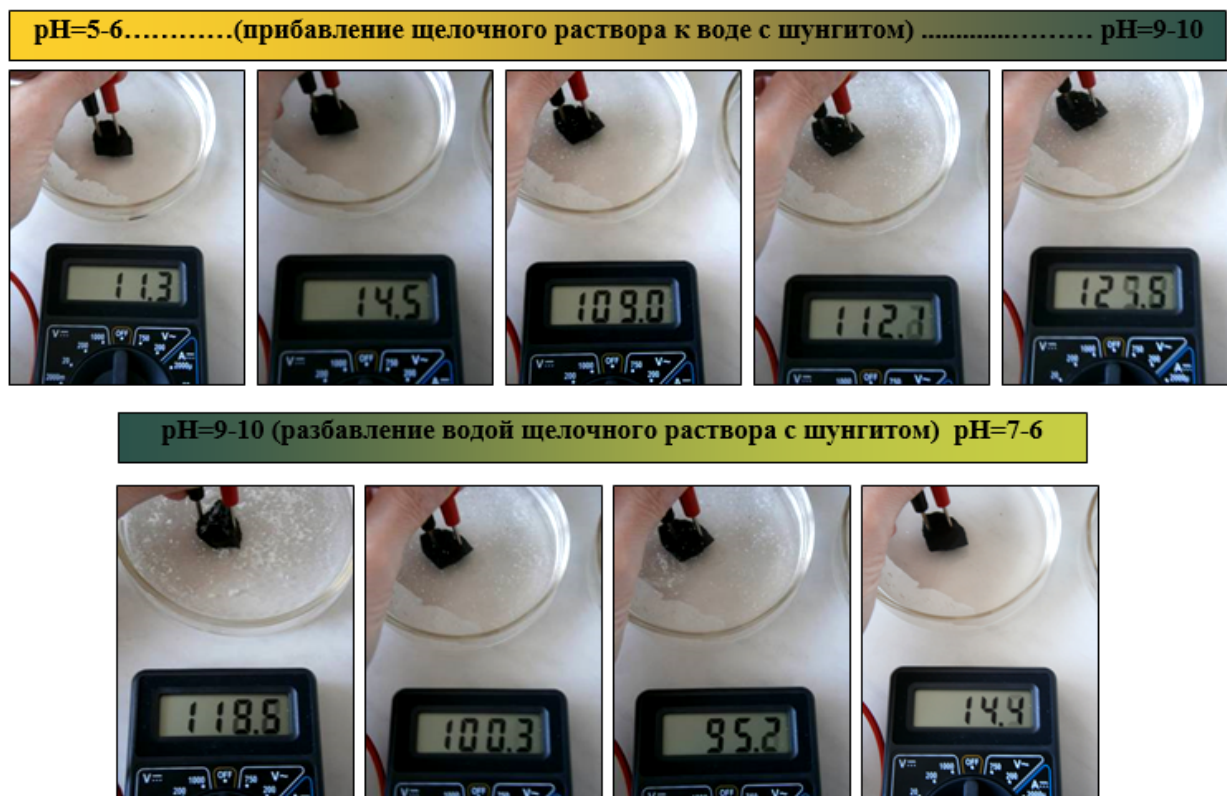


Рис. 5. Изменение показателей электрического сопротивления шунгита при росте концентрации пищевой соды и pH водной среды



Рис. 6. Излучающие и измеряющие аппараты и экранирующие материалы

уровень расположения датчика от телефона составлял 20 мм и включал толщину стекла (5 мм) и слой шунгита 12–15 мм. На завершающем этапе измерения производили на расстоянии 20 мм от телефона путём прямого контакта датчика магнитометра с закрытой чашкой Петри, заполненной фрагментами шунгита. Этапы измерений показателей магнитного поля приведены на рисунке 7.

Изменение показателей напряжённости телефонных аппаратов iPhone и радиотелефонной трубки приведены на рисунке 8.

Полученные в ходе исследований результаты показателей напряжённости магнитного поля приведены в таблице 1.

Полученные результаты показали, что на уровень напряжённости магнитного поля ощутимое влияние оказывает расстояние от источника электромагнитного излучения. Так, при отдалении датчика прибора от телефонного аппарата на 5 мм снижение уровня напряжённости составило 14–21% для разных аппаратов. Экранирование одним слоем стекла с шунгитом и измерение показателей магнитного поля на расстоянии 20 мм показало снижение исходного уровня напряжённости магнитного поля на 20–32% от предыдущего экранирования стеклом и снизилось от исходного уровня до 54–59%. Наличие прослойки из двух стёкол и аналогичного слоя шунгита привело к снижению уровня напряжённости рядом с телефоном



1. исходное излучение

2. экран - 1 стекло

Рис. 7. Этапы и результаты измерения напряжённости электромагнитного поля сотового телефона Nokia при различных способах экранирования излучения

Nokia и радиотелефоном ещё на 5–17%, снизив уровень от исходного излучения до 38–49%. И только в 20 мм от аппарата iPhone уровень напряжённости увеличился на 2% и составил 61% от исходного. В целом экранирование стеклом и шунгитом позволило снизить уровень напряжённости магнитного поля телефонных аппаратов на 39–62%. При этом наиболее выраженным (на 51–62%) было снижение показателей у телефонов с исходно высоким уровнем напряжённости магнитного поля. Более низкое электромагнитное излучение аппарата снижалось при экранировании шунгитом и стеклом лишь на 39%.

Анализируя полученные данные можно сделать вывод о том, что на уровень напряжённости магнитного поля оказывает влияние и расстояние, и наличие шунгита между источником излучения и датчиком магнитометра. При этом наличие стекла толщиной 5 мм снижает уровень показателей напряжённости магнитного поля на 14–21%, а добавочный 1 см слой шунгита снижает уровень напряжённости магнитного поля ещё на 20–32%. Сочетание двух видов экранирования (стекло и шунгит) позволяет уменьшить показатели напряжённости магнитного поля телефонных аппаратов на 46–51%.

Заключение. Шунгит обладает способностью проводить электрический ток и имеет показатель электрического сопротивления, который имеет характерные изменения в зависимости от условий внешней среды и степени увлажнения поверхности минерала.

Наиболее высокий уровень сопротивления отмечается при прохождении электрического тока через сухой

минерал (76,3 Ом), при его погружении (85,8 Ом) или увлажнении поверхности (56,9 Ом) раствором щёлочи ($p < 0,05$). Средний уровень показателей сопротивления электрическому току отмечали при погружении шунгита в нейтральный раствор соли (натрия хлорида) (45,2 Ом) или в кипячёную воду (34,6 Ом) ($p < 0,05$). При этом наименьшие показатели электрического сопротивления были отмечены при увлажнении поверхности минерала раствором 0,5% лимонной кислоты (9,4 Ом) или кипячёной водой (12,6 Ом), а также при погружении шунгита в раствор лимонной кислоты (17,1* Ом) ($p^* < 0,05$).

При исследовании показателя сопротивления шунгита находящегося в водной среде с изменяющимся уровнем pH за счёт роста концентрации пищевой соды или её снижения была выявлена стойкая тенденция к росту сопротивления с ростом pH от pH=6 до pH=9–10 и снижение электрического сопротивления при постепенном снижении уровня pH от щелочного (pH=9–10) ближе к нейтральному (pH=6–7).

Выявленные в ходе исследований изменения электрического сопротивления шунгита можно использовать при создании приборов, определяющих уровень кислотности жидкой среды или наличие тех или иных примесей в водных растворах. Для создания подобных аппаратов, безусловно, необходимо проведение дополнительных исследований, которые позволят определить степень и уровень изменения электрического сопротивления в зависимости от концентрации кислот или щелочей, а также в зависимости от наличия и концентрации примесей

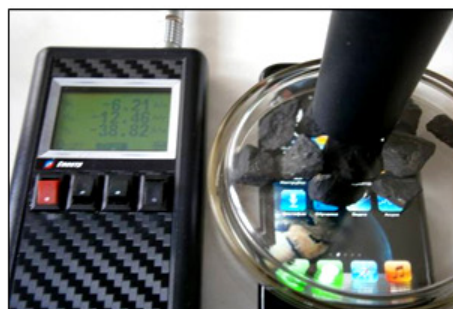
iPhone**1. исходное излучение****2. экран - 1 стекло****3. экран - стекло и шунгит****4. экран - 2 стекла и****Трубка
радиотелефона****1. исходное излучение****2. экран - 1 стекло****3. экран - стекло и шунгит****4. экран - 2 стекла и**

Рис. 8. Результаты измерения напряжённости электромагнитного поля сотового телефона iPhone и трубки радиотелефона при различных способах экранирования

солей в водных растворах. Это может дать возможность качественной и количественной оценки содержания тех или иных химических веществ в жидкостях различного происхождения. Не исключается, что шунгит может стать компонентом тест-систем в автоматизированных

аппаратах для исследования биологических материалов или контроля содержания химических веществ в питьевой или природной воде, которые помогут ускорить и упростить проведение ряда исследований в химических, биохимических и медицинских лабораториях.

Таблица 1. Изменение напряжённости электромагнитного поля телефонных аппаратов в зависимости от расстояния и экранирования стеклом и шунгитом

Телефон	№ опыта	Высота расположения магнитометра от поверхности телефона													
		0 мм (контакт)				5 мм				20 мм					
		Уровень напряжённости электромагнитного поля (А/м)													
		Излучение без экранирования				Излучение с экранированием									
		Hi x	Hi y	Hi z	Hi x	Hi y	Hi z	Hi x	Hi y	Hi z	Hi x	Hi y	Hi z		
Nokia	1	1,44	14,9	382,9	61,9	9,52	252,4	18,1	3,6	167,6	18,3	22,7	113,4		
	2	73,9	0,9	342,5	63,6	7,4	259,1	22,5	5,3	231,1	18,2	20,0	116,6		
	M	136,09±72,7				108,98±47,5				74,7±40,4				51,53±20,1	
Доля НЭП		100%				80%				55%				38%	
iPhone	1	34,9	3,9	55,03	19,37	6,38	50,71	13,33	2,87	39,31	5,81	12,39	39,18		
	2	33,2	3,7	56,4	11,47	8,76	51,5	12,98	4,61	39,1	6,21	12,5	38,8		
	M	31,18±9,5				24,69±8,5				18,7±6,7				19,15±6,4	
Доля НЭП		100%				79%				59%				61%	
Радио-телефон	1	44,4	29,04	134,4	37,62	27,8	112,9	33,02	18,7	61,06	17,55	17,24	68,41		
	2	42,7	30,48	138,3	38,61	26,87	113,2	34,3	19,15	59,71	20,62	17,67	59,98		
	M	69,89±21,2				59,5±17,1				37,66±7,7				33,58±9,8	
Доля НЭП		100%				86%				54%				49%	

Примечание: М — среднее значение показателей магнитного поля по трём пространственным направляющим (Hi x, y, z), НЭП — напряжённость электромагнитного поля.

Анализ экранирующих свойств шунгита для электромагнитного излучения показал, что на уровень напряжённости магнитного поля оказывает влияние не только наличие шунгита, но и расстояние между источником излучения и датчиком магнитометра. При этом наличие стекла толщиной 5 мм снижает уровень показателей напряжённости магнитного поля на 14–21%, а добавочный 1 см слой шунгита снижает уровень напряжённости магнитного поля ещё на 20–32%. Сочетание двух видов экранирования (стекло и шунгит) позволяет уменьшить показатели напряжённости магнитного поля телефонных аппаратов на 46–51%. Это свойство природного шунгита можно

использовать для создания защитных устройств, оболочек и каркасов для мощных промышленных и бытовых источников электромагнитного и постоянного магнитного поля. Можно предположить, что включение шунгита в состав материалов для создания чехлов, защитных плёнок для экранов телефонных аппаратов разных моделей поможет снизить уровень напряжённости электромагнитного поля и его вредное влияние на организм человека. Полученные результаты исследований подчёркивают широкое разнообразие и некоторую необычность свойств шунгита, и показывают необходимость проведения дополнительных исследований этого ископаемого минерала.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бакс, К. Богатства земных недр. М.: Прогресс, 1986. — 467 с.
2. Берёзкин, В. И. Углерод: замкнутые наночастицы, макроструктуры, материалы. — СПб.: АРТЭГО, 2013. — 450 с.
3. Куротченко, С. П., Субботина Т. И. Использование шунгита для снижения уровня облучения организма пользователя сотовой связи // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. — 2004. — Т. 7, № 2. — с. 80–88.
4. Мосин, О. В., Игнатов И. Состав и структурные свойства добываемого в России природного фуллеренсодержащего минерала шунгита // Наноинженерия. — 2012. — № 6. — с. 17–23.
5. Мосин, О. В., Игнатов И. Применение природного фуллеренсодержащего минерала шунгита в строительстве и строительных технологиях // Нанотехнологии в строительстве. — 2012. — № 6. — с. 22–34
6. Соловов, В. К. Радиоэкранирующие свойства композиционных материалов на основе шунгитовых пород и сооружений из этих материалов, Дисс. канд. техн. наук., — Петрозаводск, 1990, 155 с.
7. Шунгиты — новое углеродистое сырьё. / Под ред. В. А. Соколова, Ю. К. Калинина, Е. Ф. Дюккиева. — Петрозаводск, «Карелия» 1984. — 182 с.

Фокусировка атомных столкновений в кристаллах

Белкина Анастасия Геннадьевна, учащаяся 10 класса;

Кудрявцева Мария Александровна, учащаяся 10 класса

ГБОУ г. Москвы «Школа № 1557 имени Петра Леонидовича Капицы» (г. Зеленоград, Московская обл.)

Научный руководитель: Мусин Артем Игоревич, аспирант

Московский государственный областной университет

Научный руководитель: Осипова Мария Юрьевна, учитель физики

ГБОУ г. Москвы «Школа № 1557 имени Петра Леонидовича Капицы» (г. Зеленоград, Московская обл.)

Ионное распыление было открыто в 1852 году В. Р. Гроувом. Распыление — это удаление поверхностных атомов при бомбардировке твёрдого тела ускоренными частицами, происходящее при столкновении частиц и атомов тела в приповерхностных слоях. После столкновения некоторые атомы, находящиеся в граничном слое, приобретают энергию, достаточную для вылета с поверхности тела (рис. 1).

Идея последовательных фокусированных столкновений — фокусонов — была впервые предложена в 1957 г. Р. Силсби [1]. Фокусоны передают импульс неподвижным атомам плотноупакованной цепочки, так, что он распространяется под углом θ к оси цепочки, меньшим при каждом следующем столкновении.

Изучение фокусировки атомных столкновений очень важно для изучения радиационных возмущений и для изучения катодного распыления. Также изучение распыления поверхностей под действием быстрых частиц имеет особое значение, в частности, в связи с запуском искусственных спутников Земли и космических кораблей, корпус которых бомбардируется частицами в верхних слоях атмосферы и в межпланетном пространстве [2]. Немаловажны и закономерности разрушения металлов в результате ионной бомбардировки при конструировании плазменных и ионных двигателей для космических кораблей. Изучение механизма распыления металлов под действием ионов, имеющих относительно высокую энергию, актуально из-за влияния этого процесса на загрязнение плазмы в термоядерных

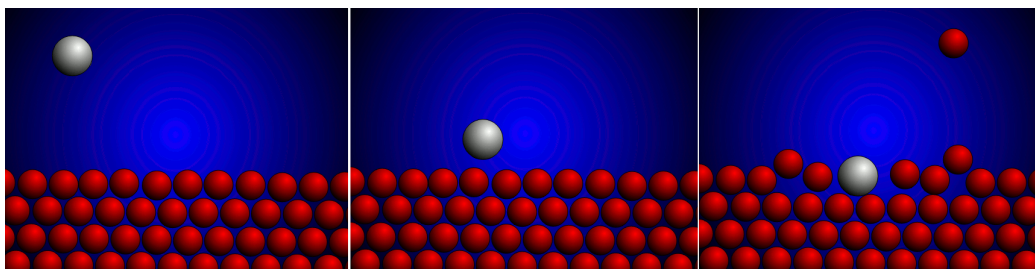


Рис. 1. Падающий ион, падающий на поверхность твердого тела, вызывает каскад столкновений, что приводит к эмиссии его атомов

установках. Также изучение фокусировки атомных столкновений важно для анализа и очистки различных поверхностей, создания наноструктур, пор или другого рельефа, исследования дефектов поверхностей в полупроводниках.

Рассмотрение, проведенное Силсби, показывает, что при r (диаметр шара), близких по величине к D (расстояние между шарами), и при малых D движущаяся частица передает свой импульс неподвижным атомам плотноупакованной цепочки, так, что он распространяется под углом θ к оси цепочки, меньшим при каждом следующем столкновении.

Влияние регулярного расположения атомов в кристаллической решетке твердых тел приводит к тому, что при бомбардировке заряженными или нейтральными частицами преобладает распространение волны столкновений атомов вдоль направлений наиболее плотной упаковки решетки [3].

В 1955 году Венер озвучил идею, что ион, ударяющий твёрдое тело, передает свой импульс атомам плотноупакованной цепочки распыляемого кристалла, вследствие чего на коллекторе вблизи распыляемого образца образуется осадок в виде симметричных пятен — «пятен Венеры» (рис. 2) [4].

По предположению Р. Силсби, картина пятен при эмиссии атомов с поверхности кристалла обусловлена распространением фокусированных цепочек атомных столкновений, но в 1966 году К. Леман, П. Зигмунд и Д. Харрисон показали, что роль фокусонов в механизме распыления не всегда достаточно значительна как при малых, так и высоких энергиях бомбардировки, и что «пятна Венеры» могут быть причиной упорядоченного расположения атомов лишь двух приповерхностных атомных слоёв кристалла [5, 6].

Р. Нельсон и М. Томпсон наблюдали распределение осадка в виде симметричных пятен при распылении поликристаллических мишеней, что объяснялось как результат фокусировки импульса линзами из нескольких атомов [7].

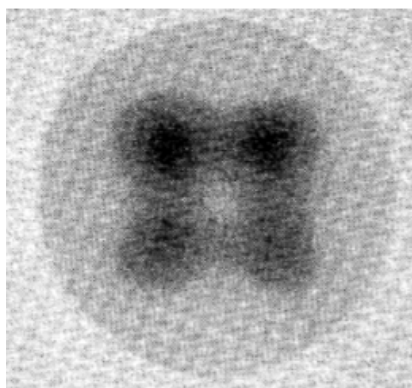


Рис. 2. Пятна Венеры, обнаруженные при бомбардировке поверхности Ag ионами Hg^+ с энергией 100 эВ

Постановка задачи. Р. Силсби впервые указал, что в плотноупакованной изолированной цепочке равноотстоящих атомов при определенных условиях может происходить фокусировка удара. Рассмотрим одномерную цепочку из большого числа атомов на расстоянии D друг от друга, которые мы будем считать жесткими шарами с диаметром r . Сообщим крайнему шару скорость v_0 под углом θ_0 к цепочке (рис. 3).

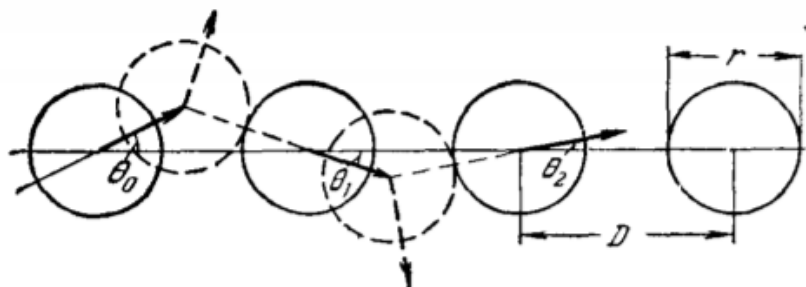


Рис. 3. Фокусирующий эффект при распространении удара вдоль линейной цепочки жестких шаров

Из закона сохранения импульса и энергии следуют рекуррентные соотношения, где θ_n — угол между вектором скорости n -го шара и направлением цепочки, $\alpha=D/r$, E_n — кинетическая энергия, которая передается при столкновении:

$$\sin \theta_n = \sin \theta_{n-1} (\alpha \cos \theta_{n-1} - \sqrt{1 - \alpha^2 \sin^2 \theta_{n-1}}),$$

$$E_n = E_{n-1} (1 - \alpha^2 \sin^2 \theta_{n-1}).$$

Применяя приближение малых углов, получаем:

$$\theta_n = \theta_{n-1} (\alpha - 1)$$

Отношение θ_n/θ_{n-1} называется параметром фокусировки Λ . Если $\Lambda < 1$, то образуется цепочка фокусирующих столкновений (фокусон), в противном случае — расфокусирующих (краудион).

Итак, для параметра фокусировки получаем соотношение:

$$\Lambda = \alpha - 1$$

Таким образом, образование фокусон (по крайней мере, при малых углах столкновения) возможно при $\alpha < 2$.

Критический угол образования фокусона. Найдём максимальный начальный угол, при котором столкновение все еще возможно (оно будет касательным). Так как скорость v_0 направлена по касательной (рис. 4), то получившийся треугольник будет прямоугольным. Из него мы находим:

$$\sin \theta_{\max} = \frac{r}{D} = \frac{1}{\alpha}$$

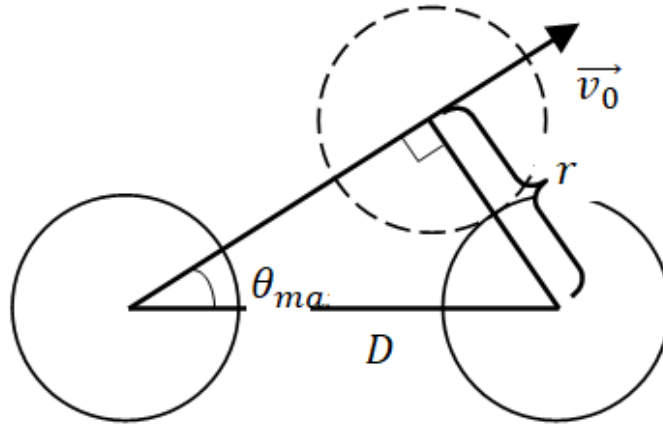


Рис. 4. К расчету максимального начального угла

Отметим, что при $\theta_0 > \theta_{\max}$ выражение $1 - \alpha^2 \sin^2 \theta_0$ становится отрицательным и рекуррентные соотношения теряют смысл.

Теперь определим критический угол θ_c , при котором $\theta_1 = \theta_0$. Из рекуррентных соотношений получаем уравнение

$$\alpha \cos \theta_c - \sqrt{1 - \alpha^2 \sin^2 \theta_c} = 1.$$

Уединим корень и возведем в квадрат:

$$\alpha^2 \cos^2 \theta_c - 2\alpha \cos \theta_c + 1 = 1 - \alpha^2 \sin^2 \theta_c;$$

после использования основного тригонометрического тождества получим

$$\cos \theta_c = \frac{\alpha}{2}.$$

Так как косинус любого угла не может превосходить единицы, получаем ограничение на α в виде $\alpha \leq 2$. При $\alpha = 2$ критический угол равен нулю. Таким образом, полностью подтверждается предположение о том, что при ненулевом начальном угле (необязательно малом) образование фокусона возможно только при $\alpha < 2$.

Энергия фокусировки. Рассмотрим цепочку из очень большого количества атомов. Значение энергии, которая будет передана от первого атома к последнему, может быть найдена путем «разворачивания» рекуррентных соотношений и последующим предельным переходом $n \rightarrow \infty$. Эта энергия и называется энергией фокусировки. Итак, получаем такое выражение:

$$\frac{E_\Phi}{E_0} = (1 - \alpha^2 \sin^2 \theta_0)(1 - \alpha^2 \sin^2 \theta_1)(1 - \alpha^2 \sin^2 \theta_2) \dots$$

Применим приближение малых углов и раскроем скобки, оставляя только слагаемые вида θ_i^2 . Получим:

$$\frac{E_\Phi}{E_0} = 1 - \alpha^2 (\theta_0^2 + \theta_1^2 + \theta_2^2 + \dots) = 1 - \alpha^2 \theta_0^2 (1 + \Lambda^2 + \Lambda^4 + \dots).$$

В скобках стоит сумма бесконечно убывающей геометрической прогрессии со знаменателем Λ^2 . Используем известную формулу и запишем:

$$\frac{E_\Phi}{E_0} = 1 - \frac{\alpha^2 \theta_0^2}{1 - \Lambda^2}.$$

Итак, мы получили очень осмысленное выражение, поскольку дробь в правой части характеризует долю энергии, потерянной в цепочке столкновений.

Методика исследования. В данной задаче используется программа Focuson (рис. 5), которая была написана на языке программирования Object Pascal с использованием среды программирования Borland Delphi 7. В процессе выполнения программы происходит моделирование и визуализация столкновений шаров. Основными элементами окна программы являются панель ввода данных и область моделирования. В соответствующие поля на панели вводятся количество частиц (от 2 до 10), начальный угол θ_0 (в градусах), начальная скорость v_0 , D и α . При этом единицей длины является пиксель, а единицей времени — интервал таймера (тик). При нажатии на кнопку “Старт” первому шару задается начальная скорость v_0 под углом θ_0 к цепочке. Для простоты расчетов движение рассматривается в плоскости (x, y), тем самым шары ведут себя как диски того же радиуса. Это приближение оправдано, т. к. рассматриваемая модельная система имеет выраженную осевую симметрию, и всегда можно повернуть систему координат так, чтобы все столкновения происходили в одной плоскости.

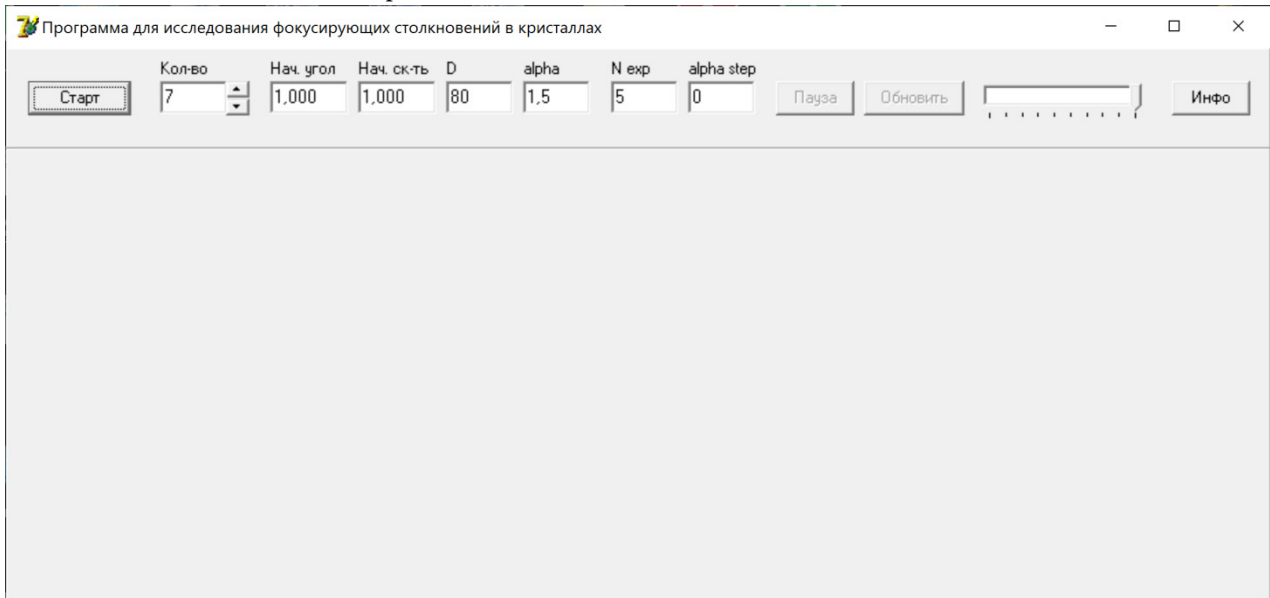


Рис. 5. Скриншот программы

На каждом временном шаге выполняется сдвиг шаров:

$$\begin{aligned} x_i &\rightarrow x_i + v_{xi} \Delta t, \\ y_i &\rightarrow y_i + v_{yi} \Delta t. \end{aligned}$$

Если i -ый и j -ый шар сближаются на расстояние $D \leq r$, то происходит абсолютно упругое соударение. Можно показать, что применение закона сохранения импульса и энергии приводит к следующим формулам:

$$\begin{aligned} v_{xi} &\rightarrow Av_{xi} - Bv_{yi} + Cv_{xj} + Bv_{yj}; \\ v_{yi} &\rightarrow -Bv_{xi} + Cv_{yi} + Bv_{xj} + Av_{yj}; \\ v_{xj} &\rightarrow Cv_{xi} + Bv_{yi} + Av_{xj} - Bv_{yj}; \\ v_{yj} &\rightarrow Bv_{xi} + Av_{yi} - Bv_{xj} + Cv_{yj}. \end{aligned}$$

Коэффициенты A, B и C рассчитываются по координатам шаров в момент столкновения следующим образом:

$$A = \frac{(y_i - y_j)^2}{d^2}, B = \frac{(x_i - x_j)(y_i - y_j)}{d^2}, C = \frac{(x_i - x_j)^2}{d^2}.$$

После каждого соударения рассчитываются θ_i и E_i , которые отображаются в текстовых полях в нижней части окна и записываются в текстовые файлы. Эти файлы можно импортировать в Microsoft Excel или OpenOffice Calc для дальнейшей обработки.

Результаты и обсуждение. При $\theta_0 = 1^\circ$ было запущено моделирование цепочки столкновений при разных α . Визуально и по рассчитанным значениям θ_i было определено, что при $1 < \alpha < \alpha_{кр}$ происходят фокусирующиеся столкновения (фокусонны), а при $\alpha > \alpha_{кр}$ — расфокусирующиеся (краудионы), где $\alpha_{кр} \approx 2$.

Методом подбора был определен критический начальный угол θ_c при различных α . График зависимости косинуса этого угла представлен на рис. 6. Была выполнена аппроксимация с использованием метода наименьших квадратов (МНК). Полученный по методу МНК угловой коэффициент $a \approx 0,5102$ на 2 % отличается от теоретического $a_{\text{теор}} = 0,5$. Свободный коэффициент $b \approx -0,0156$ также близок к теоретическому значению $b_{\text{теор}} = 0$. Близкое к единице значение R^2 подтверждает согласие результатов с аналитической формулой.

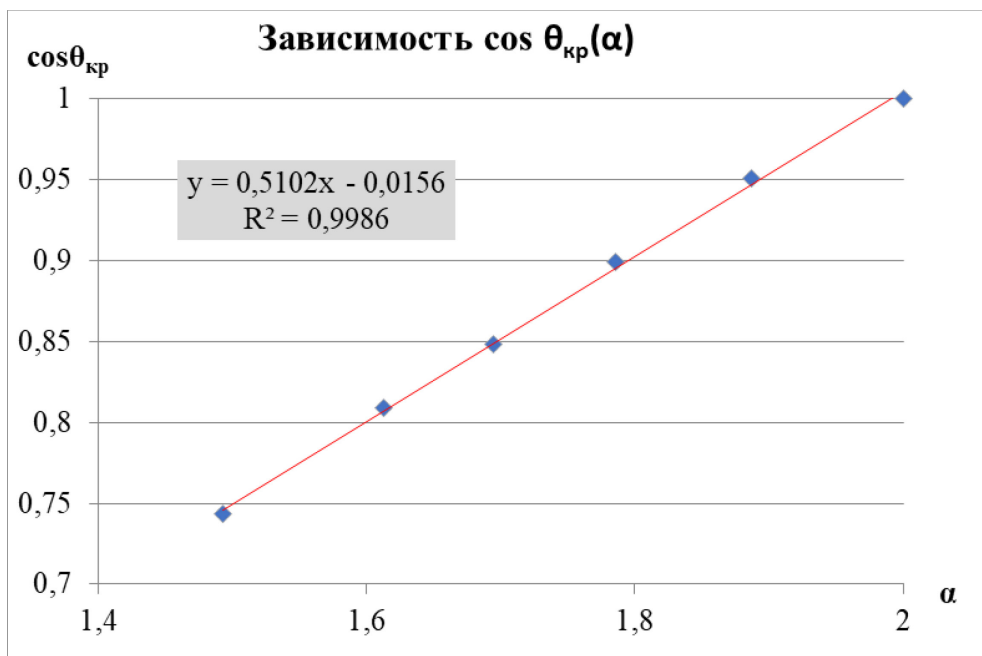


Рис. 6. Зависимость $\cos \theta_{\text{кр}}$ от α . Указаны коэффициенты линейной зависимости и величина достоверности R^2

Для начального угла $\theta_0 = 5^\circ$ был рассчитан средний параметр фокусировки Λ для значений α в диапазоне от 1,1 до 1,7. График зависимости $\Lambda(\alpha)$ показан на рис. 7. Полученные по методу МНК коэффициенты $a \approx 1,025$ и $b \approx -1,015$ всего на 3 % отличаются от теоретических $a_{\text{теор}} = 1$ и $b_{\text{теор}} = -1$. Значение R^2 ($>0,99$) показывает, что линейное приближение в данном случае более чем оправдано.

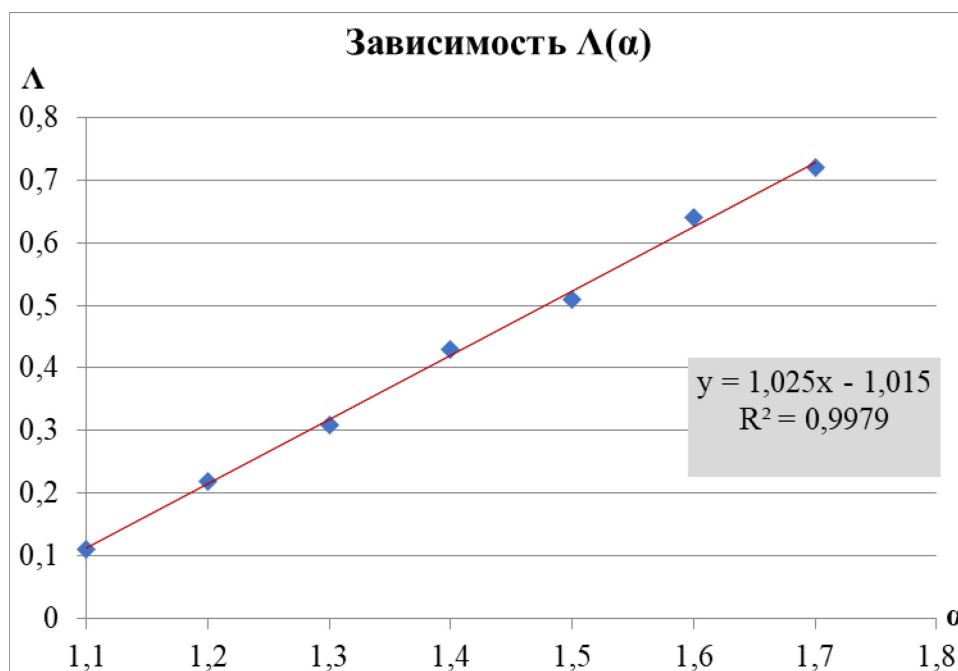


Рис. 7: Зависимость параметра фокусировки от α при $\theta_0 = 5^\circ$. Указаны коэффициенты линейной зависимости и величина достоверности R^2

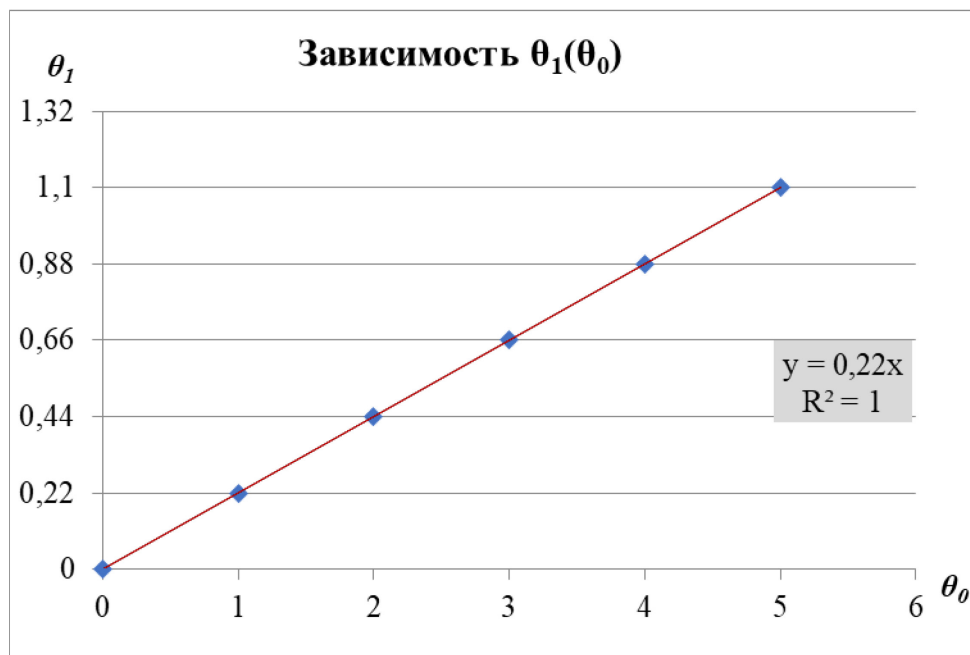


Рис. 8. Зависимость θ_1 от θ_0 . Указаны коэффициенты линейной зависимости и величина достоверности R^2

При $\alpha = 1,2$ были рассмотрены цепочки столкновений при разных начальных углах θ_0 . График зависимости θ_1 от θ_0 показан на рис. 8. Полученный по методу МНК коэффициент $\Lambda = 0,22$ на 10 % отличается от $\Lambda_{\text{теор}} = 0,2$. Значение R^2 совпадает с единицей с точностью 10^{-5} , поэтому после округления отображается как 1.

При $\theta_0 = 5^\circ$ была рассчитана энергия фокусировки для значений α в диапазоне от 1,1 до 1,7. График зависимости $E_\phi(\alpha)$ показан на рис. 9. При $\theta_0 = 1^\circ$ была рассчитана энергия фокусировки для значений α в диапазоне от 1,1 до 2. График зависимости $E_\phi(\alpha)$ показан на рис. 10. Визуально было определено, что при $\alpha \geq 1,9$ значительно убывает. Это позволяет сделать вывод, что фокусировка действительно более эффективна при меньших α , т. к. все меньше энергии рассеивается «в сторону».

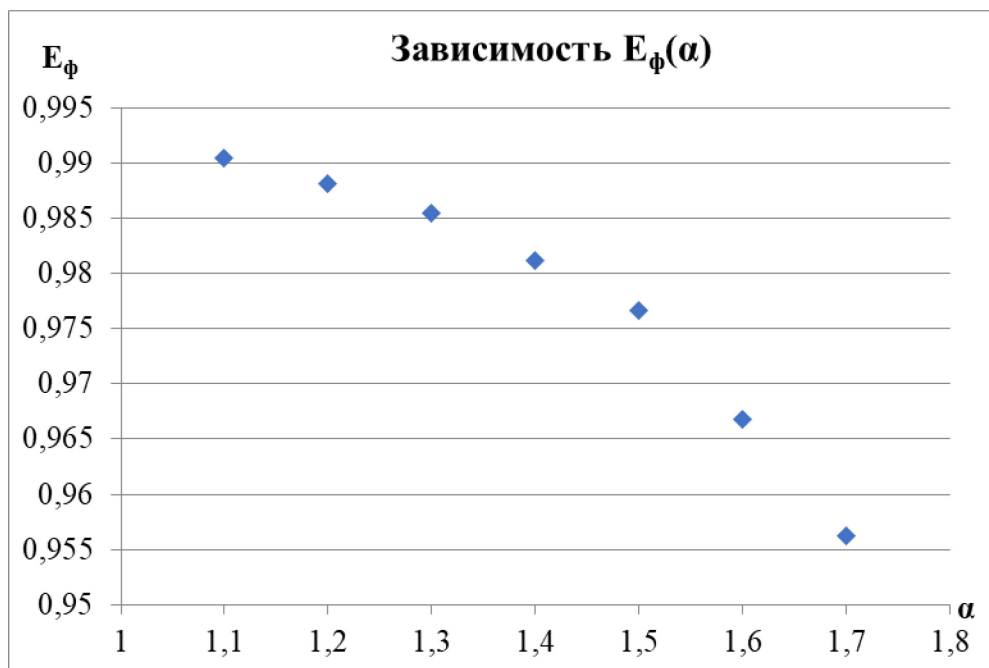


Рис. 9. Зависимость энергии фокусировки от α . Указаны коэффициенты линейной зависимости и величина достоверности R^2

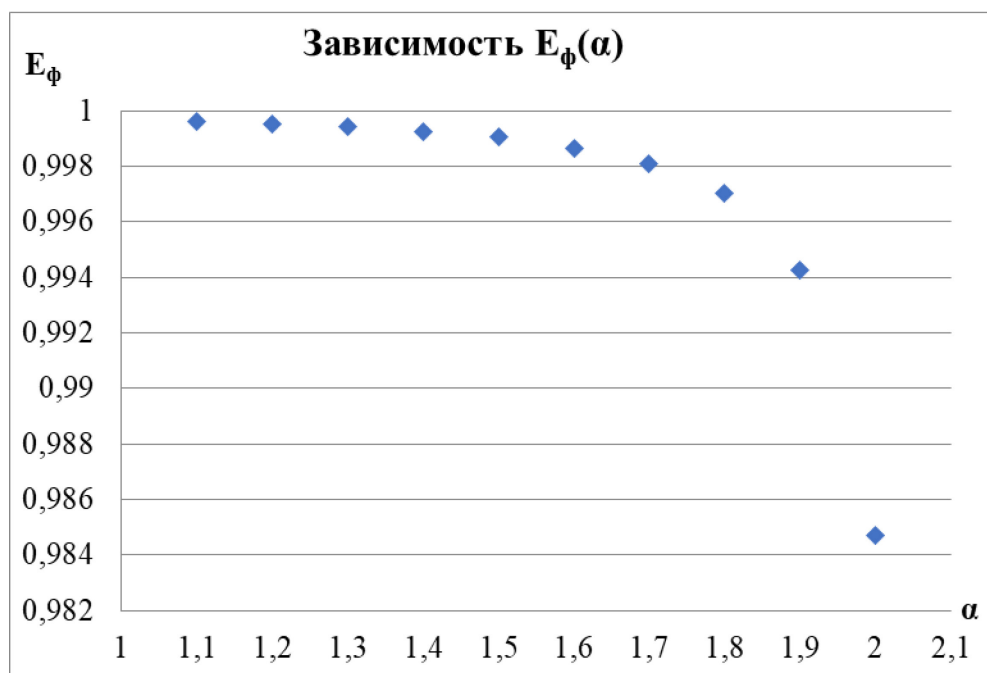


Рис. 10. Зависимость энергии фокусировки от α . Указаны коэффициенты линейной зависимости и величина достоверности R^2

Выводы. Нами был создан программный продукт, позволяющий исследовать фокусировку столкновений в цепочке атомов. С использованием численной модели была проверена фокусонная модель Р. Силсби [1]. Результаты хорошо согласуются.

Результаты работы могут быть полезны для понимания процессов атомных столкновений, которые важны для анализа и очистки поверхности, создания наноструктур или какого-либо рельефа, для исследования дефектов в полупроводниках, а также для изучения закономерности разрушения металлов в результате ионной бомбардировки при конструировании плазменных и ионных двигателей для космических кораблей. Ещё их можно будет использовать для объяснения пятен Венеры при распылении монокристаллов.

Работа выполнена с использованием оборудования Центра коллективного пользования сверхвысокопроизводительными вычислительными ресурсами МГУ имени М. В. Ломоносова [8].

Результаты работы в 2019–2020 учебном году были представлены на следующих конференциях:

- XXIX Открытая московская инженерная конференция школьников «Потенциал» (Москва, 31 января — 1 февраля 2020 г.)
- Всероссийский конкурс научных работ школьников «Юниор» (Москва, 31 января — 2 февраля 2020 г.)
- Конференция «Наука для жизни» (Москва, 1–10 апреля 2020 г.)
- Конференция «Курчатовский проект — от знаний к практике, от практики к результату» (Москва, 13–15 апреля 2020 г.)

На конференции «Потенциал» доклад занял II место в секции «Физика».

Работа выполнена на базе ГБОУ Школа № 1557 имени Петра Леонидовича Капицы в рамках проекта «Курчатовский проект в московской школе» совместно с лабораторией «Теоретические исследования процессов на поверхности кристаллов» МГУ им. М. В. Ломоносова. Авторы благодарят доцента кафедры общей физики физического факультета МГУ Самойлова В. Н. за неоценимый научный вклад и за обсуждение результатов, а также администрацию ГБОУ Школа № 1557 за помощь и поддержку.

ЛИТЕРАТУРА:

1. R. H. Silsbee, Focusing in Collision Problems in Solids. // Journal of Applied Physics. 28, 1246 (1957).
2. D. McKeown, New Method for Measuring Sputtering in the Region Near Threshold // Review of Scientific Instruments. 32 (2), 133–136, (1961).
3. Р. И. Гарбер, А. И. Федоренко. Фокусировка атомных столкновений в кристаллах // Успехи физических наук (1964).

4. G. K. Wehner, Sputtering of Metal Single Crystals by Ion Bombardment // Journal of Applied Physics. 26 (8), 1056–1057 (1955).
5. Lehmann, Chr., Sigmund P. On the Mechanism of Sputtering. // Phys. Stat. Sol. 1966. V. 16. No. 2. P. 507–511.
6. Harrison, D. E., Johnson J. P., Levy N. S. Spot patterns and Silsbee chains of a Cu single crystal // Appl. Phys. Lett. 1966 V. 8 No. 2 P. 33–36.
7. Nelson, R. S., Thompson M. W. Atomic collision sequences in crystals of copper, silver and gold revealed by sputtering in energetic ion beams // Proc. Roy. Soc. 1961 V. A259. No. 1299 P. 458–479.
8. Воеводин Вл. В., Жуматий С. А., Соболев С. И., Антонов А. С., Брызгалов П. А., Никитенко Д. А., Стефанов К. С., Воеводин Вад. В. Практика суперкомпьютера «Ломоносов» // Открытые системы. — Москва: Издательский дом «Открытые системы», N 7, 2012. с. 36–39.

Космическая операционная

Бузаев Майкл Игоревич, учащийся

Научный руководитель: *Ефимова Наталья Сергеевна, заместитель директора по УВР*
МБОУ «Ордена Дружбы народов гимназия № 3 имени А. М. Горького» г. Уфы (г. Уфа)

*«Если хотите узнать секреты Вселенной,
думайте об энергии, частоте и колебаниях».*
Никола Тесла

Если Вы внимательно посмотрите вокруг, то наверняка увидите людей, у которых дрожат руки. Дрожание рук лишает людей любимой работы, не дает возможности заботиться о себе или близких. Такие люди не могут пить, не расплескав воду, не могут оставить подпись на важном документе, не могут погладить любимого внука. Врачи придумали лекарства, но, к сожалению, эти лекарства со временем перестают действовать. Изучая эту проблему, ученые нашли тот участок в мозге, который создает колебания нервных сигналов и сбивает с толку точное движение руки [1]. С тех пор уже полвека

нейрохирурги проводят многочасовые операции чтобы устранить этот глубоко расположенный участок. Они срезают голову, затем проникают внутрь черепа и добиваются до этого места через мозг инструментами.

Если вы смотрели всем известный фильм «Звёздный Путь IV. Дорога домой», то наверняка помните, как в середине восьмидесятых годов двадцатого века авторы фантастических фильмов мечтали о волшебном свистящем обруче, который без разрезов лечил голову (рис. 1). И вот это время настало. Появилось устройство, которое позволяет сделать операцию в мозге без разрезов.



Рис. 1. Кадр из фантастического фильма, где нейрохирургическая операция делалась без разрезов

Дрожание рук, звук, свет, сигнал вашего сотового телефона являются колебаниями. Явление колебаний

связано с повторяющимся смещением чего-либо то в одну, то в другую сторону. Так, дрожание рук являет-

ся механическим колебанием, свет и сигнал телефона являются колебаниями электромагнитного поля. Учебник физики говорит: «При колебательных процессах состояния системы через определенные промежутки времени повторяются точно или почти точно. Когда колебательный процесс распространяется в пространстве с течением времени, то говорят о распространении волн» [2]. Если вы, подойдя к пруду, ритмично подвигаете рукой в воде, то увидите, как эти колебания в виде волн могут распространяться очень далеко, приводя в колебания игрушечную лодку или листочки на поверхности воды.

С явлениями колебаний связано еще одно важное явление резонанса. Понаблюдайте внимательно за качелями и запомните сколько времени занимает одно движение вперед-назад. Это время называется периодом колебания. Попросите папу толкать качели. Вы заметите, если время между толканием качели совпадает с временем, которое вы запомнили, то качели начинают раскачиваться — увеличивать амплитуду, качаться сильнее и выше. Когда папа перестанет их качать, то они все равно будут продолжать качаться. Очень важно то, что они могут очень больно ударить в ответ, то есть отдать эту накопленную папину энергию назад.

Явление резонанса помогает вам слышать: звуковые колебания вызывают дрожание барабанной перепонки в ушах. Резонанс электромагнитных волн помогает нам разделять сигналы от разных приборов. Электромагнитный сигнал сотового телефона, не слышен по радио, потому что период колебаний сигналов телефона и радио различный, а телефон и радиоприемник настроены резонировать при разных периодах колебаний. Если вы будете громко петь рядом с гитарой, то услышите, как ре-

зонируют струны. На Ваши высокие ноты будут резонировать струны, настроенные на высокие ноты.

Как же резонанс и колебания помогут лечить людей от дрожания рук? Для того, чтобы найти участок мозга внутри головы, который ответственен за дрожание рук нужно посмотреть на мозг. Но как это сделать если он скрыт внутри черепа?

В 2003 г. Нобелевская премия по медицине вручена двум ученым Paul Lauterbur (University of Illinois) и Peter Mansfield (University of Nottingham). В начале семидесятых годов двадцатого века, они выяснили что атом водорода, входящий в множество химических соединений в организме, в том числе воду и жир может резонировать так же, как струна гитары. На основании этого открытия был придуман магнитно-резонансный томограф — аппарат (рис. 2), который слушает резонанс от каждого атома водорода и превращает ответ в рисунок. Рисунок этот отражает количество этих атомов в каждой точке (рис. 3). Разные вещества содержат разную плотность атомов водорода. Чем, больше от них сигналов, тем белее точка. Так можно отличить разные вещества. Прибор похож на папу, раскачивающего качели каждого атома водорода, а потом наблюдающий какие качели раскачались сильнее.

Рассмотрим, как это происходит. Человека кладут внутрь очень сильного магнитного поля. Это безопасно. Постоянное магнитное поле безвредно для человека. Индукция магнитного поля аппарата составляет 1,5 Тесла, в сравнении это больше в тридцать тысяч раз с магнитного поля Земли! Магнитное поле резко ослабевает в зависимости от расстояния от магнита. Дополнительно оно ослабляется помощью специальных градиентных магнитных катушек. Таким образом, магнитное поле в разных участках головы отличается во много раз.



Рис. 2. Гибридная операционная. Магнитно-резонансный томограф (кубической формы) и аппарат фокусированного ультразвука (округлой формы на столе)

Теперь представьте себе, что атомы водорода — это струны гитары, которые натянуты тем больше, чем сильнее магнитное поле. Атомы водорода в разных местах головы

становятся по-разному «натянутыми». Там, где водорода нет, там нет и струны с натяжением такой силы. Представьте, будто так же, как вы поете гитаре, аппарат поет этим

струнам разные звуки. Затем аппарат слушает, запела ли какая-нибудь струна в ответ. Там, где струны ответили, на соответствующую точку карты магнитного поля ставится

белая точка (есть резонирующие атомы водорода), там, где не ответили ставится черная точка (нет атомов водорода). Вот так выглядит в конечном итоге картинка (рис. 3).

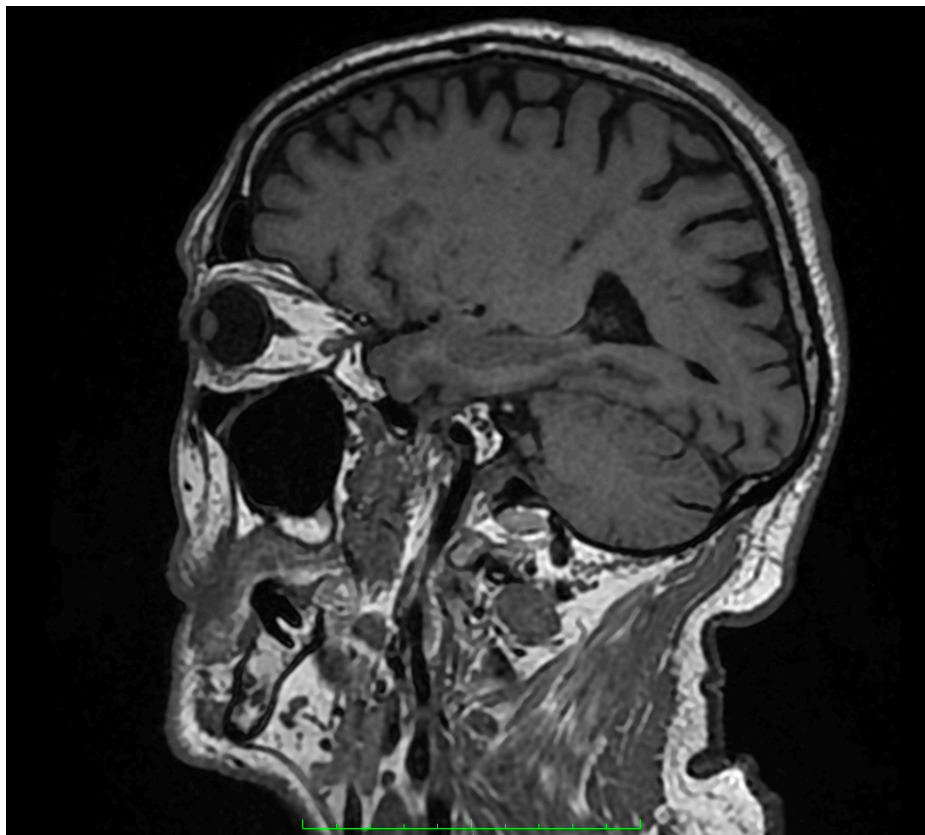


Рис. 3. Магнитно-резонансно томографический снимок головы

Таким образом мы определили расположение различных участков мозга в пространстве, но как же сделать операцию внутри мозга без разрезов?

Здесь нам тоже помогут волны и их резонанс. Представьте, что папа и мама взяли полотенца и начали раскачивать их, встав близко друг напротив друга. Когда родители качают полотенца произвольно, полотенца не сталкиваются, потому что фазы их колебаний (время начала колебания) не совпадают. Если вы попросите папу и маму начать качать одновременно, то полотенца столкнутся с характерным звуком и будут сталкиваться пока мама и папа качают полотенца с одинаковой частотой и фазой колебаний. Теперь представьте, что тысяча устройств издадут звук очень направленно, как через рупор, в нужный участок мозга и их колебания совпадают по фазе (рис. 4). Устройства действуют очень слаженно. В месте пересечения пучков, отправляемых устройствами, наступает очень сильный резонанс и участок мозга, виноватый в дрожании рук разрушается. В результате проводится лечебное воздействие, а пациент встает и идет домой.

Авторы статьи присутствовали при первой в России нейрохирургической операции нового поколения в международном медицинском центре им. В.С. Бузаева «Клиника Интеллектуальной Нейрохирургии» (г. Уфа). Команда смогла предсказуемо, безболезненно, бескровно и без наркоза провести хирургическую операцию на

глубинных структурах мозга путем нагревания фокусированными ультразвуковыми волнами с наблюдением за воздействием на изображении магнитно-резонансной томографии. Операционная не похожа на обычную, в ней нет разрезов, наркоза и крови. Врачи работают как слаженный персонал космического корабля, а пультная похожа на его кабину (рис. 5). Используется специальный шлем способный точно передавать ультразвуковые волны (рис. 6).

Первая в России такая операция проведена пятого мая 2020 года шестидесяти восьмилетнему жителю Республики Башкортостан с болезнью Паркинсона [5]. Пациент работал успешным ветеринаром много лет, даже проводил операции коровам, и последнее время заболевание значительно ограничило его возможности выполнять обычные действия в связи с сильным дрожанием руки. После операции дрожание руки на стороне лечения прошло.

Необходимость измерить эффект от операции послужило целью нашего исследования.

Цель исследования: оценить эффективность операции, сравнивая дрожание руки до и после процедуры.

Методы: существует тест на дрожание руки, при котором пациент рисует линии и спирали на альбомном листе [6].

Непосредственно, под присмотром научного руководителя и врачей, я участвовал в подготовке оборудования

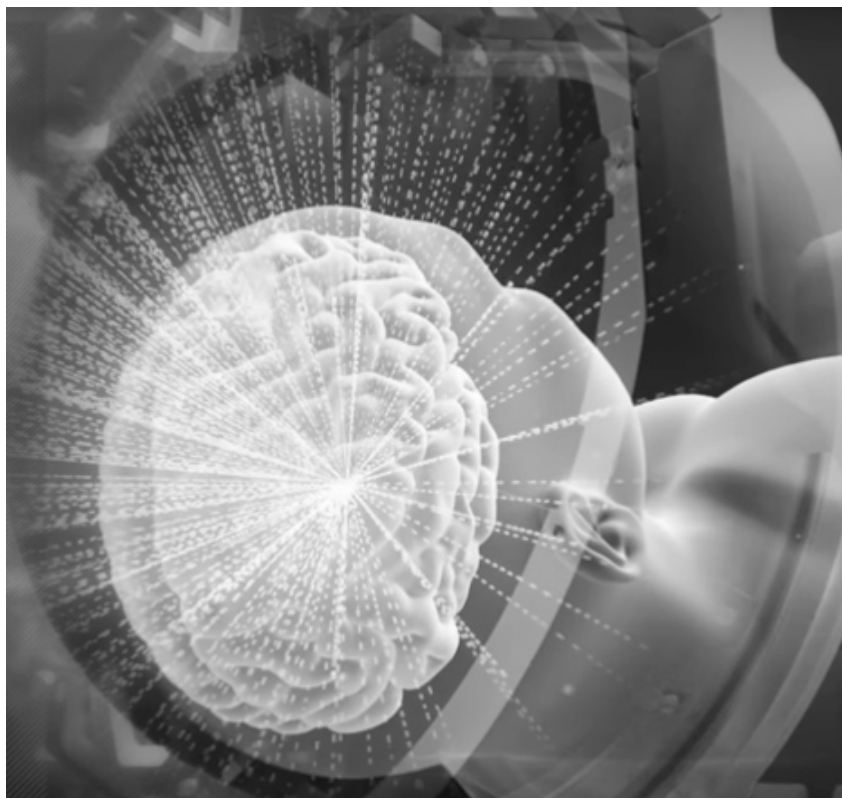


Рис. 4. Схематическое воздействие ультразвуковых волн на участок мозга, вызывающий дрожание руки (тремор)



Рис. 5. Бригада операционной как персонал космического корабля



Рис. 6. Пациент в шлеме готовится к проведению лечения



Рис. 7. Сборка шлема пациента

ния к работе, собирал шлем для пациента и участвовал в тестировании пациента (рис. 7, 8).

С целью определить выраженность дрожания руки я измерял длину звеньев ломаной линии, находил наи-

большую высоту зубца на нарисованной спирали, считал количество звеньев. Чем больше высота зубца ломаной линии и количество звеньев, тем сильнее выражено дрожание и больше его амплитуда.



Рис. 8. Я помогаю проводить спиральный тест во время лечения

Результаты исследования:

В таблице 1 представлены проведенные измерения. Максимальная высота зубца и количество звеньев ломаной линии были больше до операции в сравнении с изме-

рением после операции, что свидетельствует об эффекте операций. На рисунке 9 представлены спирали пациента до и после операции.

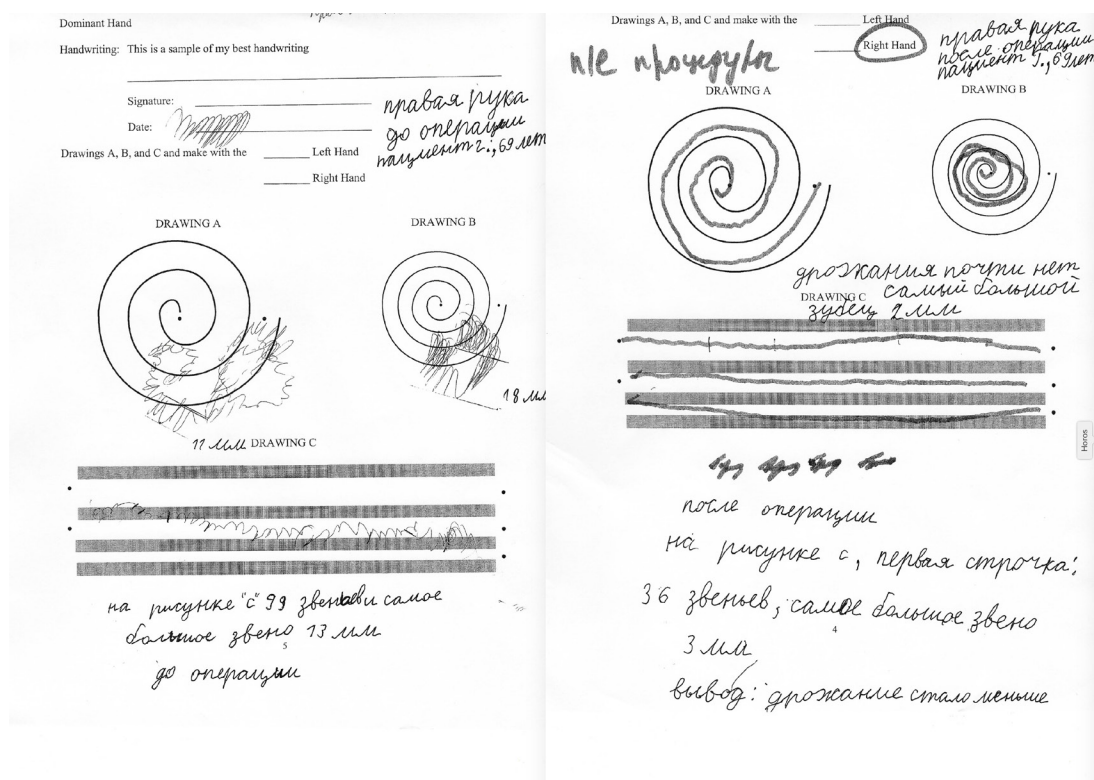


Рис. 9. Спирали пациента

Пациент Г, мужчина, 69 лет.

	Самое большое звено на спирали А, В (мм)	Самое большое звено на линии (мм)	Количество звеньев линии	Количество звеньев спирали А
До	11 мм, 18 мм	13 мм	99 звеньев, ломаная линия с острыми углами	больше 100
После	2 мм, 2 мм	3 мм	36 звеньев, ломаная линия ближе к кривой линии, углы сглажены	звенья не определяются, линия похожа на спираль

Выводы:

Таким образом, такие физические явления как колебания и резонанс, могут быть как проявлениями болезни, так и средством к их лечению. Нарушения нервной системы, приводящие к дрожанию рук, диагностируются с помощью резонанса электромагнитных колебаний атомов водорода и излечиваются ре-

зонансом ультразвуковых колебаний. Это позволяет лечить без разрезов, без боли и без необходимости открытой операции. Проведенные мной измерения позволяют объективно говорить о снижении дрожания рук у пролеченного пациента. В будущем я планирую изучать результаты лечения у этого пациента и последующих.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Залялова, З. Что мы знаем о треморе / З. Залялова. // Врач. — 2011. — № 14. — с. 11.
2. Мякишев, Г. Я. Физика. Колебания и волны. 11 класс. / Г. Я. Мякишев, А. З. Синяков. — 9-е изд. — Москва: Дрофа, 2010. — 289 с.
3. Susan, Mayor Nobel prize in medicine awarded to MRI pioneers / Mayor Susan. // British medical journal. — 2003. — № 327 (7419). — с. 827.
4. Deborah, Kotz FDA approves first MRI-guided focused ultrasound device to treat essential tremor / Kotz Deborah. // US Food and Drug agency: [сайт]. — URL: <https://www.fda.gov/news-events/press-announcements/fda-approves-first-mri-guided-focused-ultrasound-device-treat-essential-tremor> (дата обращения: 28.05.2020).
5. Барабаш, Татьяна Терапия будущего: без боли, без крови, без наркоза / Барабаш Татьяна. // Вечерняя Уфа. — 2020. — № 34 (13413). — с. 1.
6. Jija, D. G. Novel features for diagnosis of Parkinson's disease from off-line Archimedean spiral images / D. G. Jija, Chanda Bhabatosh. // 2019 IEEE 10th International Conference on Awareness Science and Technology (iCAST). — Morioka, Japan: IEEE, 2019.

Эффекты фокусировки атомов при эмиссии с поверхности монокристаллов

Гончаренко Ульян Богданович, учащийся 10 класса;

Крылов Игорь Сергеевич, учащийся 10 класса;

Лутовинов Леонид Александрович, учащийся 10 класса

ГБОУ г. Москвы «Школа № 1557 имени Петра Леонидовича Капицы» (г. Зеленоград, Московская обл.)

Научный руководитель: Мусин Артем Игоревич, аспирант

Московский государственный областной университет

Научный руководитель: Осипова Мария Юрьевна, учитель физики

ГБОУ г. Москвы «Школа № 1557 имени Петра Леонидовича Капицы» (г. Зеленоград, Московская обл.)

В настоящее время успешное развитие ряда отраслей науки и техники обуславливается применением достижений физических исследований в этих областях. Изучению процессов взаимодействия поверхностей твердого тела с внешней средой в настоящее время уделяется достаточно пристальное внимание.

Поверхностные слои в значительной мере определяют поведение всего материала, его эксплуатационные характеристики. Эффекты, происходящие на поверхности материала при столкновении ускоренных частиц с твердыми телами, представляют интерес для исследователей, поскольку позволяют глубже понять процессы, протекающие на поверхности материала, а не только в объеме твердых тел.

Исследование эффектов, возникающих при фокусировке атомов при эмиссии с поверхности монокристаллов, применимо в ходе разработки новых модифицированных эффективных покрытий и новых технологических процессов обработки поверхности обычных материалов для улучшения или изменения их механических и физико-химических свойств. В данный момент востребованность исследования подобного типа высока в космической промышленности, например, в ходе применения технологий «полной полимеризации». Яркий пример — разработка корпуса батарей для спутника ГЛОНАСС компанией «Инжинити», которая специализируется на выпуске изделий из композитных материалов в области приборостроения и космоса [1].

Острой проблемой в той же космической отрасли является создание процессоров космического класса с увеличенным ресурсом надежности и защитой от бомбардировок тяжёлыми заряженными частицами в составе галактических космических лучей [2].

В данный момент эффект фокусировки атомов при эмиссии с поверхности монокристаллов активно используется в методах пробоподготовки для аналитической электронной микроскопии, в частности ионном травлении керамических, полупроводниковых и многослойных областей образцов [3].

Для решения вышеуказанных промышленных задач в рамках лабораторных испытаний с последующей оценкой возникающих структурных изменений монокристаллов, мы можем направить на поверхность кристалла пучок так называемых *первичных* заряженных частиц (ионов, электронов). В результате взаимодействия первичных частиц с атомами поверхности регистрируются *вторичные* частицы. При бомбардировке поверхности ионами происходят следующие явления:

1. *распыление* — эмиссия атомов поверхности;
2. *вторичная ионная эмиссия* — эмиссия ионизованных атомов поверхности;
3. *рассеяние* падающих ионов на атомах поверхности;
4. *вторичная электронная эмиссия* — эмиссия атомных электронов;
5. *эмиссия фотонов*.

Распыление было открыто в 1852 году В. Гроувом [4]. В эксперименте с разрядом в газе он заметил, что на стенках газоразрядной трубки осаждается материал катода. Тогда это явление называли «электрическим испарением», так как в газоразрядных трубках металлические электроды «испарялись» при температурах, которые были значительно ниже достаточных для этого. Как оказалось, при прохождении разряда через газ он ионизируется, и положительно заряженные ионы подлетают к отрицательно заряженному катоду, вызывая распыление.

Первоначально считалось, что падающий с большой скоростью ион нагревает небольшой участок поверхности, с которого и происходит испарение. Однако, такой механизм был отвергнут после работ Г. Венера в 1955 г. [5,6], в которых он впервые исследовал распыление монокристаллов и обнаружил неодинаковое в различных направлениях распределение распыленных частиц (рис. 1).

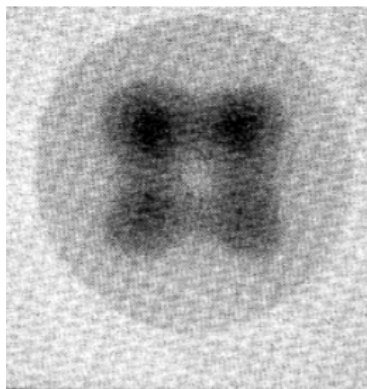


Рис. 1. Пятна Венеры, обнаруженные при бомбардировке поверхности Ag ионами Hg^+ с энергией 100 эВ [5]

В дальнейшем за процессом разрушения и распыления металлов в газоразрядных трубках укрепилось название «катодное распыление», поскольку на стенках трубок оседал в основном материал катода [7].

В 50–60-х гг. XX века развитие теоретических исследований проблем физики твёрдых тел привело к созданию теории радиационных нарушений в кристаллах. Наиболее увлекательной новой идеей данной теории в то время являлась идея о фокусах. В наиболее ранних теориях радиационных нарушений корреляции, обусловленные регулярностью структуры решетки, почти полностью игнорировались. Возможность важного эффекта фокусировки, ведущего к концентрированному распространению энергии вдоль плотноупакованных рядов атомов, т. е. к переносу энергии с малыми потерями на большие расстояния, была впервые указана Силсби (1957 г.), а затем более подробно рассмотрена Лайбфридом и др. (1959 г.). Эта идея легла в основу ряда интерпретаций эффектов, обусловленных воздействием быстрых частиц на кристаллы. В частности, эта идея была использована А. Зигером для объяснения некоторых радиационных эффектов, возникающих в металлах под влиянием быстрых

нейтронов, а также во многих работах, посвященных исследованию поверхностного распыления кристаллов потоками быстрых ионов [8].

Р. Силсби обозначал фокусоны как последовательные фокусированные столкновения [4]. В теории Силсби образование пятен Венера объясняется тем, что фокусоны образуются вдоль направлений наиболее плотной упаковки в кристалле, которые по этой причине и являются направлениями преимущественного выхода.

Однако в 1960-х гг. К. Леман и П. Зигмунд предположили, что максимумы углового распределения распыленных частиц не обязательно обусловлены распространением фокусированных цепочек столкновений, а могут быть обусловлены упорядоченным расположением атомов лишь двух приповерхностных слоев кристалла. В дальнейшем был предложен т. н. механизм линзовой фокусировки, согласно которому импульс фокусируется линзами из нескольких атомов.

Советским теоретиком В. Аграновичем указывалось на преимущество экспериментов на монокристаллах. Это возможность регулировать глубину, на которой происходят первые столкновения, путем изменения угла падения ионов. В этих условиях возникает возможность изучения переноса энергии из глубин к поверхности монокристалла, т. е. фактически возможность изучения фокусонов на основе данных по поверхностному распылению атомов. В этом смысле дальнейшие исследования поверхностного распыления на монокристаллах различной структуры и состава представляются весьма перспективными [8].

В рамках данной работы проводилось моделирование эмиссии атомов с поверхности грани (001) Ni методом молекулярной динамики. Были рассчитаны угловые распределения распыленных атомов и проанализированы их основные особенности.

Постановка задачи. Задача распыления является одним из частных случаев задачи многих тел, решение которой не может быть получено аналитически. Поэтому в своем исследовании мы использовали компьютерное моделирование.

При падении иона на поверхность твердого тела возникает т. н. *каскад столкновений*, и внутри этого каскада некоторые атомы получают энергию, достаточную для того, чтобы покинуть поверхность. В нашей работе мы не рассматривали процесс формирования каскада столкновений, а исследовали непосредственно процесс эмиссии (вылета) атома из каскада.

В своей работе мы руководствуемся гипотезой Лемана-Зигмунда о том, что основной вклад в формирование максимумов угловых распределений дает структура первого и второго слоя. Мы задались вопросом: какой минимальный фрагмент кристалла можно использовать в программе моделирования, чтобы результаты численного эксперимента соответствовали экспериментальным данным.

Для исследования была выбрана грань (001) монокристалла Ni. Тип кристаллической решетки никеля — гранецентрированная кубическая (ГЦК) решетка. Поверхность кристалла была представлена кольцом из четырех атомов поверхности, ближайших к узлу решетки, из которого происходила эмиссия (вылет) атома (рис. 2).

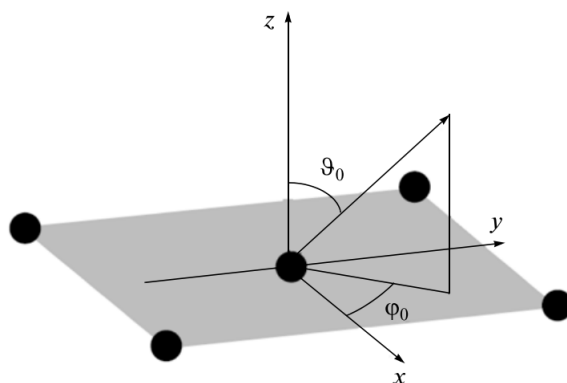


Рис. 2. Фрагмент поверхности, используемый в моделировании

Начальная энергия E_0 вылетающего атома изменялась в диапазоне от 0,5 эВ до 100 эВ, угол ϑ_0 от 0° до 90° , угол φ_0 от 0° до 360° . Для каждого набора параметров — начальных условий ($E_0; \vartheta_0; \varphi_0$) выполнено численное решение задачи Коши для системы уравнений Ньютона по методу средней силы. Метод средней силы выбран для повышения точности, поскольку самый простой метод — метод Эйлера — обладает точностью более низкого порядка.

Суть метода средней силы заключается в следующем. Выбирается шаг по времени Δt . Для текущих положений атомов ($x_k; y_k; z_k$) рассчитывается сила ($F_{xk}; F_{yk}; F_{zk}$), действующая на k -ый атом ($k = 1, 2, 3, 4, 5$), после чего рассчитываются новые «виртуальные» положения по формулам

$$x_{k(s)} = x_k + v_{xk}\Delta t + \frac{F_{xk}(\Delta t)^2}{2m},$$

где m — масса атома (аналогичные формулы имеют место для остальных координат). После этого, уже по вычисленным положениям атомов опять вычисляется сила ($F_{xk(s)}; F_{yk(s)}; F_{zk(s)}$), действующая на k -ый атом, и от текущих положений и скоростей происходит переход к новым по формулам

$$x_{k(new)} = x_k + v_{xk}\Delta t + \frac{\overline{F_{xk}}(\Delta t)^2}{2m},$$

$$v_{xk(new)} = v_{xk} + \frac{\overline{F_{xk}}}{m}\Delta t,$$

где $\overline{F_{xk}} = (F_{xk} + F_{xk(s)})/2$ — среднее значение силы, вычисленное по старым положениям атомов и «новым» (виртуальным) положениям — отчего метод и получил своё название. Как и в случае с $x_{k(s)}$, подобные формулы выписываются для других координат и проекций скоростей. После этого уже по новым координатам опять вычисляется значение силы, происходит переход в виртуальное положение и т. д., таким образом шаги численного метода повторяются до окончания моделирования.

Взаимодействие атомов между собой моделировалось с помощью т. н. потенциала Борна-Майера: $U(r) = A \exp(-r/b)$.

Методика исследования. Для моделирования использовалась программа, алгоритм которой был создан в лаборатории «Теоретические исследования процессов на поверхности кристаллов» физического факультета МГУ. Исходный код программы написан на языке Fortran.

После первого запуска программа проводит моделирование эмиссии с различными параметрами вылета и собирает в отдельных файлах, которые в дальнейшем обрабатываются другими программами.

На стадии обработки притяжение к поверхности описывалось с помощью плоского потенциального (энергетического) барьера, высота которого (в энергетических единицах) равна энергии связи никеля $E_b = 4,435$ эВ.

Если за E_i , ϑ_i и φ_i обозначить энергию атома и углы, задающие направление движения атома при удалении от четырех соседей на достаточно большое расстояние (именно эти параметры выдает основная программа), то из законов сохранения импульса и энергии будет следовать, что после пролета барьера энергия и углы преобразовываются по формулам

$$E = E_i - E_b,$$

$$\cos \vartheta = \sqrt{\frac{E_i \cos^2 \vartheta_i - E_b}{E_i - E_b}},$$

$$\varphi = \varphi_i.$$

Из формул видно, что вылет возможен только в том случае, когда у атома хватает энергии для преодоления барьера и когда атом летит не слишком близко к поверхности (в противном случае имеет место отражение от барьера, эффект, похожий на эффект полного внутреннего отражения в оптике).

Нами на языке Fortran была написана программа для обработки полученных данных. С помощью этого кода можно построить графики угловых и энергетических распределений распыленных атомов.

Результаты и обсуждение. На рис. 3 показан график распределения по азимутальному углу наблюдения φ для распыленных атомов всех энергий. Отчетливо наблюдается максимум в направлении на 90° , что при нашем выборе координатных осей означает направление на центр линзы. Таким образом, наше модельное распределение воспроизводит важнейший экспериментальный результат — пятна Венера, которые для грани (001) наблюдаются в четырех направлениях (из-за симметрии кристаллической структуры): 0° , 90° , 180° , 270° .

Направления 45° и 135° соответствуют направлениям на атомы линзы. В указанных направлениях также наблюдаются максимумы распределения, только почти в 2 раза ниже. Они обусловлены тем, что те атомы, которые вылетали под углами, близкими к 45° и 135° , испытывали сильное рассеяние на атомах линзы и вероятность их распыления увеличивалась за счет уменьшения угла ϑ_i (другими словами, такие атомы летели ближе к нормали).

На рис. 4 показаны графики распределений распыленных атомов с различными энергиями (от 10 до 50 эВ) по углу φ . В эксперименте такого рода распределения могут быть получены при включении «энергетического фильтра» — то есть в случае, когда из всего потока распыленных атомов будут отделены атомы с определенной энергией внутри некоторого интервала $[E - \Delta E; E + \Delta E]$. В нашем случае $\Delta E = 0,4$ эВ.

Из графиков можно сделать вывод, что эффект фокусировки атомов по азимутальному углу не зависит от энергии атома, а зависит только от структуры поверхности, поскольку все распределения имеют одинаковый вид: главный максимум в направлении 90° и более низкие максимумы на краях (45° и 135°).

Иначе обстоит ситуация с распределениями распыленных атомов по полярному углу. На рис. 5 и 6 показаны распределения распыленных атомов по косинусу полярного угла ($\cos \vartheta$) для энергии $(20,0 \pm 0,4)$ эВ и $(50,0 \pm 0,4)$ эВ. Отчетливо видно, что положения максимумов отличаются на $\approx 0,035$ единиц шкалы (по $\cos \vartheta$), что при пересчете на угол дает смещение максимума по полярному углу на $\Delta \vartheta \approx 3,3^\circ$.

Таким образом, наша простая модель воспроизводит другую экспериментальную особенность распыления монокристаллов: эффект сдвига максимума углового распределения при увеличении энергии атомов.

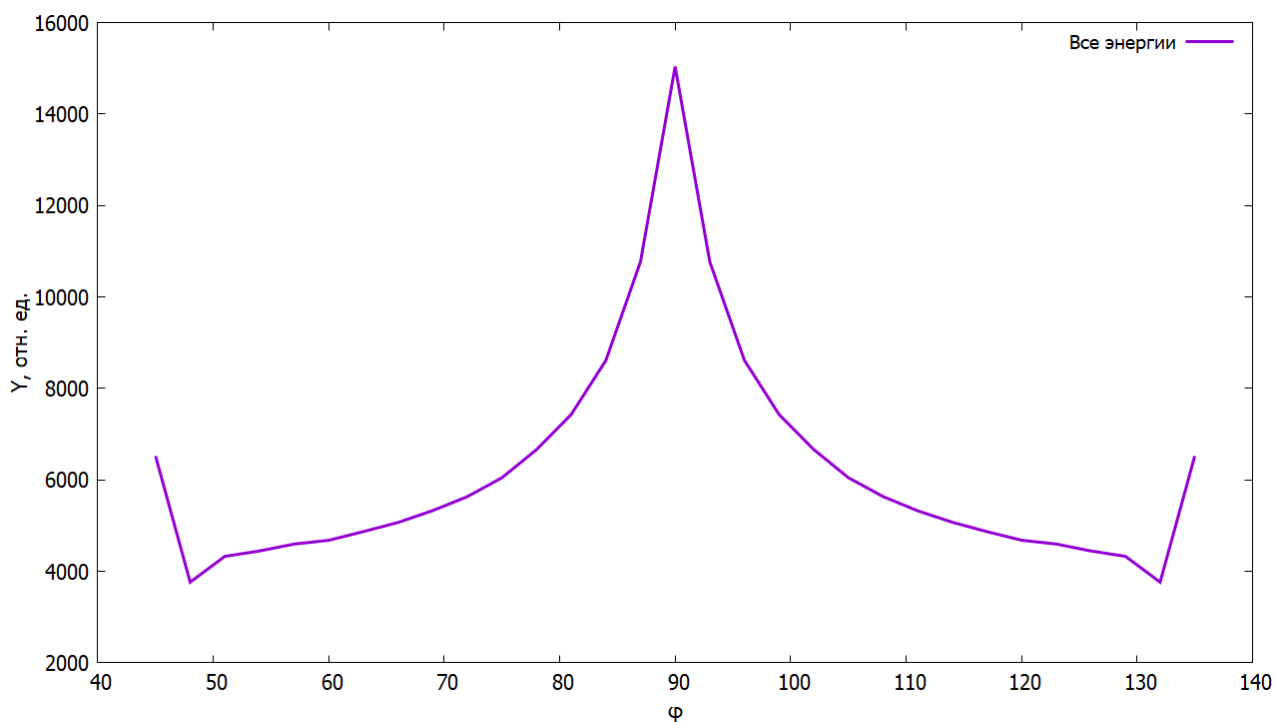


Рис. 3. Распределение распыленных атомов по углу φ . Отчетливо виден максимум в направлении на центр линзы

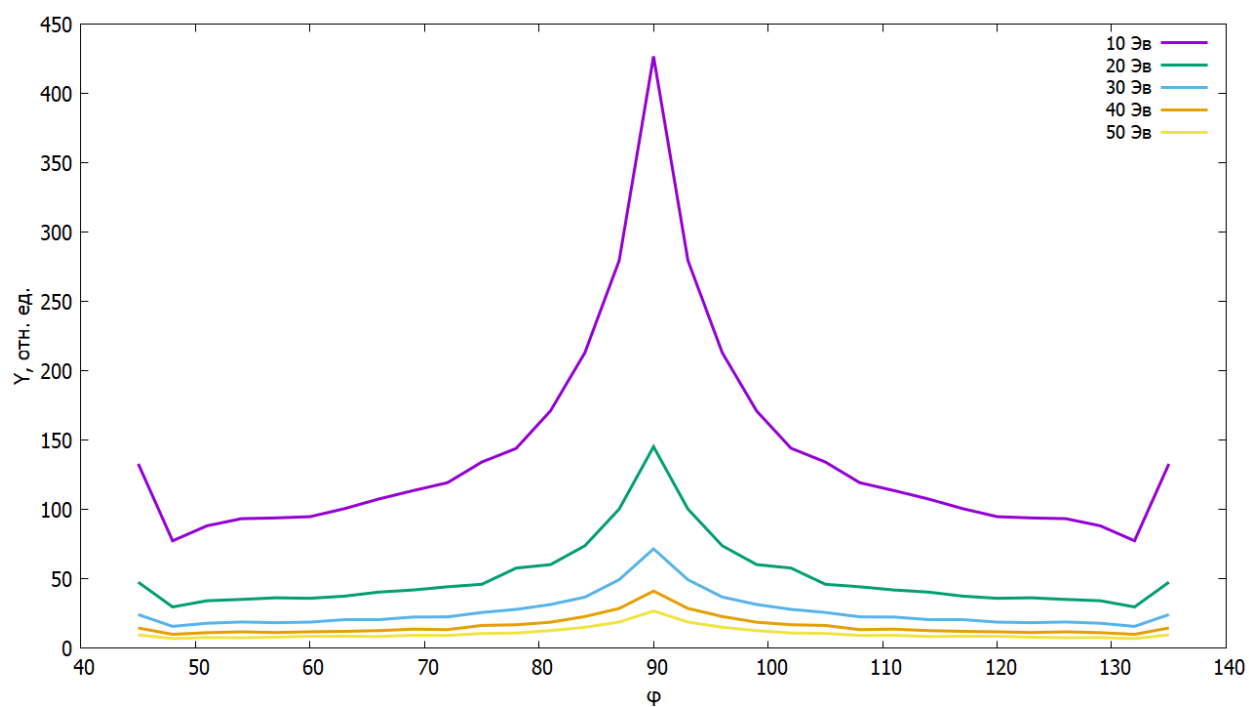


Рис. 4. Распределения распыленных атомов с различными энергиями по углу φ

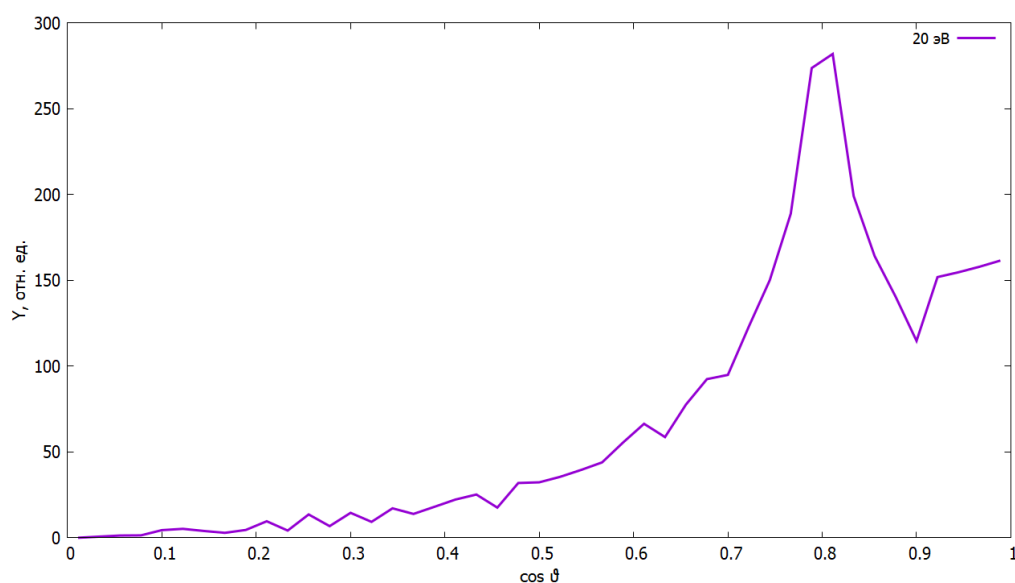


Рис. 5. Распределение распыленных атомов с энергией $(20,0 \pm 0,4)$ эВ по $\cos \theta$

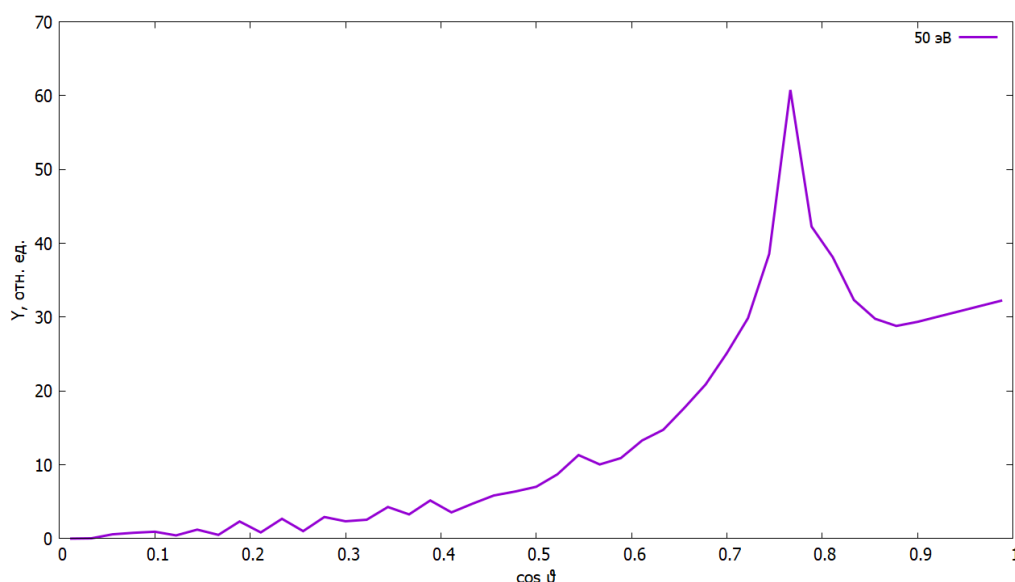


Рис. 6. Распределение распыленных атомов с энергией $(50,0 \pm 0,4)$ эВ по $\cos \theta$

Выводы. В работе проводилось исследование эмиссии атомов с поверхности грани (001) монокристалла Ni. Использовался метод численного моделирования, с помощью которого была решена динамическая задача классической механики для 5 тел (атомов). Была создана программа, которая обрабатывает данные, полученные в результате моделирования, и строит графики распределений распыленных атомов по полярному и азимутальному углу.

Построенные нами распределения позволяют сделать вывод, что наша простая модель 5 атомов воспроизводит основные особенности распределений распыленных атомов, полученных экспериментально: пятна Венеры и эффект сдвига максимума по полярному углу при увеличении энергии атомов.

Результаты работы будут полезны для понимания процессов взаимодействия ионов с твердым телом, распыления, эрозии поверхности, которые важны для анализа и очистки поверхности, создания наноструктур или какого-либо рельефа, для исследования дефектов в полупроводниках.

Работа выполнена с использованием оборудования Центра коллективного пользования сверхвысокопроизводительными вычислительными ресурсами МГУ имени М. В. Ломоносова [9].

Результаты работы в 2019–2020 учебном году были представлены на следующих конференциях:

- XXIX Открытая московская инженерная конференция школьников «Потенциал» (Москва, 31 января — 1 февраля 2020 г.)
- Всероссийский конкурс научных работ школьников «Юниор» (Москва, 31 января — 2 февраля 2020 г.)
- XVI Балтийский научно-инженерный конкурс (Санкт-Петербург, 3–6 февраля 2020 г.)
- Конференция «Наука для жизни» (Москва, 1–10 апреля 2020 г.)

На конференции «Наука для жизни» авторы доклада получили дипломы призера.

Работа выполнена на базе ГБОУ Школа № 1557 имени Петра Леонидовича Капицы в рамках проекта «Курчатовский проект в московской школе» совместно с лабораторией «Теоретические исследования процессов на поверхности кристаллов» МГУ имени М. В. Ломоносова. Авторы благодарят доцента кафедры общей физики физического факультета МГУ Самойлова В. Н. за неоценимый научный вклад и за обсуждение результатов, а также администрацию ГБОУ Школа № 1557 за помощь и поддержку.

ЛИТЕРАТУРА:

1. <https://habr.com/ru/company/smileexpo/blog/411337/>
2. <https://habr.com/ru/post/477526/>
3. Д. Синдо, Т. Оикава. Аналитическая просвечивающая электронная микроскопия // Москва: Техносфер. 232, 256 (2006).
4. W.R. Grove, On some anomalous cases of electrical decomposition // Philosophical Magazine. 5, 203 (1853).
5. G. K. Wehner. Sputtering of Metal Single Crystals by Ion Bombardment // Journal of Applied Physics. 26, 1056 (1955)
6. G. K. Wehner. Controlled Sputtering of Metals by Low-Energy Hg Ions // Physical Review. 102, 690 (1956).
7. Н. В. Плешивцев. Катодное распыление. // Москва: Атомиздат (1968).
8. В. Агранович. Атомная энергия. Сборник статей. Том 17, Вып. 2, 152–153, 160 (1964).
9. Воеводин Вл. В., Жуматий С. А., Соболев С. И., Антонов А. С., Брызгалов П. А., Никитенко Д. А., Стефанов К. С., Воеводин Вад. В. Практика суперкомпьютера «Ломоносов» // Открытые системы. — Москва: Издательский дом «Открытые системы», N 7, 2012. с. 36–39.

Проектирование понтонного моста из переработанного пластика

*Нуцалова Сабина Багавдиновна, учащаяся 10 класса;
Пыхтеев Андрей Дмитриевич, учащийся 10 класса
МАОУ СОШ № 18 г. Тобольска*

*Научный руководитель: Малышева Елена Николаевна, кандидат педагогических наук, доцент
Тобольский педагогический институт имени Д. И. Менделеева (филиал) Тюменского государственного университета*

Водные ресурсы составляют одно из главных богатств нашей Родины. И вместе с тем они нередко оказываются препятствием к более быстрому развитию территориально удалённых от больших городов населённых пунктов. Особенно это касается нашего родного края — это одна из самых обширных водосодержащих территорий в России [1, 2].

Это обстоятельство отрицательно влияет на строительство постоянных дорог, в условиях большого числа водных преград они становятся нерентабельными: число жителей на единицу площади мало, а расходы на дороги и их обслуживание высокие. Поэтому понтонные мосты могут стать одним из выходов из этой ситуации.

Перед разработкой технологической части проекта мы изучили географические особенности условий экс-

плуатации понтонного моста — характер водных преград. Условно мы разделили их на три группы.

- 1) Крупные и средние судоходные реки. Это реки, на которых в течение летней навигации систематически ходит речной грузопассажирский и личный транспорт. Для таких рек понтонный мост является нерентабельным по многим причинам: наличие постоянного судоходства и мощного потока воды, которые затрудняют установку и управление разводкой моста.
- 2) Несудоходные реки. Это такие реки до 5–8 метров шириной, удаленные от крупных водных артерий, по которым не происходит систематической (оживленной) транспортировки на моторных лодках и более крупных судах. Для таких рек

можно рекомендовать прокладывать понтонные мосты.

- 3) Болота и торфяники. На территории Тюменской области очень много болот: к северу от Транссибирской железнодорожной магистрали болота занимают более 50% общей площади; на отдельных участках бассейнов рек Пима, Лямина, Тромъегана заболочено до 70% территории; еще выше этот показатель в бассейне р. Конды. Причем, ежегодно добавляется примерно 100 км² заболоченных территорий. Для этих территорий строительство понтонных мостов может стать самым выгодным вариантом обеспечения коммуникации с крупными центрами [1, с. 100].

Данной разработкой мы хотим также привлечь внимание к проблеме загрязнения окружающей среды, поэ-

тому материалом для нашего моста был выбран пластик вторичной переработки.

Весь пластик можно условно разделить на виды, пригодные для переработки и непригодные. Анализ различных видов пластика показал, что из пригодных ко вторичной переработке видов для нашего проекта наиболее подходит по физико-техническим и экологическим качествам РЕHD-пластик (полиэтилен высокой плотности). Он обладает такими свойствами, как высокая прочность, устойчивость к действию воды, солнечного света, выдерживать температуры от -50 до $+50^{\circ}\text{C}$, не опасен для окружающей природы, а значит, может использоваться для изготовления деталей (модулей) понтонного моста.

Результаты исследования технологий получения продуктов из вторичного пластика мы обобщили в виде схемы (рис. 1).

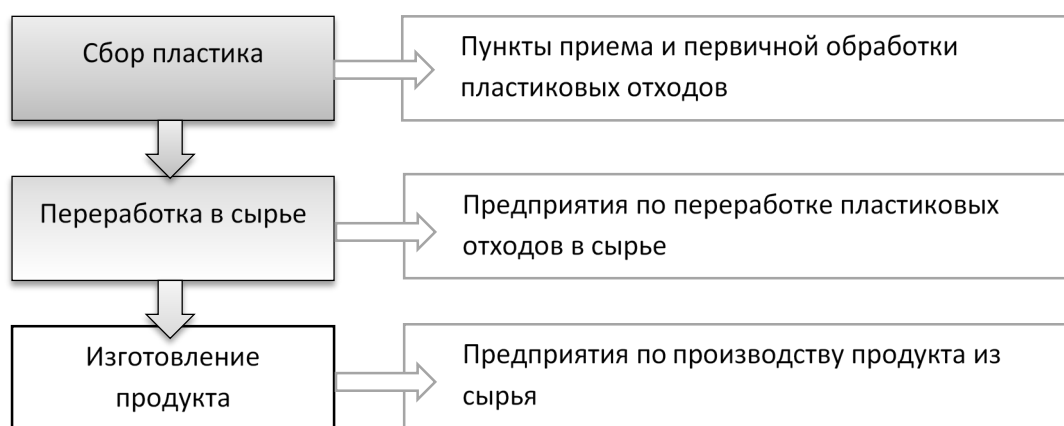


Рис. 1. Технологический процесс получения продуктов из вторичного пластика

Технологический процесс мы условно разделили на три этапа:

1 этап — сбор пластика. Для этого существуют пункты приема пластиковых отходов, в основном, это бутылки и пакеты. Как правило, эти пункты, занимающиеся не только приемкой, но и первичной переработкой пластиковых отходов, сосредоточены около крупных городов. В частности, в Тюмени их насчитывается около десятка. Например, «Уралплит», ООО «Гранула», ООО «ЛМ-Проект», «Синдикат Полимер» и др. Их первичная переработка включает в себя такие операции, как сортировка, мойка, измельчение и фасовка пластика.

2 этап — переработка измельченных пластиковых отходов в сырье. Этим занимаются заводы в Тюменской области, например, «Тюменский завод полимерных изделий», «Фабрика пластиковых изделий», «ЛМ-проект». Как правило, они работают с такими видами пластика, как полиэтилен, ПВД, ПНД.

3 этап — изготовление продукта. Большинство перерабатывающих предприятий этот этап также включают в свою деятельность.

На основании анализа условий эксплуатации понтонного моста мы определили его функциональные возможности и требования к надежности конструкции.

Функциональные возможности:

- мост должен выдерживать нагрузку до 40 тонн (вес грузового автомобиля с нагруженным прицепом);

- по ширине иметь 1 полосу для автотранспорта и не менее 1 полосы для пешеходов (не менее 4 м).
- *Требования к надежности:*
- период безотказной работы не менее 15 лет (обеспечивается свойствами РЕHD пластика);
- ремонтпригодность — простота замены деталей без специализированного оборудования (обеспечивается конструктивными особенностями);
- высокие качества по грузоподъемности (обеспечивается конструктивными особенностями и свойствами РЕHD пластика);
- износостойкость (обеспечивается свойствами РЕHD пластика);
- экологичность (обеспечивается свойствами РЕHD пластика);
- сохраняемость — способность сохранять свои технические характеристики — прочность и грузоподъемность (обеспечивается проведенным вычислительным экспериментом и планируемым физическим на модели из пластика).

Это определило идею конструкции понтонного моста:

- 1) мост состоит из секций, рассчитанных по размерам на расстояние (не менее) между двумя колесными базами грузового автомобиля (4 м);
- 2) каждая секция состоит из модулей (рис. 2), изготовленных из переработанного пластика в едином технологическом процессе, их форма определяет-

ся требованиями к остойчивости на водной поверхности, внутренняя часть имеет много полостей для увеличения выталкивающей силы;

- 3) модули накрыты плитами, изготовленными из переработанного пластика в едином технологическом процессе (положены в шахматном порядке),

они распределяют нагрузку на элементы всей секции, это увеличивает подъемную силу моста, его прочность и, соответственно, надежность, плиты имеют высокие фрикционные свойства за счет неровной поверхности.

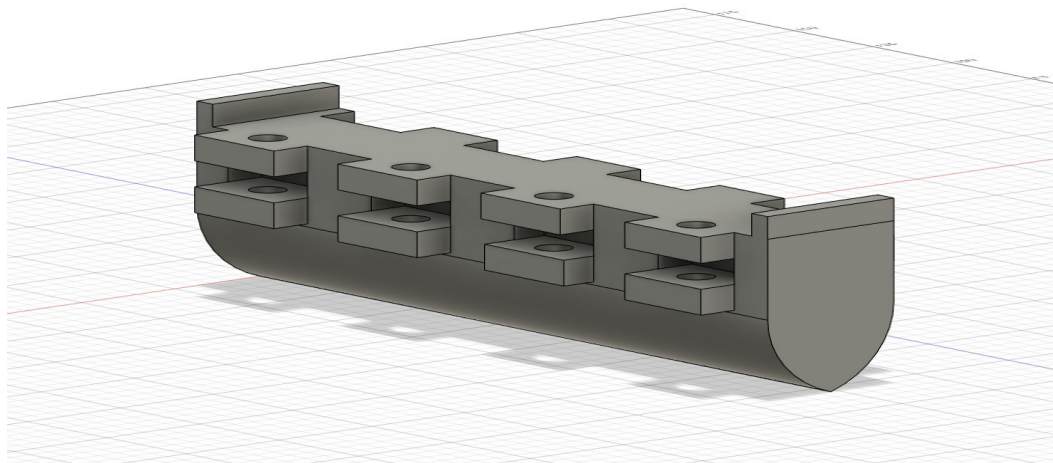


Рис. 2. 3D-модель модуля понтонного моста для открытой воды

Эскизы отдельного модуля, выполненные в программе CorelDRAW для модели в масштабе 1:15, приведены на рисунках 3–5.

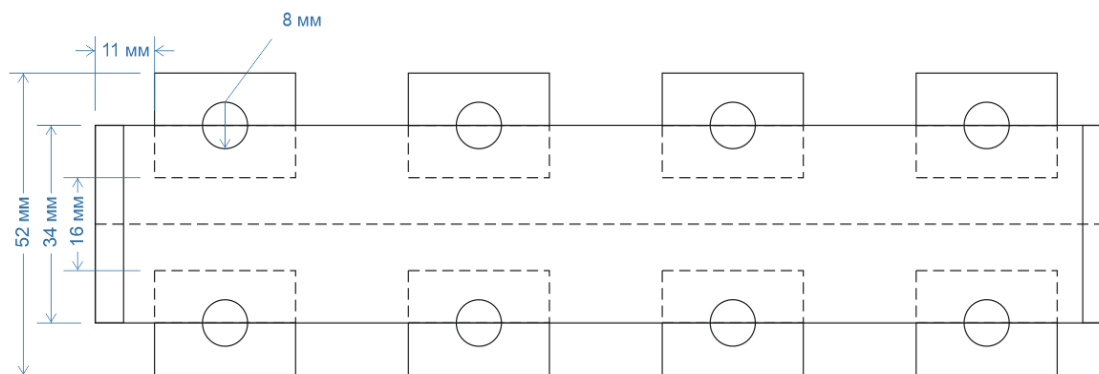


Рис. 3. Эскиз модуля понтонного моста (вид сверху)

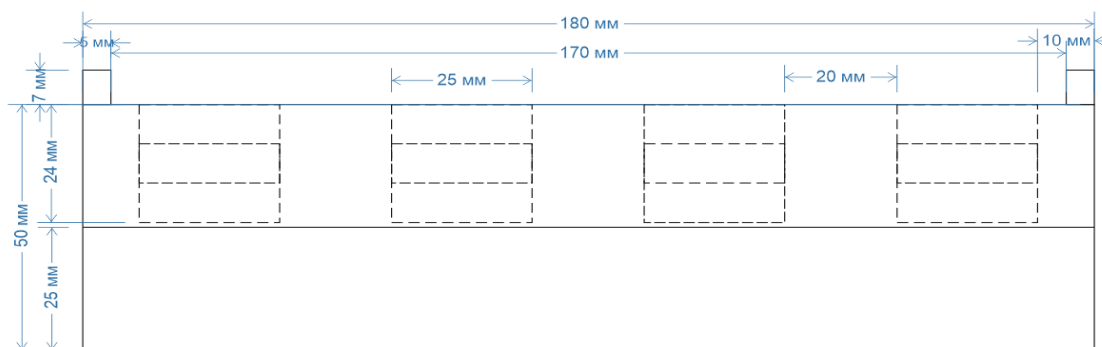


Рис. 4. Эскиз модуля понтонного моста (вид сбоку)

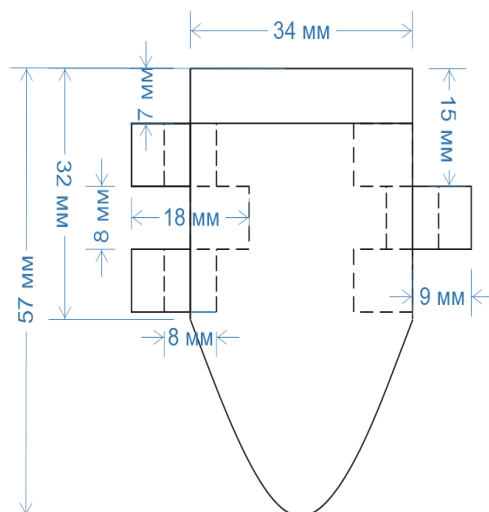


Рис. 5. Эскиз модуля понтонного моста (вид с торца)

Вариант модуля для болот отличается меньшей высотой конуса.

Трехмерная модель секции моста, выполненная в программе Fusion360, приведена на рисунке 6.

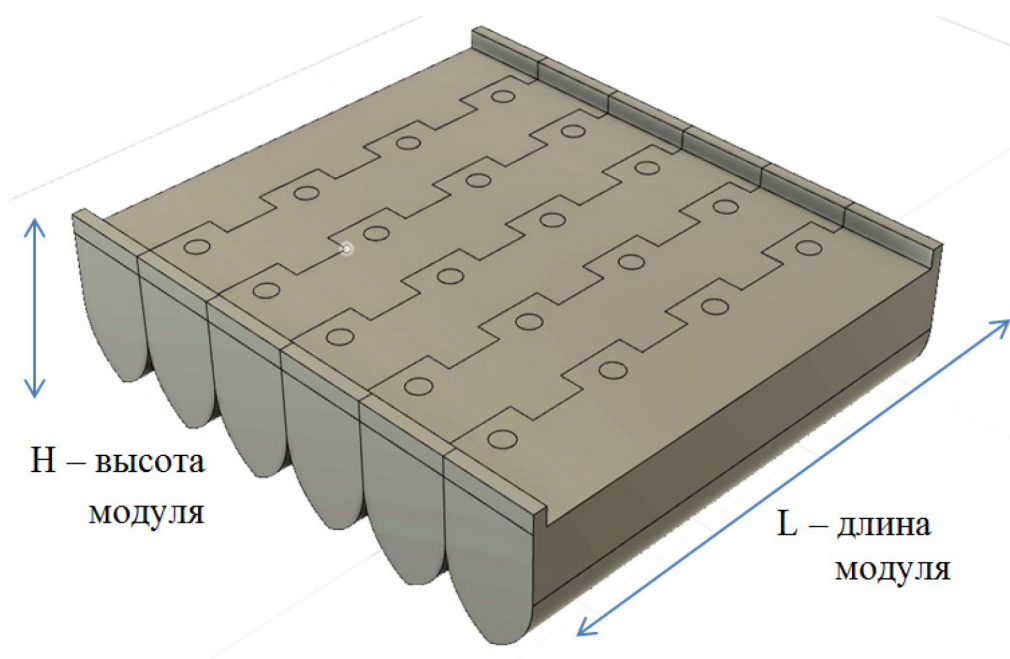


Рис. 6. 3D-модель секции понтонного моста

Для равномерного распределения нагрузки секция накрывается сверху пластиной (плитой). Рассчитаем, какие размеры должны иметь элементы конструкции. Для этого найдем объем и, соответственно, ориентировочные размеры отдельного модуля, выполненного из пластика, если вес 20-тонного транспортного средства должны выдерживать 2 секции по 5 модулей шириной 0,5 м. Тогда на 1 модуль должно приходиться 2 тонны.

Начальные условия:

$M_{\text{гр}}$ — масса груза, приходящаяся на 1 модуль, $M_{\text{гр}} = 2000$ кг.

$M_{\text{м}}$ — масса 1 модуля из пластика.

$\rho = 920 \text{ кг/м}^3$ — плотность полиэтилена высокой плотности.

0,9V — погружение нагруженного модуля (90% от его объема).

0,5V — объем пластика от общего объема модуля (модуль полый, весом воздуха внутри модуля пренебрежем).

$\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$ — плотность пресной воды.

Найдем объем модуля V.

Решение:

По условию плавания тел, выталкивающая сила (архимедова) не меньше по величине силы тяжести тела (модуль с грузом):

$M_{гр}$ — масса груза, приходящаяся на 1 модуль,

$F_A \geq Mg$, где $M = M_{гр} + M_m$, $F_A = \rho_v g V_{погруж. части}$

Учитывая это, получим:

$$0,9V\rho_v g \geq (M_{гр} + M_m)g$$

$$900V \geq M_{гр} + M_m$$

Учитывая, что объем пластика равен 0,5V,

$M_m = 0,5V\rho$, тогда

$$900V \geq M_{гр} + 0,5V\rho$$

$$900V - 0,5V\rho \geq M_{гр}$$

$$V \geq \frac{M_{гр}}{900 - 0,5\rho}$$

Подставим наши значения:

$$V \geq \frac{2000 \text{ кг}}{900 \text{ кг/м}^3 - 0,5 \cdot 920 \text{ кг/м}^3}$$

Ответ: $V \geq 4,55 \text{ м}^3$

При таком объеме модуля и заявленной ширине 0,5 м приведем ряд остальных двух параметров L и H (рис. 7), по которым можно подобрать высоту модуля в зависимости от необходимой длины (или ширины проезжей части).

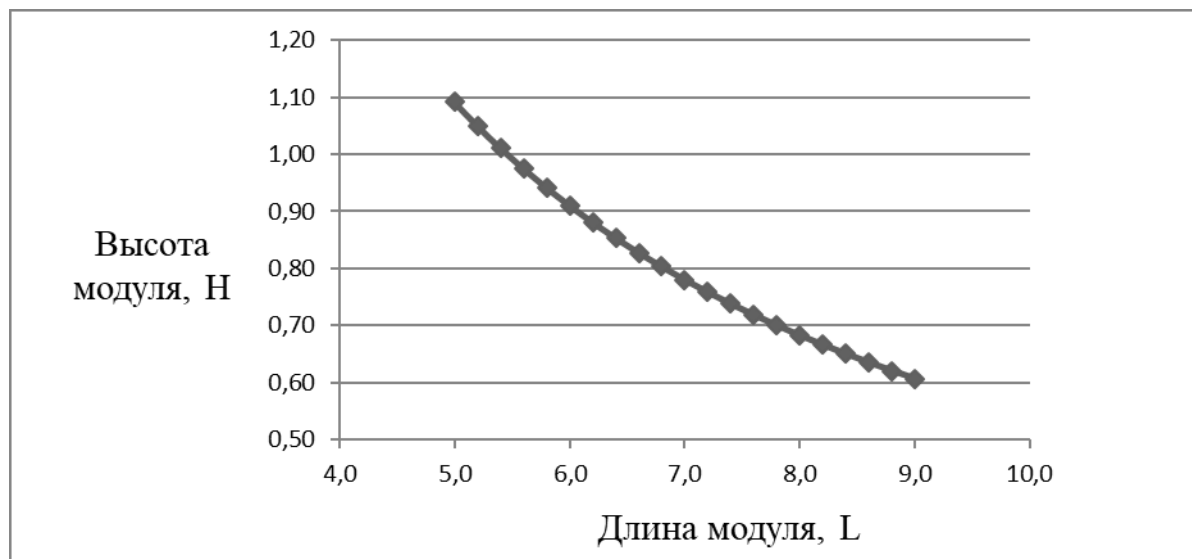


Рис. 7. Соотношение размеров модуля L и H при ширине 0,5 м

Следующим этапом проекта будет печать модели понтонового моста в масштабе 1:15 на 3D-принтере и постановка

физического эксперимента на проверку сохраняемости свойства грузоподъемности при разном числе модулей.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2017 году». С 96–101. / Министерство природных ресурсов и экологии: официальный сайт. — URL: <http://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/4b3/Gosdoklad-po-vode-2017.pdf> (дата обращения 23.11.2019). Режим доступа: в свободном доступе.
2. Водные ресурсы / Большая российская энциклопедия: электронный ресурс. — URL: <https://bigenc.ru/geography/text/5563684> (дата обращения 12.11.2019). Режим доступа: в свободном доступе.
3. Все про пропилен / ProPolyethylene.ru: сайт. — URL: <https://propolyethylene.ru/hdpe/> (дата обращения 26.12.2019). Режим доступа: в свободном доступе.
4. Маркировка пищевого пластика: статья / PROMPRIEM. RU: Промышленно-экологический интернет журнал: портал — URL: <https://prompriem.ru/stati/markirovka-pishhevogo-plastika.html> (дата обращения 28.12.2019). Режим доступа: в свободном доступе.
5. Пластиковый пост / pikabu: портал. — URL: https://pikabu.ru/story/plastikovyy_post_4194127 (дата обращения 15.01.2020). Режим доступа: в свободном доступе.
6. Способы изготовления деталей из пластмасс / Справочник инженера: сайт. — URL: <https://inzhenner-info.ru/razdely/konstruirovaniye/detali-iz-plastmass/sposoby-izgotovleniya-detalej-iz-plastmass.html> (дата обращения 26.01.2020). Режим доступа: в свободном доступе.

Двигатель будущего

Сазонов Андрей Дмитриевич, учащийся 8 класса

Научный руководитель: Сазонова Тамара Николаевна, учитель физики
ГБОУ СОШ № 4 пгт Алексеевка, г. о. Кинель (Самарская обл.)

Ключевые слова: двигатель Стирлинга, цикл Стирлинга.

Сегодня во всем мире достаточно большое внимание уделяют проблеме экологии. Как никогда раньше остро встает вопрос о применении нетрадиционных источников энергии. Многие инженеры во всем мире занимаются разработкой, как альтернативного топлива, так и альтернативных источников энергии, ищут замену двигателям внутреннего сгорания. В связи с этим наметилась тенденция внедрение энергопреобразующих установок на основе двигателя Стирлинга.

Данный двигатель, работающий по замкнутому термодинамическому циклу впервые был предложен Робертом Стирлингом в 1816 году. Главные достоинства двигателя Стирлинга — это экологичность, низкий уровень шума и высокий КПД [1].

К сожалению, в учебниках физики школьного курса, ничего не говорится о двигателе Стирлинга. А между тем, его можно рассматривать как один из источников альтернативной энергетики. В связи с этим, было решено изготовить действующую модель двигателя Стирлинга, познакомить учащихся с данным устройством, и использовать его для демонстрации на уроках физики.

Цель исследования: создать действующую модель двигателя Стирлинга и рассчитать его КПД. Для достижения данной цели были поставлены следующие **задачи:**

- 1) изучить источники информации по двигателю Стирлинга и его принципу действия;
- 2) разработать схему двигателя и выполнить ее чертеж;

- 3) изготовить действующую модель двигателя Стирлинга;

- 4) провести испытания двигателя и продемонстрировать его работу одноклассникам.

Практическая значимость: использовать модель для демонстрации на уроках физики.

Двигатель Стирлинга — это машина, работающая по замкнутому термодинамическому циклу. Циклические процессы сжатия и расширения происходят при разнице температур. Управляют процессом путем изменения объема рабочего тела [2].

Это тепловая машина, в которой есть цилиндр с поршнем. А внутри него **рабочее тело** — воздух, который движется в замкнутом объеме. Если воздух нагревать, он начнет расширяться, давление увеличивается и поршень поднимается вверх, и он будет совершать рабочий ход. Если дальше охладить камеру, то воздух в ней охлаждается, давление уменьшается и поршень движется вниз.

Работа основана на периодическом нагреве и охлаждении рабочего тела с извлечением энергии из возникающего при этом изменения объема рабочего тела. Обычно в роли рабочего тела выступает воздух, но также используются водород и гелий. Работает «стирлинг» от любого источника тепла.

Цикл двигателя Стирлинга

Один рабочий цикл двигателя Стирлинга происходит за четыре такта: **сжатие, нагревание, расширение, охлаждение**. Этот двигатель является четырёхтактным. На рис. 1 изображен цикл двигателя Стирлинга.

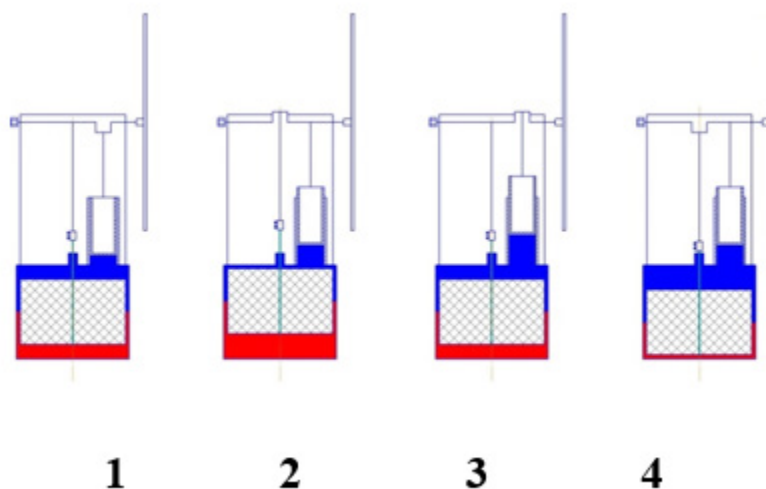


Рис. 1. Этапы работы двигателя Стирлинга

Сжатие (1–2). С помощью внешнего источника нагреваем цилиндр. Давление возрастает, а температура остается неизменной, и вытеснитель движется вверх. Рабочий поршень в этот момент неподвижен. Создается давление, проталкивающее рабочее тело через регенератор.

Нагревание (2–3). Оба поршня движутся вверх. Объем между ними постоянный. Проходя через регенератор рабочее тело нагревается давление и температура повышаются.

Расширение (3–4). Вытеснитель неподвижен. Рабочий поршень поднимается вверх и совершает работу. Тепло подводится через стенку цилиндра от внешнего источника. При увеличении объема полости расширения давление падает, а температура рабочего тела достигает максимального значения и остается неизменной (теплота постоянно подводится).

Охлаждение (4–1). Оба поршня движутся вниз. Объем между ними остается неизменным. Рабочее тело из полости расширения перемещается в полость сжатия. Проходя через регенератор рабочее тело охлаждается от T_{\max} до T_{\min} и отдает теплоту регенератору, которая будет передана рабочему телу в процессе 2–3 следующего цикла [4].

Схема установки

Предлагаемая конструкция состоит из герметичного цилиндра, в качестве которого используется жестяная банка, внутри перемещается вытеснитель, изготовленный из губки для мытья посуды. Вытеснительный и рабочий поршень соединены с коленчатым валом при помощи тяг. В качестве рабочего цилиндра взята медная трубка, внутри которой находится рабочий поршень, изготовленный из корпуса губной помады. В качестве маховика — компакт диски.

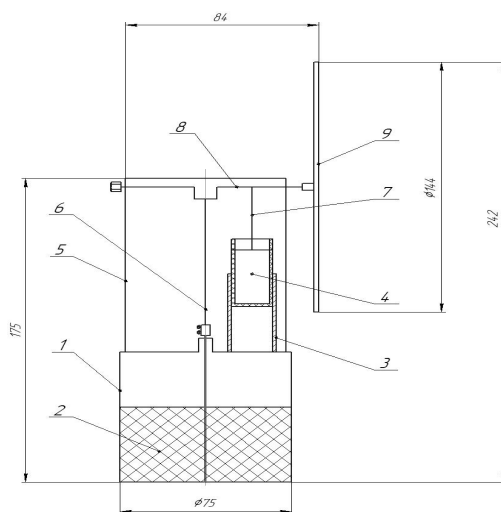


Рис. 2. Схема установки: цилиндр; 2 — вытеснитель; 3 — рабочий цилиндр; 4 — рабочий поршень; 5 — корпус крепежа коленвала; 6 — тяга вытеснителя, закрепленная на эксцентриках; 7 — тяга (шатун) рабочего поршня; 8 — коленвал; 9 — маховик

На изготовленной модели двигателя, произведены замеры температуры нижнего и верхнего оснований цилиндра при работе с помощью пирометра. Температура верх-

него основания, куда помещали лед составила около 10°C , а нижнего 120°C . В результате проведенных расчетов КПД изготовленного двигателя составил примерно 28%.

Таблица 1. Результаты измерений

№ опыта	$t_0, ^{\circ}\text{C}$	T_1, K	$t_2, ^{\circ}\text{C}$	T_2, K	$\eta, \%$
1	120	393	35	308	22
2	120	393	12	285	27,5
3	120	393	10	283	28

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \times 100 \%, \eta = 28\%.$$

В опыте № 1 — температура холодильника с одним кубиком льда. В опыте № 2 и № 3 — с двумя кубиками льда. Чем ниже температура охладителя, тем выше КПД и больше число оборотов.

КПД современных двигателей Стирлинга может достигать 65–70% КПД от цикла Карно. КПД нашего двигателя составил 28%, что является достаточно неплохим показателем для данных условий. Крутящий момент

двигателя почти не зависит от скорости вращения коленвала. Для сравнения КПД самодельных двигателей Стирлинга из жестяных банок, представленных в интернете, составляет всего 13–15%. КПД нашего двигателя 28%, что говорит о достаточно хорошей герметизации и балансировки маховика. Если подсоединить к валу электродвигатель и светодиодную лампочку, то наблюдается свечение лампочки.

Двигатель Стирлинга сегодня находит все больше и больше применение в различных отраслях. Его использу-

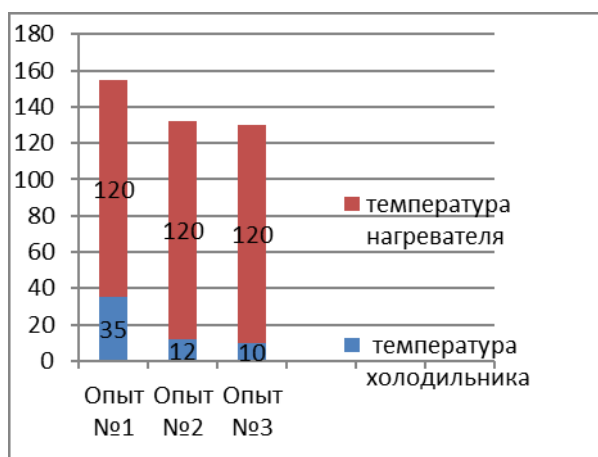


Рис. 3. Показания температур холодильника и нагревателя

ют как универсальный источник электроэнергии, в холодильных установках, на подводных лодках, в космосе, как аккумулятор на солнечных электростанциях. Двигатель способен совершать полезную работу за счет разности температур. Понижая температуру холодильника, можно уменьшить температуру нагревателя, а значит увеличить КПД. Такие двигатели целесообразно использовать в районах Крайнего Севера, Сибири, Арктических районах, преобразовывая энергию холода в электроэнергию. Автономные стирлинг-генераторы можно использовать в регионах России, где нет запасов традиционных энергоносителей — нефти и газа.

Данное исследование натолкнуло меня на дальнейшую работу по созданию низкотемпературного двига-

теля Стирлинга. На мой взгляд, его можно использовать для освещения улиц, дворов, школьного участка, если установить данное устройство на колодцах теплотрасс. Можно получить дешевую электроэнергию за счет внешнего источника тепла, использовать как привод для водяного насоса или полива. А в летнее время можно использовать низкотемпературный двигатель Стирлинга («солнечный Стирлинг») как вентилятор в форточках зданий, обращая его темной стороной к Солнцу.

Работа изготовленного двигателя Стирлинга продемонстрирована одноклассникам на уроках физики. Данный материал получил практическое использование в учебном процессе школы на уроках физики в 8 и 10 классах.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Даниличев, В. Н., Ефимов С. И., Звонок В. А. и др. Двигатели Стирлинга [Текст] / под ред. Круглова М.: Машиностроение, 1977.
2. Кириллов, Н. Г. Аналитика, обзоры [Текст] / Н. Г. Кириллов // Машины и механизмы. — 2007. — № 5
3. Киров, С. А., Клавсюк А. Л., Селецкий А. М. Машина Стирлинга [Текст] / учебное пособие. — М.: ООП Физ. Фак-та МГУ, 2018, 20 с.
4. Ридер, Г., Хупер Ч. Двигатели Стирлинга: Пер. с англ. М.: Мир, 1986.
5. Уокер, Г. Машины, работающие по циклу Стирлинга [Текст]: Пер. с англ. М.: Энергия, 1978. — 152. С., ИЛ
6. Фролов, А. В России создают подлodka с анаэробным двигателем. Полит Эксперт. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://politexpert.net/156535-v-rossii-sozdayut-podlodku-s-anaerobnym-dvigatелем> Дата обращения 15.03.2020 г.



ХИМИЯ

Изучение влияния антибиотиков на микроорганизмы

Анненкова Елизавета Викторовна, учащаяся 10 класса

Научный руководитель: *Колерова Елена Валерьевна, учитель химии*
ОБОУ «Лицей-интернат № 1» г. Курска

В борьбе с опасными бактериальными заболеваниями используют антибиотики — лекарственные препараты, которые способны также вызвать серьезные нарушения в организме. Длительный прием антибиотиков обязательно будет иметь побочные эффекты, главный из которых — причинение вреда кишечной микрофлоре. Антибиотики сдерживают рост микрофлоры кишечника, постепенно уничтожая её. Прием этих лекарственных препаратов подавляет жизнедеятельность полезных бактерий и способствует их гибели. Актуальной остается проблема изыскания новых эффективных препаратов для лечения кишечных инфекций. Чтобы применение антибиотиков не ухудшило состояние больного важно соблюдать правильную дозировку и иметь представление о возможных последствиях лечения.

Изучая историю открытия антибиотиков, мы обратили внимание на природные антибиотики. Еще в 1928 году английский врач Александр Флеминг в питательной среде обнаружил колонию грибов, препятствующих росту бактерий в среде. В то время была выделена и определена структура первого антибактериального вещества — пенициллина. За пенициллином последовали открытия других антибактериальных веществ. В настоящее время известно около 30000 антибиотиков природного происхождения, синтезируемых живыми существами различных таксономических групп. [3, с. 196]

Природного происхождения антибиотики подавляют рост бактерий, не нарушая жизнедеятельность организма. Поэтому так важно в современной медицине использование антибактериальных веществ природного происхождения. [1, с. 18]

Основываясь на изучении различных литературных источников, мы в своем исследовании поставили цель — изучить влияние природного и синтетического антибиотика на микроорганизмы.

Для достижения нашей цели мы провели химический эксперимент по изучению влияния природного и синтетического антибиотика на жизнедеятельность кисломолочных бактерий, анализ полученных данных, разработали принципы правильного применения антибиотиков.

Молочнокислое брожение — процесс анаэробного окисления углеводов в результате жизнедеятельности молочнокислых бактерий, конечным продуктом при котором выступает молочная кислота, которая создает в кишечнике слабокислую среду, что способствует борьбе организма против развития болезнетворных микробов. Полезная для человека микрофлора, частично состоящая из разных штаммов кисломолочных бактерий, гибнет под действием антибиотиков, возникает дисбактериоз. При дисбактериозе деятельность кисломолочных бактерий подавлена. [3, с. 196]

Объектом нашего исследования были левомицетин, энтерофурил, имбирь и ципролет. Левомицетин — бактериостатический антибиотик широкого спектра действия, активен в отношении возбудителей гнойных инфекций, дизентерии. Энтерофурил — противомикробное средство, активно по отношению к различным микроорганизмам, вызывающим желудочно-кишечные инфекции. Ципролет — противомикробное лекарство, эффективное при инфекциях дыхательных путей. Имбирь — природный антисептик, повышающий иммунитет и защищающий организм от паразитов.

При проведении эксперимента в первом опыте к исследуемому количеству молока мы добавляли антибиотики и наблюдали изменения, происходящие в результате кисломолочного брожения. Во втором опыте определяли концентрацию молочной кислоты в результате молочнокислого брожения с помощью метода стандартных серий. Влияние антибиотиков на жизнедеятельность кисломолочных бактерий выражается в уменьшении концентрации молочной кислоты, образующейся в результате брожения. [2, с. 25]

По методу стандартных серий содержание молочной кислоты определяли визуально сравнением окраски, причем в качестве стандартов пользовались растворами молочной кислоты, обработанными таким же способом, как и анализируемый раствор. Для определения молочной кислоты в образцах использовали качественную реакцию с фенолятом железа. Реакция основана на взаимодействии молочной кислоты с фенолятом железа, который окрашен в фиолетовый цвет. В результате реакции

образуется лактат железа с зеленовато-желтой окраской. Реактив разливали в пробирки с молочной кислотой разной концентрации до появления зеленовато-желтого окрашивания. Зеленовато-желтая окраска появляется

только в том случае, если в образце содержится молочная кислота.

На основании полученных результатов построили диаграмму.

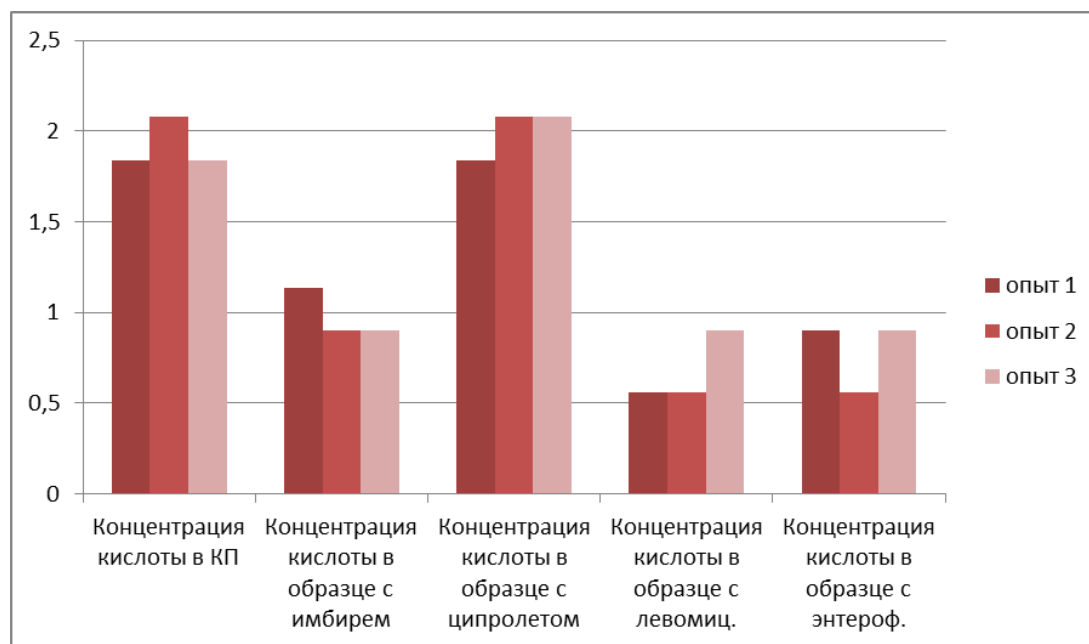


Рис. Содержание молочной кислоты в образцах

В результате проведенного исследования видно, что наибольшая концентрация кислоты в образце с ципролетом, наименьшая концентрация в образцах с синтетическими антибиотиками. Эксперимент показывает, что синтетические антибиотики интенсивно влияют на жизнедеятельность кисломолочных бактерий, что приводит к уменьшению концентрации молочной кислоты в результате брожения. Имбирь как природный антисептик оказывает меньшее воздействие на кисломолочные бактерии.

В ходе исследования мы достигли поставленных целей и задач. Синтетические антибиотики нарушают действие полезных бактерий на микрофлору кишечника и желудочно-кишечного тракта в целом, имбирь же сохраняет микрофлору кишечника, что свидетельствует окраска и концентрация молочной кислоты. На основании вышесказанного следует применять природные антибиотики.

На основе изученной научно-популярной литературы и собственных исследований, мы начали разработку принципов правильного применения антибиотиков. После окончания их приема нужно позаботиться о восстановлении организма. Если это не учитывать, возможно, зарождение нового заболевания в скором времени.

Принципы применения антибиотиков:

- терапевтический принцип (любые антибиотики следует принимать только по назначению врача);
- режимный принцип (строго соблюдать время и кратность приема);
- дисциплинарный принцип (четко следовать инструкции по правильному приему конкретного лекарственного препарата);
- восстанавливающий принцип (наряду с антибактериальными средствами следует принимать во время лечения препараты, которые возобновляют естественную микрофлору кишечника);
- диетический принцип (при лечении антибиотиками соблюдайте специальную диету).

Наши исследования находятся в начале пути, и впредь предстоит изучить влияние различных природных антибиотиков, чтобы сравнить и оценить силы воздействия и величину вреда. Чем больше человек владеет информацией о применении антибиотиков, тем меньший вред он может причинить.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Журов, И. А. Имбирь — полезные свойства. [Текст] // Режим доступа: <http://www.medside.ru/> — (дата обращения 15.12.2019)
2. Колориметрические методы анализа. Справочник химика. [Текст] // Режим доступа: <http://www.spec-kniga.ru/> — (дата обращения 30.11.2019)
3. Маркова, И. А., Французская В. В. Проблема резистентности к антибиотикам как следствие недостаточной осведомленности населения о принципах и механизмах действия антибиотиков // Научный электронный журнал. Меридиан. — 2019. — № 15 (33). — с. 195–197

Яблочный вопрос

Голубева Анастасия Олеговна, учащаяся 1 класса;
Чаплыгина Арина Сергеевна, учащаяся 1 класса

Научный руководитель: Хлынцева Юлия Викторовна, учитель начальных классов
ГБОУ СОШ № 5 «Образовательный центр «Лидер» г. о. Кинель Самарской области

Однажды я помогала маме делать мой любимый фруктовый салат. Нарезая в него яблоки, я заметила, что они почему-то сильно потемнели. Меня заинтересовал этот вопрос. Мама сказала, что в яблоке содержится железо и поэтому оно потемнело. Я решила рассказать об этом своей подруге. Интересно, что за железо содержится в яблоке? Ведь я его там не видела!

Изучив литературу по теме, мы решили подробнее узнать, почему яблоки темнеют в местах укуса и на срезе, и как это предотвратить.

Гипотеза: процесс потемнения яблока на срезе можно остановить.

Цель исследования: изучить полезные свойства яблока, выяснить от чего зависит содержание в них железа и почему яблоки быстро потемнели при нарезании.

Объект исследования: яблоки

Для проведения исследования были взяты яблоки разных цветов: красное и зелёное, и разных районов выращивания.

Предмет исследования: химический состав яблок.

Задачи:

1. изучить и проанализировать справочную литературу;
2. проконсультироваться у учителя химии;
3. провести серию опытов и экспериментов по определению содержания железа в различных яблоках;
4. выяснить при каких условиях яблоко не будет темнеть на срезе;
5. провести серию опытов по остановке потемнения;
6. провести опрос одноклассников;
7. изготовить буклет с полезными советами по выбору яблок;
8. по результатам опытов сделать выводы и познакомиться с ними учащихся начальной школы на уроках окружающего мира.

Методы исследования:

- изучение и анализ справочной литературы;
- интервьюирование медицинского работника школы;
- консультация у учителя химии;
- анкетирование одноклассников;
- проведение опытов и анализ результатов.

Народная мудрость гласит: «Яблоки ешь по утрам — не будешь ходить к докторам». А в медицинской энциклопедии мы прочитали, что ещё знаменитый древнегреческий врач Гиппократ прописывал яблоки людям, страдающим заболеваниями сердца, кишечника, почек, крови. [3, с. 5]

Мы узнали, что в яблоках содержится до 80% воды, а остальные — 20% — массу полезных веществ: железо,

калий, натрий, кальций, магний, фосфор, йод, а также витамины А, В1, В6, РР, С, полезные кислоты. [6, с. 3]

Мы обратились к школьному педиатру Осколковой Татьяне Михайловне, чтобы узнать о полезных свойствах яблок.

— Татьяна Михайловна, в чём польза яблок?

— В яблоках очень много витаминов, минералов и полезных веществ. Витамины А и Е омолаживают организм. Не зря говорят — «молодильные яблочки». Так что, кушайте на здоровье и будете молодыми и красивыми!

— Какого цвета яблоки полезнее?

— Зелёные яблоки хороши для укрепления костей и зубов. Жёлтые яблоки нужны для сердца и глаз. А красные — для сердца и памяти.

Вывод: яблоко — это кладовая химических веществ, необходимая человеку.

— А почему яблоко на срезе темнеет? — задали мы вопрос Ольге Николаевне, учителю химии.

— Яблоко на срезе темнеет из-за того, что в нём происходит химическая реакция. На срезе железо встречается с кислородом, они взаимодействуют и получается другой элемент — оксид железа. Это вещество имеет бурый цвет, вот и получается, что яблоко на срезе темнеет.

Вывод: чем сильнее яблоко темнеет в месте среза, тем больше в нём содержание железа.

Мы провели опрос 23 одноклассников, чтобы выяснить знают ли они, как остановить потемнение яблок. В результате опроса выяснилось, что все наши одноклассники любят яблоки и знают об их пользе. Большинство считает, что наиболее полезны зелёные яблоки. Больше половины опрошенных не знают, что нужно сделать, чтобы яблоко на срезе не темнело.







Попробуем опытным путём выяснить, как будет менять цвет мякоть разных по цвету яблок, разрезанных на части. При этом каждый кусочек яблок поместим в стаканчики с разной жидкостью. Для эксперимента мы выбрали обычную воду, молоко и лимонный сок. Экспериментальные образцы оставили при комнатной температуре воздуха +24. Результаты наблюдений фиксировали через каждые 15 минут.



Опыт № 1

Потребуется:

- сок одного лимона
- красное яблоко и зелёное яблоко
- 6 пластиковых стаканчиков
- питьевая вода
- молоко

Ход эксперимента

	<p>Перед началом эксперимента, каждый выбрал яблоко по душе</p>
	<p>Кусочки яблок поместили в стаканчики с разными жидкостями</p>
	<p>Через 15 минут зафиксировали в бланке первые результаты: кусочек красного яблока начал темнеть в воде, значит, в нём больше железа, чем в зелёном яблоке.</p>
	<p>Через 30 минут отметили следующие изменения: кусочек красного яблока потемнело в молоке, а зелёное яблоко в воде</p>
	<p>Через 45 минут яблоки продолжили темнеть в воде и молоке, а в лимонном соке оставались без изменения</p>
	<p>Через 1 час яблоки в лимонном соке не изменили окраску, а в других жидкостях потемнели ещё сильнее.</p>

	<p>Наблюдение продолжили через 24 часа. Вывод: в лимонном соке яблоки не потемнели даже на следующий день</p>
	<p>Результаты наблюдений были зарисованы в специальных бланках</p>

Вывод: чтобы яблоко при нарезке не потемнело, его надо сбрызнуть лимонным соком.

Опыт № 2

Мы заметили, что мамы для наших младших братьев натирают яблоки на пластмассовой тёрке, и решили проверить, после использования какой тёрки яблоки потемнеют быстрее. Мы договорились, что одна из нас

яблоки будет натирать на тёрке, а другая — нарезать ножом.

Потребуется:

- тарелка
- нож металлический и пластмассовый
- тёрка металлическая и пластмассовая
- красное яблоко и зелёное

Ход эксперимента

Красное яблоко		Зелёное яблоко	
пластмассовый нож	металлический нож	пластмассовая тёрка	металлическая тёрка
			
<p>Вывод: нарезанное пластмассовым ножом красное яблоко потемнело позднее, чем нарезанное металлическим ножом.</p>		<p>Вывод: натёртое на пластмассовой тёрке зелёное яблоко потемнело позднее, чем натёртое на металлической тёрке.</p>	
<p>Общий вывод: яблоки и натёртые, и нарезанные темнеют быстрее, чем яблоки, нарезанные крупными кусочками. Более мелкие кусочки окисляются на воздухе быстрее, чем крупные дольки.</p>			

В целой серии опытов, на примере яблок разных сортов, цветов и мест выращивания нам удалось показать, что яблоки разных сортов содержат разное количество

железа, поэтому темнеют по-разному, а для того, чтобы яблоко сохранило вкус, витамины и оставалось светлым лучше всего использовать сок лимона.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Викторова, Л. Яблоки. // Химия и жизнь. № 12, 2007 г.
2. Ткаченко, А. Почему «ржавеет» яблоко? Московский городской конкурс проектных и исследовательских работ. — М., 2016.
3. Шараев, П. Н. Витамины и их значение. — Ижевск Удмуртия, 1989.

4. Штемплер, Г. И. Химия на досуге. — Москва «Просвещение», 1996.
5. Я познаю мир: Детская энциклопедия. — Москва АСТ, 1997.
6. Мартынов, С. М. овощи + фрукты + ягоды = здоровье. — М.: Просвещение, 1993.



БИОЛОГИЯ

Экологические особенности и возможности применения лекарственных растений городских зон и естественных природных территорий

Бархатова Екатерина Игоревна, учащаяся 11 класса

Научный руководитель: *Уразаева Лилия Рустамовна, учитель биологии*
МАОУ СОШ № 98 г. Челябинска

Научный руководитель: *Бархатова Наталия Анатольевна, доктор медицинских наук, профессор*
Южно-Уральский государственный медицинский университет (г. Челябинск)

Лекарственные растения — это обширная группа растений, органы или части которых используют для получения лекарственных средств, применяемых в медицине и ветеринарии с лечебной или профилактической целью. С древних времён люди изучали мир растений вокруг себя и многие из них использовали для лечения различных недугов и болезней [5]. Первоначально лечение лекарственными травами составляло основу народной медицины. Самым древним упоминанием о лекарственных травах является табличка, написанная в III тысячелетии до нашей эры, в которой на 145 строках на шумерском языке даны прописи 15 рецептов с использованием лекарственных растений. Врачи того времени использовали для лечения горчицу, пихту, сосну, чабрец, иву, плоды сливы, груши и инжира. В манускриптах вавилонских лекарей встречаются упоминания о целебных свойствах солодки, дурмана, белены и льняного семени [6, 10].

Очень широко использовали лекарственные травы в Китае, Индии и Тибете. Китайская медицина применяла более 1500 различных лекарственных растений и основное место среди них занимали астрагал, женьшень, имбирь, кизил, корица, лимонник, лук, мандарин, примула, солодка, спаржа, чеснок, шлемник и многие другие. Древняя индийская медицина, основы которой были изложены в I веке до н. э. в «Аюрведе», описывала применение более 800 растений, которые и в наши дни считают лекарственными. С III века нашей эры в Индии стали не только собирать лекарственные растения, но и специально выращивать их для получения лекарств. В известном трактате по тибетской медицине «Чжудши» раздел, посвящённый лекарственным растениям, насчитывает более 400 видов трав. В труде Авиценны «Канон врачебной науки» приведено описание использования более 900

растений [3]. В XVI–XVII лекарственные растения стали обобщать. За последние двести лет многие растения, которые раньше считали ядовитыми, сейчас используют для получения сильнодействующих лекарств [6].

По данным Международного союза охраны природы (IUCN) на начало 2010 года в мире описано около 320 тысяч различных растений. При этом лишь 21 тысяча видов в настоящее время отнесена к лекарственным и применяется в официальной или народной медицине [10]. В наши дни лекарственные растения принято разделять на 2 группы: 1) официальные лекарственные растения, которые приняты к использованию; 2) лекарственные растения народной медицины, активные компоненты которых мало изучены [6]. Важно помнить, что применение лекарственных растений для лечения болезней недопустимо без участия врачей. В России дикорастущие лекарственные травы отнесены к пищевым лесным ресурсам, но их сбор и широкое применение с встречает сложности экологического плана [2, 4, 7].

Цель работы — изучить спектр лекарственных растений города Челябинска и водоохраной зоны озёра Чебаркуль и оценить их экологическую безопасность по степени загрязнения и показателям радиации.

Материалы и методы исследования. В ходе исследования частоты встречаемости и видового состава лекарственных растений улиц и парка г. Челябинска и водоохраной зоны озера Чебаркуль в течение весенне-летних сезонов 2014–2019 годов был проведён поиск, идентификация и фотосъёмка растений. К первой исследуемой зоне (зона города) были отнесены места озеленения дворов и улиц ряда районов г. Челябинска. Второй исследуемой зоной (зона-парк) была выбрана территория городского парка им А. С. Пушкина г. Челябинска. Третьей зоной (зона озеро) была выбрана лесная территория водоохра-

ной зоны (300 м) озёра Чебаркуль. Идентификацию вида лекарственных растений проводили с использованием иллюстрированных энциклопедий [2, 5, 6, 8, 10].

Для оценки возможности заготовки и практического использования лекарственных растений проводили анализ частоты встречаемости растений в природных условиях и оценку степени загрязнённости поверхности растений пылевыми частицами. При определении частоты встречаемости лекарственных деревьев и трав в ходе исследований ежедневно проводили подсчёт количества растений каждого из опознанных видов, произрастающих в пределах двух исследуемых территорий на условно избранной площади 0,1–0,2 км². В каждой из выделенных зон было проведено не менее 50–60 измерений частоты встречаемости растений в течение 5 весенне-летних сезонов.

Для оценки степени поверхностного загрязнения растений определяли наличие и выраженность видимого налёта пыли на листьях и изменение окраски поверхности влажного ватного тампона (ватная палочка) после однократного линейного соприкосновения с наружной (верхней) поверхностью листа растения. При подборе растений в группы сравнения придерживались следующих правил:

- 1) оценивали только растущие травянистые лекарственные растения,

- 2) видимые признаки пыли оценивали на листьях растений, расположенных выше 10 см и ниже 80 см от уровня земли;
- 3) наличие сухой поверхности листовой пластинки;
- 4) пробу с влажным тампоном выполняли путём однократного линейного (4–5 см длиной) касания тампона с верхней стороной листовой пластинки;
- 5) для оценки использовали растения, растущие на расстоянии 1–1,5 метров от края тротуара или тропинки.

Оценка поверхностного загрязнения растений не проводилась, и они не входили в исследуемые группы в следующих случаях: 1) низкий рост растения и наличие только прикорневой розетки листьев; 2) наличие внешних признаков загрязнения землёй или химическими веществами (грязь, краска, известь, зола, помёт птиц и т. д.), 3) на момент оценки наличие влажной поверхности листа после полива или дождя; 4) наличие паутины на листьях, 5) растения с механическими повреждениями стеблей и листьев.

Для удобства сравнения полученных результатов оценки была разработана шкала визуальной условной оценки запылённости (шкала ВУОЗ), измеряемая в условных единицах (0–10 баллов (см. табл. 1)

Таблица 1. Шкала условной визуальной оценки запылённости растений

Видимая пыль на поверхности листа	Интенсивность следов пыли на влажном тампоне после обработки листовой пластинки (цветовая шкала)						
	нет следов пыли на тампоне	едва заметный след	бледно-серый след	светло-серый след	тёмно-серый отчётливый след	интенсивный тёмный след	толстый слой пыли
	цветовая шкала окраски следов пыли на тампоне						
пыль не видна	0 баллов	1 балл					
пыль едва заметна		2 балла	3 балла				
тонкий налёт пыли			4 балла	5 баллов			
серый налёт пыли изменяет цвет листа				6 баллов	7 баллов		
слой пыли сильно маскирует цвет листа					8 баллов	9 баллов	
слой пыли не даёт определить цвет листа							10 баллов

Для оценки радиационной безопасности заготовки и практического применения лекарственных растений производили измерение таких показателей радиации, как мощность эквивалентной (мкЗв/ч) и экспозиционной дозы (мкР/ч) [1, 4, 9]. Для оценки уровня радиации использовали индикатор радиоактивности РАДЭКС РД1503 (рис. 1).

При исследовании показателей радиации растительного сырья в г. Челябинске было собрано 42 образца листьев растений в зоне город (n=33) и зоне парк (n=9) и 26 образцов растений в зоне озёр. При этом каждый

из образцов включал не менее 5,0 растительного сырья. Измерения каждого из показателей радиации выполняли в течение 4–8 стандартных, 40 секундных, циклов измерения прибора [1]. При оценке уровня полученных показателей учитывали их физическое значение. Показатель мощности экспозиционной дозы отражает ионизационную способность гамма-излучения в воздухе и отражает риск возникновения неблагоприятных последствий ионизирующего излучения на организм человека. В соответствии с современными нормами радиации в естественной среде безопасный уровень



Рис. 1. Внешний вид индикатора радиоактивности РАДЭКС РД1503

экспозиционной дозы составляет 10–11 мкР/ч, а эквивалентной дозы — до 0,15 мкЗв/ч. Опасным для здоровья считают уровни этих доз выше 30 мкР/ч и 0,4–0,6 мкЗв/ч [1, 9].

В ходе работы для фотосъёмки растений использовали фотокамеру CANON IXUS 175. При статистическом анализе полученных данных использовали методы описательной статистики, рассчитывали критерий Стьюдента и хи-квадрат, с уровнем значимости различий показателей менее 5%.

Результаты исследований. При изучении частоты встречаемости лекарственных растений в трёх исследуемых зонах всего было опознано 133 вида растений. При этом в зоне городских дворов отмечали произрастание 45 видов (34%), в зоне городского парка — 32 видов (24%), а в зоне озёр — 126 видов (95%) из опознанных нами лекарственных растений. Среди растений преобладали лекарственные травы и цветы, которые составили 78% от всех опознанных растений, а доля кустарников и деревьев, обладающих целебными свойствами, составила 10–12% (табл. 2).

Таблица 2. Встречаемость, типы и виды лекарственных растений различных территорий Челябинской области

Типы и виды растений	Всего растений (n=133)		Частота встречаемости лекарственных растений от числа всех опознанных					
			зона — город (n=45)		зона — парк (n=32)		зона — озеро (n=126)	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Все типы произрастающих растений:								
травянистые	104	78%	32	31%*	19	18%*	102	96%
кустарники	13	10%	6	46%*	4	31%*	12	92%
деревья	16	12%	7	44%*	9	56%*	12	75%
1. Декоративные растения:								
все растения:	36	27%	21	58%*	13	36%	30	83%
— травянистые	21	58%	13	62%*	-	-	19	90%
— кустарники	6	17%	3	50%	4	67%*	3	50%
— деревья	9	25%	5	56%*	9	100%*	8	89%
2. Дикорастущие растения:								
все растения:	97	73%	24	25%	19	20%	96	99%*
— травянистые	83	86%	19	23%	15	18%	83	100%*
— кустарники	7	7%	-	-	1	14%	6	86%*
— деревья	7	7%	5	71%*	3	43%*	7	100%
3. «Сорные» травы	59	44%	25	42%	12	20%	59	100%

Примечание: * - $p < 0,05$ — достоверное отличие частоты встречаемости растений в исследуемых зонах.

Приведённые данные говорят о достаточном многообразии лекарственных растений приозёрных террито-

рий и указывает на большие возможности заготовки растительного сырья для практического применения.

Среди всех 133 видов лекарственных растений декоративные составили 27% ($n=36$), а дикорастущие — 73% ($n=97$). Ряд декоративно-хозяйственных растений города

включал: дурман индейский, золотарник канадский, клещевина, лабазник вязолистный, ландыш майский, липа, мальва, мускари армянский, настурция и пион (рис. 2).



Рис. 2. Декоративные лекарственные растения города

Наиболее часто встречающимися кустарниками были рябина, сирень и шиповник майский, боярышник кроваво-красный (рис. 3).



Рис. 3. Виды кустарников, обладающих целебными свойствами

Среди декоративных трав и цветов наиболее частыми были: бархатцы, будра плющевидная, вербейник

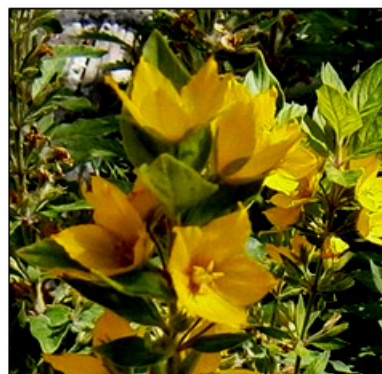
обыкновенный, календула, колокольчик репчатовидный, хмель обыкновенный, чистотел большой (рис. 4).



бархатцы



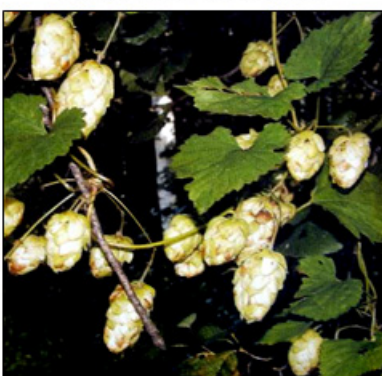
будра плющевидная



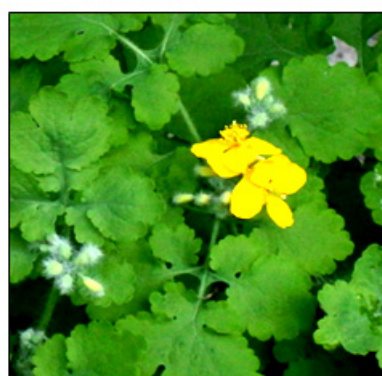
вербейник



колокольчик



хмель



чистотел большой

Рис. 4. Виды декоративных лекарственных трав и цветов

В тоже время в приозёрной зоне встречали естественное произрастание таких декоративных и культивируемых растений, как амарант метельчатый, арония, василёк

синий, вереск, жимолость обыкновенная, калина, картофель, малина, облепиха крушиновидная, туя западная, хрен (рис. 5).



арония черноплодная



облепиха крушиновидная



хрен деревенский

Рис. 5. Декоративные лекарственные растения приозёрной зоны

Среди повсеместно распространённых растений чаще были травы и цветы (рис. 6).

Чаще всего среди таких широко распространённым растениям были: бодяк полевой, борщевик, вьюнок полевой, герань луговая, горец птичий, зверобой проды-

рявленный, земляника лесная, кипрей, клевер луговой и ползучий, крапива жгучая, глухая и двудомная, лапчатка гусиная, лебеда раскидистая, лопух, льнянка, одуванчик, окопник лекарственный, пастушья сумка, подорожник большой и средний, полынь горькая, пырей ползучий,



Рис. 6. Широко распространённые дикорастущие лекарственные растения

ромашка душистая, синяк обыкновенный, цикорий и щитовник.

Среди кустарников и деревьев, встречающихся и в городе, и естественных природных условиях загородных зон были берёза, ель, ива, кедр, крушина ломкая, сосна и тополь.

Среди 97 дикорастущих видов растений 59 видов лекарственных трав и цветов произрастали только в условиях загородных территорий. В число таких растений входили: аконит, багульник, бедренец камнеломка, болиголов крапчатый, василёк шероховатый, василистник малый, вероника длиннолистная, вех, виснага морковевидная, горец змеиный и перечный, донник белый и жёлтый, дудник лесной, желтушник раскидистый, золотарник обыкновенный, колокольчик скученный, короставник, костяника, кровохлёбка, купена, лютик, мак, мокрица, осот, очиток пурпурный, пастернак, пижма, подмаренник, полынь обыкновенная, пустырник, расторопша пятнистая, репейничек аптечный, сныть, солодка голая, термопсис, тысячелистник, чина луговая, чистец лесной, чистяк весенний и ястребинка волосистая (рис. 7).

Вблизи береговой линии и по заболоченным местам исследуемых приозёрных территорий встречались водные и «болотные» лекарственные растения, такие как горец земноводный, зюзник европейский (болотная крапива), кубышка жёлтая, пикульник, ряска маленькая, хвощ полевой, череда поникшая и чистец болотный (рис. 8).

При оценке возможности практического использования лекарственных растений важно не только

наличие растений на той или иной территории, но и количество растений одного вида, которое позволит выполнить их заготовку. Мы учитывали тот факт, что для практического использования нужно не менее 5–10 растений одного вида. При анализе результатов оказалось, что среди всех 133 видов растений на одной условно избранной площади, равной 0,1–0,2 км², в 71% случаев произрастали более 5 растений, а в 29% их число было менее 5 растений. Количество растений, встречающихся в приозёрной зоне, позволяет выполнить сбор и использование в лечебных целях 70–83% видов лекарственных растений, в то же время в условиях городских дворов такая возможность сохраняется для 62% декоративных и 29–47% видов дикорастущих растений ($p < 0.05$).

Полученные данные говорят о том, что технические возможности заготовки лекарственных растений в приозёрной зоне был в 2,4 раза выше, чем в зоне города. Но в то же время в современном городе практическое использование лекарственных растений встречают ряд препятствий, таких как малое количество экземпляров растений одного вида, наличие в воздухе большого количества вредных для здоровья выбросов химических веществ заводов, тепловых станций и автомобилей с оседанием видимых пылевых частиц и других загрязнений на листовом покрове растений.

При оценке степени поверхностного загрязнения пылевыми частицами 38 растений дворовых территорий, 28 растений городского парка и 72 растений приозёрной зон, с использованием разработанной нами шкалы



багульник



василёк шероховатый



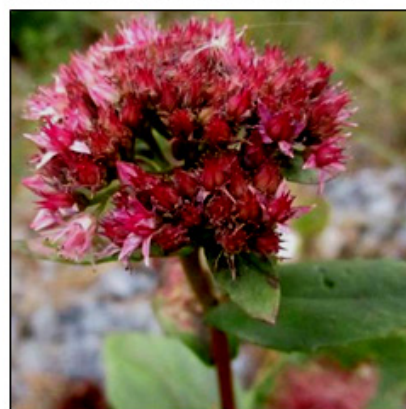
золотарник обыкновенный



короставник



лютик

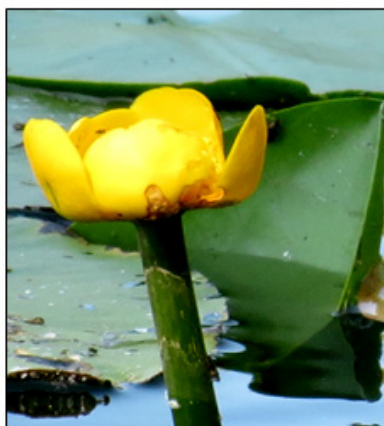


очиток пурпурный

Рис. 7. Некоторые загородные дикорастущие лекарственные травы и цветы



горец земноводный



кубышка жёлтая



черда поникшая

Рис. 8. Водные и «болотные» лекарственные растения приозёрных зон

визуальной условной оценки загрязнения (ВУОЗ), средний балл по этой шкале в зоне городских дворов и улиц составил $2,8 \pm 0,3$ балла, в зоне парка — $1,2 \pm 0,1$ а в зоне озёр — $0,4 \pm 0,06$ балла ($p < 0,05$) (табл. 3).

Отсутствие видимых загрязнений у 25% растений парка и 68% растений, произрастающих в условиях приозёрных зон, сохраняет наиболее высокую возможность для их заготовки и использования с лечебной целью. Остав-

шиеся 31% лекарственных растений городских дворов и 7% растений парка отличало более значительное загрязнение лиственного покрова, что исключало любую возможность их заготовки и применения с лечебной целью.

При оценке возможности использования растений с учётом показателей радиации минимальный уровень эквивалентной дозы излучения был на территории городского парка ($0,13$ мкЗв /ч), а в городских дворах ($0,15$

Таблица 3. Качественные и количественные показатели загрязнения поверхности листьев лекарственных растений в исследуемых зонах

Показатели		Результаты исследования проб					
		зона — город (n=38)		зона — парк (n=28)		зона — озеро (n=72)	
		абс.	%	абс.	%	абс.	%
Оценка по шкале ВУОЗ /балл		2,8±0,3		1,2±0,1		0,4±0,06	
встречаемость оценки	0 баллов	-	-	7	25%	49	68%*
	1 балл	14	36%	11	39%	19	26%*
встречаемость оценки	2 балла	12	32%	8	29%	5	7%*
	3–4 балла	6	16%	2	7%*	-	-
	5–6 баллов	2	5%	-	-	-	-
	7–8 баллов	2	5%	-	-	-	-
	9–10 баллов	2	5%	-	-	-	-

Примечание: * — $p < 0,05$ — достоверное отличие показателей в двух группах.

мкЗв/ч) и приозёрных территориях (0,17 мкЗв/ч), он оказался достоверно выше. При этом уровень экспозиционной дозы на территории трёх зон исследования был сопоставим в области городских дворов (16 мкР/ч) и парка (17 мкР/ч), и находился на более высоком уровне в загородной зоне (21 мкР/ч).

При сравнении показателей уровня радиации в 1 сутки, собранные в городе пробы растений отличались нормальным уровнем показателей эквивалентной (0,1–0,13 мкЗв/ч) и умеренным превышением безопасного уровня экспозиционной (11–15 мкР/ч) доз излучения. Пробы растений из зоны парка отличались умеренным превышением безопасного уровня показателей радиации, составляя 0,13–0,17 мкЗв/ч и 11–15 мкР/ч. А растительные пробы загородных территорий имели более существен-

ное увеличение показателей радиации, равное 0,16–0,19 мкЗв/ч и 17–20 мкР/ч.

При повторном исследовании уровня показателей радиации на 7 сутки высушивания растений уровень эквивалентной дозы излучения образцов не превышал безопасного уровня для растительных проб всех трёх исследуемых зон и составлял от 0,08 мкЗв/ч до 0,15 мкЗв/ч. В отличие от этого уровень экспозиционной дозы в процессе высушивания растений снизился до принятого безопасного уровня в образцах городских кустарников (11 мкР/ч) и трав (9–11 мкР/ч). Уровень экспозиционной дозы излучения для остальных образцов растений города и для всех растительных проб приозёрной области остался повышенным и составил 12–19 мкР/ч (табл. 4).

Таблица 4. Показатели уровня радиации воздуха и растительных проб

Объект измерения показателей	Средний уровень мощности доз за 160 секунд					
	эквивалентная (мкЗв/ч)			экспозиционная (мкР/ч)		
	город (n=32)	парк (n=17)	озеро (n=26)	город (n=32)	парк (n=17)	озеро (n=26)
На местности	0,15±0,01	0,13±0,01*	0,17±0,02*	16±0,6	17±0,5	21±0,6*
Пробы растений в 1 сутки после сбора:						
— деревья	0,13±0,01	0,16±0,02*	0,19±0,02*	15±0,5	17±0,2*	20±0,4*
— кустарники	0,12±0,01	0,17±0,03*	0,16±0,01*	13±0,4	16±0,1*	17±0,3*
— травы и цветы	0,1±0,01	0,13±0,01*	0,16±0,01*	11±0,4	15±0,2*	17±0,3*
Пробы растений на 7 сутки после сбора (высушенные):						
— деревья	0,13±0,01	0,13±0,01*	0,13±0,01*	12±0,2	12±0,5	15±0,3*
— кустарники	0,11±0,02	0,12±0,01*	0,15±0,01*	11±0,1	13±0,5*	18±0,4*
— травы и цветы	0,08±0,01	0,11±0,01*	0,13±0,01*	9±0,2	11±0,3*	19±0,3*

Примечание: * - $p < 0,05$ — отличие показателей радиации в трёх зонах, заливкой обозначены клетки таблицы с показателями выше принятой границы безопасного уровня радиации.

В ходе исследований была выявлена особенность динамики экспозиционной дозы излучения растительных проб кустарников и травянистых растений приозёрной зоны, которые в процессе высушивания имели тенденцию к росту уровня показателя, в то время как в остальных пробах наблюдали постепенное снижение уровня этого показателя радиации. Согласно данным

литературы более высокий уровень показателей радиации растений и местности может быть обусловлен радоном, источником которого являются открытые водоёмы и подземные грунтовые воды [1, с. 89; 9, с. 256]. Это объясняет более высокий уровень излучения и исследуемых показателей в приозёрной зоне, но не позволяет исключить наличие примесей иных источников ради-

ации в растениях загородной зоны, так как в процессе высушивания и обезвоживания растительного сырья отмечается рост уровня экспозиционной дозы радиоактивного излучения. Эти факты требуют дальнейшего исследования и уточнения, а также при всех иных положительных результатах проведенного исследования ставят под сомнение безопасность применения лекарственных растений приозёрных областей с лечебной целью без предварительного исследования уровня радиации растительного сырья.

Выводы:

1. Среди всего разнообразия растительности зелёных зон г. Челябинска и прибрежных территорий озёра Чебаркуль было опознано 133 вида лекарственных растений, 58% из которых произрастали в городе и 95% встречались в условиях приозёрной территории, при этом в городе чаще встречали лекарственные травы (62%), а в приозёрной зоне росли 94–100% всех идентифицированных видов лекарственных растений, что говорит о многообразии флоры приозёрных территорий и о большей возможности для заготовки лекарственного сырья.
2. При оценке степени загрязнения листового покрова растений более 60% лекарственных расте-

ний, произрастающих в приозёрной зоне, и 25% растений городских парков не имеют видимых признаков загрязнения и могут быть использованы для заготовки и применения с лечебной целью.

3. При оценке радиационной безопасности применения лекарственных растений наименьшие показатели уровня экспозиционной и эквивалентной доз излучения были получены в образцах лекарственных трав и цветов, собранных в городских дворах и парке, а лиственный покров деревьев и кустарников из парка и приозёрной лесной территории имели показатели радиации, превышающие принятые современные безопасные уровни.
4. В процессе высушивания растительного сырья отмечали существенное снижение исходного уровня показателей эквивалентной дозы излучения в сочетании с высоким уровнем экспозиционной дозы излучения для ряда растений города и приозёрной зоны, что сохраняет опасность применения таких растений с лечебной целью и требует обязательного предварительного контроля уровня радиации свежего и высушенного растительного сырья.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бадрутдинов, О. Р., Тюменев Р. С. Радиационная безопасность и дозиметрия — Казань: Издательство КГУ, 2009. — 44 с.
2. Березина, Н. А. Экология растений: учебное пособие — М.: Издательский центр «Академия», 2009. — 400 с.
3. Ефремов, А. П. Лекарственные растения и грибы средней полосы России: полный атлас — определитель — М.: Фитон XXI, 2014. — 504 с.
4. Илонова, В. А. Откуда родом пыль? — М.: «Санитарное просвещение», 1996. — 116 с.
5. Ильина, Т. А. Большая иллюстрированная энциклопедия лекарственных растений — М.: ЭКСМО, 2009. — 304 с.
6. Лекарственные растения: справочное пособие / под ред. Н. И. Гринкевич, И. А. Баландина, В. А. Ермакова и др. — М.: Высшая школа, 1991. — 398 с.
7. Львович, Н. К. Жизнь в мегаполисе. — М.: Наука, 2006. — 254 с.
8. Рабинович, М. И. Лекарственные растения Южного Урала — Челябинск: Южно-Уральское книжное издательство, 1990. — 304 с.
9. Сапожников, Ю. А., Алиев Р. А., Калмыков С. Н. Радиоактивность окружающей среды — М.: Бином, 2006. — 286 с.
10. Цицилин, А. Н. Лекарственные растения: атлас-справочник — М.: Издательство «Э», 2015. — 288 с.

Бабочка – рождение чуда

Козлова Анастасия Юрьевна, учащаяся 6 класса

Научный руководитель: Сухарева Ирина Александровна, учитель биологии
МБОУ СОШ № 16 г. Белово Кемеровской обл.

*Ты прав — одним воздушным очертаньем, я так мила
Весь бархат мой с его живым миганьем — лишь два крыла
Не спрашивай: откуда появилась? Куда спешу?
Здесь на цветок я легкий опустилась
И вот — дышу.*

Афанасий Фет

Созерцая бабочек, ты не только получаешь удовольствие, но и подобно тому, как шахматисты развивают интеллект, любованье этими прекрасными созданиями обостряет и развивает эстетическое чувство, учит пониманию красоты и гармонии мироздания. А это столь же необходимо человеку для полноценной жизни, как логическое мышление. Из чего можно выделить **актуальность вопроса** — приобщение к миру прекрасного, посредством наблюдения и как итог — получение новых знаний и духовное обогащение.

Приступая к работе, у меня возникало много вопросов, и чтобы приблизиться к разгадке и к ответам на них, я поставила **цель**: «Изучение процесса развития бабочки на примере Волнянки Эутрикс белопятнистой (*Limantridae — Euthrix albomaculata*)»:

- **размах крыльев 50–55 мм,**
- **среда обитания — Сибирь и Дальний Восток**
- **питается различными злаками.**

Для выполнения поставленной цели я должна решить ряд **практических и теоретических задач**:

- познакомиться с биологией бабочек;
- изучить возможность проведения эксперимента в домашних условиях и методы его проведения;
- провести эксперимент по наблюдению развития бабочки *Волнянки Эутрикс белопятнистой* в домашних условиях.

На основании этого я выдвинула **гипотезу**: можно ли провести в домашних условиях эксперимент по наблюдению развития бабочки.

Этапы работы:

- сбор информации;
- проведение эксперимента;
- анализ этапов эксперимента;
- выводы по результатам эксперимента.

Методы исследования:

- поиск и изучение информации;
- наблюдение;
- эксперимент;
- анализ.

«— Должна ли я стерпеть двух-трех гусениц, если хочу познакомиться с бабочками? Они, должно быть, прелестны».

Антуан де Сент-Экзюпери «Маленький принц»

Несмотря на то, что бабочку изучают давно, она не перестает удивлять. Видя бабочку в повседневной жизни,

мы привыкли к этому маленькому чуду и думаем, что всё уже знаем о ней, не подозревая о невероятном и удивительном. Давайте с Вами повнимательней и рассмотрим это невероятное и удивительное.

Почему же бабочки так красивы? Секрет удивительной красоты и многообразия бабочек именно в чешуйках — их цвет, структура и расположение. Эти чешуйки — видоизмененные волоски, как перья у птицы, прикреплены к крылу бабочки. Окраска чешуек зависит от пигмента и оптического преломления света. Пигмент бабочка может вырабатывать сама и получать из меню гусеницы, а металлический перелив её крыльев — это оптическое преломление белого цвета — за счет этого и создается эффект мыльного пузыря на соломинке. [1,2]

Ещё что невероятно на фоне очевидного и уже изученного — это усики бабочек, с помощью которых они получают полную информацию из окружающей среды. Они помогают им ориентироваться в пространстве — служат радаром, воспринимать сигналы — запахи для поиска самки. Усики — это ещё и глаза бабочки, без них она слепнет, с помощью их она воспринимает колебания и вибрацию воздуха, уходя от опасности. Жить без усиков бабочка не сможет. [2]

Рассматривая и изучая бабочку всё ближе и внимательнее, ты наблюдаешь и открываешь не только их строение и возможности, а также их особенности поведения. И некоторые для меня были открытием

Помимо того, что бабочки являются сладкоежками и гурманами, а также любят принимать солнечные ванны, которые так им необходимы для полёта, меня заинтересовало наблюдение — обилие бабочек вокруг луж. Что это? Они пьют или этому есть ещё какое — либо объяснение? И оказалось, что все самцы — спариваясь теряют соли из своего организма, и для пополнения солей и восстановления солевого баланса, они и пьют из луж, вода в которых солёная. [3]

Ещё моё наблюдение за бражниками, которые как выяснилось являются лучшими летунами среди бабочек и пролетают до 15 метров в секунду, разогреваясь при этом до 40 град. Цельсия. Вы пробывали, когда-нибудь поймать бражника рукой — это нелегко. И если у Вас это получится, то Вы почувствуете обжигающее тепло. Так я убедилась, что тепло, а значит и солнечные лучи, которые так любят бабочки, подставляя им свои крылья, необходимы для полёта.

Но главным в моём исследовании является эксперимент по развитию бабочки, поэтапно посмотреть и приблизиться к этому чудесному превращению. Для того чтобы решить эту задачу я собрала яйцо на злаковом растении и поместила в прозрачный контейнер. Через некоторое время я обнаружила гусениц и отобрав аккуратно одну из особей, поместила в бумажный короб с кормовым растением, сделав в крышке отверстия. В этот момент мне удалось проанализировать гусеницу, которая у меня образовалась — это оказалась гусеница *Волнянки Эутрикс белопятнистой*. Гусеница является ядовитой, имея ядовитые волоски, поэтому я была предельно осторожна. Оставив гусеницу и предоставляя ей комфортные условия: корм, необходимость беречь от прямых солнечных лучей, удалять помет — источник плесени, я стала ожидать следующей стадии — окукливания. За этот период я была свидетельницей нескольких линек гусеницы.

При последней линьки — гусеница сбрасывает кожу и появляется куколка. В куколке происходят все процессы по образованию бабочки, именно поэтому трогать ее руками или перекладывать нельзя, чтобы не помешать и не повредить будущему насекомому. Куколка не ест, и она неподвижна.

За сутки до выхода бабочки, куколка меняет цвет, становясь более прозрачной, созревая бабочка начинает двигаться и разрывает куколку. И вот перед нами существо, обычного размера только ноги и усы. Кровь по жилкам наполняет крылья, ими она начинает ритмично махать, и они расправляются на глазах, движения замедляются и бабочка готова к полёту. Это чудо — появление бабочки на свет — свершилось, и я была свидетелем полного цикла превращения *Волнянки Эутрикс белопятнистой*.

В заключение я хочу сделать следующие выводы:

1. В процессе работы я изучила биологию бабочек, т. е. их морфологические признаки, особенность питания, развития.
2. По ходу моей работы я освоила методы проведения эксперимента развития бабочки на примере *Волнянки Эутрикс белопятнистой в домашних условиях*.
3. В результате проведенного мною эксперимента в процессе — проходят несколько стадий. То есть, бабочки имеют не прямое развитие (с превращением), стадии: личинка (гусеница), которая совсем не похожа на бабочку, питается другой пищей и стадию неподвижной куколки. На стадии куколки у нее образуются органы взрослого насекомого (крылья, мышцы и др.), а также происходит формирование систем: пищеварительной, нервной, половой.
4. Работая над экспериментом, я доказала, что развитие бабочки возможно с участием человека (в определённых условиях), что даёт дополнительные возможности пополнения популяции, делая тем самым это — актуальным решением в борьбе с исчезновением отдельных видов.
5. Таким образом восполняя популяцию отдельных видов, мы сохраняем эко баланс нашей планеты, тем самым давая моему эксперименту практическое применение.

Но главный итог моих наблюдений — я стала свидетелем образования, развития и рождения необыкновенного, еще одного чуда природы — появления бабочки, получая ещё и эстетическое удовольствие, созерцая происходящее.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бабочки мира / ред. группа: Л. Каабак, А. Сочивко и др. — М.: Мир энциклопедий Аванта +, Астрель, 2011. — 184 с.:ил. — (Самые красивые и знаменитые).
2. Периодическое издание «Наша флора и фауна». /Под ред. П. Звонов. — Изд.: ООО «ИглмоссЭдишинз», 2013. — 30 с.
3. Самые красивые в мире: бабочки и др. / пер. с яп. Д. И. Гаврюшина. — М.: Астрель, 2012. — 207 с.

Проект по развитию растения из семян «От ягодки до ягодки» на примере клубники

Кучеренко Савелий Андреевич, учащийся

Научный руководитель: Исавнина Евгения Владимировна, учитель начальных классов
МБОУ СОШ № 4 городского поселения «Рабочий поселок Ванино» Ванинского муниципального района Хабаровского края

На уроке «Окружающего мира» познакомились с развитием растений из семени. Мы узнали, что крошечное семечко попадает в землю, начинает расти, появляются корень и росток, затем листья, цветы и плоды. Мне захотелось проверить и выяснить, возмож-

но ли, собрав семена с замороженных ягод клубники получить растение, способное дать плоды. Это и послужило основой для моего исследования.

Цель работы: выявить условия, необходимые для роста и развития растения «От ягодки до ягодки».

Задачи:

1. Собрать семена с замороженной клубники.
2. Узнать, какие условия необходимы для прорастания семян и роста растения из разных источников.
3. Проверить экспериментальным путем возможность получения взрослого растения способного дать плоды.

Гипотеза: из замороженных ягод клубники можно собрать семена и вырастить растение способное давать плоды.

Объект: семена, собранные с замороженных ягод клубники.

Предмет исследования: возможность роста растения из самостоятельно собранных семян и получения плодов.

Для решения вышепоставленных задач были использованы методы: сбор и обработка информации, наблюдения, анализ, подведение итогов.

Из литературного источника [1] и интернет-ресурса [2] я узнал, что семенам и растению необходимо создать определенные условия. Подготовил кашпо с землей для будущего растения. Использовал готовый грунт «Универсальный». На первом этапе произвел сбор семян из замороженных ягод клубники, купленных в магазине.



Рис. 1–2. Сбор семян с замороженных ягод

Так как клубника неопределенное время находилась в замороженном виде, то стратификацию семян не производил. На втором этапе исследования произвел посадку семян в грунт и прикрыл пленкой.

Примечание! Независимо от способа посева всегда нужно помнить о том, что накрывать посадочный материал грунтом строго запрещено. Даже самые сильные семена не смогут поднять грунт, чтобы пробиться к свету. Увлажнение проводится при помощи капельного оро-

шения. Нельзя допускать пересыхания грунта, должно быть достаточное количества света. Ежедневно нужно снимать укрытие (крышку или плёнку), чтобы проверить влажность и проветрить. Конденсат нужно вытирать во время проветривания.

Важно! Отсутствие конденсата на крышке или плёнке свидетельствует о снижении влажности. Соответственно, требуется увлажнение грунта.



Рис. 3. Через 3 недели появились первые ростки

Информацию заносил в таблицу 1.

Таблица 1. Наблюдения за ростом и развитием растения (первый-второй этапы)

	Этап I–II	Дата	Результат	Уход
1	Зубочисткой собрал семена с замороженных ягод клубники	30.01.19	Рис. 1–2	Просушка
2	Произвел посадку семян на грунт. Накрыв пленкой, чтобы создать тепличные условия. Из всех посаженных семян взошло только 7 ростков.	02.02.19 26.02.19	Рис. 3 На 24-й день появились ростки	Ежедневно снимал укрытие (плёнку), чтобы проверить влажность и проветрить. Конденсат вытирал во время проветривания. Важно! Отсутствие конденсата на крышке или плёнке свидетельствует о снижении влажности. Соответственно, требуется увлажнение грунта.
3	После того как наши сеянцы проросли, в плёнке сделал отверстия для циркуляции воздуха. Через 4 дня укрытие полностью снял.	05.03.19 09.03.19	Постепенно приучал растение к внешней среде	Регулярный полив растения. Необходимое количество света и тепла
4	Наблюдал за ростом и развитием растения.	09.03.19 24.03.19	Формирование настоящих листьев. Рис. 4–5	Регулярный полив растения. Необходимое количество света и тепла. Подкормка растения специализированным удобрением.
5	После формирования четырех настоящих листьев провел пикировку.	25.03.19	Стебель пустил дополнительные корни, лучше закрепился в почве. Увеличился объем корневой системы.	Через 2 дня окучивал рассаду таким образом, чтобы земля доходила до точки роста.
6	Наблюдал за ростом и развитием растения.	25.03.19– 06.07.19	Увеличился размер и количество листьев. Рис. 6–7	Регулярный полив растения. Необходимое количество света и тепла. Подкормка растения специализированным удобрением.

Проводил уход за растением (рыхление, умеренный полив и т. д.), пикировку и окучивание растения. Процедуры необходимы для того, чтобы стебель, который находится в земле, пустил дополнительные корни для

лучшего закрепления в почве и увеличения объёма всей корневой системы.

Вывод: При соблюдении всех необходимых условий семена клубники взошли, рассада получена.



Рис. 4–5 Кустик клубники перед пикировкой



Рис. 6–7. Подкормка удобрением

Третий этап работы — перенос рассады в открытый грунт и уход за растением (рыхление, подкормка и умеренный полив) Вел наблюдения за ростом и развитием растения, данные заносил их в таблицу 2

Таблица 2

	Этап III	Дата	Результат	Уход
1	Высадка растения в открытый грунт.	06.07.19	Стебель пустил дополнительные корни, лучше закрепился в почве. Увеличился объем корневой системы. Рис. 8–9	Регулярный полив растения. Необходимое количество света и тепла. Подкормка растения специализированным удобрением.
2	Цветение растения	13.08.19	Появление цветков Рис. 10	Регулярный полив растения
3	Созревание плодов	28.09.19	Появились ягоды Рис. 11	Регулярный полив растения
4	Подготовка кустика к зиме	28.10.19		Подкормка растения специализированным удобрением. Обработка от насекомых-вредителей. Укрытие растения.



Рис. 8. Высадка растения в открытый грунт Рис. 9. Полив растения



Рис. 10. Появление цветов Рис. 11 Появление плодов

Вывод: При соблюдении всех необходимых условий из семян замороженной клубники растение выросло и дало плоды.

Заключение. Наша гипотеза подтвердилась, из замороженных ягод клубники можно получить семена, пригодные для выращивания растения, способного дать плоды.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Клубника: круглый год! Практическое руководство Автор: Драгар Анатолий Жанр: Садоводство Издательство: Самиздат Год выпуска: 2008.
2. Агропортал. [Электронный ресурс]: URL: <https://agroportal.online/ogorod/kak-vyrastit-klubniku-iz-semyan-v-domashnih-usloviyah.html>
3. Все о клубнике [Электронный ресурс]: URL: <https://onwomen.ru/klubnika.html>
4. Пошаговая инструкция выращивания клубники из семян [Электронный ресурс]: URL: <http://domznaniy.info/klubnika-iz-semyan.html>
5. Семейная ферма. [Электронный ресурс]: URL: <http://www.лпх-запечье.рф/publ/ovoshhevodstvo/fasol/64>
6. Удобрения. [Электронный ресурс]: URL: <https://vseudobreniya.com/rassada/zemlyaniki>

Неизвестный вирус, поразивший весь мир

*Солдаткин Дмитрий Михайлович, учащийся 7 класса
МОУ Аргаяшская СОШ № 2 Челябинской обл.*

*Научный руководитель: Коршак Светлана Владимировна, ведущий бухгалтер
МБОУ Новогорная средняя общеобразовательная школа № 41 Челябинской обл.*

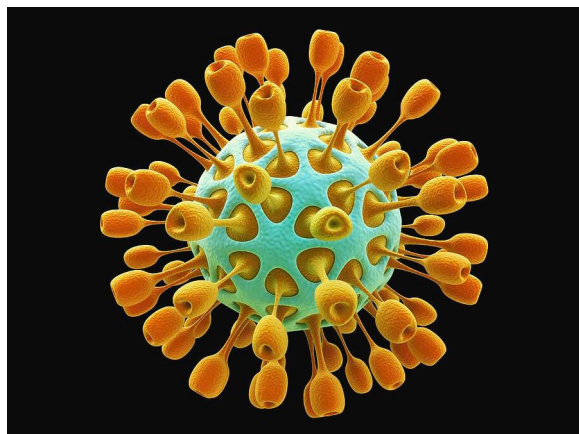
В статье проанализирован опрос по тому, как люди относятся к пандемии вируса CoVid-2019, описаны меры предосторожности, предложены меры по повышению эффективности снижения заболеваемости в стране и мире.

Ключевые слова: вирус, пандемия, пути распространения и передачи, симптомы, карантин, вакцинация, Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ).

Вирус (лат. virus — яд) это — неклеточный инфекционный агент, который может воспроизводиться только внутри живых клеток. Вирусы поражают все типы организмов, от растений и животных до бактерий и архей (вирусы бактерий обычно называют бактериофагами). Обнаружены также вирусы, способные реплицироваться только в присутствии других вирусов (вирусы-сателлиты).

РНК, который содержит вирус из группы коронавирусов, животного происхождения, есть мнение, что данный вирус попал от летучей мыши к человеку.

Существовали гипотезы передачи через вирус от змей, панголинов, до момента пока греческие ученые не установили схожесть генома вируса SARS-CoV2 схожим на 96,3% с вирусом летучих мышей RaTG13. Вероятность заражения от мышей большая, но как произошла мута-



ция и способность заражать человека, пока ученые не установили.

Впервые вспышка коронавируса произошла в Китае в городе Ухань в декабре 2019 года. Далее происходило все больше и больше заражения вирусом от человека к человеку.

После обнаружения данного вируса была закрыта граница въезда и выезда из города. Китай объявил об эпидемии. С каждым днем все больше и больше было зараженных этим вирусом, также увеличивалось количество жертв от этой страшной болезни. Число заболевших достигло более 81,0 тысячи человек, а погибло более 3,3 тысячи человек.

Но несмотря на все меры предосторожности, которые предприняли в КНР, вирус все же распространился по всему миру.

Способ заражения — это мелкие капли, выделяемые из носа и рта больного при чихании и кашле. Такие капли оседают на окружающих предметах человека, другой человек в это время может подойти и прикоснуться к поверхности, а потом к своему лицу, что может привести к заражению. Именно поэтому Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) рекомендует сохранять дистанцию не менее 1 метра, а также носить маски и перчатки.

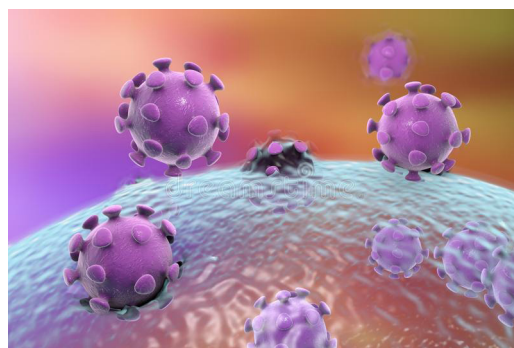
Инкубационный период заражения происходит от 1 до 14 дней, но в среднем 7. Во всем мире болезнь проходит в основном тяжело, но в нашей стране — намного легче. От чего это зависит, остается пока только догадываться. Вначале была версия, что прививку БЦЖ делают в некоторых странах, в том числе и в России, которая дает такой более защищающий «эффект» организму от этого вируса, но позже эта теория опроверглась.

Во внешней среде вирус тоже живет. В воде — до 9 суток, в составе аэрозоля 8–10 часов, а на железных и пластмассовых поверхностях — до нескольких дней. Также при +4С и -70С CoVid-2019 инфекционную активность сохраняет несколько лет в лиофилизированном состоянии.

Как известно, не только в нашей стране, но и во всем мире люди покупатели на известных Китайских сайтах различные товары, которые во время Пандемии боялись заказывать, но ВОЗ и Роспотребнадзор пояснил, что вирус путем передачи через посылки не опасен.

После выхода заболевших за границы Китая, Всемирная организация здравоохранения оценила всю серьезность ситуации заболевания нового и неизвестного за-

болевания этим страшным вирусом, объявила 11 марта 2020 года — пандемию.



Пандемия (греч. πανδημία «весь народ») — это необычайно сильная эпидемия, распространившаяся на территории стран, континентов; высшая степень развития эпидемического процесса. Очень часто данный термин путают с термином эпидемия. Пандемия является наиболее опасной формой, то есть эпидемия, охватывающая подавляющую часть мира (напр., грипп). Обычно под пандемией подразумевают болезнь, принявшую массовый, повальный характер, поражающую значительную часть всего населения, первоначально, почти всё население. Согласно критериям ВОЗ, пандемия — распространение нового заболевания в мировых масштабах. К примеру, пандемия гриппа происходит, когда появляется новый вирус гриппа и распространяется по всему миру и большинство людей не обладают иммунитетом.

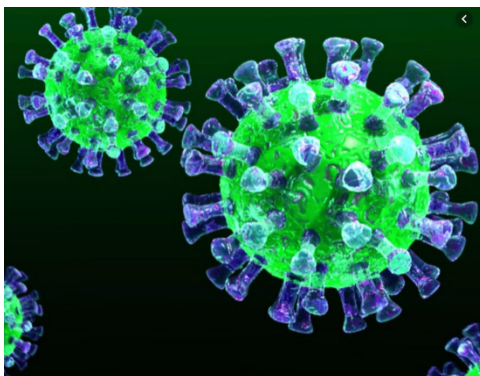
В России для предупреждения и опережения распространения вирусной инфекции с 30 марта 2020 года введен карантин. Жителям страны рекомендовано не выходить без необходимости из дома. Только для покупки товаров в ближайшие магазины, аптеки и выгул собак с соблюдением социальной дистанции. Практически месяц Россия наблюдала каждый день рост зараженных коронавирусом в 10,0 тысяч человек.

Симптомы проявления коронавируса схожи в ОРВИ, поэтому при повышении температуры, появления кашля и затрудненное дыхание, раздражение глаз необходимо обратиться к врачу.

Открывая новостную ленту интернета, то и дело видишь, как то одна страна, то другая страна разрабатывают вакцину, против этого «страшного» вируса. Но по установ-

ленным правилам, вакцинацию населения так быстро не ввести в действие. Пандемия бушует сейчас, а вакцину надо придумать, опробовать несколько месяцев и потом применять в практике, что очень неудобно. Время идет, вирус размножается и мутирует, а вирусологи находят выход из

ситуации, пробуя разные методы борьбы с коронавирусом. Бывший главный санитарный врач Москвы, замдиректора НИИ имени Мечникова Николай Филатов усомнился в целесообразности создания вакцины от коронавируса. Главный вопрос — кого будут прививать, отметил специалист.



По его словам, вакцинировать от коронавируса будут только тех, кто в очаге заболевания. Дети инфекции всерьез не подвержены, а в организме пожилых антитела вырабатываются крайне неохотно. Разработка вакци-

ны — выброшенные на ветер деньги, считает Филатов. В России уже есть лекарства, которые могут бороться с коронавирусом, отметил специалист.

Таблица 1. Распространение и количество заболевших (умерших) от CoVid-2019 в странах, первые 20 стран.

№	Страны мира с заболевшими коронавирусом	Заболевшие (зараженные)	Умершие	Выздоровели
	ВСЕ СТРАНЫ (всего заболевших)	5810331	360332	2416528
1	США	1721753	101617	399991
2	Бразилия	438238	26754	177604
3	РОССИЯ	379051	4142	150993
4	Великобритания	270508	37919	1167
5	Испания	237906	27119	150376
6	Италия	231732	33142	150604
7	Франция	186364	28665	67309
8	Германия	182196	8470	163360
9	Индия	165386	4711	70920
10	Турция	160979	4461	124369
11	Иран	143849	7627	112988
12	Перу	141779	4099	59442
13	Канада	89976	6982	46961
14	Чили	86943	890	36115
15	Китай	84106	4638	79371
16	Мексика	81400	9044	56041
17	Саудовская Аравия	80185	441	54553
18	Пакистан	61227	1260	20231
19	Бельгия	57849	9388	15572
20	Катар	50914	33	15399

Мне не раз приходилось слышать в магазине или на улице от посторонних людей о том что многие люди не верят в этот вирус, утверждая — вируса нет, это все не правда. Меня заинтересовала тема и я решил провести опрос, верят ли люди в то, что коронавирус очень опасен?!

Из 30 человек мною опрошенных были люди от 18 лет и до 70 лет. Из них: 16 человек — женщин и 14 человек мужчин.

46,67% опрошенных верят в то, что этот вирус очень опасен и необходимо соблюдать меры безопасности, а также самоизоляцию.

33,33% — утверждают, что опасность этого вируса слишком преувеличена.

10% — отказываются верить в происходящее, продолжая не соблюдать меры безопасности.

6,67% — по данным опрошенных, считают, что пик эпидемии еще впереди, а тех, кто считает, что все-таки пик (плато) эпидемии пройден — 3,33%.

По моему мнению, после исследования понятно, что многие верят и соблюдают режим самоизоляции и меры предосторожности. А те, кто все-таки не хочет верить в эту «страшную» реальность, продолжают посещать родственников, ездить в соседние города.

В настоящий момент пик вспышки во многих странах уже пройден. Количество выздоровевших начало расти. Россия, также по мнению главного санитарного врача Поповой А. Ю., вышла на плато. Ряд ограничений в некоторых регионах начинает сниматься.

И все-таки я считаю, что меры по защите себя и своих близких от заражения вирусом необходимы:

1. Соблюдайте социальную дистанцию! В общественных местах не менее 1 метра.
2. Регулярно мойте руки! Промыть мылом не менее 20 секунд, обработать антисептиком, санитайзером руки.

3. Не трогайте руками глаза, рот, нос!
4. Носите маску!
5. При появлении симптомов, обратитесь к врачу!
6. Пейте больше жидкости!
7. Следите за влажностью помещения!

Карантинные мероприятия очень важны в первую очередь для того, чтобы не заболеть всем сразу одновременно, как наше здравоохранение справиться с этим в таком масштабе.

Сложность лечения вируса заключается в том, что для вирусологов, иммунологов, эпидемиологов этот вирус новый и не изучен до конца. Поэтому необходимо соблюдать все необходимые рекомендации, оберегая себя и своих близких!

ЛИТЕРАТУРА:

1. «Микробиологический справочник» Д. Х. Йоргенсен Издательство: «Мир» Москва 2006 год.
2. Официальный сайт. [электронный ресурс]. — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Вирусы>
3. Официальный сайт. [электронный ресурс]. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Пандемия>
4. Школьные знания. com

Железо и его биологическое значение для организма подростка

*Соловьёва Эльвира Сергеевна, учащаяся 8 класса
МБОУ СОШ № 14 г. Сочи (Краснодарский край)*

*Научный руководитель: Чайка Людмила Николаевна,
руководитель школьного научного общества обучающихся «Эврика»
МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 26 с углубленным изучением отдельных предметов» г. Читы
(Забайкальский край)*

В статье авторами описана роль микроэлемента железа для организма подростка и предпринята попытка составить пакет рекомендаций продуктов, содержащих ионы железа для подростков, которые хотят быть здоровыми.

Ключевые слова: микроэлемент железо, биологическое значение, ионы железа.

Спорить с тезисом, что «в мире железо играет важную роль», нет смысла. Так как информация о железе имеется в источниках разных направлений: от литературы, истории, археологии и медицинских трактатов до химии, физики и других. Древнейшие изделия, из железа найденные при археологических раскопках датируются примерно IV тыс. до н. э. и относятся к древнешумерской и древнеегипетской цивилизациям. В древности железо называли сидерит, что означает звёздный. Сидерит — это название природного карбоната железа, которое происходит от лат. Sidereus. Латинское название Ferrum происходит от fars, что значит быть твёрдым. [7]

Микроэлемент железо входит в состав гемоглобина крови, обеспечивая, за счет окислительно-восстановительных свойств, важнейшую функцию — транспорт кислорода в ткани организма. В крови взрослого человека содержится около 4 г железа, его недостаток приводит к заболеванию железодефицитной анемией. [7] Проблеме воздействия недостатка железа или железодефицитной анемии у подростков рассматривают многие научные деятели в России и за рубежом. Российский ученый, к. м. н., доцент кафедры госпитальной педиатрии № 1, ГБОУ ВПО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава РФ, г. Москва, А. С. Боткина, врач высшей категории, в журнале «ПРАКТИКА ПЕДИАТРА», описывая исследования

железодефицитной анемии у подростков, констатирует факт. Что «...дефицит железа является чрезвычайно распространенным среди популяции людей и служит наиболее частой причиной анемии во всем мире. Ежегодно регистрируется более 1,5 млрд. человек с анемией, из которых почти 50% обусловлено дефицитом железа. Железодефицитная анемия (ЖДА) встречается во всех странах мира»... [1, с. 2] В подростковом возрасте потребность в микроэлементах железа довольно резко возрастает из-за бурного роста подростков, что влечет за собой увеличение мышечной массы, а значит и увеличение объема крови. Кроме того, у девушек-подростков дефицит железа в организме встречается чаще по сравнению с юношами-подростками в связи с функциональными изменениями в организме.

Длительное употребление пищи, не содержащей микроэлементов железа, приводит к его отрицательному балансу в организме, что в течение длительного време-

ни приводит к железодефицитной анемии. Чтобы предотвратить организм подростка от дефицита железа необходимо скорректировать рацион питания, обогатив его мясными и рыбными продуктами, содержащими гемовое железо. Так как подростки входят в группу риска по развитию железодефицитных состояний по целому ряду причин, мы можем предположить, что значимой и важной задачей является разработка новых программ выявления железодефицитных состояний у подростков с целью своевременной диагностики. (Тест не является медицинским исследованием.) Мы разработали тест «Порядок ли у вас в организме с железом», состоящий из шести вопросов, на которые нужно ответить однозначно: да или нет. В тестировании приняли участие 84 учащихся 8-х классов. По результатам тестирования составлены диаграммы. По диаграмме мы имеем возможность определить, насколько в порядке с железом в организме у тестируемых. Результаты теста 8 А класса (диагр. 1).

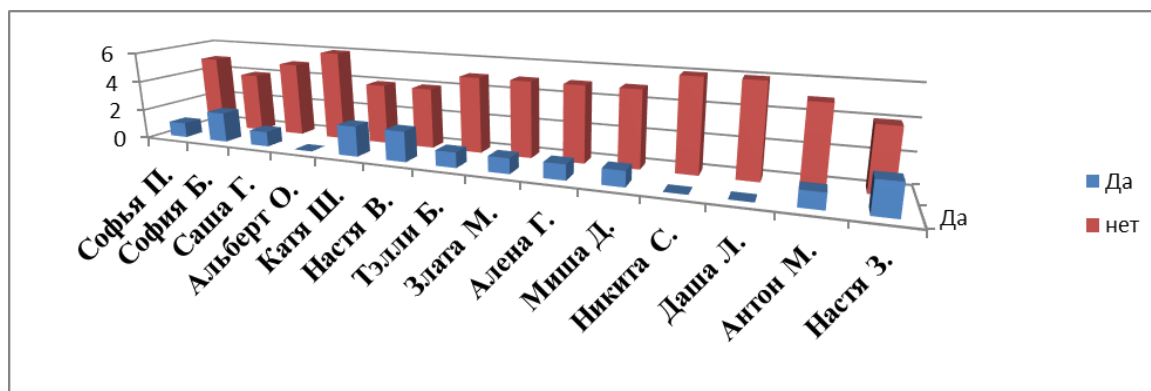


Рис. 1. Результаты теста «Порядок ли у вас в организме с железом»

Результаты общего тестирования показали:

Таблица 1

Наличие признаков	Признаки дефицита железа в организме	%	Рекомендации
Отсутствуют абсолютно	У 18-ти человек	21,5%	
Имеются не явные признаки	24 учащихся	28,5%	
Имеются	У 42-х человек	50%	обратиться к врачу с целью выяснения % гемоглобина в крови

Необходимо обогатить рацион подростков продуктами — основными источниками железа, при этом имеет значение не только количество железа в конкретном продукте, но и степень его всасывания, и возможность

усвоения организмом. Некоторые вещества и пищевые продукты влияют на усвоения железа в организме подростка (табл. 2)

Таблица 2. Факторы, влияющие на эффективность усвоения железа

№ п/п	Вещества	Эффект усвоения
1	Аскорбиновая кислота (витамин С)	значительно улучшает всасывание железа;
2	Кофеин, танины чая и кофе	снижают процент усвоения железа;
3	Фитиновая кислота	способствует снижению усвоения;
4	Оксалаты (соли щавелевой кислоты)	оказывают негативный эффект на всасывание железа;
5	Кальций	может снижать способность к усвоению.

Рекомендации о применении железосодержащих продуктов:

Мясо, особенно красное (телятина, говядина, баранина), является лучшим источником гемового железа, из него усваивается 20–25% железа. Железо из курицы и свинины усваиваются в меньшей степени. А в печени и рыбе железо содержится в виде ферритина и гемосидерина, поэтому усваивается еще хуже. Негемовое железо (овощи, фрукты, орехи) усваивается плохо (1–5%), причем на его усвоение влияет много факторов, которые могут как улучшать, так и ухудшать его всасывание. Так, усиливают всасывание железа: витамин С (особенно много в цитрусовых), соляная кислота (содержится в желудочном соке), фруктоза (фрукты, мед).

Заключение. Элемент железо (Fe), является одним из самых важных металлов, с которым неразрывно связана история нашей цивилизации. Микроэлемент железо в организме подростка играет значительную роль. Важность проблемы дефицита железа в организме подростка обусловлена тем, что снижение работоспособности, задержка умственного и психического развития организма ставит его в состояние невозможного нормального функционирования. Питание помогает поддерживать нормальный баланс железа в организме после лечения. Однако когда анемия уже развилась, ее нельзя вылечить только диетой: железодефицитная анемия лечится препаратами железа.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Боткина, А. С. Железодефицитная анемия у подростков. // Практика педиатра, М., 2015, № 3, с. 6–7.
2. Городецкий, В. В., Годулян О. В. Железодефицитные состояния и железодефицитная анемия: лечение и диагностика. М., 2006, с. 25.
3. Тарасова, И. С., Чернов В. М. Новые направления в диагностике, лечении и профилактике железодефицитных состояний // Современная педиатрия, М., 2012, № 2, с. 18–24.
4. <https://wikimediafoundation.org/> Текст доступен по лицензии Creative Commons Attribution-ShareAlike (дата обращения: 05.02.2020);
5. <https://ru.wikipedia.org/wiki>. Свободная энциклопедия (дата обращения: 02.02.2020)

Влияние регуляторов роста на выход саженцев тополя чёрного в лесном питомнике

Ярмина Александра Александровна, учащаяся 10 класса

Научный руководитель: *Назарова Галина Николаевна, учитель биологии*
ГБОУ СОШ № 1 «Образовательный центр» с. Сергиевск (г. Самара)

Консультант: *Троц Василий Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор*
Самарский государственный аграрный университет

Актуальность вопроса. Тополь чёрный, или **осокорь** является одной из широко распространенных пород нашего региона, обладает засухоустойчивостью, солеустойчивостью, переносит загрязнения атмосферы и перегрев стволов, адаптирован и к другим особенностям местных климатических условий. Среди основных полезных функций тополя — очищение воздуха от пыли, газов, поэтому его крайне необходимо высаживать в населённых пунктах. Поглощая из атмосферы газы, взамен тополь выбрасывает фитонциды, угнетающие болезнетворные микробы.

Цель нашей работы. Выявить степень влияния различных регуляторов роста на особенности вегетативного возобновления тополя чёрного.

В соответствии с этим в **задачи исследований** входило:

1. Изучить имеющийся опыт по применению биостимуляторов в лесных питомниках;

2. Заложить опыт по изучению влияния препаратов циркон, эпин-экстра, корневин на рост и развитие черенков тополя чёрного;
3. Выявить наиболее перспективный биопрепарат, влияющий на жизненный цикл древесных растений;
4. Обобщить полученные данные и сформулировать выводы;
5. Оформить научную работу в соответствии с требованиями.

Объекты и методика исследований

Объектам исследований в наших опытах являются черенки тополя чёрного, обработанные тремя разными стимуляторами роста.

Предметом исследования являлось влияние регуляторов роста на укоренение и рост черенков тополя чёрного.

Для решения поставленных задач закладывались опыты по схеме:



Всего на участке было высажено двести черенков.

На первой делянке размером 5 х 5 высаживались черенки, замоченные в обычной воде, это контрольная посадка.

На второй делянке размером 5 х 5 высаживались черенки, замоченные в Корневине.

На третьей делянке размером 5 х 5 высаживались черенки, замоченные в Эпин-экстра.

На четвёртой делянке размером 5 х 5 высаживались черенки, замоченные в Цирконе.

Результаты исследований

Влияние регуляторов роста на количество укоренившихся черенков:

Культура: Тополь чёрный	Высажено черенков/ штук	Укоренилось/ штук	% укоренившихся черенков
Контроль	50	25	50%
Корневин	50	30	60%
Циркон	50	26	52%
Эпин-экстра	50	20	40%



Влияние регуляторов роста на высоту стволов растений

Культура: Тополь чёрный	Укоренилось/ штук	Средняя высота растений
Контроль	25	72,5 см.
Корневин	30	73,5 см.
Циркон	26	62,6 см.
Эпин-экстра	20	75 см.

Влияние регуляторов роста на листья растений

Культура: Тополь чёрный	Среднее количество листьев (штук)	Средняя длина листьев (см.)	Средняя ширина листьев (см.)
Контроль	40	14	12
Корневин	57	12	8,6
Циркон	52	11	8,5
Эпин-экстра	59	10	8,5

Выводы

По результатам проведенных опытов можно сделать вывод, что:

1. Регулятор роста «Корневин» наилучшим образом влияет на выживаемость черенков и их дальнейшее развитие. 60% черенков обработанных «Корневином» образовали придаточные корни, и пошли в рост, это на 10–20% больше, чем при использовании других регуляторов роста и контрольного опыта.
2. Наибольшую среднюю высоту имеют тополя, черенки которых обработаны регулятором роста «Эпин-экстра».
3. Стимуляторы роста не влияют на диаметр стволов растений.
4. Самая большая средняя величина количества листьев на растениях с использованием «Эпин-экстра».
5. Самые крупные по длине и ширине листья на контрольной делянке, самые мелкие на делянке, обработанной «Эпин-экстра».



Юный ученый

Международный научный журнал
№ 6 (36) / 2020

Выпускающий редактор Г. А. Кайнова
Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга
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»

Номер подписан в печать 05.07.2020. Дата выхода в свет: 10.07.2020.

Формат 60 × 90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

Почтовый адрес редакции: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.

Фактический адрес редакции: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <https://moluch.ru/>

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.