

Акционерное общество «Научно-производственное предприятие «Радар ммс»  
Государственное бюджетное нетиповое образовательное учреждение  
«Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных»



*Сборник тезисов работ  
участников секции*

**«Фундаментальные науки»**

*XX Всероссийской юношеской  
научно-практической конференции*

**«БУДУЩЕЕ СИЛЬНОЙ РОССИИ —  
В ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ»**

*8–10 апреля 2026 года  
Санкт-Петербург*

**Том 10**

Санкт-Петербург  
2026

Тезисы докладов печатаются в авторской редакции.

*«Будущее сильной России – в высоких технологиях»  
сборник тезисов XX Всероссийской юношеской научно-практической  
конференции, ГБНОУ «СПБ ГДТЮ», – СПб, 2026, 13 томов по секциям  
Том 10 «Фундаментальные науки»*

Отпечатано в РИС ГБНОУ «СПБ ГДТЮ». Тираж 51 экз.

*Сборник тезисов работ*  
**участников секции**  
**«Фундаментальные науки»**  
*XX Всероссийской юношеской*  
*научно-практической конференции*  
**«БУДУЩЕЕ СИЛЬНОЙ РОССИИ —**  
**В ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ»**

## **Введение**

Научно-практические конференции как наиболее массовая форма привлечения подростков и юношества к научно-техническому творчеству и исследовательской деятельности начали проводиться в Ленинграде в 1973 году. Одним из важнейших факторов развития страны является развитие кадрового потенциала научных и производственных организаций. Для этого необходим постоянный приток в сферу исследовательской деятельности талантливой молодежи. Мировой и отечественный опыт показывает, что для решения этой проблемы необходима системная работа, предусматривающая раннюю профориентацию и привлечение молодежи, начиная со школьного возраста, к участию в выполнении (в том или ином качестве) реальных исследований и экспериментов.

О высоком уровне и значимости конференции говорит тот факт, что с каждым годом растет число участников конференции и уровень их подготовки, а также актуальность и практическая значимость представляемых работ, расширяется география участвующих в конференции регионов. В состав жюри ежегодно входят ведущие ученые, инженеры-конструкторы производственных предприятий Санкт-Петербурга и специалисты образовательных учреждений высшего профессионального образования.

Организаторы конференции: Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных, Акционерное общество «Научно-производственное предприятие «Радар ммс», при поддержке Комитета по образованию Санкт-Петербурга, Комитета по промышленной политике, инновациям и торговле Санкт-Петербурга.

## **Физика в моей профессии**

**Бородина Валерия Александровна**

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» Многопрофильный колледж  
Тюмень

Научный руководитель – Гатауллина Юлия Борисовна

### **Аннотация**

Исследовательская работа посвящена изучению взаимосвязи физических законов и профессиональной деятельности нефтяника. Работа направлена на повышение понимания важности знания фундаментальных законов физики студентами профессиональных образовательных учреждений, готовящимися стать специалистами нефтегазового комплекса.

### **Ключевые слова**

Физические основы нефтегазодобычи, кинематическая вязкость непрозрачных жидкостей (нефти), поверхностное натяжение жидкости (нефти), плотность нефти, влияние физических законов на процессы добычи и переработки нефти

### **Цель работы**

Выявить важность знаний физики для успешной работы нефтяника и определить специфические задачи, где эти знания применяются.

### **Введение**

Работа предполагает анализ уровня знаний физики у обучающихся СПО по объединённой группе специальностей и профессий под общим названием «Нефтяник»; обзор литературы по данной теме, решение специализированных задач, выполнение некоторых лабораторных работ, которые входят в функционал нефтяника. Новизна исследования заключается в выявлении конкретных областей, где физика играет ключевую роль в профессиональной деятельности нефтяников, что позволит оптимизировать процесс обучения и подготовки специалистов в данной области.

### **Основные тезисы**

В ходе работы определены: проблема, актуальность, цели, задачи, новизна исследования. Выбраны методы, проведены экспериментальные исследования. Выявлены конкретные производственные ситуации, где необходимы знания физики. Проведен опрос среди студентов 1 курса: восприятие важности физики для будущей профессии нефтяника. Выбраны и решены задачи профессиональной направленности по разным разделам физики, которые связаны с процессами в нефтяной промышленности. Проведены лабораторные работы, аналогичные тем, которые выполняются на производстве.

### **Заключение, результаты или выводы**

В ходе работы определены: проблема, актуальность, цели, задачи, новизна исследования. Выбраны методы, проведены экспериментальные исследования. Выявлены конкретные производственные ситуации, где необходимы знания

физики. Проведен опрос среди студентов 1 курса: восприятие важности физики для будущей профессии нефтяника.

## **Физические основы продления срока годности продуктов питания методом сушки**

**Буторин Егор Сергеевич**

МБОУ «Многопрофильная школа № 181»

Казань

Научный руководитель – **Хамидуллина Фанзия Мансуровна**

### **Аннотация**

В работе исследуются физические процессы, лежащие в основе сушки как метода продления срока годности продуктов. Проведен анализ различных технологий сушки, выполнен цикл экспериментов по определению оптимальных параметров обработки пищевого сырья. На основе полученных данных разработаны технологические карты для создания комплектов питания длительного хранения и создан информационный ресурс для популяризации данной технологии.

### **Ключевые слова**

Сушка продуктов, дегидратация, физика процессов, срок годности, вакуумная сушка, продовольственная безопасность, экспериментальные исследования

### **Цель работы**

Изучение технологических процессов получения продуктов питания с усовершенствованными потребительскими свойствами, сохраняющимися в течение длительного времени, а также подбор оптимальных физических параметров сушки.

### **Введение**

Обеспечение продовольственной безопасности и создание продуктов с длительным сроком хранения, пригодных для использования в экспедициях и особых условиях, является актуальной задачей. Традиционные методы заготовки (соление, квашение) имеют ограничения по сохранности питательных веществ. Физические методы сушки позволяют удалить влагу – основную среду для развития микроорганизмов, максимально сохраняя структуру и пользу продукта.

### **Основные тезисы**

Анализ современных технологий (вакуумная, конвективная, лиофильная, ИК-сушка) показал, что метод сушки горячим воздухом является наиболее доступным и технологичным для широкого применения.

В ходе экспериментов с картофелем было установлено, что конечная влажность продукта зависит не только от температуры и времени, но и от скорости циркуляции воздуха. Оптимальный режим составил 60-65°C в течение 7-8 часов при средней скорости вентиляции. Нарушение этого баланса ведет к повторному насыщению продукта влагой.

Экспериментальное сравнение конвективной и вакуумной сушки подтвердило, что пониженное давление позволяет снизить температуру и время обработки, лучше сохраняя цвет и вкус, однако является более энергозатратным.

На основе исследований разработаны технологические карты для сборки «сухого пайка» (куриная лапша, гречка с грибами, цитрусовый напиток), которые позволяют восстановить блюдо горячей водой, сохраняя до 90% энергетической ценности исходных продуктов.

Для популяризации технологии и помощи в выборе режимов сушки создан специализированный сайт с рецептами и инструкциями.

### **Заключение, результаты или выводы**

Проведенное исследование подтверждает эффективность применения физических методов сушки для создания продуктов с длительным сроком хранения. Оптимизация параметров температуры, времени и вентиляции позволяет получать продукт высокого качества с сохранением питательных свойств, что делает его пригодным как для повседневного использования, так и для специальных условий.

### **Список использованной литературы и источников**

1. Потапов В.А., Гриценко О.Ю., Пономаренко Ю.О. Исследование процесса сушки в массообменных модулях под действием повышенного давления // Прогрессивная техника и технологии пищевых производств. Х.: ХГУПТ, 2013. С. 148-153.
2. ФГБОУ ВО «Омский Государственный Аграрный Университет им. П.А. Столыпина». Оценка влияния технологической обработки пищи на энергетическую ценность продуктов: лабораторное занятие.
3. Моделирование кинетики сушки с анализом характеристик процесса // International Research Journal. – 2020. – № 11 (101).

## **Комплексный подход к снижению эрозионно-кавитационного износа трубопроводной арматуры в многофазных потоках**

**Быкова Диана Александровна**

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» Многопрофильный колледж  
Тюмень

Научный руководитель – Семенова Наталья Валерьевна

### **Аннотация**

В работе исследуется механизм комбинированного разрушения металла деталей трубопроводной арматуры под воздействием кавитации и абразивных частиц в многофазных потоках. Установлено, что кавитационные микроудары нарушают сплошность поверхностного слоя, создавая условия для ускоренного выкрашивания металла твердой фракцией потока. Для повышения износостойкости предложено применение твердосмазочного антифрикционного покрытия на основе политетрафторэтилена (ПТФЭ) с дисульфидом молибдена. Экспериментальные данные подтверждают существенное снижение коэффициента трения и повышение сопротивления эрозионному износу при использовании данного защитного слоя.

## Ключевые слова

Эрозионный износ, кавитационная эрозия, трубопровод, трубопроводная арматура, металл, разрушение металла, гидроразрыв пласта

## Цель работы

Оценка влияния совместного действия кавитационных и абразивных факторов на интенсивность разрушения металла трубопроводной арматуры и обоснование эффективности применения твердосмазочных покрытий для продления срока службы деталей.

## Введение

Эксплуатация трубопроводных систем в условиях проведения гидроразрыва пласта, где содержатся твердые частицы и газ, и сопровождается интенсивным эрозионным износом внутренних поверхностей. Критическим фактором разрушения является кавитация, возникающая в зонах сужений и поворотов, где локальное падение давления приводит к схлопыванию парогазовых пузырьков с выделением колоссальной энергии. Образующиеся микрогидравлические удары инициируют микротрещины и ослабляют поверхностный слой металла, делая его уязвимым для последующего абразивного воздействия твердой фазы потока. Традиционные методы борьбы с износом, основанные лишь на выборе более твердых сплавов или изменении геометрии проточной части, не всегда обеспечивают необходимый ресурс в экстремальных условиях. В связи с этим актуальной задачей становится разработка и внедрение функциональных покрытий, способных одновременно гасить ударные нагрузки и снижать трение.

## Основные тезисы

Фундаментальным результатом работы стало установление природы эрозионного разрушения металла в условиях многофазных потоков. Наибольший ущерб поверхности наносится не изолированным действием отдельных факторов, а их взаимосочетанным влиянием: кавитационные микроудары, возникающие при схлопывании парогазовых пузырьков, первоначально нарушают целостность защитных оксидных плёнок и формируют очаги усталостного напряжения в приповерхностном слое. Эти ослабленные участки становятся мишенью для абразивных частиц, транспортируемых потоком, которые, воздействуя на предварительно повреждённую поверхность, ускоряют выкрашивание металла и способствуют образованию глубоких эрозионных каверн. Такой комбинированный механизм объясняет, почему интенсивность износа в реальных условиях эксплуатации многократно превышает расчётные значения, полученные при раздельном рассмотрении кавитационного и абразивного воздействий. Локализация наиболее интенсивного износа приурочена к зонам гидродинамической нестабильности – участкам резкого изменения направления или сечения потока, где формируются турбулентные возмущения и локальные разрежения. Именно в областях отводов, запорной арматуры и сужающих элементов создаются благоприятные условия для зарождения кавитации и концентрации абразивных частиц, что делает эти узлы критическими с точки зрения долговечности трубопроводной системы. Понимание пространственного распределения зон риска позволяет адресно подходить к выбору методов защиты, концентрируя ресурсы на наиболее уязвимых элементах конструкции. В качестве эффективного

средства повышения износостойкости предложено композиционное твердосмазочное покрытие на основе политетрафторэтилена (ПТФЭ), модифицированного дисульфидом молибдена ( $\text{MoS}_2$ ). Выбор данной композиции обусловлен её способностью сочетать низкий коэффициент трения, высокую химическую стойкость и высокие антикоорозионные свойства, что критически важно для условий граничного и смешанного трения в потоках с высокой концентрацией твёрдой фазы. Механизм защитного действия покрытия носит многофункциональный характер: оно выступает в роли демпфирующего слоя, поглощающего энергию кавитационных микроударов, и одновременно формирует скользящую поверхность, минимизирующую прямой контакт абразивных частиц с основным металлом. Благодаря этому удаётся существенно снизить интенсивность микропластических деформаций и предотвратить развитие усталостных трещин в приповерхностной зоне. Эксперимент предложенного решения, проведённый в рамках полевых испытаний, подтвердила высокую эффективность покрытия. Зафиксировано многократное снижение скорости эрозионного износа по сравнению с непокрытыми образцами, при этом защитный слой сохранял свои функциональные свойства после длительных циклов нагружения в агрессивной многофазной среде. Особое значение имеет стабильность коэффициента трения покрытия в условиях переменных гидродинамических нагрузок, что обеспечивает предсказуемость его поведения в течение всего эксплуатационного ресурса. Полученные результаты позволяют рекомендовать применение покрытия для защиты высоконагруженных узлов трубопроводной арматуры.

### **Заключение, результаты или выводы**

Проведенное исследование подтвердило, что кавитационно-абразивный износ является одним из основных механизмов разрушения металла трубопроводной арматуры. Применение твердосмазочного покрытия представляет собой эффективный метод защиты, позволяющий существенно продлить межремонтный интервал оборудования. Внедрение данной технологии снижает эксплуатационные расходы и повышает надежность транспортных систем без необходимости полной замены конструкционных материалов.

### **Список использованной литературы и источников**

1. Овчинников В.В., Гуреева М.А. Технология формирования и свойства функциональных покрытий в условиях абразивного износа // *Материалы и технологии защиты от коррозии и эрозии* (тез. докл. Всерос. науч.-техн. конф.). М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2024, С. 45-48.
2. Li Q., Liu V. Механизмы эрозионно-коррозионного разрушения стали в многофазных потоках нефтегазовых трубопроводов // *Проблемы надежности и долговечности машин и механизмов* (тез. докл. Междунар. науч. симпозиума). СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2023, С. 112-115.
3. Петров А.С., Иванов Д.К. Исследование поведения колен труб в условиях многофазного течения с твердой фазой // *Транспорт и хранение нефти и газа* (тез. докл. Отраслевого семинара). Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022, С. 78-81.
4. Сидоров В.Н. Применение полимерных композиций для защиты трубопроводной арматуры от кавитации // *Совершенствование технологий ремонта и обслуживания нефтегазового оборудования* (тез. докл. Науч.-практ. конф.). Тюмень: Изд-во ТюмГНГУ, 2023, С. 34-37

## Применение солнечных батарей в частном секторе во время паводка

**Гирин Кирилл Антонович**

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» Многопрофильный колледж  
Тюмень

Научный руководитель – **Чернова Елена Валентиновна**

### Аннотация

В данной работе рассмотрим проблему паводков в Тюменской области. Это явление происходит каждый год, вода приходит со стороны водохранилища республики Казахстан и затопляет всю пойму реки Ишим, в связи с чем многие жители остаются без электроэнергии, так как подстанции, находясь в воде, не могут работать в штатном режиме. Под паводок попадают населенные пункты с. Казанское, г. Ишим, с. Абатское Тюменской области. По данным среднегодовых показателей ясных дней в году, Тюменская область насчитывает порядка 275 ясных дней в году, что составляет 75,3% от общего количества дней в году, поэтому целесообразно применять солнечные батареи.

### Ключевые слова

Солнечные батареи, аккумулятор, инвертор

### Цель работы

Теоретическое обоснование применения солнечных батарей во время паводка.

### Введение

Солнечные панели – это набор ячеек на фотоэлектрических элементах. Они способны трансформировать «зеленую энергию» в ток. Чем ярче светит солнце, тем больше энергии система способна сгенерировать.

### Основные тезисы

Процесс сборки и подключения солнечных батарей будет эффективен если:

1. Уточнен принцип работы солнечных батарей;
2. Определен и регламентирован способ сборки и подключения солнечных батарей в единую систему электроснабжения;

В соответствии с целью и гипотезой исследования были определены следующие задачи исследования:

1. Подключение несколько домов в отдельную электрическую сеть.
2. Применение запасящего устройства, которое будет накапливать электроэнергию с солнечных батарей, для дальнейшего использования.

### Заключение, результаты или выводы

Теоретическим путем рассмотрели решение проблемы паводков в Тюменской области путем установки подключения солнечных батарей в единую систему электроснабжения.

## Список использованной литературы и источников

1. Аверьянова Н. Н., Комарова В. В., Велиева Д. С. «Зелёная энергетика: конституционно-правовое обеспечение баланса экологических и экономических интересов» – коллективная монография, 2024 (дата обращения: 03.03.2026).
2. Куашнинг Фолькер «Системы возобновляемых источников энергии» – пер. с нем., Астана, 2013 (дата обращения: 03.03.2026).
3. Лукутин Б. В. «Возобновляемые источники электроэнергии: учебное пособие» – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2018, – 27 с. (дата обращения: 03.03.2026).

## Неньютоновская жидкость – жидкое вещество со свойствами твёрдого тела

**Долгобородов Владислав Александрович**

МБОУ «Коношская средняя школа имени Н.П.Лавёрова»

п. Коноша

Научный руководитель – Юрьева Галина Александровна

### Аннотация

Статья посвящена исследованию неньютоновских жидкостей и их физико-химических свойств. Особое внимание уделено особенностям поведения этих жидкостей при разных температурах и внешних воздействиях. В работе представлены результаты экспериментов с водно-крахмальной суспензией. Полученные данные подтверждают влияние температуры и массы груза на реологические свойства жидкости.

### Ключевые слова

Неньютоновская жидкость, реология, вязкость, деформация, температура, водно-крахмальная суспензия

### Цель работы

Исследовать влияние температуры и массы воздействующего тела на реологические свойства неньютоновской жидкости на примере водно-крахмальной суспензии.

### Введение

Неньютоновские жидкости обладают уникальными свойствами, сочетающими характеристики жидкостей и твёрдых тел. Их изучение актуально для широкого спектра областей, включая медицину, нефтедобычу и пищевую промышленность. Настоящее исследование посвящено анализу влияния температуры и массы груза на реологические свойства водно-крахмальной суспензии.

### Основные тезисы

**Свойства неньютоновских жидкостей.** Неньютоновские жидкости изменяют свою вязкость в зависимости от скорости сдвига и температуры, проявляя свойства как жидкостей, так и твёрдых тел. **Модель неньютоновской жидкости.** В исследовании использовалась водно-крахмальная суспензия как модель

неньютоновской жидкости, демонстрирующая эффект твердения при ударе. **Температурные эффекты.** Повышение температуры снижает вязкость жидкости и ослабляет эффект твердения, что связано с увеличением кинетической энергии молекул. **Влияние массы груза.** Увеличение массы груза приводит к большему проникновению и деформации жидкости, что обусловлено повышенным давлением на систему. **Практическое значение.** Результаты исследования могут быть применены для разработки новых материалов с контролируемыми реологическими характеристиками и оптимизации производственных процессов.

### **Заключение, результаты или выводы**

Экспериментально подтверждено существенное влияние температуры на реологические свойства неньютоновской жидкости. Повышение температуры снижает вязкость и ослабляет эффект твердения. Масса груза оказывает нелинейное воздействие на деформацию жидкости, которое усиливается с увеличением температуры.

## **Гидродинамика в плавании**

**Ерофеева Ева Владимировна**

МОАУ СОШ № 10

Бузулук

Научный руководитель – **Бурикова Валентина Михайловна**

### **Аннотация**

В работе исследуется влияние гидродинамических факторов на скорость пловца. Проведен анализ зависимости сопротивления от формы тела и техники движений, а также оценена эффективность использования гидрокостюмов. Проект направлен на выявление физических законов, позволяющих минимизировать сопротивление воды для достижения максимальных результатов.

### **Ключевые слова**

Гидродинамика, сопротивление воды, обтекаемость тела, техника плавания, гидрокостюм

### **Цель работы**

Провести анализ влияния гидродинамических факторов (форма тела, техника плавания, экипировка) на скорость пловца и определить способы минимизации сопротивления воды.

### **Введение**

Вода плотнее воздуха примерно в 800 раз, поэтому высокий уровень гидродинамического сопротивления является основным физическим фактором, ограничивающим скорость в плавании. Проблема заключается в необходимости точной количественной оценки этого сопротивления и его минимизации в условиях реальной спортивной деятельности. Ключевыми переменными, определяющими успех, являются антропометрические данные пловца, его техника и

использование технологичной экипировки. Цель данной работы – исследовать эти переменные и найти пути оптимизации взаимодействия тела с водой.

### **Основные тезисы**

Высокая плотность воды требует от пловца строго горизонтального положения тела для минимизации площади поперечного сечения и снижения лобового сопротивления. Скорость пловца ограничена формулой сопротивления, где главными управляемыми факторами являются обтекаемость тела (коэффициент  $C_x$ ) и миделево сечение ( $S$ ). Эффективная техника плавания строится на быстром чередовании «угловатой» формы для гребка и «обтекаемой» для скольжения, что позволяет экономить энергию. Гидрокостюмы нового поколения снижают сопротивление за счет компрессии тела, имитации «кожи акулы» и повышения плавучести, давая преимущество в несколько секунд на дистанции. Запрет «высокотехнологичных» костюмов в 2010 году был вызван необходимостью сохранить суть спортивного соревнования, где результат зависит от возможностей атлета, а не от технологий.

### **Заключение, результаты или выводы**

В ходе работы выявлено, что горизонтальное положение тела и обтекаемая форма («как торпеда») критически важны для снижения лобового сопротивления. Доказано, что оптимизация техники гребка и использование гидрокостюмов с эффектом «кожи акулы» позволяют спортсменам экономить энергию и повышать скорость. Анализ показал, что даже незначительное снижение коэффициента сопротивления ( $C_x$ ) напрямую ведет к улучшению результата на дистанции.

### **Список использованной литературы и источников**

1. Макаренко Л.П. Плавание: учебник для вузов. М.: Физкультура и спорт, 2008, 256 с.
2. Платонов В.Н. Спортивное плавание: путь к успеху. Киев: Олимпийская литература, 2012, Кн. 1, 480 с.
3. Сало Д., Риуолд С. Совершенная подготовка для плавания. М.: Эксмо, 2018, 360 с.
4. Нечунаев И.П. Плавание: книга-тренер. М.: Эксмо, 2012, 320 с.
5. Смурыгина Л.В. Гидродинамика в спортивном плавании // Теория и практика физической культуры. 2015, № 4, С. 72-74.

## **Измерение показателя преломления полимерных пленок**

### **Кичигина Ксения Павловна**

ГБОУ Лицей № 211 имени Пьера де Кубертена

Санкт-Петербург

Научный руководитель – Злобина Наталья Алексеевна

### **Аннотация**

В представленной работе предлагается способ точного измерения показателя преломления полимеров на примере плоскопараллельных тонких плёнок поливинилиденфторида (ПВДФ, одна плёнка) и полиэтилена (ПЭ, две плёнки) различной толщины с использованием комбинации двух физических методов – инфракрасной спектроскопии и сканирующей электронной микроскопии.

## Ключевые слова

Оптическое волокно, показатель преломления, инфракрасная (ИК) спектроскопия

## Цель работы

Определение показателя преломления полимеров в ИК-диапазоне.

## Введение

В настоящее время активно развивается применение пластиковых оптических волокон [1], обладающих существенно более высокой гибкостью и прочностью по сравнению с материалами на основе стёкол. Для того, чтобы эти волокна можно было использовать в ИК-оптике, представляющей практический интерес для областей науки и технологии, необходима информация о величинах показателя преломления полимеров именно в этом спектральном диапазоне.

## Основные тезисы

Были обработаны ИК-спектры плёнок в диапазоне волновых чисел 1500–4000 см<sup>-1</sup>, что соответствует интервалам длин волн 6–2,5 мкм. Описан алгоритм расчёта оптической толщины плёнки [2,3]. Построена зависимость волновых чисел, при которых наблюдается максимум пропускания, от номера соответствующих максимумов. Определена реальная толщина полимерной пленки с помощью сканирующей электронной микроскопии. Выполнены вычисления показателя преломления пленки с учётом погрешности.

## Заключение, результаты или выводы

Интерференция инфракрасного излучения в тонкой плёнке полимера позволяет измерить ее оптическую толщину. Сканирующая электронная микроскопия торца плёнки даёт возможность непосредственного измерения толщины. Частное от деления результатов первого и второго измерений как раз и будет величиной показателя преломления. Данный способ позволяет минимизировать погрешности, связанные с косвенными оценками толщины или оптических параметров.

## Список использованной литературы и источников

1. Румянцев К.Е. Волоконная оптика. Часть 1. Оптическое волокно: учебное пособие // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2009. – № 3. – С. 110. – URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=42> (дата обращения: 29.01.2026).
2. Михеенко А.В., Кирюшин А.В., Швец Н.Л. Интерференция и дифракция света. – Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2013. – 52 с. 3. Расчет толщины пленки (на основе интерференции) // Файловый архив студентов StudFiles. – URL: <https://studfile.net/preview/21747857/page/17/> (дата обращения: 29.01.2026).

## Измерение скорости испарения солевых растворов

Красноносова Варвара Вадимовна

ФГКОУ «СПбКК ПВ МО РФ»

Санкт-Петербург

Научный руководитель – Волконская Наталия Николаевна

### Аннотация

В работе рассматривается процесс испарения воды из насыщенных солевых растворов (хлорида магния и хлорида натрия) в различных внешних условиях. Целью исследования является определение скорости испарения данных растворов для последующей разработки мобильного прибора по измерению влажности воздуха, основанного на их гигростатических точках. В ходе экспериментов выявлены несоответствия теоретическим данным, что подтверждает необходимость проведения дополнительных измерений для создания эталонных гигрометров нового типа.

### Ключевые слова

Влажность воздуха, солевой раствор, испарение, гигростатическая точка, гигрометр

### Цель работы

Исследование скорости испарения солевых растворов в различных внешних условиях, приведенные к скорости воды.

### Введение

Для обеспечения боеспособности вооружённых сил нужно поддерживать в рабочем состоянии все складские помещения, для чего необходимо поддерживать в них определённую влажность воздуха, для измерения которой используются различные приборы, градуируемые по эталонам влажности. В настоящее время для этой цели используются громоздкие и сложные в управлении приборы, требующие участия квалифицированного оператора. Прибор, созданный на основе свойств растворов солей, будет обладать повышенной мобильностью, независимостью и дистанционным управлением.

### Основные тезисы

Чтобы избежать при анализе результатов влияния таких внешних факторов как температура и давление воздуха, его движение над поверхностью, одновременно с растворами мы использовали дистиллированную воду. Первая серия измерений проводилась при температуре 22 градуса и влажности воздуха 20 % процентов каждые 10 минут. После обработки полученных данных я вычислила средние значения изменения массы растворов и воды, а затем рассчитала и их скорость испарения. Неожиданным оказалось то, что вода из раствора хлорида натрия испарялась быстрее, чем вода без примесей. Следующие два эксперимента проводились в климатической камере при температуре воздуха 20 градусов и влажности 40 процентов. Результаты измерений представлены в таблице. Требовалось провести повторный эксперимент из-за того, что в пер-

вый раз значения изменения массы за одинаковые промежутки времени очень сильно различались, возможно, из-за того, что растворы не были выдержаны достаточное количество времени до установления теплового баланса. Но и во второй раз возникли противоречия, так как гидростатическая точка хлорида магния равна 33%, но он также продолжал испаряться. Таким образом, стала очевидна необходимость аналогичных измерений в других внешних условиях.

### **Заключение, результаты или выводы**

Несмотря на то, что проведение эксперимента находится на начальной стадии, вывод о целесообразности использования солевых растворов для измерения влажности воздуха можно сделать уже сейчас. Разработка прибора для калибровки гигрометров на основе гидростатических точек солей уже происходит во ВНИИМе в настоящее время, а создание принципиально нового типа гигрометров – это дело недалёкого будущего, которое мы помогаем приблизить.

### **Список использованной литературы и источников**

1. Кожина Л.Ф., Захарова Т.В., Пожаров М.В. Соли и их свойства. Учебно-методическое пособие. Саратов. 2017 [Электронный ресурс] URL: [http://elibrary.sgu.ru/uch\\_lit/1808.pdf](http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/1808.pdf) (дата обращения: 15.12.2025)

## **Выращивание кристаллов с помощью методов искусственного интеллекта**

**Кузин Артём Максимович**

МАОУ «СОШ № 73»

Челябинск

Научный руководитель – Чубаева Светлана Викторовна

### **Аннотация**

При написании работы использовались такие нейросети как Chat GPT, чат YandexGPT, GigaChat. В ходе проекта будет проведен анализ технологий, способствующих улучшению результатов выращивания кристаллов. С помощью программы Google Lens мы будем определять дефекты выращенных кристаллов.

### **Ключевые слова**

Кристаллы, алгоритмы выращивания кристаллов, методы ИИ, программа Google Lens

### **Цель работы**

Изучение возможности применения методов искусственного интеллекта для оптимизации процессов выращивания кристаллов.

### **Введение**

Вследствие различных физических свойств, кристаллы нашли широкое применение во всевозможных областях физики и техники. Так, без кристаллов не могут работать многие сложные современные устройства для обработки, пере-

дачи и хранения информации. Они используются в компьютерах и мобильных телефонах, аудио- и видеотехнике.

### **Основные тезисы**

Теоретическая часть содержит краткую характеристику основных свойств кристаллов и способов их выращивания, а также алгоритмы выращивания кристаллов из соли с помощью Chat GPT, чат YandexGPT, GigaChat. Практическая часть содержит анализ выращенных кристаллов, а также преимущества и недостатки использования методов искусственного интеллекта в синтезе кристаллов. Эксперименты по выращиванию кристаллов из соли я проводил в три этапа. Сначала я использовал рекомендации ChatGPT, потом чата YandexGPT и в последнюю очередь GigaChat. Следуя данным рекомендациям, я сделал по три раствора соли на каждую. В раствор я добавил пищевой краситель и поставил в шкаф для выращивания. Через две недели я извлек выращенные кристаллы из растворов и сфотографировал их. Далее мы загрузили полученные фотографии кристаллов в программу Google Lens, которая с помощью технологий искусственного интеллекта определила, что мы вырастили, какие это кристаллы, их свойства и дефекты.

### **Заключение, результаты или выводы**

Исходя из проведенного исследования можно сделать выводы, которые говорят о пользе рекомендаций от различных чатов-ботов, использующих методы искусственного интеллекта. Они заключаются в следующем: информацию можно получить мгновенно, без необходимости искать её в книгах или интернете самостоятельно; бот может адаптировать советы под ваш уровень знаний и конкретные задачи; быстрый доступ к проверенным рекомендациям помогает избежать ошибок и ускорить процесс экспериментов и др. Все выращенные нами кристаллы согласно программе Google Lens имеют определенные дефекты: неоднородность роста, несовершенная форма, поликристаллический рост и другие. Недостатки рекомендаций от чат-ботов включают следующие аспекты: чат-боты используют обработку данных и алгоритмы, а не профессиональную экспертизу, что может привести к менее точным или неполным советам по сложным вопросам. Боты могут недооценивать важность деталей и особенностей вашей ситуации, что иногда приводит к общим рекомендациям, не учитывающим конкретные условия. Выращенные кристаллы можно использовать на уроках физики и химии в школе, а также применять в декоративных целях.

### **Список использованной литературы и источников**

1. Мякишев Г. Я., Синяков А.З. Физика: Молекулярная физика. Термодинамика. 10 кл.: Учеб. Для углубленного изучения физика.- 4-е изд., Стереотип. М.: Дрофа, 2002. – 352 с.
2. Физический практикум для классов и школ с углубленным изучением физики, под ред. Ю.И. Дика и О.Ф. Кабардина, М.: Просвещение 2008 г.

## **Купить нельзя сэкономить: как маркетинг ставит запятую в нашем кошельке**

**Любовенко Елизавета Сергеевна**

МОАУ СОШ № 10

Бузулук

Научный руководитель – Пирогов Сергей Иванович

### **Аннотация**

Проект посвящен формированию навыков рационального потребления в условиях современного маркетинга. В ходе работы проводится анализ распространенности уловок и информированности о них потребителей. Результатом исследования стало создание «Дневника рационального потребителя»

### **Ключевые слова**

Маркетинговые уловки, импульсивные покупки, психология ценообразования, дневник рационального потребителя, список покупок

### **Эпиграф**

Твои деньги – твоя симфония. Не слушай чужую музыку, дирижируй сам!

### **Цель работы**

Узнать об уловках продавцов и их квалификациях и разработать способ анализа своих расходов, доступный каждому.

### **Введение**

Ежедневно мы совершаем десятки покупок, многие из которых являются импульсивными и ненужными. Цель этой проектной работы – выявить основные маркетинговые уловки, толкающие нас к лишним тратам, и оценить масштабы их распространения. Итогом исследования стало создание «Дневника рационального потребителя», который поможет любому желающему систематизировать расходы и стать финансово грамотным покупателем

### **Основные тезисы**

90% импульсивных покупок – результат эмоций или маркетинговых уловок, а не реальной необходимости. Дневник рационального потребителя помогает анализировать и планировать покупки, отделяя истинные желания от навязанных. Экономия бюджета, сокращение лишних вещей и переход от эмоционального потребления к рациональному планированию.

### **Заключение, результаты или выводы**

Создание проекта о рациональных покупках и анализ потребительских уловок помогли систематизировать знания о том, как работает индустрия потребления. «Дневник рационального потребителя» стал эффективным инструментом самоанализа и самоконтроля. Я выяснила, что главное правило разумных покупок – осознанность и предварительное планирование.

### **Список использованной литературы и источников**

1. Ариели Д Предсказуемая иррациональность. Скрытые силы, определяющие наши решения. – М: Манн, Иванов и Фербер, 2022
2. Бастиа Ф Экономические софизмы или хитрые уловки, разоблаченные сторонником свободной торговли. – М: Социум, 2006
3. Канеман Д Думай медленно...решай быстро. – М: AST, 2014
4. Мартин Л Формируй привычки – закрепляй результат. – М: Манн, Иванов и Фербер, 2016
5. Талер Р Новая поведенческая экономика. Почему люди нарушают правила традиционной экономики и как на этом зарабатывать. – М: Эксмо, 2021

## **Графический метод определения корней полиномов на основе оптимизации функции нескольких переменных**

### **Мельничук Виолетта Викторовна**

ГБОУ ЦДО «Малая академия наук», ГБОУ «Гимназия № 1 имени А.С. Пушкина»  
Севастополь

Научные руководители: **Канов Лев Николаевич, Ляшко Елена Тимофеевна**

### **Аннотация**

Автором предложена методика численного определения корней многочленов на основе теории минимизации функции нескольких аргументов. Этот способ не требует вычисления производных, имеет несложный алгоритм и в отличие от других методов обладает наглядностью, достаточно высокой точностью и сходимостью. Автор привела алгоритм метода и продемонстрировала его применение для нахождения корней полинома четвертого порядка, а также электроэнергетических систем.

### **Ключевые слова**

Полиномы, оптимизация функций, линии уровня, контурные графики, анализ, оптимальное решение

### **Цель работы**

Целью работы является построение легко реализуемого алгоритма, численного нахождения корней многочленов порядка выше третьего.

### **Введение**

Актуальным примером математических моделей и применяемых во многих отраслях науки численных методов является задача нахождения корней полиномов. Этот вопрос возникает, например, при нахождении соотношений между коэффициентами автоматической системы, обеспечивающей её устойчивую работу. Проблема устойчивости является одной из центральных при проектировании систем автоматического управления, автопилотов транспортных средств, регуляторов технологических процессов. Данная задача может быть точно решена для уравнения не выше третьего порядка. Для уравнений четвертого порядка решение возможно только в отдельных случаях. Для уравнений

выше четвертой степени не найдено универсальных способов аналитического решения.

### Основные тезисы

Для решения сложных математических задач применяются численные методы, которые сводят решение задачи к выполнению простых действий над числами. Результаты также получаются в виде числовых значений. С появлением высокочастотных процессоров численные методы стали активно применяться на практике. Достоинство численных методов состоит в том, что очень редко прикладная математическая задача на основе теорем, графиков и искусственных приемов может быть явно решена. Численные методы позволяют свести задачу к вычислительному алгоритму, когда процесс решения задачи имеет вид последовательных, простых арифметических и логических операций. Полученный алгоритм далее записывается с помощью алгоритмического языка, который затем переводится в машинный язык (трансляция). С увеличением мощности и возможностей современных процессоров возрастает интерес к математическому моделированию и разработке, и применению численных методов. Существуют итерационные методы нахождения корней полиномов. Применяется метод контурных графиков для оценки корней полиномов и алгебраических уравнений. В настоящее время получены математические модели и соответствующие численные методы для решения задач физики, механики, экономики, медицины, лингвистики, таких как оценка качества системы управления рулём судна, определение параметров режимов электротехнических устройств.

### Заключение, результаты или выводы

Графический метод нагляден, не требует предварительного расчёта, сравнительно прост в реализации и пригоден для нахождения корней как по одному, так и попарно. Теоретически обоснована и практически подтверждена возможность и эффективность применения численного метода минимизации к решению проблемы нахождения корней многочленов. Практическая значимость полученных теоретических результатов состоит в возможности их непосредственного использования в практике решения инженерных проектных задач.

### Список использованной литературы и источников

1. Банти Б. Методы оптимизации. – изд-во «Радио и связь», 1988. – 128 с.
2. Гурский Д.А., Турбина Е.С. Вычисления в MathCad 12. СПб.: изд-во «Питер»2006. – 544 с.
3. Дорф Р., Бишоп З. Современные системы управления. – М.: изд-во «Лаборатория базовых знаний», 2002. – 832 с.
4. Фрейдзон И.Р. Судовые автоматизированные электроприводы и системы. Л.: изд-во «Судостроение», 1988. 472 с.
5. Цыпкин А.Г. Справочник по математике для средних учебных заведений. – М.: изд-во «Наука», 1984. – 480 с.

## **Разработка модели автономной экологичной тепличной установки с применением ветрогенератора**

**Муртазин Мурат Шаукатович**

СУНЦ IT-лицей КФУ

Казань

Научный руководитель – Муртазина Гульнара Равиловна

### **Аннотация**

В работе исследуются возможности применения ветрогенераторов для энергоснабжения теплиц. Автор анализирует типы ветрогенераторов и системы накопления энергии, разрабатывает макет автономной тепличной установки и проводит эколого-экономический анализ. Использование ветроэнергетики в аграрном секторе перспективно и позволит снизить зависимость от ископаемого топлива и экологический след производства.

### **Ключевые слова**

Тепличные хозяйства, ветрогенератор, ветроэнергетика, автономная установка, экологичность, энергоэффективность

### **Цель работы**

Анализ и разработка автономной тепличной установки с применением ветрогенератора, которая обеспечит минимальное воздействие на окружающую среду при высокой производительности и экономической эффективности.

### **Введение**

В ходе исследования установлено, что современное сельское хозяйство сталкивается с вызовами из-за ограниченных ресурсов и изменений климата, а традиционные методы ведения тепличного хозяйства характеризуются значительным потреблением энергии из ископаемых видов топлива, что ведёт к выбросам парниковых газов. Использование ветрогенераторов может минимизировать зависимость от ископаемых источников энергии и снизить углеродный след: например, при использовании ветрогенераторов затраты на электроэнергию могут снизиться до 30 % по сравнению с традиционными источниками.

### **Основные тезисы**

В рамках проекта проведён анализ тепличных технологий и их экологической составляющей, охарактеризованы типы ветроэнергетических установок и системы накопления энергии. Разработан и создан макет автономной экологичной тепличной установки. Выявлено, что автономные тепличные установки с ветрогенераторами могут обеспечить до 80 % потребностей в энергии за счёт ветряной энергии и снизить себестоимость продукции до 30 % [2]. Срок окупаемости таких систем составляет около 5–7 лет, а прогнозируемая производительность теплицы может достигать 120–140 кг/м<sup>2</sup> в год, что означает получение урожая на сумму около 1,5–2 млн рублей с одного гектара в год [4].

### **Заключение, результаты или выводы**

Для небольших автономных хозяйств подходят литий-ионные аккумуляторы и вертикально-осевые ветрогенераторы, а для крупных комплексов – комбинация технологий, включая водородные технологии, проточные аккумуляторы и горизонтально-осевые ветрогенераторы[5]. Применение современных технологий управления микроклиматом в теплицах позволяет оптимизировать энергопотребление и повысить эффективность использования возобновляемых источников энергии. Внедрение ветроэнергетических установок в тепличные хозяйства снижает зависимость от централизованных энергосистем и ископаемого топлива, способствует устойчивому развитию аграрного сектора и повышению экологической безопасности производства [1,3].

### **Список использованной литературы и источников**

1. Александров, В. Н. Энергосбережение в тепличных хозяйствах на основе возобновляемых источников / В. Н. Александров // Энергосбережение и энергоэффективность. – 2021. – № 4. – С. 67-80.
2. Белов, Д. И. Воздействие ветроэнергетических установок на окружающую среду и биоразнообразии / Д. И. Белов, О. А. Смирнова // Экологическая безопасность. – 2022. – № 2. – С. 112-125.
3. Васильев, Р. А. Оценка экологического следа различных систем отопления для теплиц / Р. А. Васильев, Е. М. Кузнецова // Аграрная наука. – 2020. – № 3. – С. 145-158.
4. Григорьев, С. П. Применение биомассы для производства энергии в тепличных комплексах / С. П. Григорьев // Биоэнергетика. – 2021. – № 1. – С. 90-105.
5. Сидоров, И.К., Интеграция систем накопления энергии в автономные ветроэнергетические комплексы / И.К.Сидоров // Возобновляемая энергетика. – 2021. – №2. – С78-92.

## **Почвенный покров ГПКЗ «Долгая поляна»**

**Нуртдинов Фархад Фазылович**

МБОУ «Гимназия № 93 имени А.С. Пушкина»

Казань

Научный руководитель – **Шлямина Ирина Борисовна**

### **Аннотация**

Традиционными формами территориальной охраны природы, имеющими приоритетное значение для сохранения биологического разнообразия, являются государственные природные заказники Татарстана. Заказник «Долгая поляна» с 7 июля 2000 г. до 3 ноября 2004 г. являлся историко-архитектурным и природным парком; 3 ноября 2004 г. преобразован в государственный природный заказник регионального значения комплексного профиля. Актуальность работы объясняется отсутствием данных о почвенном покрове заказника «Долгая поляна» в государственном реестре ООПТ в РТ. Характеристика почвенного покрова заказника «Долгая поляна» проводилась на основе анализа экспедиционного материала и собственных лабораторных исследований.

## Ключевые слова

Заказник, Долгая поляна, почвенный покров, серые лесные почвы, биоразнообразии, мониторинг, Предволжье

## Эпиграф

«Почва – это зеркало ландшафта»

В. В. Докучаев

## Цель работы

Изучить почвенный покров ГПКЗ «Долгая поляна».

## Введение

Отсутствием данных о почвенном покрове в Государственном реестре ООПТ в РТ. Это в свою очередь является экологическим риском невозможности ведения мониторинговых исследований без «точки отсчета». Заказник особо интересен в историческом плане. На его территории находится особняк имения Молоствовых, с именем которых связаны появление первого электрического света, тогда еще в Казанской губернии, применение новейших достижений агрокультур, сохранившийся до наших времен яблоневый сад из 400 деревьев.

## Основные тезисы

Территория заказника характеризуется уникальным сочетанием факторов почвообразования, типичных для возвышенностей Предволжья. Почвенный покров представлен преимущественно серыми лесными почвами с четко выраженной генетической структурой. Физические свойства почв объекта обеспечивают благоприятный гидротермический режим для реликтовой флоры. Морфологический анализ разрезов подтверждает высокую экологическую стабильность исследуемых участков. Сохранение почвенного плодородия является базовым условием для защиты краснокнижных видов растений заказника.

## Заключение, результаты или выводы

Почвенный покров заказника «Долгая поляна» представлен дерново-карбонатными рихковыми, дерново-карбонатными выщелоченными и смытыми, а также темно-серыми лесными почвами. Преобладание коричневого тона в гумусово-аккумулятивном горизонте дерново-карбонатных выщелоченных почв обусловлено развитием их на супесчаных карбонатных отложениях. Красно-коричневый тон иллювиального горизонта темно-серых лесных наследуется от пестроцветных глинистых пермских отложений, на которых они формируются. Литологические особенности почвообразующих пород обуславливают обогащенность гумусом и благоприятные водно-физические свойства почв. Неблагоприятными свойствами обладают смытые почвы.

## Список использованной литературы и источников

1. Глазовская М.А. Общее почвоведение и география почв. М.: Высшая школа, 1981.- 400 с. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экология почв. Учение об экологических функциях почв. – М.: Изд-во МГУ. – Наука, 2006. – 364 с.
2. Ермолаев О.П., Игонин М.Е., Бубнов А.Ю., Павлова С.В. Ландшафты республики Татарстан. – Казань: Слово. – 2007. – 411 с.
3. Руководство к лабораторно-практическим занятиям по физико-химическому анализу почв. Казань: Изд-во КГУ, 1987. – 102 с.

## Упрощенная модель «Морская гидравлика» на стенде

**Одинцов Кирилл Максимович**

ГБОУ Лицей № 211 имени Пьера де Кубертена

Санкт-Петербург

Научный руководитель – Чапаева Елена Геннадьевна

### Аннотация

Работа заключается в разработке и 3D-печати физической модели судового руля с гидравлическим приводом на учебном стенде. Осуществлена сборка модели, демонстрирующая принципы преобразования давления жидкости в механическое движение и управление положением руля.

### Ключевые слова

Модель, морская гидравлика, судовой руль, стенд, 3D

### Цель работы

Разработать и собрать упрощенную физическую модель судового руля с гидравлическим приводом на учебном стенде, демонстрирующую основные принципы преобразования давления жидкости в механическое движение и управление положением руля.

### Введение

Создание эффективного учебно-демонстрационного стенда для изучения принципов работы гидравлических систем рулевого управления может значительно помочь обучающимся в понимании сложных технических процессов. Было принято решение создать такую модель в образовательном учреждении с помощью 3D-проектирования и печати, с дополнением необходимых конструктивных деталей для полноценной работы.

### Основные тезисы

Изучены принципы действия и конструкции судовых гидравлических рулевых машин [1]. Выбран тип насоса – перистальтический, работающий на воде, решающий проблему износа, без контакта воды с механизмом, обладающий наглядным принципом действия, создающий достаточное давление. Созданы чертежи установки. Создана 3D-модель установки и ее компоненты в программе САПР Fusion 360 от Autodesk [2], элементы распечатаны на 3D-принтере Creality Ender 3 v3 SE [3]. Собрана и настроена модель. Насос работает на основе передавливания трубки подшипниками, которые уменьшают трение между сепаратором и трубкой, управление происходит с помощью двух кнопок на панели и Arduino nano. Гидравлический цилиндр является рычагом для пера руля. Цилиндр заполняется водой и толкает рычаг в ту сторону, где объем воды меньше. Используются две камеры для воды. Проведены испытания работоспособности модели. Также добавлена платформа, на которую установлена вся система. В качестве соединителя жидкости использовались прозрачные резиновые трубки и пластиковые элементы на поворотах и соединениях, обеспечена изоляция.

## **Заключение, результаты или выводы**

Изучены принципы работы гидравлической системы. Использован конструкторско-технологический метод для разработки 3D-модели и ее последующей сборки. Проведены испытания получившейся устройства. Создан действующий макет системы управления судового руля с гидравлическим приводом на основе водяных клапанов. Получившийся макет позволяет моделировать гидравлическое управление устройством судна, наглядно показывая этот процесс. В качестве перспектив развития упрощенной модели «Морская гидравлика» на стенде следует уточнить, что возможно внесение улучшений и доработок штурвала для более точного моделирования управлением.

## **Список использованной литературы и источников**

1. Ларченко, Н. М. Потенциал дисциплины «Гидравлика» в междисциплинарных связях при подготовке инженеров морской специальности / Н. М. Ларченко, С. Ф. Шелухина, Н. В. Шинкарева // Междисциплинарные аспекты современной науки: новые подходы и технологии: Сборник статей Международной научно-практической конференции, Пермь, 07 марта 2025 года. – Уфа: ООО «Омега сайнс», 2025. – С. 30-38. – EDN SBOOZV.
2. Долова А. А. Основы 3D моделирования с применением САПР Autodesk Fusion 360 / А. А. Долова, А. Ю. Константиныди, Д. О. Траоре // Политехнический молодежный журнал. – 2018. – № 10(27). – С. 6. – DOI 10.18698/2541-8009-2018-10-389. – EDN YMSDKP.
3. Сорокин А. Н. Организация проектной деятельности по изготовлению объемных моделей с помощью 3D принтера / А. Н. Сорокин // Балтийский гуманитарный журнал. – 2021. – Т. 10, № 3(36). – С. 151-154. – DOI 10.26140/bgz-2021-1003-0037. – EDN NMENTP.

## **Применение функций чувствительности для повышения качества напряжения на электростанции**

**Пальчиков Иван Алексеевич**

ГБОУ ЦДО «Малая академия наук», ГБОУ Гимназия № 7 имени В.И. Великого  
Севастополь

Научные руководители: **Канов Лев Николаевич, Ляшко Елена Тимофеевна**

### **Аннотация**

Одной из актуальных задач современной электроэнергетики является задача стабилизации напряжения электростанций при изменении сопротивления нагрузки потребителями, так как при уменьшении этого сопротивления возрастает ток нагрузки и генераторов, при этом внутри генераторов возникает потеря напряжения. Кроме того, актуально исследование процессов стабилизации в системе из нескольких параллельно работающих генераторов постоянного и переменного напряжения. Автор разработал формулы зависимости напряжения генератора от сопротивления нагрузки и способ получения функций чувствительности. Применение метода, реализованного в среде MathCad, показало перспективность предложенной методики для решения задачи повышения надежности электроснабжения и улучшения качества генерируемой электроэнергии.

## Ключевые слова

Генератор, электростанция, сопротивление нагрузки, стабилизации напряжения, функции чувствительности

## Цель работы

Повышение качества напряжения электроснабжения с помощью полностью автоматического метода стабилизации напряжения нагрузки при изменении сопротивления нагрузки на основе теории чувствительности.

## Введение

Была выбрана математическая модель электрического генератора, построены функции чувствительности напряжения нагрузки по сопротивлению нагрузки и по сопротивлению возбуждения, получена математическая зависимость изменения сопротивления возбуждения от изменения сопротивления нагрузки для того, чтобы отклонение напряжения было близко к нулю. Научная новизна проекта состоит во впервые построенных функциях чувствительности выходного напряжения генератора по сопротивлениям возбуждения и нагрузки, а также аналитического выражения для изменения сопротивления возбуждения в зависимости от изменения сопротивления нагрузки. Практическая ценность проекта состоит в предложенной блок-схеме предлагаемого метода стабилизации напряжения нагрузки.

## Основные тезисы

Электростанции содержат, как правило, несколько генераторов, соединенных параллельно и работающих на общую нагрузку. Это вызывается желанием получить больше мощности и соображениями надежности работы. Математическое описание режима работы электростанции основано на втором законе Кирхгофа – алгебраическая сумма напряжений вдоль обхода контура равна алгебраической сумме электродвижущих сил генераторов вдоль этого контура. Предложен метод оценки чувствительности решений уравнений к отклонениям их коэффициентов. Метод заключается в определении скорости изменения решений при отклонениях коэффициентов от расчетных значений. Значения этих скоростей позволяют оперативно находить возможные отклонения решений от расчетных значений и оценивать возможные последствия.

## Заключение, результаты или выводы

Предложен метод оценки чувствительности решений уравнений к отклонениям их коэффициентов. Метод заключается в определении скорости изменения решений при отклонениях коэффициентов от расчетных значений. Значения этих скоростей позволяют оперативно находить возможные отклонения решений от расчетных значений и оценивать возможные последствия. Математическое моделирование режимов работы электрического генератора показало перспективность применения функций чувствительности для повышения качества электроэнергии, вырабатываемой генератором. При изменении сопротивления нагрузки удается достичь практически полной стабилизации напряжения при неизменной скорости вращения генератора путем отклонения сопротивления возбуждения. При импульсных колебаниях сопротивления нагрузки напряжение отвечает лишь кратковременными незначительными

импульсами. Перспективным направлением дальнейших исследований является учет инерционности турбины, приводящей генератор во вращение.

### **Список использованной литературы и источников**

1. Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника. – М.: изд-во «Высшая школа», 2002. – 542 с.
2. Петров Ю.П., Петров И.А. Введение в теорию инженерных расчетов, учитывающую вариации параметров исследуемых объектов. – СПб.: БХВ – Петербург, 2014. – 272 с.
3. Теория автоматического управления. Часть 1 / Под ред. Нетушила А.В. – М.: изд-во «Высшая школа», 2008. – 424 с.
4. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. – М.: изд-во «Наука», 1990. – 624 с.

## **Оценка влияния противогололедных реагентов на растительность в отдельных районах г. Казани**

**Панова Варвара Сергеевна**

МАОУ «Лицей № 121»

Казань

Научный руководитель – Николаева Надежда Анатольевна

### **Аннотация**

В зимний период в городах и на транспортных магистралях активно применяются противогололедные реагенты. Их использование решает важную задачу – обеспечение безопасности дорожного движения. Однако химические вещества входящие в состав противогололедных реагентов, оказывают существенное влияние на состояние снежного покрова, а через него – на растительность и экосистемы в целом. После выпадения снега, всё обрастает льдом, становясь опасным и для водителя, и для пешехода. Но люди научились делать дороги условно комфортнее даже зимой: противогололедные реагенты мешают образованию льда или плотно спрессованного снежного слоя.

### **Цель работы**

Оценить негативное воздействие противогололедных реагентов на растительность с использованием метода биотестирования в отдельных районах г. Казани.

### **Введение**

В зимний период в городах и на транспортных магистралях активно применяются противогололедные реагенты. Их использование решает важную задачу – обеспечение безопасности дорожного движения. Однако химические вещества входящие в состав противогололедных реагентов, оказывают существенное влияние на состояние снежного покрова, а через него – на растительность и экосистемы в целом. После выпадения снега, всё обрастает льдом, становясь опасным и для водителя, и для пешехода. Но люди научились делать дороги условно комфортнее даже зимой: противогололедные реагенты мешают образованию льда или плотно спрессованного снежного слоя.

## Основные тезисы

Для борьбы с гололедом на улицах городов, дорогах, тротуарах и пешеходных дорожках существует доказанная необходимость обработки противогололедными смесями и реагентами. Основными требованиями к реагентам, помимо их эффективности плавить лед, являются: не вызывать вредного воздействия на дорожные покрытия, не угнетать зеленые насаждения. Проведенный анализ рН-метром проб снежного покрова показал, что исследуемый материал имеет щелочную среду, средний рН = 7,72 моль/м. Эти показания не соответствуют нормативным значением водородного показателя 7,5 моль/м, что подтверждает наличие химических веществ в его составе. Содержание противогололедных реагентов в образце № 1 имеет повышенное содержание солей и химических составов, которые оказывают острое токсическое действие на прорастание, развитие семян и корневой системы. Образец № 2. Талая вода от снега, собранная на пешеходной части, не сильно засолена и не оказывает острого влияния на прорастание горчицы, кресс салата и руколы. Это означает, что коэффициент объёма реагентов не создает в снежном покрове опасных для растительности концентраций. Образец № 3. Талая вода данного образца имеет нейтральную среду рН – 6,86 моль/м, что благоприятно для многих видов семян. Выдвинутая перед началом исследования гипотеза полностью подтверждена, высокая концентрация противогололедных реагентов оказывает негативное воздействие на рост и развитие растений, снежного покрова и окружающую среду в целом. Токсичные соединения и соли, содержащиеся в противогололедных реагентах, препятствуют поступлению воды в почву, а следовательно, негативно влияют на естественные процессы развития растительности.

## Заключение, результаты или выводы

В ходе поставленного эксперимента было выявлено, что ключевым фактором токсичности является высокая концентрация химических активных веществ в составе противогололедных реагентов, что ведет к повышению уровня водородного показателя рН среды, а это крайне негативно действует на растительность. Поэтому необходимо строго соблюдать нормативы применения противогололедных реагентов и использовать современные и менее токсичные составы, внедрять комбинированные методы борьбы с гололедом, а также находить альтернативные и более экологичные способы. Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку биоразлагаемых противогололедных составов и оценку долгосрочного воздействия противогололедных реагентов на экосистемы.

## Список использованной литературы и источников

1. [www.gost.gtsever.ru](http://www.gost.gtsever.ru) ГОСТ Р 58427–2020 «Реагенты противогололедные. Общие технические условия».
2. [www.Pkmeapolis.ru](http://www.Pkmeapolis.ru) статья «Противогололедные реагенты: виды, применение и выбор лучших» от 17.11.2022 г.
3. [www.Ria.ru](http://www.Ria.ru) статья «Противогололедные реагенты: состав, преимущества и недостатки» от 02.03.2020 г.
4. [www.Ecodar.ru](http://www.Ecodar.ru) «PPM воды: что такое, нормы и практическое применение» взгляд инженера».
5. [www.krfu.ru](http://www.krfu.ru) «Методы биотестирования, применяемые для оценки токсичности объектов окружающей среды» от 08.03.2018 г.

- б. Хомутова И. В. Экологическая безопасность. Школьный экологический мониторинг. Практикум. Среднее общее образование. 10 – 11 классы: учеб. пособие для общеобразовательной. организаций/ И. В. Хомутова. – М.: Просвещение, 2019. – 192 с

## **И на Марсе будут ягоды расти...**

**Парфенов Владимир Романович**

СПб ГБПОУ «АИТУ»

Санкт-Петербург

Научный руководитель – **Иванова Ольга Леонидовна**

### **Аннотация**

Актуальность: потенциальная колонизация Марса является поистине амбициозной задачей современного человечества. В перспективе она способна устранить дефицит земных ресурсов за счет ресурсов Марса, а кроме того, решить проблему перенаселения нашей планеты. Проблема: обеспечение поселенцев кислородом, необходимым как для дыхания, так и для функционирования поддерживающих, добывающих и перерабатывающих производств.

### **Ключевые слова**

Колонизация Марса, реголит, перхлораты, подповерхностный лед, ядерные реакторы

### **Эпиграф**

Однажды мы перестанем привозить воздух с Земли...

### **Цель работы**

Разработать концепцию и проект обеспечения марсианских поселений кислородом для масштабной колонизации планеты.

### **Введение**

Современные ученые в основном предлагают добывать кислород из марсианского воздуха, где много углекислого газа. Но этот способ требует огромного количества электроэнергии и сложных установок [2].

### **Основные тезисы**

В ходе выполнения проекта нами был проведен комплексный анализ основных методов добычи кислорода на Марсе: из атмосферного углекислого газа, из оксидов железа в составе реголита и из подповерхностного водяного льда, большие запасы которого находятся в грунте Марса. Если его растопить и использовать процесс электролиза, то вода распадется на кислород и водород. Кислород пойдет для дыхания людям, а водород можно использовать как топливо для техники. Систематизация данных о технологиях, энергозатратах, производительности, необходимом оборудовании, эксплуатационных ограничениях и перспективах масштабирования [1] позволила выявить возможности использования дополнительного ресурса, а именно – перхлоратов, присут-

ствующих в марсианской воде и грунте, которые при нагревании разлагаются с выделением кислорода, что повышает общую эффективность переработки воды и превращает недостаток (загрязнение) в преимущество [3]. С целью проверки теоретических выводов на практике нами был осуществлен лабораторный эксперимент термического разложения перхлората калия на хлорид калия и выделение чистого кислорода. Для полноты концепции колонизации Марса предложена схема энергообеспечения поселений и промышленных производств, а также схема обеспечения поселений жильем и производством продовольствия.

### **Заключение, результаты или выводы**

В рамках работы проведен анализ потенциальных источников кислорода на Марсе с оценкой их мощности и сопоставлением с потребностью в кислороде потенциальных колоний. Кроме этого, проведен анализ существующих технических средств для решения поставленной задачи, а также разработаны концепция и проект обеспечения марсианских поселений кислородом с обоснованием выбранных решений. Для реализации цели рассмотрены способы энергообеспечения проекта. Таким образом, результаты исследования расширяют представление о будущих марсианских городах, которые вырастут не в теплых экваториальных долинах, а в северных широтах, где доступ к воде позволяет окончательно разорвать кислородную зависимость от Земли. Колонии будут там, где есть лед.

### **Список использованной литературы и источников**

1. Афанасьев И.А. Неслыханная дерзость: кислород из марсианского воздуха // ProKosmos.ru. – 2025. (дата обращения: 21.01.2026). – Текст: электронный.
2. Чем дышать на Марсе // Kommtrisant.ru. – 2022. (дата обращения: 22.01.2026). – Текст: электронный.
3. Колонизация Марса: проблема с кислородом решена // KosmoArc.ru. – 2020. – (дата обращения: 22.01.2026). – Текст: электронный.

## **Физика процесса колебания гитарной струны**

**Паршин Михаил Евгеньевич**

МАОУ Лицей № 2

Ангарск

Научный руководитель – Гончарова Наталья Владимировна

### **Аннотация**

Данная работа посвящена исследованию звуковых волн в нашем мире. В теории рассказывается про историю изучения звуковых волн, какими свойствами и характеристиками они обладают, каким образом распространятся и особенности распространения волн в различных средах, их применение в промышленности, в медицине, в ультразвуковой сварке, производстве и роль в нашей жизни. В практической части находится эксперимент с колебаниями звуковых волн, образованных от дергания струн на музыкальном инструменте, и натяжением на разных рабочих отрезках длины. С помощью этого мы сможем

доказать, что увеличение длины мензуры на гитаре приведет к понижению высоты звука, производимого при создании звуковых колебаний: увеличенная длина струн будет способствовать уменьшению частоты колебаний и увеличению натяжения струны.

### **Ключевые слова**

Физика, гитара, мензура, волны, звук, математика, колебания

### **Цель работы**

Исследование звуковых волн с помощью длины мензуры струнного музыкального инструмента, с целью доказать устойчивое взаимодействие звуков в пространстве.

### **Введение**

Звук – это физическое явление, которое представляет собой распространение звуковых волн в разных средах. У людей звук служит основным способом получения и передачи информации во время коммуникации, выражения чувств. Звук нашёл своё применения в разных сферах деятельности: ультразвуковая сварка в производстве, процедуры и операции (дробление камней в почках), акустический камуфляж, охлаждение и многое другое. Таким образом, звук был, есть и будет актуален всегда.

### **Основные тезисы**

Установление зависимости частоты колебаний, высоты звука и силы натяжения от мензуры и толщины струн на гитаре.

### **Заключение, результаты или выводы**

У струн разной толщины, но с одинаковым колебанием, были разные показатели натяжения на участках грифа. На получившихся в ходе эксперимента графиках очень хорошо заметно, что натяжение уменьшается с уменьшением мензуры и увеличением колебания и высоты звука струны. В домашних условиях были вычислены физические величины, полученных при воздействии на натянутые струны, влияющие на высоту звучания и натяжения. А также найдена зависимость между мензурой и натяжением, колебанием.

### **Список использованной литературы и источников**

1. Пейн Г. Физика колебаний и волн: учебное пособие. М.: Мир, 1979. – 400 с.
2. Лукашеня В.Г. Звук и техника: учебное пособие. М.: 2016. – 60 с.
3. Семашко Н.А., Фролов Д.Н., Муравьев В.И. и др. Акустические методы в экспериментальном материаловедении: учебное пособие. Комсомольск-на-Амуре: Комсомольского-на-Амуре гос. техн. ун-т, 2001. – 168 с.

## **Исследование зависимости средней твердости полиуретановых колес для роликовых коньков от содержащихся в них примесей**

**Первощикова Ярослава Александровна**

ГБОУ СОШ № 493

Санкт-Петербург

Научный руководитель – Живицкая Лина Романовна

### **Аннотация**

В данной работе совершена попытка узнать, являются ли полиуретановые колеса одного бренда и с одинаковыми параметрами действительно одинаковыми или нет, с помощью изучения средней твердости колес и соотнесения ее с их элементарным составом.

### **Ключевые слова**

Полиуретановые колеса, рентгеновский микроанализ, средняя твердость

### **Цель работы**

Исследование зависимости средней твердости полиуретановых колес от количества примесей в них.

### **Введение**

Полиуретановые колеса для роликов – это стандартные, самые распространенные колеса из эластичного и прочного синтетического материала, обеспечивающие отличное сцепление, амортизацию и износостойкость, идеально подходящие для катания по разным поверхностям, от гладкого асфальта до неровностей. Однако, производители полиуретановых колес часто предлагают абсолютно одинаковые по всем параметрам колеса, но разного цвета. Благодаря чему при покупке можно выбрать цвет, который нравится больше и адаптировать колеса не только под стиль катания, но и под личность и желания человека. К сожалению, на основе изучения статистики выбора колес спортсменами роллер-спорта России, была выявлена актуальная проблема: более 90 % спортсменов отдадут предпочтение цвету колес не потому, что им нравится черный или белый, а потому что они показывают себя при катании по-разному и даже могут повлиять на спортивный результат. Производители же утверждают, что колеса не отличаются между собой ничем, кроме цвета.

### **Основные тезисы**

Взяв за основу статистические данные и проанализировав существующую информацию, была выдвинута гипотеза о том, что полиуретановые колеса Tianboo разных цветов имеют различную среднюю твердость из-за различного состава, несмотря на убеждения производителя. Данные колеса были выбраны т.к. имеют большую популярность у спортсменов в дисциплине «слайды». Исследование проводилось на базе ГБОУ СОШ № 493 и междисциплинарного ресурсного центра коллективного использования РГПУ им. Герцена, расположенного в НИИ Института физики. Так как спортсмены все-таки отдадут предпочтение цвету колес, исходя из их эксплуатации и твердости, было принято решение о

проведение эксперимента с целью измерения средней твердости колес. Для эксперимента были выбраны колеса бренда Tianboо четырех цветов с заявленной у всех твердостью 92A. Твердость измерялась дюрометром по шкале Шор А [1] для каждого колеса не менее 15 раз и находилось ее среднее значение. Стоит отметить, что заявленная производителем твердость колес 92A, но ни один из образцов не продемонстрировал сходства с заявленными характеристиками. Самым твердым оказалось черное колесо, а самым мягким красное. С целью ответа на вопрос, что влияет на среднюю твердость изучаемых колес, было проведено исследование их элементного состава. Для изучения небольшие части исследуемых колес были помещены на металлическую пластину и покрыты слоем золота толщиной 4,8 нм с помощью установки магнетронного напыления с азотной ловушкой для улучшения электропроводимости. Далее образцы помещались в вакуумную камеру электронного микроскопа ZEISS EVO-40 и выбиралась точки исследования.

На основе первичных экспериментальных данных можно сделать вывод о том, что все 4 колеса: имеют в основе состава такие элементы как углерод, кислород, хлор и кремний, но имеют различия в содержащихся примесях и в их количестве, несмотря на заявленные производителем одинаковые характеристики. В ходе анализа полученных первичных экспериментальных данных, было обнаружено, что твердость колес связана как с наличием примесей в колесе, так и с их количественными показателями, и можно сделать вывод, что средняя твердость полиуретанового колеса зависит как от количества примесей в нем, так и от количества кальция в его примеси. При этом, чем больше примесей, тем выше средняя твердость полиуретанового колеса. Стоит отметить, что видна зависимость между средней твердостью колеса и количеством кальция в его примеси. Для определения характера зависимости был построен график. С целью проверки характера зависимости была проведена аппроксимация функции одной переменной методами квадратичной и линейной регрессии.

## **Заключение, результаты или выводы**

Подводя итог, в рамках работы был проведен качественный и количественный анализ состава полиуретановых колес методом рентгеновского микроанализа и определен элементный состав исследуемых образцов. На основе анализа были сделаны выводы о том, что полиуретановые колеса Tianboо разных цветов отличаются по своей средней твердости и по своему элементному составу, несмотря на информацию от производителя. Также были сделаны выводы о том, что средняя твердость полиуретановых колес зависит от наличия примесей и от количественного содержания кальция. При этом, зависимость средней твердости колес от количества кальция в примеси квадратичная.

## **Список использованной литературы и источников**

1. Твёрдость по Шору – метод измерения твердости материалов: [сайт]. – URL: <https://www.beltmarket.ru/helpful-info/statya/remni/opredelenie-tverdosti-pokrytiy/> (Дата обращения 08.01.2026) Режим доступа: свободный доступ;
2. Лосев А.С., Пронин В.П., Рыжов И.В., Хинич И.И. Основы практической работы на сканирующем электронном микроскопе. Учебное пособие. – СПб.: Изд-во ООО «Фора-принт», 2017

## **Особенности угла наклона солнечных панелей в энергоэффективных системах**

**Переплёткина Елизавета Олеговна**

ГАУ ДО ТО ДТиС «Пионер» Детский технопарк «Кванториум»

Тюмень

Научный руководитель – Рогозина Екатерина Викторовна

### **Аннотация**

В условиях развития возобновляемой энергетики критически важным становится повышение эффективности солнечных установок. Исследование посвящено экспериментальному определению оптимального угла наклона солнечных панелей для условий г. Тюмени. Проведён сравнительный анализ выработки электроэнергии при углах наклона от 33° до 60°. Установлено, что использование угла, равного географической широте (57°), приводит к потерям эффективности на 16-19% по сравнению с оптимальными сезонными углами.

### **Ключевые слова**

Солнечные панели, угол наклона, энергоэффективность, географическая широта, солнечная инсоляция, фотоэлектрические модули, сезонная корректировка

### **Цель работы**

Экспериментально определить зависимость выработки электроэнергии от угла наклона солнечных панелей и разработать практические рекомендации по их установке для условий г. Тюмени.

### **Введение**

Солнечная энергетика – это ключ к устойчивому будущему, но её потенциал раскрывается только при грамотном подходе к установке панелей. Простое правило «угол равен широте» устарело: природа требует более тонкой настройки. Сезонная корректировка угла наклона – это не усложнение, а разумный способ извлечь максимум из каждого солнечного луча без дополнительных затрат.

### **Основные тезисы**

Современное развитие энергетики направлено на внедрение альтернативных, экологически чистых источников, среди которых солнечная энергия занимает ведущее место. Эффективность солнечных панелей сильно зависит от угла наклона: при неправильной установке потери выработки могут достигать 10–30%. Широко распространённое правило установки панелей под углом, равным географической широте местности, не учитывает сезонные изменения высоты Солнца над горизонтом. Это приводит к значительным потерям потенциально вырабатываемой электроэнергии, что обуславливает необходимость экспериментальной проверки и уточнения данного подхода для конкретных климатических условий.

## **Заключение, результаты или выводы**

Экспериментально установлено, что угол  $57^\circ$  (географическая широта Тюмени) показывает одну из самых низких продуктивностей. Оптимальные углы варьируются по месяцам: июнь-сентябрь –  $45^\circ$ , октябрь –  $42^\circ$ , ноябрь –  $51^\circ$ , декабрь –  $57^\circ$ , январь –  $60^\circ$ . Разработанный метод с использованием 3D-печати стоек доказал свою эффективность как доступный инструмент для исследований. Полученные результаты имеют прямую практическую ценность для оптимизации солнечных энергосистем.

## **Список использованной литературы и источников**

1. Панкратьева С.Г., Резак Е.В., Червякова М.В. Развитие альтернативной энергетики в мире и в России // Энергетика и рациональное природопользование. 2021.
2. Жабаяева В.А., Белякова А.П., Бесекина И.П., Русяев А.С. Сравнение методов расчёта угла наклона солнечной панели. 2019.
3. Алхасов А.Б. Возобновляемые источники энергии: учебное пособие. М.: Издательский дом МЭИ, 2016. С. 146-166.
4. Гаевский А.Ю., Демин Д.А. Влияние угла наклона и плотности расположения фотомодулей на эффективность ФЭС // Альтернативная энергетика и экология. 2018. С. 12-24.
5. Ориентация солнечных панелей [Электронный ресурс] // Уральская энергетическая компания «Варма». 2013.

## **Влияние радиации на окружающую среду**

### **Пономарева Арина Сергеевна**

МАОУ «Лицей № 10»

Советск

Научный руководитель – Фалендуш Александр Владиславович

### **Аннотация**

В работе проведено исследование радиационного фона в помещениях школы с использованием бытового дозиметра. Были выполнены измерения в различных кабинетах, коридорах и подвальных помещениях, после чего проведён анализ полученных значений. Результаты показали, что уровень радиационного фона в исследуемых помещениях находится в пределах естественных значений и соответствует нормам радиационной безопасности.

### **Ключевые слова**

Радиация, ионизирующее излучение, радиационный фон, радиационная безопасность

### **Цель работы**

Исследовать уровень радиационного фона в помещениях школы и определить наличие радиоактивного излучения у различных природных и бытовых объектов

## Введение

Ионизирующее излучение является естественным фактором окружающей среды и постоянно присутствует в жизни человека. В работе исследуется уровень радиационного фона в помещениях школы и проводится измерение радиоактивности различных природных и бытовых объектов с использованием дозиметра. Полученные результаты позволяют оценить радиационную обстановку в школьной среде и выявить возможные источники естественной радиоактивности.

## Основные тезисы

Радиационный фон является естественной частью окружающей среды и формируется за счёт космического излучения и природных радиоактивных элементов. Были проведены измерения радиационного фона в различных помещениях школы, включая учебные кабинеты, коридоры и подвальные помещения. Повышенные значения радиации наблюдались у некоторых природных материалов, что связано с содержанием естественных радиоактивных элементов. Полученные результаты подтверждают, что радиационный фон в исследуемой среде безопасен для человека.

## Заключение, результаты или выводы

В ходе исследования был измерен радиационный фон в различных помещениях школы и проведён анализ радиоактивности отдельных природных и бытовых объектов. Полученные данные показали, что радиационный фон в исследуемых помещениях находится в пределах естественных значений и соответствует нормам радиационной безопасности. Исследование отдельных объектов показало, что некоторые природные материалы могут демонстрировать более высокие значения радиационного фона. Это связано с наличием естественных радиоактивных элементов в их составе. Наибольшее значение было зафиксировано у хлорида калия – 0,33 мкЗв/ч, что объясняется присутствием природного радиоактивного изотопа калий-40.

## Список использованной литературы и источников

1. Савельев И.В. Курс общей физики. Том 3. Атомная физика и ядерная физика. – Москва: Наука.
2. Кикоин И.К. Физика. 10 класс. – Москва: Просвещение.
3. СанПиН 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009).
4. Малахов Н.В. Основы радиационной безопасности. – Москва: Энергоатомиздат.
5. Инструкция по эксплуатации дозиметра SOEKS 112.

## **Анализ основных гидрохимических и гидрофизических характеристик океанических вод южного и атлантического океанов**

**Поспехова Анастасия Михайловна**

ГБОУ СОШ № 493

Санкт-Петербург

Научный руководитель – **Живицкая Лина Романовна**

### **Аннотация**

В рамках данной работы сформулирована гипотеза о том, что нецелесообразно выделять Южный океан в связи с незначительными отличиями в гидрохимических и гидрофизических показателях океанических вод и совершена попытка подтвердить целесообразность выделения Южного океана как отдельный географический объект на основе анализа проб, отобранных на различных глубинах.

### **Ключевые слова**

Южный океан, Атлантический океан, дискуссия, гидрохимия, гидрофизика

### **Цель работы**

Обоснование целесообразности выделения Южного океана на основе анализа гидрохимических и гидрофизических характеристик океанических вод.

### **Введение**

Споры о признании Южного океана самостоятельным водоемом ведутся уже не одно десятилетие. Хотя Международная гидрографическая организация (МГО) официально утвердила его статус в 2000 году, многие ученые, географы и картографы до сих пор не пришли к единому мнению. Главная причина дискуссии – отсутствие четких географических границ [1]. Это связано как с научными сомнениями, так и с политико-экономическими аспектами: Антарктика – зона международных интересов, и ее статус влияет на рыболовство, судоходство и экологические нормы, поэтому дискуссия о Южном океане – это не только вопрос географии, но и актуальная проблема научного, экологического и даже политического характера.

### **Основные тезисы**

С целью проверки выдвинутой гипотезы был произведен отбор проб глубинных (1500 м) и поверхностных вод по координатам -33.394, 18.099 (Атлантический океан) и -64.416, 11.699 (Южный океан) ресурсами научно-исследовательского судна "Академик Федоров". Пробы были доставлены в г. Санкт-Петербург с соблюдением всех требований и норм хранения. **Подготовка образцов.** Отобранные пробы были разделены на образцы в соответствии с особенностями эксперимента. Отдельная часть проб была подвергнута выпариванию с целью изучения сухого остатка. Для этого было взято 500 мл жидкой пробы, которая в дальнейшем подвергалась контролируемому нагреванию в лабораторных условиях. Для проведения процедуры рентгеновского микроанализа сухой остаток при помощи ручного таблеточного пресса был превращен в сильно спрессованные

таблетки диаметром 6 мм, которые в дальнейшем напылялись в специализированной установке с азотной ловушкой слоем золота в течение 45 с при токе 15 мА (получаемая толщина около 4,8 нм). Напыление необходимо для улучшения электропроводности образца, которая в случае работы на электронном микроскопе является первостепенной. **Эксперимент.** С целью изучения основных гидрофизических показателей был использован прибор Water Quality Tester BLE – С600, а также система датчиков и программное обеспечение. В таблице 1 представлены результаты расчетов с учетом погрешности для всех образцов. Важно, что большинство показателей глубинных и поверхностных образцов совпадали, поэтому в таблице указан один общий результат. С целью изучения основных гидрохимических показателей был также использован прибор Water Quality Tester BLE – С600, а также электронный микроскоп ZEISS EVO-40, оснащенный спектрометрической приставкой INCA расположенный в Институте физики РГПУ им. А.И. Герцена. В таблице 2 представлены результаты расчетов с учетом погрешности. На основе анализа данных, приведенных выше, можно заметить, что большинство гидрохимических и гидрофизических показателей совпадают при условии учета погрешности. При этом, элементный состав также полностью совпадает качественно, но имеет незначительные различия в количестве в пределах 1%. Данное явление можно объяснить незначительными отклонениями, связанными с выбором точек исследования в электронном микроскопе.

### **Заключение, результаты или выводы**

Подводя итог, в рамках работы был проведен качественный и количественный анализ гидрохимических и гидрофизических показателей проб океанической воды, отобранных на территории Южного и Атлантического океанов. Также был проведен рентгеновский микроанализ и определен качественный и количественный элементный состав полученных образцов. На основе анализа были сделаны выводы о том, что значительных различий в показателях обнаружено не было, и, следовательно, можно первично судить о нецелесообразности выделения Южного океана.

### **Список использованной литературы и источников**

1. «Не признан официально, но, несомненно, существует»: эксперты РГО – о Южном океане: [сайт]. – URL: <https://rgo.ru/activity/redaction/articles/ne-priznan-ofitsialno-no-nesomnenno-sushchestvuet-eksperty-rgo-vyskazalis-na-temu-yuzhnogo-okeana/> (Дата обращения 09.06.2025) Режим доступа: свободный доступ
2. Лосев А.С., Пронин В.П., Рыжов И.В., Хинич И.И. Основы практической работы на сканирующем электронном микроскопе. Учебное пособие. – СПб.: Изд-во ООО «Фора-принт», 2017

## Изучение полетных качеств БПЛА

Рокка Милана Сергеевна

МАОУ «Лицей № 10»

Советск

Научный руководитель – Кошевец Дмитрий Владимирович

### Аннотация

В работе рассматривается влияние аэродинамической компоновки на полетные качества беспилотных летательных аппаратов. Проведен сравнительный анализ летно-технических характеристик БПЛА самолетного типа, мультироторных систем и гибридных схем (конвертопланов). Определены ключевые параметры, определяющие эффективность полета: удельная нагрузка на крыло, тяговооруженность и аэродинамическое качество. Сделан вывод о необходимости выбора схемы в зависимости от целевого назначения аппарата.

### Ключевые слова

БПЛА, аэродинамическая схема, летные характеристики, устойчивость, управляемость

### Эпиграф

Птица летает, подчиняясь законам сопротивления воздуха и движения крыльев; форма крыла определяет путь, а путь – возможность полёта.

Леонардо да Винчи

### Цель работы

Изучить основные полётные качества БПЛА и факторы, влияющие на них.

### Введение

Беспилотные летательные аппараты широко используются в наше время: в съёмке, спасательных операциях, сельском хозяйстве и военной сфере. Для эффективного и безопасного применения БПЛА важно понимать, какими полётными качествами они обладают и от чего эти качества зависят.

### Основные тезисы

**Влияние аэродинамической схемы:** Аппараты самолетного типа (fixed-wing) обладают наибольшим аэродинамическим качеством и дальностью полета, что делает их оптимальными для задач мониторинга больших площадей. Мультироторные системы, напротив, имеют низкую эффективность на крейсерских режимах, но обеспечивают вертикальное висение и высокую маневренность, что критически важно для осмотра объектов в городской среде. **Переходные режимы и устойчивость:** Гибридные схемы (конвертопланы) позволяют совмещать вертикальный взлет с горизонтальным полетом, однако их главной проблемой остается устойчивость на переходных режимах. Нарушение баланса тяги при смене положения винтов может приводить к потере управляемости, что требует применения сложных алгоритмов стабилизации. **Интеграция полезной нагрузки:** Летные качества напрямую зависят от массы и габаритов целевой нагрузки. Исследования показывают нелинейную зависимость продолжительности

полета от массы полезной нагрузки: увеличение массы на 10% может снижать время полета мультикоптера до 25% из-за квадратичного роста потребляемой мощности. Методы экспериментальной оценки: Для объективной оценки полетных качеств необходимо проведение летных испытаний с фиксацией параметров работы силовой установки и угловых скоростей. Наиболее информативными являются режимы «разгон-торможение» и «дача рулей», позволяющие идентифицировать реальные аэродинамические коэффициенты аппарата.

### **Заключение, результаты или выводы**

Выбор типа аппарата должен определяться приоритетом конкретных полётных качеств: максимальной продолжительностью (самолёт), манёвренностью (мультикоптер) или универсальностью (конвертоплан). Перспективным направлением является применение адаптивных конструкций, меняющих геометрию в полёте для оптимизации характеристик, – шаг к той естественной гармонии полёта, о которой говорил Леонардо да Винчи.

### **Список использованной литературы и источников**

1. Тимофеев Д.А., Былинская Л.Н. Карта оценки эрозионной опасности рельефа СССР // Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных условиях (тез. докл. IV Всесоюзн. науч. конф.). М.: Изд-во МГУ, 1987, С. 24-25.
2. Лебедев А.А., Чернобровкин Л.С. Динамика полета беспилотных летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1973. 616 с.
3. Ахрамеев В.И., Данилевич Е.В., Цветков Е.С. Определение параметров математической модели аэродинамических сил и моментов по результатам летных испытаний БПЛА // Авиакосмическое приборостроение, 2019, №6, С. 27-37.
4. Зиненков Ю.В., Луковников А.В., Агавердыев С.В. Определение оптимальных параметров и схемы двигателя для ударного беспилотного летательного аппарата // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение, 2022, Т. 21, № 3, С. 23-35.
5. Зубов В. П. Леонардо да Винчи. – М.: Изд-во АН СССР, 1962
6. Былинская Л. Н., Тимофеев Д. А. Леонардо да Винчи и развитие аэродинамики // Авиакосмическая техника и технологии. 2019. № 6.

## **Моделирование рентгеновского дифрактометра для виртуальных экспериментов**

**Сазонова Арина Дмитриевна**

СПбГУ

Санкт-Петербург

Научный руководитель – Петрова Анита Олеговна

### **Аннотация**

Разработана виртуальная модель рентгеновского дифрактометра в программном пакете McXtrace. Модель воспроизводит геометрию и методику реальных лабораторных экспериментов, позволяя проводить исследования в обычном компьютерном классе без дорогостоящего оборудования и рисков радиационного облучения.

## Ключевые слова

Рентгеновский дифрактометр, моделирование, McXtrace, метод Монте-Карло, рентгеновское излучение

## Цель работы

Создание полнофункциональной виртуальной модели рентгеновского дифрактометра с использованием программного пакета для моделирования трассировки лучей McXtrace, с помощью которой можно исследовать спектр рентгеновской трубки.

## Введение

Рентгеноструктурный анализ является одним из ключевых методов исследования структуры вещества в физике, химии, материаловедении и биологии. Однако проведение реальных экспериментов на рентгеновском дифрактометре сопряжено с рядом трудностей: высокая стоимость и громоздкость оборудования, необходимость соблюдения строгих мер безопасности, длительность процесса подготовки измерений и сбора данных. Эти факторы ограничивают использование реальных дифрактометров в учебном процессе, делая их малодоступными для школьников и студентов.

## Основные тезисы

Сборка модели инструмента производилась «с нуля», так как готовой конфигурации рентгеновского дифрактометра, использующего рентгеновскую трубку в качестве источника, для решения учебных задач в среде McXtrace не существует. Процесс моделирования заключался в сборке модели из встроенных компонентов и их конфигурации под задачи исследования: были заданы параметры источника рентгеновского излучения (с анодами из меди и вольфрама), кристалла-анализатора, диафрагмы, детектора. Виртуальные эксперименты полностью повторяли методику, описанную для реальных установок, и геометрию установки.

Экспериментальная установка для исследования рентгеновского излучения состоит из следующих основных компонентов: Рентгеновская трубка (с медным или вольфрамовым анодом): источник рентгеновского излучения. Диафрагма: коллимирует рентгеновский пучок, делая его узким и параллельным. Кристалл-анализатор: монокристалл. Кристалл можно точно поворачивать, изменяя угол  $\theta$ . Детектор: счетчик Гейгера-Мюллера, который регистрирует интенсивность отраженного излучения и перемещается синхронно с кристаллом на угол  $2\theta$ . Дифрактометр реализован в стандартной геометрии  $\theta$ - $2\theta$ . Рентгеновская трубка излучает поток фотонов разной длины волны, который проходит через диафрагму и падает на монокристалл. Отражающая плоскость кристалла находится под углом  $\theta$  по отношению к падающему пучку. При выполнении условия Брэгга-Вульфа  $2d \sin\theta = n\lambda$  (где  $d$  – межплоскостное расстояние в кристалле,  $\lambda$  – длина волны падающего излучения, выделяемая кристаллом) от кристалла под углом  $2\theta$  относительно падающего пучка отражается пучок, который регистрируется детектором. Поворачивая кристалл, получаем спектр, где можно выделить торозное и характеристическое излучение рентгеновской трубки.

### **Заключение, результаты или выводы**

Был получен спектр рентгеновской трубки в диапазоне углов падения от  $4^\circ$  до  $80^\circ$  для анодов из меди и из вольфрама, в частности, характеристические линии  $K\alpha$  и  $K\beta$  для меди и L-линии для вольфрама. Далее были проведены серии моделирования в сканирующем режиме для определения зависимости интенсивности характеристических линий от анодного напряжения (при постоянном токе) и анодного тока (при постоянном напряжении). Основным результатом работы является созданная модель рентгеновского дифрактометра, которая позволяет:

1. Проводить виртуальные эксперименты, полностью аналогичные лабораторным работам на примере установок PHYWE.

2. Изучать влияние различных факторов (тип анода, ускоряющее напряжение, катодный ток) на интенсивность тормозного и характеристического спектров.

3. Осваивать принципы работы и методику проведения измерений на дифрактометре без доступа к физической установке.

Преимущества разработанной виртуальной лаборатории состоят в сокращении времени на проведение «лабораторной» работы, отсутствии необходимости в дорогостоящем и громоздком оборудовании и радиационной безопасности для пользователя. Это открывает возможность демонстрации и изучения устройства и спектра рентгеновской трубки даже в рамках стандартного школьного урока физики. В перспективе модель может быть дополнена библиотекой различных анодных материалов и кристаллов-анализаторов.

### **Список использованной литературы и источников**

1. Савельев И. В. Курс общей физики. В 5 томах. Том 5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц.
2. Е. О. Филатова, А. С. Конашук Учебно-методическое пособие «Спектральное распределение рентгеновского излучения в условиях брэгговской дифракции: изучение формирования излучения рентгеновской трубки.»
3. Instructions for Experiment: The intensity of characteristic X-rays as a function of the anode current and anode voltage (TEP 5.4.04-01). PHYWE.
4. Instructions for Experiment: Characteristic X-Radiation of Tungsten (TEP 5.4.28-01). PHYWE.
5. McXtrace: A Monte Carlo software package for simulating X-ray optics, beamlines and experiments // Journal of Applied Crystallography. 2013.

## **Моделирование формирования планеты из протопланетного диска**

**Семак Марфа Петровна**

ГБНОУ «СПБ ГДТЮ» Аничков лицей

Санкт-Петербург

Научный руководитель – Наумова Мария Владимировна

### **Аннотация**

В работе рассмотрено, какие гипотезы о формировании планет из протопланетного диска существовали раньше и что предполагают сейчас, какие вопросы в этой теме еще не решены. На основе формул, рассмотренных в первой главе,

был поэтапно смоделирован процесс формирования – от вращающегося облака до протопланетного диска и роста в нем планетезималей. Чтобы наглядно посмотреть влияние параметров на формирование системы, были проведены некоторые демонстрационные эксперименты, а также было запущено моделирование на основе условий, которые были в начале формирования Солнечной системы.

### **Ключевые слова**

Протопланетный диск, планетезимали, газопылевое облако, модель, формирование планет

### **Цель работы**

Создание визуальной модели формирования одной или нескольких планет из протопланетного диска вблизи одиночной звезды при произвольных начальных данных.

### **Введение**

Благодаря созданию моделей можно предсказать развитие какой-либо системы, представить визуально, как выглядит какой-то далёкий космический объект, который невозможно увидеть с помощью телескопов. Например, таким образом предсказали, как выглядит тень от чёрной дыры M87 – первая чёрная дыра, которая была сфотографирована. В этой работе будет создана визуальная модель, которая будет демонстрировать формирование планеты из протопланетного диска. В ней будет показана эволюция планеты газопылевых частиц в планетезимали, а потом в планету. Вероятно, на данный момент существуют подобные модели, но они недоступны в сети Интернет. Актуальность этой работы заключается в предоставлении модели, которая будет создана в этой работе, в открытом доступе, а также в использовании в учебных целях в Юношеском клубе космонавтики имени Г.С. Титова на направлении «Астрофизика» на втором году обучения.

### **Основные тезисы**

Моделирование является мощным инструментом познания, позволяющим визуализировать и изучать сложные астрофизические процессы, такие как формирование планет из протопланетного диска, что подтверждается историческим примером с моделью тени чёрной дыры M87. В ходе исследования была создана упрощённая визуальная модель, наглядно демонстрирующая ключевые этапы этого процесса: от гравитационного коллапса вращающегося облака и формирования диска до аккреции планетезималей и образования протопланет, с учётом разделяющей роли снеговой линии. В результате модель успешно воспроизвела общую логику эволюции системы и её разделение на внутреннюю каменную и внешнюю, богатую льдом, зоны, качественно соответствующую строению Солнечной системы, несмотря на осознанные упрощения (пренебрежение гидродинамикой газа и радиальным дрейфом). Цель работы была достигнута – создан доступный образовательный инструмент, имеющий практическую значимость для использования в учебном процессе Юношеского клуба космонавтики имени Г.С. Титова. Перспективы дальнейшего развития мо-

дели видятся во внедрении учёта миграции планет и взаимодействия с газовым диском для приближения к наблюдаемому разнообразию экзопланетных систем.

### **Заключение, результаты или выводы**

В ходе данной работы была достигнута поставленная цель – создана визуальная динамическая модель формирования планет из протопланетного диска вблизи одиночной звезды. Модель позволяет наглядно продемонстрировать ключевые этапы этого процесса при задании произвольных начальных условий. В рамках исследования был проведен анализ исторической эволюции и современного состояния теории формирования планетных систем.

Рассмотрены основные гипотезы – от классической модели Канта-Лапласа до современных представлений, сформированных после открытия экзопланет.

Установлено, что современная теория базируется на концепции гравитационного коллапса вращающегося газопылевого облака с образованием протозвезды и аккреционного диска, в котором далее происходит рост твердых тел от микроскопических пылинок до планет через стадию планетезималей. Критическую роль в разделении вещества играет снеговая линия, определяющая состав формирующихся планет. На основе теоретического описания процесса формирования планет в первой главе была разработана и реализована упрощенная численная модель в среде Web VPython. В ходе серии вычислительных экспериментов были последовательно смоделированы и визуализированы основные этапы:

1. Коллапс вращающегося сферического облака и формирование плоского протопланетного диска под действием гравитации и закона сохранения момента импульса;
2. Разделение эволюции диска в зависимости от положения снеговой линии, что привело к более активному росту тел во внешней области;
3. Формирование планетезималей в уплотненном пылевом субдиске за счет частых столкновений и гравитационной неустойчивости;
4. Финальная стадия гравитационно-управляемой аккреции, в результате которой во внутренней области сформировались тела земного типа, а за снеговой линией – массивные протопланетные ядра.

Проведенное моделирование, несмотря на ряд осознанных упрощений – пренебрежение гидродинамикой газа, радиальным дрейфом частиц, детальными механизмами слипания – успешно воспроизвело общую логику и основные закономерности процесса планетообразования. Модель подтвердила, что из хаотического начального состояния закономерно возникает упорядоченная система с разделением на внутреннюю каменную и внешнюю, богатую льдом и газом, зоны, что качественно соответствует строению Солнечной системы. Практическая значимость работы заключается в создании доступного образовательного инструмента для наглядной демонстрации сложного астрофизического процесса.

Разработанная модель может быть использована в учебном процессе, в частности, в Юношеском клубе космонавтики имени Г.С. Титова, для углубленного изучения темы формирования планетных систем. Перспективы дальнейшего развития модели связаны с увеличением ее реалистичности. Для этого целесообразно внедрение учета сопротивления газа и радиального дрейфа частиц, что позволит смоделировать преодоление «метрового барьера». Также можно добавить механизмы орбитальной миграции протопланет и взаимодействия

с рассеивающимся газовым диском, что позволит приблизить результаты моделирования к наблюдаемому разнообразию экзопланетных систем, включая наличие горячих юпитеров.

Таким образом, в работе решены все поставленные задачи: изучены теоретические основы, выбран и освоен инструментарий, определены ключевые и второстепенные факторы для моделирования, создана рабочая визуальная модель. Результаты работы подтверждают, что даже упрощенное моделирование, основанное на фундаментальных физических законах – гравитации и сохранении момента импульса – позволяет воспроизвести основные черты формирования планетных систем.

### **Список использованной литературы и источников**

1. Ипатов С. И. Процессы миграции тел в солнечной системе и в некоторых экзопланетных системах // Земля и Вселенная – 2025. – № 4, – С. 19-44
2. Левин Б.Ю. Происхождение Земли и планет. – 1-е изд. – М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1956. – 72 с.
3. Легкоступов М. С. К вопросу о модели образования планетных систем звезд // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. – 2018. – № 229. – 31 с.
4. Williams J. P., Cieza L. A. Protoplanetary Disks and Their Evolution // Annual Review of Astronomy and Astrophysics. – 2011. – Том 49. – С. 67–117. 5. Armitage P. J. Astrophysics of Planet Formation. – 2-е издание. – Cambridge: Cambridge University Press, 2020.

## **Когерентный механизм усиления звука при конденсации пара в трёхфазной среде**

**Семёнова Елизавета Дмитриевна**

ГБОУ школа № 604

Санкт-Петербург

Научный руководитель – Лазаричева Елена Викторовна

### **Аннотация**

В работе исследован когерентный механизм усиления звука при конденсации пара в трёхфазной среде (газ, пар, капли). Установлено, что плотность пара, превышающая плотность насыщенных паров, создает условия для значительного выделения тепла, что усиливает звуковые колебания. Проведен эксперимент, подтвердивший увеличение амплитуды звука при подаче пара в изолированное помещение (с 18 до 23 единиц).

### **Ключевые слова**

Когерентный механизм, трёхфазная среда, конденсация пара, звуковые колебания, акустика, усиление звука

### **Эпиграф**

Звук – это трепет мира, поведанный веществу.

## Цель работы

Исследовать и описать когерентный механизм усиления звука при конденсации пара в трёхфазной сфере, выявить факторы, влияющие на процесс и его характеристику.

## Введение

Акустика, изучающая звуковые волны и их взаимодействие с окружающей средой, играет важную роль в развитии науки и техники. Моя работа посвящена исследованию механизма усиления звука в трёхфазной среде, где в областях сжатия происходит дополнительный нагрев из-за конденсации – это может усиливать звуковые колебания. Цель исследования – понять механизмы генерации звука, чтобы разрабатывать новые методы управления звуковыми процессами и улучшать существующие технологии. В проекте будет проанализировано влияние температуры и давления на характеристики звуковых колебаний: эти параметры важны для процесса конденсации и генерации звука в трёхфазной среде. В рамках работы планируется обзор литературы, теоретический анализ среды, а также разработка установки и проведение опыта для изучения конденсации и генерации звука. Сопоставление теоретических обоснований с практическими данными позволит оценить точность установки и доказать гипотезу о том, что понимание влияния температуры и давления поможет оптимизировать условия для максимального усиления звука. Исследование имеет теоретическое и практическое значение для развития акустических технологий и понимания физических процессов в сложных системах.

## Основные тезисы

В рамках работы был проведен обзор литературы по когерентному механизму генерации звука, включая исследования Б.Е. Немцова (1989) о генерации звука при конденсации пара. Проанализировано влияние физических величин (температуры и давления) на фазовые переходы в трёхфазной среде. Для экспериментального исследования была собрана установка: колба Бунзена 250мл, нагревательный элемент, двухканальный генератор звука, герметичный куб с отверстиями под датчик звука и динамик. В программном обеспечении «Цифровая лаборатория» был установлен прерывный синусоидальный сигнал (частота 1000 Гц, амплитуда 80%). До вскипания воды амплитуда звука составляла 18 единиц, после вскипания и подачи пара – увеличилась до 23 единиц. Разработана математическая модель процесса, учитывающая сохранение массы, импульса и энергии.

## Заключение, результаты или выводы

В процессе исследования была проведена всесторонняя оценка различных аспектов когерентного механизма усиления звука. Установлено, что плотность пара, превышающая плотность насыщенных паров, создает условия для значительного выделения тепла, что усиливает звуковые колебания. Экспериментально подтверждено увеличение амплитуды звука при подаче пара (с 18 до 23 единиц), что доказывает влияние конденсации на акустические характеристики среды. Выявлены ключевые факторы, влияющие на процесс: интенсивность звуковых волн, количество пара, согласование фаз, качество конденсата. Положительные моменты механизма: увеличение интенсивности звуковых волн, отсутствие потерь энергии, непрерывное усиление, эффективив-

ность использования энергии. Отрицательные: необходимость согласования фаз, влияние примесей в конденсате, сложность настройки.

### **Список использованной литературы и источников**

1. Немцов Б.Е. Эффекты радиационного взаимодействия пузырьков в жидкости // Письма в ЖТФ, 1983, т.9, в.14, с.858-861.
2. Немцов Б.Е. Когерентный механизм генерации звука при конденсации пара / Б.Е. Немцов. Горький: НИРФИ, 1989. 15 с.
3. Изюмов Ю.А. Модель Хаббарда в режиме сильных корреляций // УФН, 1995, т.165, №4, с.403-427. [4] Вигман П.Б. Точное решение s-d обменной модели при  $T = 0$  // Письма в ЖЭТФ, 1980, т.31, с.392-398.

## **Движение частиц вблизи массивных тел**

**Соловьев Антон Игоревич**

ГБНОУ «СПб ГДТЮ» Аничков лицей

Санкт-Петербург

Научный руководитель – Наумова Мария Владимировна

### **Аннотация**

Наше исследование заключается в исследовании движения частиц вблизи чёрных дыр. Эта тема актуальна из-за перспектив путешествия в космическом пространстве за счёт гравитационных маневров вблизи тел с высокой гравитацией, как пример черные дыры. Мы рассматривали расхождение в данных метрики Шварцшильда и формулы Всемирного тяготения тел, потому что многие расчёты производились через Ньютоновские силы. Целью было сравнить полученные после вывода формулы эффективного потенциала движения и скорости вокруг массивного тела по Ньютону, через построение модели чёрной дыры и движущихся около неё частиц.

### **Ключевые слова**

Метрика Шварцшильда, всемирное тяготение тел, горизонт событий, орбита частицы

### **Цель работы**

Исследование погрешности в ньютоновских силах, относительно решения Шварцшильда.

### **Введение**

В наше время снова стали популярны полёты к другим планетам, и чтобы их достичь люди используют гравитационные манёвры. Для их расчётов используется формула всемирного тяготения тел. Люди собираются покорять космос, а для гравитационных манёвров они могут использовать чёрные дыры, ведь их сильная гравитации позволяет разогнать космический корабль до высоких скоростей. Существование чёрных дыр описал Герман Шварцшильд ещё в начале 20-го века. И чтобы проверить насколько точная формула скорости, выведенная

через силу всемирного тяготения, в сравнении с формулой эффективного потенциала скорости, полученной из метрики Шварцшильда.

### **Основные тезисы**

В работе проводится моделирование движения частиц вблизи чёрной дыры. Мы проводим моделирование и сравнение моделей, построенных по метрике Шварцшильда и Всемирому тяготению тел.

### **Заключение, результаты и выводы**

На основе расчетов создаются две модели, и на них моделируется движение частиц. Мы сделали вывод о том, почему метрика Шварцшильда даёт совершенно отличный результат от формулы Всемирому тяготению тел.

### **Список использованной литературы и источников**

1. Вейнберг С. Гравитация и космология. Принципы и приложения общей теории относительности М.: Мир, 1975
2. Аристов В. В. Гравитация, космология и фундаментальные поля. – г. Москва: Федеральный исследовательский центр информатики и управления РАН, 2018. – 20 с.
3. С. О. Алексеев, Е. А. Памятных, А. В. Урсулов, Д. А. Третьякова, К. А. Ранну Введение в общую теорию относительности, ее современное развитие и приложения – г. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2015. – 370 с.
4. Weichen Qiu VPython – Visual Python / Qiu Weichen. – : Engineering at Alberta, 2020. – 32 с. – Текст : непосредственный.

## **Акустическая левитация**

**Федосова Ксения Дмитриевна**

ГБОУ Гимназия № 261

Санкт-Петербург

Научный руководитель – Сорокина Елена Николаевна

### **Аннотация**

Проектная работа посвящена изучению условий акустической левитации. Описаны история исследования, классификации, применение и перспективы изучения акустической левитации. Рассматривается поведение пенопласта и углеродного сорбента в условиях акустической левитации.

### **Ключевые слова**

Акустическая левитация, звуковые волны, акустический левитатор, установка, процесс, звук

### **Цель работы**

Создание акустического левитатора и изучение поведения веществ в ее условиях.

## Введение

На сегодняшний день одним из способов изучения объекта является помещение этого объекта в условия акустической левитации. В этих условиях человек имеет возможность взаимодействовать с объектом без телесного контакта, при этом имея полную видимость происходящего. Акустическая левитация основывается на создании акустических волн, которые создают зоны высокого и низкого давления в воздухе. Эти волны обеспечивают поддерживающую силу, которая удерживает объект в воздухе. Звуковые волны используются чаще всего на ультразвуковых частотах, таким образом не создавая звука, слышимого людям.

## Основные тезисы

В ходе исследования акустической левитации были рассмотрены основные принципы, механизмы и возможности применения этой инновационной технологии, разработана функционирующая модель акустического левитатора и проведено тестирование.

## Заключение, результаты или выводы

Тестирования установки с использованием легкого цельного материала показало, что образец пенопласта ничего не касается и неподвижно висит в воздухе. Тестирование установки с использованием сыпучего материала показало что в объеме акустического левитатора происходит перераспределение образца в узлах наложения звуковых волн, гранулы сыпучего материала стремятся друг к другу и образуют сферы. Результаты тестирования модели акустического левитатора показали, что различные материалы в условиях акустической левитации ведут себя неодинаково, что в свою очередь расширяет область изучения и применения явления акустической левитации.

## Список использованной литературы и источников

1. «Левитация, или Полеты камней и мегалитов в воздухе» / Александр Матанцев
2. «Управление системой акустической левитации» / Байнова Е.О.
3. «Левитация и управление упорядоченной группой частиц и прямолинейных структур в ультразвуковом поле» / Суханов Д.Я., Рослякова С.Н., Емельянов Ф.С.
4. «Сила звука: акустическая левитация» / URL: <https://habr.com/ru/companies/pult/articles/410567/>

## Исследование процесса массопереноса вещества при высокомоощном импульсном магнетронном распылении

**Федотова Татьяна Юрьевна**

ГБУ ДО ЦДЮТТ «Охта»

Санкт-Петербург

Научный руководитель – Карзин Виталий Валерьевич

## Аннотация

В работе представлено комплексное исследование процессов массопереноса и ионизации вещества в газовом разряде при высокомоощном импульсном маг-

нетронном распылении с целью установления взаимосвязи между параметрами плазмы и физическими характеристиками формируемых покрытий. Показано, что длительность и частота следования импульсов позволяет управлять компонентным составом газового разряда. Это является важным аспектом для синтеза наноструктурированных покрытий с заданной морфологией. Результаты работы направлены на оптимизацию режимов рассматриваемой технологии для нужд микроэлектроники.

### **Ключевые слова**

HiPIMS, DCMS, магнетронное распыление, ионизация, напыление металлов

### **Цель работы**

Изучение переноса вещества от металлической мишени к подложке при HiPIMS, также проанализировать, как режимы работы распылительной установки влияют на состав получаемых тонких пленок и процесс осаждения частиц.

### **Введение**

Современная электроника требует создания материалов и технологий, позволяющих точно управлять структурой и свойствами функциональных покрытий. В последнее время большое внимание привлекает метод высокомоощного импульсного магнетронного распыления (HiPIMS). Его главное преимущество – возможность достижения очень высокой плотности мощности, что коренным образом меняет динамику взаимодействия частиц в плазме и процесс осаждения вещества на подложку. Актуальность исследования связана с тем, что для эффективного использования метода HiPIMS необходимо детально изучить перенос распыленного вещества от мишени к подложке. В отличие от обычного распыления, в режиме HiPIMS возникают нелинейные эффекты, которые, в конечном счете, определяют основные свойства получаемых покрытий.

### **Основные тезисы**

Для теоретического изучения было применено статистическое моделирование по методу Монте-Карло с учетом модели столкновений частиц с газом для латунной и золотой мишеней. В результате расчетов было установлено, что доля примесных частиц в полученных пленках оказывается ниже, чем их исходное содержание в мишени. Для подтверждения установленной закономерности были проведены эксперименты по распылению латунной и титановой мишеней, результаты анализа показали изменение доли примеси в пленках по отношению к составу мишени.

### **Заключение, результаты или выводы**

Проведенное моделирование подтвердило, что выявленные закономерности справедливы и для других драгоценных металлов платиновой группы, широко применяющихся в микроэлектронике. Это означает, что предложенный подход открывает путь к удешевлению производства тонкопленочных структур, в перспективе это позволит сделать электронные компоненты более доступными и будет способствовать развитию отечественной электронной промышленности.

### Список использованной литературы и источников

1. Patidar, J. Low temperature deposition of functional thin films on insulating substrates enabled by selective ion acceleration using synchronized floating potential HiPIMS / J. Patidar, O. Pshyk, K. Thorwarth [et al.] // Nature Communications. – 2025. – Vol. 16, Art. no. 4719.
2. Sharma P. Exploring the potential of high-power impulse magnetron sputtering for nitride coatings: advances in properties and applications / P. Sharma, H. Ju, N. M. Figueiredo, F. Ferreira // Coatings. – 2025. – Vol. 15, № 2. – Art. 130.
3. Dejob T. High temperature performance of MnCo oxide coatings deposited by HiPIMS for interconnect application in Solid Oxide Cell / T. Dejob, M. L. D. M. Costa, A. S. T. T. Nguyen // Surface and Coatings Technology. – 2025. – Vol. 503. – Art. 132024.
4. Lundin, D. High Power Impulse Magnetron Sputtering: Fundamentals, Technologies, Challenges and Applications / D. Lundin, T. Minea, J. T. Gudmundsson; eds. by D. Lundin, T. Minea, J. T. Gudmundsson. – 1st ed. – Elsevier, 2019. – 381 p.

## Навигационная геомагнитология

### Шахраюк Анна Александровна

ГБОУ ДО РК «МАН «Искатель»

Симферополь

Научный руководитель – Бурко Виктория Ивановна

### Аннотация

Изучение взаимодействия между электромагнитными полями и магнитными системами может привести к новым открытиям в области физики и инженерии [1,2,6]. Это может способствовать разработке более устойчивых и точных навигационных систем для ориентиров с помощью магнитного поля [3-5].

### Ключевые слова

Геолокация, магнитное поле, компас, азимут, навигация

### Цель работы

Поиск более точных методов и технологий для ориентиров с помощью магнитного поля

### Введение

Задачи исследования: изучение магнитного и электромагнитного поля; изучение их особенностей; изучение методов измерений магнитного и электромагнитного полей; провести исследование влияния электромагнитного поля на компас; анализ полученных результатов, сделать выводы и разработать практические рекомендации

### Основные тезисы

Экспериментальная часть: Для измерений мною использовались: жидкостный компас, магнитный компас на телефоне и альтернативный компас. (намагничен-

ная игла, помещенная на листок бумаги в таре с водой). Для понимания принципа работы компаса были проведены измерения. Относительно положения Солнца, Луны и Полярной звезды. Эти объекты были выбраны не просто так. Так как издавна они служили ориентирами на земном небосводе. Мобильное приложение stellarium в данной работе использовалось для получения информации о месте нахождения небесных тел. Проведя измерения были обнаружены отклонения показаний компасов от истинного азимута. Мы предполагаем, что это связано со следующими факторами: так как возле компасов находились электроприборы, которые могли оказывать влияние на магнитную стрелку компаса вследствие наличия электромагнитного поля, которое и действует на стрелку компаса. Это предположение подтверждается тем, что во время измерений было замечено отклонение магнитной стрелки компаса при близости с телефоном. Следующим фактором отклонением от истинного азимута стало устройство работы компаса на телефоне. Так как мобильный телефон получает информацию о месте нахождения благодаря спутникам на момент измерений он дал ложные координаты. Это связано с тем что могли быть помехи и отсутствие соединения со спутниковой связью. Вариант с альтернативным компасом не является универсальным, так как на его точность влияет множество факторов (погодные условия влияют на направление иглы; из-за ветра лист начинает перемещаться и игла не указывает на север).

### **Заключение, результаты или выводы**

Из этого можно сделать вывод: компас и его альтернативы не совершенны, точность его показаний зависит от множества условий, начиная с погодных (из-за ветра известный прототип компаса, состоящий из намагниченной иголки и емкости с водой не будет работать, потому что игла будет скользить по воде); когда компас попадает под его влияние электромагнитного поля магнитная стрелка меняет свое положение и начинает указывать на полюса электромагнитного поля. Но и новые технологии несовершенны в навигации, если они не имеют связи со спутниками, то становятся бесполезными из-за того, что выдают ложные сведения. Для разработки усовершенствованных навигационных технологий требуется время для подготовки специалистов.

Практические рекомендации: нам, молодым специалистам, надо учиться и совершенствоваться в фундаментальной науке физике, чтобы приступить к разработке совершенных навигационных приборов, которые помогают в жизни и науке.

### **Список использованной литературы и источников**

1. Кашкин В.Б, Рублева Т.В, Семенов К.В, Дергунов А.В «Физика космоса» 2020
2. Перельман Я.И «Занимательная астрономия» 2023- 320 с
3. Перышкин А.В, Родина Н.А «Физика 6-7 класс»
4. Сливинская А.Г «Электромагниты и постоянные магниты» 1972

## Ультразвуковая система сканирования пространства с удалённым управлением

**Юнусов Карим Тагирович**

МБОУ «Многопрофильная школа №181»

Казань

Научные руководители: **Хамидуллина Фанзия Мансуровна, Анисимова Ирина Николаевна**

### Аннотация

В современной робототехнике и системах автономного транспорта критически важны надежные и бюджетные системы предотвращения столкновений. Оптические сенсоры (лидары, камеры) часто избыточны по стоимости или уязвимы в условиях сильного задымления или радиационного фона. Ультразвуковая локация является перспективным методом для создания систем навигации в специфических условиях эксплуатации, в том числе на объектах атомной энергетики.

### Ключевые слова

Ультразвуковая локация, микроконтроллер Arduino, беспроводная передача данных, визуализация в среде Processing, робототехника, делитель напряжения, эхолокация, системы навигации

### Цель работы

Проектирование и создание действующего прототипа сканирующего локатора с беспроводной передачей данных и анализом влияния физических свойств объектов на точность позиционирования

### Введение

Настоящая работа посвящена разработке бюджетного программно-аппаратного комплекса ультразвуковой навигации на базе микроконтроллера ATmega328P.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью создания надежных систем предотвращения столкновений, способных функционировать в условиях, где оптические сенсоры малоэффективны.

В ходе работы был сконструирован действующий прототип локатора с беспроводным интерфейсом и программным обеспечением для визуализации облака точек в реальном времени. Особое внимание уделено инженерным расчетам цепей согласования и экспериментальной проверке точности датчика при взаимодействии с различными типами поверхностей. Гипотеза исследования предполагает, что учет акустических характеристик среды позволяет существенно повысить достоверность данных в навигационных системах.

Полученные в ходе исследования результаты обосновывают корреляцию между физическими свойствами объектов и точностью их детектирования, что подтверждает перспективность использования данной технологии в автономных роботизированных комплексах.

## Основные тезисы

**Акустический волновой метод:** Проведено исследование процесса распространения ультразвуковых волн (40 кГц) и механизма их отражения от сред с различным акустическим импедансом.

**Математическое моделирование:** В основу работы положен расчет временных интервалов прохождения сигнала. Обоснована необходимость учета температурной зависимости скорости звука в воздухе (согласно формуле Лапласа) для минимизации систематической погрешности.

**Электрофизика компонентов:** Реализовано согласование электрических параметров системы; выполнен расчет резистивного делителя для стабилизации работы полупроводниковых структур в модуле передачи данных.

**Экспериментальная физика:** Проведена серия опытов по изучению коэффициента поглощения и диффузного отражения звука. Установлено, что материалы с высокой пористостью (например, поролон) вызывают затухание амплитуды отраженного сигнала, что приводит к значительным искажениям при детектировании.

**Метрологический анализ:** Проведена оценка инструментальной погрешности установки. Выявлены границы применимости метода эхолокации в зависимости от геометрии объектов и физических свойств их поверхности.

## Результаты и выводы

В ходе выполнения работы была полностью реализована поставленная цель: на основе принципов акустической эхолокации разработан и исследован измерительный комплекс. Проведенный физический эксперимент подтвердил гипотезу о значимом влиянии структуры поверхности объекта на амплитуду и достоверность принимаемого ультразвукового сигнала. Научная новизна работы для автора заключается в обосновании метрологических пределов использования бюджетных сенсоров в условиях варьирующихся термодинамических параметров среды. Полученные результаты доказывают эффективность применения программно-аппаратных методов коррекции погрешностей для повышения точности бесконтактных измерений. Работа имеет потенциал для дальнейшего развития в области изучения дифракции и интерференции ультразвуковых волн при обтекании объектов сложной геометрической формы.

## Список используемой литературы

1. Мякишев Г. Я., Синяков А. З. Физика. Колебания и волны. 11 класс. Углубленный уровень. – М.: Дрофа, 2021.
2. Элементарный учебник физики: Учеб. пособие. В 3 т. / Под ред. Г.С. Ландсберга. Т. 3. Колебания и волны. Оптика. Атомная и ядерная физика. – М.: Физматлит, 2015.
3. Красильников В. А. Введение в акустику. – М.: Изд-во МГУ, 1992. (Классика по звуковым волнам, подойдет для теоретической части об ультразвуке).
4. Петин Г. П. Arduino и Raspberry Pi в проектах обучения физике. – М.: МК-Пресс, 2018. (Показывает связь физики и микроконтроллеров).
5. Data Sheet: HC-SR04 Ultrasonic Sensor User Guide. – [Электронный ресурс]. URL: <https://www.electroschematics.com/hc-sr04-datasheet/>