



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### **Использование концентраторов солнечной энергии как один из путей повышения эффективности фотопреобразования**

*«Физика»*

*Шавалеев Дмитрий Вадимович, Красавин Эдуард Михайлович (научный руководитель, Педагог – организатор),  
место выполнения работы: Лаборатория научного руководителя*

Цель данной работы – найти оптимальные пути повышения эффективности работы солнечных модулей в условиях климата Южного Урала. Поставленная цель предполагала решение следующих задач: изучение доступных литературных и интернет-источников по вопросам фотопреобразования солнечной энергии, устройства самих преобразователей солнечной энергии, повышения эффективности их работы; на основании полученной информации определение реальных путей повышения эффективности солнечных модулей; разработка и изготовление устройств, повышающих эффективность процесса фотопреобразования и обеспечение проведения экспериментальных исследований по выявлению характеристик процесса фотопреобразования на изготовленных солнечных модулях; проведение экспериментальных исследований эффективности устройств.

Выполнение поставленных задач предполагало найти оптимальные пути повышения КПД солнечных модулей и использование полученных результатов на практике.

Из результатов работы можно сделать следующие выводы: определены основные пути повышения эффективности работы солнечных модулей за счёт использования концентраторов солнечной энергии; разработана и изготовлена конструкция солнечного концентратора, позволяющего значительно повысить эффективность использования солнечного модуля; проведены экспериментальные замеры показателей напряжения и силы тока на выходе экспериментального солнечного модуля, которые показали его более высокую эффективность в сравнении с контрольным.

Чтобы развивать солнечную энергетику далее, я придерживаюсь такого метода как использование концентраторов солнечной энергии для повышения эффективности работы солнечных модулей.



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### Магнитометр - измерение магнитного поля и не только (гауссметр)

«Физика»

*Блиновских Трофим Алексеевич, Горбунов Павел Владимирович (научный руководитель, учитель физики лицей № 97), место выполнения работы: дома*

Стремительное увеличение количества электронных и радиоэлектронных приборов в окружении человека обуславливают проблему возрастания уровней электромагнитных полей создаваемых данными средствами. Поэтому я поставил перед собой цель собрать свой магнитометр (гауссметр) в домашних условиях из доступных материалов и сделать вывод о возможности доступного магнитометра для использования в быту. Для этого решил изучить историю создания магнитометров, ознакомиться с видами и принципами работы магнитометра, узнать об областях применения магнитометров, собрать гауссметр и провести испытания.

Методы исследования: изучение научной литературы и цифровых носителей по данной теме; наблюдение; исследование; анализ полученных результатов. Практическая работа: разработка схемы и подбор деталей для двух моделей приборов, сборка и испытание гауссметра в действии.

Изучив и проанализировав собранную информацию по теме, создав свой прибор, я смог наглядно понять физические законы, связанные с магнитными свойствами предметов и магнитным полем, наглядно разобрался в принципах работы магнитометра. Используя данные своего прибора рассчитал по формуле силу магнитной индукции определенного магнита. Доказал, что собрать свой простейший гауссметр, по приемлемой цене используя подручные материалы возможно, как и дальнейшее его усовершенствование.

Развитие магнитометрических приборов в настоящее время стремительно совершенствуется, и все большую популярность набирают бытовые магнитометры. Сделать свой простейший гауссметр в домашних условиях вполне реально, и реально его дальнейшее усовершенствование, что даст возможность приобретать и использовать магнитометр большому количеству людей в бытовых целях.



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### Получение субмикронных частиц углерода методом циклического нагрева электрическим током в дистиллированной воде

«Физика»

*Кондратьева Софья Алексеевна, Казакевич Павел Владимир (научный руководитель, кандидат наук), место выполнения работы: ГБОУ СО Самарский региональный центр для одаренных детей*

Актуальность: углеродные субмикронные частицы применяются во многих областях жизни, но не выгодны в производстве, поэтому упрощение и удешевление процесса их производства положительно скажется на многих областях жизни человека. Гипотеза: в школьной лаборатории можно получить субмикронные частицы углерода. Цель: методом нагрева вещества и быстрого охлаждения получить субмикронные частицы углерода. Для достижения данной цели были поставлены задачи: изучить возможные методы получения углеродных субмикронных частиц и углеродных нанотрубок; адаптировать оптимальный метод получения углеродных субмикронных частиц для оборудования школьной лаборатории; получить субмикронные частицы углерода методом нагрева вещества и быстрого охлаждения; доказать, что полученные частицы являются субмикронными частицами углерода. Новизна: предложенный в работе метод получения субмикронных частиц углерода, которые могут использоваться в других работах, позволяет получить их в школьной лаборатории.

Метод нагрева вещества и быстрого охлаждения для получения субмикронных частицы углерода, спектрофотометрия, атомно-силовая микроскопия, источник питания РНУВЕ 13542-93Спектрофотометр ПЭ-5400УФ, атомно-силовой микроскоп РНУВЕ Atomic Force Microscope, мультиметр, оптический микроскоп.

Гипотеза, что можно в школьной лаборатории можно получить субмикронные частицы углерода, подтвердилась. Методом нагрева вещества и быстрого охлаждения были получены субмикронные частицы углерода. Графики, полученные методом атомно-силовой микроскопии, доказывают получение углеродных субмикронных частиц данным методом

Получены субмикронные частицы углерода методом нагрева вещества и быстрого охлаждения. Доказано, что полученные частицы являются субмикронными частицами углерода. Углеродные субмикронные частицы могут применяться для производства композитных материалов, электроники и в других областях науки и техники.



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### **Использование неньютоновской жидкости для изготовления космических скафандров**

*«Физика»*

*Соломко Егор Васильевич, Рулевская Лидия Павловна (научный руководитель, педагог доп.обр. ), место выполнения работы: МАОУ «Лицей № 142 г. Челябинска»*

В космосе находятся мусор и мелкие метеориты, которые могут нанести вред человеку, находящемуся за пределами космического корабля или станции. Необходимо применять для защитного слоя скафандра материалы, которые не стесняют движения и могут защитить космонавта от мелкого космического мусора. Цель работы – познакомиться с неньютоновскими жидкостями, выявить их свойства, которые могут быть полезны для изготовления скафандра. Предложить вариант использования материалов на основе неньютоновских жидкостей для скафандров. Задачи: дать основные понятия, сравнить ньютоновскую и неньютоновскую жидкости; изучить историю неньютоновских жидкостей и их физические свойства; выделить области применения неньютоновских жидкостей; узнать об опасностях космического пространства и для чего нужен скафандр; изготовить неньютоновские жидкости в домашних условиях различными способами; провести экспериментальное исследование свойств неньютоновских жидкостей; провести тестирование неньютоновских жидкостей и на основе этого оценить возможность их использования для изготовления скафандров.

Методы исследования: анализ, наблюдения, эксперимент. Теоретическая и практическая значимость исследования заключается в анализе существующих неньютоновских жидкостей и возможному их применению в развитии современной космонавтики.

В результате исследования мы дали основные понятия ньютоновской и неньютоновской жидкости, а также ее характеристики. Рассмотрели применение таких жидкостей в различных областях. Было доказано, что в домашних условиях можно сделать неньютоновскую жидкость. Как итог выполнения реферативно-исследовательской работы создана мультимедийная презентация по данной теме, а так же образцы материала, которые можно использовать как дополнительный материал на уроках окружающего мира.

Неньютоновская жидкость может быть основой для защитной прослойки различной специализированной одежды. Такая жидкость предохраняет от ударов, в том числе и мелких точечных. Неньютоновская жидкость может быть использована для скафандров, так как она проявляет защитные свойства, сохраняя при этом подвижность космонавта в локтях и коленях.



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### Исследование диффузии в растворах

«Физика»

*Редькина Алина Александровна, Балакин Михаил Александрович (научный руководитель, Учитель физики), место выполнения работы: МАОУ Лицей 38*

Цель: • Изучить явление диффузии в жидкостях. Задачи: • Собрать и откалибровать экспериментальную установку для измерения концентрации растворенного вещества; • Провести измерение скорости диффузии чернил в воде; • Исследовать сопутствующие процессу эффекты. Интерес к вопросу был отчасти инициирован эпидемиологической обстановкой в мире и требованиями повсеместного применения марлевых масок. Изначально планировалось выяснить особенности диффузии веществ в свободном пространстве и пространстве, имеющем препятствия. Но задача оказалась сильно сложнее ожидаемого, и нам удалось выполнить только первую часть из всего того, что мы запланировали.

Для изучения явления была собрана установка, измеряющая прозрачность раствора. Раствор просвечивался лучом фонаря, и сила прошедшего света измерялась фоторезистором, подключённым к плате Ардуино. В отстоянную воду шприцом чернила вводились на дно. По мере распространения чернил, прозрачность раствора падает, что фиксирует установка. Для калибровки установки мы перед экспериментом создавали растворы разных концентраций и измеряли их прозрачность.

1. Скорость истинной диффузии (без конвекции) очень мала даже в жидкостях при комнатных температурах; 2. Изучение влияния температуры на скорость диффузии невозможно в домашних условиях. Нужна термокамера с возможностью поддержания температуры на определённом уровне; 3. Коэффициент диффузии, полученный нами расчётным путём из закона Фика и экспериментальных данных, оказался приблизительно в 200 раз меньше, чем у спирта в воде. Это очень странный результат.

Мы планируем выяснить особенности диффузии веществ в пространстве, имеющем препятствия. На данный момент мы собрали установку для данных опытов. В качестве препятствия мы собрали рамку, напечатанную на 3D принтере, и прикрепленную к ней марлю. Герметично приклеили направляющие для рамки по стенкам контейнера и проводим калибровку установки.



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### Исследование термоакустического генератора

«Физика»

*Бабушкина Дарья Александровна, Капралов Александр Иванович (научный руководитель, Кандидат пед. наук, зав. физ. ), место выполнения работы: г. Снежинск, МБОУ Гимназия №127*

Для того, чтобы человечество существовало и стремительно развивалось, необходимо находить новые способы и развивать альтернативные способы получения энергии. Одним из перспективных направлений является разработка и внедрение энергетических установок на основе термоакустического эффекта. В данной работе представлены результаты исследования термоакустического генератора. Термины: термоакустика, генератор, частота звуковых колебаний.

Методы исследования: моделирование, экспериментально-исследовательский анализ, анализ научно-популярной литературы и интернет-источников.

Экспериментально показано, что частота генерируемого звука смещается в область низких частот с увеличением длины генератора. Определено, что за счёт смещения положения регенератора относительно края резонатора можно добиться увеличения частоты звуковых колебаний. В работе представлена конструкция, принцип работы и проверка функционирования термоакустического двигателя. Предложен вариант применения двигателя в качестве электрогенератора.

На примере электрогенератора, работающего на основе преобразования тепловой энергии в акустическую, можно создать альтернативный источник дешевой, экологически чистой электроэнергии.



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### Изменение магнитных свойств нанопроводов в зависимости от условий их получения

«Физика»

*Рыбин Григорий Андреевич, Загорский Дмитрий Львович (научный руководитель, Ведущий научный сотрудник),  
место выполнения работы: Институт Кристаллографии им. А. В. Шубникова РАН*

Магнитные нанопровода (или нанопроволоки) это перспективные наноматериалы, особенностями которых являются высокое аспектное отношение (длины к диаметру), сильная анизотропия формы и физических свойств, в первую очередь магнитных. Последнее делает нанопровода особенно интересными для устройств нанoeлектроники, наносенсоров, сильных постоянных намагнитов, а также для биомедицинских применений. В частности, ферромагнитные нанопровода могут быть использованы в качестве наполнителя стенок полимерных микрокапсул с лекарством для его управляемой адресной доставки в нужное место организма. При этом существует проблема магнитной агломерации нанопроводов, например, мешающая их равномерному распределению внутри стенок капсулы и безопасному выведению из организма. Существует возможность перевода нанопроводов из ферромагнитного в парамагнитное состояние путём нагрева, однако температура перехода неприемлемо высока для работы с полимерными капсулами. Предложено понизить эту температуру путём уменьшения содержания ферромагнетика при допировании нанопроводов парамагнитной примесью и изменения условий синтеза. В данной работе было исследовано влияние изменений параметров синтеза на температуру перехода ферромагнетик-парамагнетик CuNi нанопроводов диаметром 100 нм.

Работа проводилась в лаборатории ИК РАН. Для получения нанопроводов был использован метод матричного синтеза. Был использован потенциостат P20-X Electrochemical instruments и ПО ES8. Базовый состав электролита: NiSO<sub>4</sub> 19,8 г/л, CuSO<sub>4</sub> 6,25 г/л, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> 1,2 г/л. Для измерения температуры Кюри образцов был разработан метод, заключающийся в изменении температуры среды (вода) вокруг намагниченного образца и наблюдении за поведением последнего.

Была получена зависимость температуры Кюри нанопроволок от осаждающего напряжения. При изменении осаждающего напряжения на 0,01В температура Кюри изменяется в среднем на 5-8 градусов Цельсия. Также было проведено элементный анализ полученных образцов. Результаты анализа показали аномально низкое содержание никеля при достаточно высокой температуре Кюри. Объясняется это сильной анизотропией магнитных свойств нанопроводов, что было указано выше.

Полученная зависимость позволяет определить значения параметров осаждения, при которых нанопровода будут иметь нужные магнитные свойства. Таким образом, проблему можно считать решённой. В будущем планируется провести рентгено-структурный анализ полученных образцов с целью изучения их структуры.



## Способ маневрирования космического аппарата посредством тросовых систем

«Физика»

*Екимовская Анна Алексеевна, Лебедев Владимир Валентинович (научный руководитель, Преподаватель, Гимназия 5), место выполнения работы: Кружок Юный физик - умелые руки, Гимназия 5, Королёв*

Ранее были изучены тросовые космические системы на предмет прочности. Очередной задачей изучения стало доказательство преимущества тросовой системы при выполнении орбитальных манёвров. Химического топлива не требуется. Если в космической вращающейся системе из двух грузов разорвать трос в нужный момент времени, то один груз получит тормозящий импульс, может вернуться на Землю. А второй ускорится, перейдёт на более высокую орбиту. Задача свелась к расчёту новых орбит после разрыва троса. Самый экономичный манёвр – это переход Гомана с двумя импульсами. Расчётные формулы взяты из баллистической литературы. Исходные данные предполагали высоту орбиты 200 км и тормозную скорость 100 м/с, как при возвращении космонавтов. Недостаток вращающейся системы из двух грузов заключён только в одном импульсе после разрыва троса, один груз вернулся на Землю, другой перешёл на эллиптическую орбиту, но для второго импульса энергии нет. Значит, как минимум, надо иметь тросовую вращающуюся систему из трёх грузов и двух тросов. Задача свелась к расчёту переходных эллиптических орбит после разрыва первого троса, а потом к определению второго импульса в апогее после разрыва второго троса. Дополнительно появилась задача компьютерного моделирования орбитальных переходов.

Для расчёта параметров орбит применены методы небесной механики и законы Кеплера. Расчёт дополнительных скоростей выполнен по формулам их книги Мирера (НИУ МФТИ). Характеристики вращения системы определялись применением законов сохранения энергии, импульса и момента импульса. Центр тяжести и моменты инерции вычислены по формулам геометрии масс. Расчётные формулы введены в редактор EXCEL. Демонстрационная модель создана в программе PASCAL.

1. Система из двух грузов ограничена в манёвре одним импульсом, например, для возвращения на Землю. 2. Система из трёх грузов и двух тросов способна выполнить манёвр Гомана с двумя импульсами поочерёдным разрывом тросов. 3. Первый расчёт доказал, что на высокую круговую орбиту разрывами тросов можно вывести 1/70 начальной массы. 4. Расчётная программа создана в редакторе EXCEL, что ускорило расчёты. 5. Демонстрационная программа создана на языке PASCAL. 6. Программы проверены тестовыми расчётами.

1. Космическая тросовая система с тремя грузами позволяет выполнить манёвр Гомана. 2. Химическое топливо не требуется - это главное преимущество. 3. Разработаны программы быстрого расчёта, выполнен тестовый расчёт. 4. Перспектива – изучение других вариантов тросовых систем. 5. Программы EXCEL и PASCAL позволяют определить баллистические параметры при маневрировании аппарата по схеме Горнера.



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### Определение возраста шарового скопления М13 и расстояние до него от земли и от центра галактики

«Физика»

*Сибгатуллин Альберт Валерьевич, Шелобанов Алексей Дмитриевич, Вайлапов Виктор Адамович (научный руководитель, Учитель физики и астрономии), место выполнения работы: «Гимназия №9 имени дважды Героя Советского Союза С.Г. Горшкова»*

В последние годы исследования космического пространства становятся всё более актуальным для современного общества. Это помогает двигать вперёд как фундаментальные науки, так и прикладные. Современное оборудование позволяет получать большое количество информации из космоса, но процесс её обработки значительно более сложный чем получение. В нашей работе мы поставили себе задачу получить данные по фотографиям космического объекта и сравнить их с известными данным, чтобы проверить жизнеспособность нашего метода. В качестве фотографий были использованы снимки шарового скопления М13 в двух фильтрах: В(голубой) и V(видимый). Вычитая эти видимые звёздные величины по стандартной формуле можно получить температуру поверхности каждой звёзды. В качестве помощника в обработке снимков мы использовали программу Фотошоп исключительно для подсчёта освещённости.  $m(v)$  - фотографическая видимая звёздная величина через жёлто-зелёный фильтр. (Наиболее близко даёт значение о яркости звёзды которое видит человеческий глаз.)  $m(b)$  -фотографическая видимая звёздная величина звёзды через голубой фильтр. В астрономии используются именно разность этих звездных величин( $m(v)$ - $m(b)$ ). Если это равно 0, то температура 10000 Кельвинов (звезда Вега), если температура звёзды выше, чем 10000, то разность отрицательна.

Подсчёт видимой звёздной величины вёлся с помощью программного обеспечения (Adobe Photoshop). Для получения точных результатов были введены поправочные коэффициенты засветки выбранной области. Полученные результаты говорят сами за себя. Отличия наших результатов от табличных составляет всего 2%. Это позволяет использовать полученный метод как технологию обработки космических фотографий.

Используя фотографии полученные при помощи телескопов мы получили расстояние до шарового скопления; убедились что оно состоит в основном из старых небольших звёзд невысокой температуры поверхности. Также было рассчитано расстояние до этого звёздного скопления от центра галактики.

Используя данную технологию обработки фотографий можно подручными средствами вести достаточно качественную их обработку. Это открывает широкие возможности для привлечения аудитории любителей астрономии, что ускорит получение результатов в исследованиях и увеличит их точность. Также этот метод является менее ресурсозатратным, что может сэкономить большие средства, так как глубокая обработка требует больших интеллектуальных и физических ресурсов.



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### Определение структуры объекта по дифракционной картине

«Физика»

*Расчетин Илья Игоревич, Якубовская Элла Николаевна (научный руководитель, Учитель физики), место выполнения работы: В школе*

Исследования дифракции для структурного анализа объектов в оптическом диапазоне используется гораздо реже, так как для проведения эксперимента требуются периодические объекты, сравнимые с длиной волны оптического диапазона. Это микроскопические объекты, которые можно рассмотреть в оптический микроскоп. Однако дифракционный метод может иметь ряд своих преимуществ. Он может позволить за короткое время получать сравнительно большие объёмы точной информации без привлечения дорогостоящей техники. Цель работы: изучить возможность определения структуры микрообъекта по дифракционной картине в оптическом диапазоне на примере птичьего пера. Были поставлены следующие задачи: выделение характеристик, которые можно определить по дифракционной картине; проведение анализа параметров постановки опыта для получения дифракционной картины; проведение эксперимента по определению структуры микрообъекта; сравнение экспериментальных данных с данными, полученными с помощью микроскопа.

Установка состояла из лазера, расположенного от него в 2 см пера и экрана, на котором получали дифракционную картину. Экран представлял собой лист миллиметровой бумаги, прикрепленной к стене. Мы провели опыты для 6 видов пера. Для каждого из них были определены периоды дифракционных решёток. Для проверки наших расчетов мы сравнивали их с фотографиями, полученными с помощью микроскопа Planar Микро МБ с возможностью увеличения 480 раз

По виду дифракционной картины можно определить параметры решетки. Ширина дифракционной картины определяется размером прозрачной части, расстояние между максимумами определяется периодом решетки, углы между линиями максимумов соответствуют углам между структурами решетки. На основании эксперимента определены размеры структуры пера. Полученные экспериментальные данные согласуются с данными, полученными с помощью микроскопа.

Использование дифракционной картины в оптическом диапазоне на микрообъектах позволяет рассчитать характеристики структуры объекта в диапазоне приблизительно от 10 до 500 мкм без использования высокоточных оптических измерительных приборов.



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### Использование водородных топливных элементов в общественном транспорте

«Физика»

*Титов Владислав Сергеевич, Добринский Евгений Павлович (научный руководитель, педагог доп. образования),  
место выполнения работы: Бел ОЦД(Ю)ТТ*

Разработать физический прототип транспортного средства, где в качестве источников энергии будут использоваться водородные топливные элементы и показать экологичность и привлекательность общественного транспорта. Задачи, которые необходимо выполнить для достижения цели: 1. Проанализировать существующие источники альтернативной энергии. 2. Изучить существующие решения экологичного общественного транспорта. 3. Изучить современные решения для производства водорода. 4. Разработать прототип водородного топливного элемента. 5. Разработать физический прототип транспортного средства.

Методы использованные в ходе работы на проекте: 1. Метод анализа 2. Метод эксперимента 3. Системный подход Инструменты исследования: 1. Робототехническая лаборатория 2. Программное обеспечение прототипа 3. Технические материалы для создания прототипа

Результаты работы над проектом: 1. Проведен анализ альтернативных источников энергии в транспорте 2. Разработан и испытан прототип водородной силовой установки для применения в городских автобусах 3. Разработан прототип автобуса с водородной силовой установкой 4. Подтвердили возможность успешного применения водорода в общественном транспорте

С 2015 года начали появляться новые устройства с применением водородных гибридных установок, крупнейшие корпорации начинают вкладывать огромные деньги в развитие этой отрасли. Можно прийти к выводу, что это направление современной энергетики имеет большие перспективы развития. На примере своего проекта мы хотим показать, что использование современных водородных элементов возможно в новейших инновационных изобретениях и разработках



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### Создание учебной модели для демонстрации закона Ампера и изучения закона Био-Савара-Лапласа

«Физика»

*Капитанов Евгений Владимирович, Еделев Андрей Юрьевич (научный руководитель, Учитель физики), место выполнения работы: в школе*

В каждой школе в курсе физики 10-го класса ученики изучают закон взаимодействия двух проводников с током, закон Ампера. Чаще всего для его демонстрации используется постоянный магнит в виде подковы и металлический стержень, через который пропускают ток. Этот опыт скучный и однообразный. Отличие представленной модели от остальных заключается в том, что она интереснее и необычнее. Так же она заинтересует учеников изучить не только закон Ампера, но и закон для определения вектора индукции магнитного поля, порождаемого постоянным электрическим током, закон Био-Савара-Лапласа.

Моделирование движения проводника электрического тока, внутри соленоида. Теоретический расчет силы тяги, на батарейку во время её движения. Абстрагирование полученного результата. В программе Microsoft Excel 2010 были построены графики зависимости силы от различных параметров. Проведение эксперимента по проверке полученных графических зависимостей. Сравнение экспериментального и теоретического результата.

1. Произвели теоретический расчет силы Ампера, действующей на батарейку с магнитами, находящуюся внутри соленоида. 2. Выявили зависимость силы от сопротивления проволоки, длины и, как следствие, массы поезда и расстояния между витками. 3. На основе выведенной формулы в Microsoft Excel построили графики по выявленным зависимостям. 4. Провели ряд опытов для проверки полученных графиков.

Данную модель можно использовать для демонстрации закона Ампера. Также, при желании, модель можно использовать для изучения закона Био-Савара-Лапласа. Помимо школы это исследование можно использовать в качестве справочного материала в создании транспортного средства, которое движется по такому же принципу.



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### Самодвижущаяся лодка

«Физика»

*Соболева Анастасия Александровна, Солодовникова Галина Николаевна (научный руководитель, Учитель физики),  
место выполнения работы: в школе*

Если представить, что обычная моторная лодка заплывет в болотистую местность, то трава и водоросли быстро наматываются на гребной винт, и лодка остановится. В данной работе главной задачей являлось создание движущегося механизма с жёстким корпусом без выступающих частей, который может двигаться в любых условиях (по воде, по суше, по болотистой местности). Жёсткий корпус нужен для того, чтобы защищать лодку от внешних воздействий. Термины, используемые в работе: эксцентричный маховик - маховик, масса которого сосредоточена на конце стержня, корма - задняя часть лодки, нос - передняя часть лодки, присоединённая масса - масса воды, прилипшей ко дну лодки, гауссовская форма - оптимальная форма лодки, обеспечивающая минимальную силу сопротивления воды.

Нами использовались эмпирические методы исследования: наблюдение, сравнение, эксперимент, сопоставление теоретических и экспериментальных данных. В работе было проведено компьютерное моделирование в программе «Живая физика». При анализе полученных данных в экспериментах использовалось программное обеспечение «PascoCapstone». Эксперименты проводились в школьной лаборатории с использованием Полигона Юного Физика.

В ходе работы мы выполнили главную задачу - создали работающую модель лодки без выступающих частей, которая может двигаться в любых условиях. Выяснили, каким образом связано движение маховика и лодки в разных системах. В теоретической модели мы вывели формулу для скорости через Лагранжиан системы, которая включает все исследуемые параметры. В ходе экспериментальной части мы исследовали зависимость скорости лодки от различных параметров. Экспериментальные данные совпали с теоретическими.

Значимость работы заключается в том, что в научной литературе мы не встретили описания похожего устройства. Однако мы смогли сконструировать механизм с жестким корпусом без выступающих частей, двигающийся в любых условиях. В дальнейшем мы хотим оптимизировать лодку так, чтобы добиться большей скорости движения по воде и твердой поверхности. Данная идея может использоваться в производстве, например, в судостроении (построение лодки-вездехода).



## Рассеяние электронов на магнитном скирмионе

«Физика»

*Кузьмин Сергей Алексеевич, Рожанский Игорь Владимирович (научный руководитель, Доктор ф.-м. наук, снс),  
место выполнения работы: ФТИ им. А.Ф. Иоффе*

Скирмионы – маленькие вихреподобные участки намагниченности размерами до 10 нм. Они крайне перспективны для изучения благодаря малому размеру, топологической устойчивости и мобильности - своё применение скирмионы нашли в концепции Racetrack memory, в которой они играют роль битов информации. Детектируются скирмионы с помощью топологического эффекта Холла, который я и исследовал в своей работе. Налетающие электроны отклоняются из-за обменного взаимодействия с атомами материала. Тем не менее, задачу можно решить в классическом подходе, поскольку в случае сильного обменного взаимодействия движение электрона через магнитный скирмион описывается с помощью геометрической фазы Берри и сводится к движению в эффективном магнитном поле. Поставленные задачи: вывести формулу эффективного магнитного поля от координаты в скирмионе; численно рассчитать траекторию электрона через скирмион; посчитать поперечный ток через скирмион и связать его с топологическим зарядом; проделать то же скирмионом и убедиться, что в нём поперечного тока не возникает; вычислить поправку в поперечный ток - side jump; исследовать spin torque; рассмотреть взаимодействие электронов со скирмионом, начальные скорости которых меньше тепловых; исследовать ТЭХ в антиферромагнитных скирмионах.

В своей работе я численно моделировал топологический эффект Холла, side jump, spin torque на Питоне 3, для визуализации данных был применён пакет numpy. Расчёт траектории электрона в скирмионе и скирмиономе был произведен также численно в программе, методом итераций. Для построения графиков использовался Matlab, для сложных аналитических вычислений - Wolfram Mathematica. Работа проводилась в Физико-техническом институте имени А. Ф. Иоффе.

В данной работе удалось в явном виде вывести зависимость эффективного магнитного поля в скирмионе и скирмиономе, рассчитать траекторию электрона в скирмионе и скирмиономе программно, вычислить два вклада в переменный ток (поперечная скорость и side jump), численно посчитать топологический заряд этих структур, показать связь между поперечным током и топологическим зарядом, обнаружить спиновый торк, решить задачу рассеяния электронов на антиферромагнитном скирмионе.

В моём исследовании особо важно то, что рассмотренные эффекты можно обобщить на трёхмерные аналоги скирмионов, например, на хопфионы. Наличие спинового торка говорит о том, что хопфионы можно вращать в пространстве и так записывать информацию. Но прежде всего хочется подчеркнуть, что скирмионы имеют практическое применение. Воплощение “Racetrack memory” в жизнь в десятки раз уменьшит размеры носителей информации и ускорит её считывание.



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### **Формирование алюмооксидных нанопористых мембран методикой двухступенчатого анодирования**

*«Физика»*

*Савин Арсений Игоревич, Мотин Георгий Юрьевич (научный руководитель, Инженер лаборатории), место выполнения работы: Лаборатория «Физика наноструктурированных оксидных плёнок и покрытий», физико-технического института Петрозаводского государственного университета*

Нахождение оптимального способа создания алюмооксидных нанопористых мембран в лабораторных условиях. Нанопористые мембраны активно используются в газовой промышленности, однако у них есть потенциал и для других отраслей. Необходимо выбрать наиболее простую и продуктивную методику создания мембран, для их более скорого изучения. Алюмооксидные нанопористые мембраны – керамический материал, изготовленный с помощью процесса электрохимического травления чистого алюминия. Материал может использоваться непосредственно как прозрачная или белая (зависит от диаметра пор) мембрана или как односторонне закрытый шаблон для формирования наноструктур. Продукт представляет собой аморфный оксид, которому можно придать кристаллическую структуру при нагревании. Анодная оксидная плёнка – наноструктурированный материал с наноразмерными структурными элементами полученный электрохимическим оксидированием металла в растворах электролитов с самоорганизованным ячеисто-пористым/трубчатым строением.

Поиск и анализ информации (теоретический), эксперимент. Эксперимент проводился с целью создания нанопористой мембраны и подтверждения правильности выбора методики создания.

Задача была решена, методика создания нанопористой мембраны подтвердила свою простоту. По результату работы было получено изделие (мембрана), созданное по методике, все этапы которой были выполнены успешно.

В дальнейшем возможно усовершенствование данной методики, также возможно использование автоматизированного процесса создания мембран. Кроме того, помимо газовой промышленности, у технологии большое будущее и в других отраслях и сферах.



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### Астероиды-объекты исследований и источники опасности

#### «Физика»

*Зенькович Егор Михайлович, Максименко Татьяна Евгеньевна (научный руководитель, учитель физики, отличник образ), место выполнения работы: В гимназии*

Задачи: 1. Изучить литературу по теме; 2. Создать программу быстрого знакомства с астероидами; 3. Создать программу «asteroid\_classification»; 4. Уяснить уровень астероидной опасности; 5. Предложить возможные пути решения проблемы, познакомившись с уже существующими; 6. Рассмотреть моделирование систем защиты Земли для отведения астероидной опасности; 7. Проанализировать полученные результаты; 8. Сделать выводы, наметить планы на будущее;

Методы исследования: 1) изучение литературы и интернет источников; 2) наблюдение; 3) вычисление; 4) сравнение. Программное обеспечение: машинно-логическое, интерфейсное, информационно-командное, прикладное, системное, инструментальное, Microsoft PowerPoint.

Для быстрого доступа к информации об астероидах была написана программа, алгоритм которой представлен на слайде и в приложении. Была разработана программа на языке программирования python. Программа «asteroid\_classification» разработана с использованием базы данных астероидов SDSS-based Asteroid

1. Уяснили уровень астероидной опасности; В практической части написаны программы: 1. Программа для быстрого доступа к информации об астероидах; 2. Программа для расчёта массы планет и крупных астероидов; 3. Программа «asteroid\_classification» (классификация астероидов); 4. Спроектировали наглядное воздействие тягача на астероид.



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### **Создание модели пуленепробиваемого бронежилета с защитным элементом на основе жидкости с изменяющейся динамической вязкостью**

*«Физика»*

*Айналиев Нурислам Зайнуллаевич, Маштаков Илья Рамильевич, Ракин Григорий Валерьевич (научный руководитель, учитель физики МБОУ «СОШ им. А»), место выполнения работы: В школе*

Вопрос о защите человеческого организма от различных видов оружия является актуальной задачей на протяжении многих столетий: начиная от первых металлических доспехов до современных средств индивидуальной защиты. Однако стоит отметить, что современные СИЗ имеют ряд недостатков, среди которых сравнительно большой вес, а также дискомфорт при носке в силу жёсткости конструкции. Кроме того, при попадании пули в бронежилет, металлические вставки, составляющие защитный элемент бронежилета, прогибаются внутрь, нанося человеку тяжёлые травмы. Одним из возможных решений данной проблемы может стать использование вместо металлических элементов жидкости с изменяющейся динамической вязкостью, более известные как дилатантные. Осуществление данной модификации позволит рассеять импульс удара на большей площади, что позволит обезопасить бойца от получения им запреградной травмы

Основными методами, которые были использованы авторами - теоретический расчёт, а также проведение эксперимента. Большая часть исследования была проведена в школьной лаборатории физики. Заключительная часть эксперимента проводилась в испытательном тире войсковой части 6688 подразделения Росгвардии РФ в г. Астрахань.

В ходе выполнения работы был разработан состав, полностью удовлетворяющий представленным требованиям. Он экологически безопасен, не токсичен, имеет большую вязкость (поэтому при попадании пули не происходит его вытекание), обладает отличными демпферными свойствами и способностью рассеивать энергию и импульс. На данный момент разработан чертёж изделия, а также подана заявка на регистрацию полезной модели.

На сегодняшний день одно предприятий Астраханской области, занимающееся разработкой бронежилетов для сотрудников МВД высказалась о своей заинтересованности в данной разработке. На данный момент ведутся переговоры о возможном сотрудничестве. Стоит отметить, что продолжается работа, как по усовершенствованию разрабатываемой модели (уменьшение веса, обеспечение большего комфорта при ношении), так и по улучшению свойств защитного состава.



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### Система автополива с использованием датчика влажности и телефона

#### «Физика»

*Лепченков Дмитрий Иванович, Пацай Михаил Григорьевич, Дорофеев Георгий Михайлович (научный руководитель, Ведущий инженер кафедры, БГУИР), место выполнения работы: В школе*

Задача нашей работы – создать систему автоматического полива растений, благодаря которой можно поддерживать оптимальный уровень влажности, не находясь на участке и не тратя на это лишних сил и денег, сделать его дешевле и функциональнее готовых аналогов, представленных на рынке.

Метод анализа, метод наблюдения, метод сравнения и метод эксперимента.

Нам удалось на основе используемых на практике аналогов автоматических систем полива создать принципиально новую систему автополива с использованием датчика влажности и мобильного телефона. Можно настроить либо временные интервалы включения и выключения полива, либо запрограммировать полив в зависимости от влажности. Реализация такой системы осуществляется без дорогостоящих датчиков влажности, поэтому такое решение нам видится самым рациональным.

Диагностика нашей системы автополива показала ряд неоспоримых преимуществ данной разработки: - экономия воды; - экономия финансов; - экономия времени.



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### Ультразвуковой увлажнитель воздуха «emgum»

#### «Физика»

*Ахмадиев Эмир Ильдарович, Закирзянов Гумер Ильдарович, Ганиева Гульназ Фанитовна (научный руководитель, учитель физики), место выполнения работы: в школе*

При различных обстоятельствах и целях нормы влажности воздуха различны. В целом норма влажности воздуха колеблется от 40 до 60%. Если после произведенных замеров были получены значения меньше рекомендованных норм, то необходимо в помещении использовать увлажнитель воздуха. Самыми предпочтительными являются ультразвуковые увлажнители воздуха, так как они считаются самыми высокотехнологичными, по стоимости они дорогие, а если его изготовить своими руками, то мы в разы экономим. Поэтому мы решили сделать свой увлажнитель воздуха более простого дизайна, но проработанными деталями, чтобы не допустить эти проблемы либо свести их к минимуму.

Использовали следующие элементы: испаритель, кулер, плата Arduino, корпус (пластиковый контейнер), индикатор, блок питания, провода, понижающий преобразователь, потенциометр, модуль для платы, датчик ДНТ, переходник. Корпус изготовили из пластикового контейнера.

При самостоятельном изготовлении прибора денежные затраты составили 1920,00 рублей, средняя покупная цена готового изделия – 2190,00 рублей. Следовательно, самодельный увлажнитель воздуха «Emgum» доступнее, чем приборы в магазинах.

Таким образом, рассмотрев виды увлажнителей воздуха, изучив влияние влажности воздуха на жизнедеятельность человека, выявив плюсы и минусы существующих на рынке увлажнителей воздуха изготовили своими руками ультразвуковой увлажнитель воздуха «Emgum»



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### Альтернативные источники энергоснабжения в отдаленных районах Иркутской области и Бурятии

«Физика»

*Воскобойников Кирилл Николаевич, Ляхов Николай Николаевич (научный руководитель, учитель физики), место выполнения работы: в школе*

Цель: изучить возможности альтернативных источников для оптимизации энергоснабжения в отдаленных районах Иркутской области и Бурятии. Задачи: 1. Изучение проблемы энергоснабжения в Иркутской области и Бурятии. 2. Оценить энергетическую и экономическую эффективность альтернативных источников тепло и электроснабжения. 3. Разработать предложения по использованию альтернативных источников для энергоснабжения некоторых объектов в отдаленных районах Иркутской области и Бурятии. 4. Разработать проектные решения по использованию гидроресурсов на основе микроГЭС. Климат Иркутской области и республики Бурятия достаточно суровый. Обеспечение жизни и деятельности человека в этих непростых условиях требует значительных затрат энергии. Она может быть получена из традиционных источников и альтернативных. Мы рассмотрим несколько вариантов: солнечная энергетика; ветроэнергетика; гидроэнергетика; геотермальная энергетика. Для сравнения этих источников энергии используем такие объективные критерии как коэффициент использования установленной мощности и показатель EROEI, — соотношение полученной энергии к затраченной при производстве и эксплуатации используемого энергетического и вспомогательного оборудования, иначе говоря, энергетическая рентабельность.

Методы исследования: 1. Экспериментальное определение скорости водотока в условиях экспедиции. 2. Расчет энергии водотока. 3. Аналитический обзор проблем энергоснабжения районов исследования. 4. Расчет экономической и энергетической эффективности разных видов энергоснабжения.

Результаты исследования: 1. Солнечная и ветряная энергетика может использоваться в качестве вспомогательной для уменьшения вредных выбросов в атмосферу и экономии дизельного топлива. 2. Предложен вариант использования гидроагрегатов мощностью 1-5 кВт на малых реках в качестве самостоятельных источников для электроснабжения отдельных домохозяйств. 3. Предложен вариант использования теплового насоса совместно с микроГЭС для теплоснабжения в горной безлесной местности.

1. Использование альтернативных источников в качестве основных нецелесообразно. 2. Малая гидроэнергетика обладает существенными преимуществами. 3. Использование альтернативной энергетике в качестве вспомогательной к дизельным электростанциям позволяет добиться существенной экономии дизтоплива. 4. Исследованы возможности и разработаны предложения по установке и использованию микроГЭС мощностью 1-5 кВт на небольших водотоках.



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### Измерение вязкости микродоз жидкости с помощью

«Физика»

*Шагалова Анна Андреевна, Санин Анатолий Геннадьевич (научный руководитель, Научный сотрудник), место выполнения работы: ФИЦ Институт Прикладной Физики Российской Академии Наук*

Измерение вязкости микродоз жидкости (мкл) - актуальная задача для практических исследований в области фармацевтики, биологии и др. направлений. Так, чтобы контролировать условия питания растений и устанавливать необходимость подкормки удобрениями, дендрологам важно определить вязкость соков растений в микродозах. Сейчас измерительные средства и методы, позволяющие определять вязкость микродоз (10 мкл) быстро, удобно, точно - отсутствуют. Цель нашей работы - исследовать возможность измерения вязкости микродоз жидкости по изменению электрического импеданса кварцевого резонатора. В работах-предшественниках вязкость микродоз определялась косвенным методом, необходимо было знать большое количество первичных измеряемых параметров. Точное значение площади капли, находящейся на кварце, было обязательным условием для расчета вязкости. Задача определения вязкости сильно усложнялась. Также ученые использовали кварцевый резонатор в виде круглой пластины, что приводило к необходимости использования для измерений усредненных данных по всей площади пластины и использованию значительного объема жидкости. Задача нашей работы - опробовать и применить другие способы вычисления вязкости микродозы жидкости, используя похожий резонатор, что и в работах предшественников.

Методы, использованные в работе: - Метод измерения первичных параметров - Метод вычисления вязкости на основе: 1) модели кварца в виде сложного колебательного контура; 2) диаметра годографа адмиттанса; 3) дробно-линейной функции. Оборудование: резонатор в виде прямоугольной пластины из кварца среза размером 48\*4,8\*1,3 мм, импедансометр LCR-78110G, компьютер, микролифт. Средства обработки данных: Mathcad, Excel

В работе были опробованы методы обработки результатов измерений при помощи: всех элементов эквивалентной схемы кварцевого резонатора; частичного использования эквивалентной схемы (диаметров годографов); дробно-линейной функции. Измерения проводились трехкратно для каждой жидкости. Наибольший разброс результатов вычислений (в спз) получается при использовании диаметров годографов (3,61–3,83; 11,73–12,64). Наименьший разброс получается при вычислениях с помощью эквивалентной схемы (3,74–3,824; 12,45–12,793).

Нам удалось определить вязкость жидкостей различными методами, не пользуясь информацией о первичных измеряемых параметрах, как это делали в более ранних исследованиях. Методика измерения вязкости микродоз с помощью кварцевого резонатора работоспособна и имеет ценность для научно-практического использования. Ведется дальнейшее исследование новейшего метода расчета вязкости по диаметрам годографов, совершенствование экспериментальной установки.



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### Колебания цепочки постоянных магнитов

«Физика»

*Мозгалева Сергей Владимирович, Поживилко Алексей Олегович (научный руководитель, Ассистент кафедры КРФМОЭ БГУ), место выполнения работы: Лицей БГУ*

В данной работе исследованы колебательные системы с постоянными магнитами. Известно много конструкций магнитных маятников. При помещении пружинного или математического маятника с металлическим грузом в магнитное поле меняется период, скорость затухания и амплитуда колебаний. Существуют маятниковые часы, состоящие из магнитного маятника, катушки и схемы управления на транзисторе. В этой работе речь пойдет о колебаниях цепочки постоянных магнитов, расположенных на шероховатой горизонтальной плоскости на небольшом расстоянии один от другого. Как показали исследования, в такой цепочке могут существовать несколько собственных частот колебаний. Основная цель работы состоит в определении частоты и других параметров свободных и вынужденных колебаний цепочки из постоянных магнитов, изучении различных типов колебаний, возникающих в цепочке.

В работе использовалась экспериментальная установка, состоящая из осциллографа, катушки на ферромагнитном сердечнике и исследуемой цепочки из постоянных магнитов. Основным методом измерения являлось помещение в колебательную систему катушки электромагнита и анализ индуцируемой в ней ЭДС с помощью осциллографа.

В ходе работы создана и испытана экспериментальная установка, позволяющая измерять амплитуду и частоту колебаний магнитов. Измерены параметры свободных и вынужденных колебаний. Исследования показали, что в цепочке постоянных магнитов могут существовать несколько частот собственных колебаний. На экране осциллографа наблюдается картина, похожая на биения. Наблюдается уменьшение частоты колебаний с увеличением расстояния между магнитами.

Исследованы параметры колебаний в цепочке постоянных магнитов, расположенных на горизонтальной шероховатой поверхности. Получена зависимость частоты от расстояния между ними. Созданная в работе экспериментальная установка может быть датчиком вибраций, регистрировать колебания земной поверхности, вызванные землетрясениями или взрывами.



## Термонаведённая деполяризация в активных элементах твердотельных лазеров

«Физика»

*Сполохов Данила Рудольфович, Шайкин Илья Андреевич (научный руководитель, Младший научный сотрудник),  
место выполнения работы: Школа Юного Исследователя ФИЦ ИПФ РАН*

Лазерам как устройствам преобразования энергии присуще внутренне тепловыделение в составляющих элементах. Опыт разработок и эксплуатации систем показывает, что достижение высоких характеристик не возможно без учёта в конструкции лазеров и при управлении режимами их работы различных эффектов обусловленных нагревом элементов лазера. Существует много изменяющихся с температурой характеристик и возникающих явлений. Термонаведенная деполяризация является одним из основных явлений, ограничивающих среднюю мощность непрерывных лазерных систем и частоту следования импульсов импульсно-периодических систем. Проблема заключается в том, что термонаведенная деполяризация может значительно уменьшить максимальный КПД лазера, качество лазерного пучка и эффективность его использования. Данные параметры могут повлиять на результаты экспериментов. Целью работы является теоретическое изучение и экспериментальное установление факта термонаведенной деполяризации в активной среде при изменении температуры активной среды подобно тому, как это происходит в лазерных системах. Проверка метода компенсации деполяризации с помощью вращателя плоскости поляризации (ВПП).

Методами исследования являются измерение профиля лазерного импульса в ближней и дальней зоне. Основные инструменты и оборудование: цилиндрические активные элементы (стекла, легированные ионами неодима), блок питания для нагрева активных элементов, шпатовые клинья и вращатель плоскости поляризации. Собрана специальная установка на основе этих и других элементов. Полученные изображения обрабатывались с помощью двух написанных программ в среде MatLab

Была изучена термонаведённая деполяризация в твердотельном лазере, проведены различные опыты с различными мощностями нагрева, подробно описаны происходящие с поляризацией процессы. Теоретически описано и экспериментально доказано, что набег фазы складывается из набегов фаз из нескольких элементов. Теоретически описан и экспериментально проверен метод компенсации деполяризации с помощью вращателя плоскости поляризации. Описан и проверен эффект, возникающий в активном элементе при нагревании и остывании в дальней зоне.

Данные, полученные в ходе экспериментов, можно использовать для предсказания того, что будет происходить с поляризацией в лазерных системах, работающих как непрерывно, так и импульсно. В дальнейшем можно рассмотреть деполяризацию в активных элементах разных диаметров, метод компенсации деполяризации с помощью SLM-матриц (Spatial Light Modulator) и метод обнаружения дефектов внутри элемента с помощью деполяризации.



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### Фотолюминесценция алюмооксидной керамики

«Физика»

*Мурашко Максим Владимирович, Зайков Валерий Александрович (научный руководитель, Старший преподаватель), место выполнения работы: ФРКТ БГУ*

Целью настоящей работы является исследование фотолюминесценции алюмооксидной керамики ВК-94-1 и разработка метода бесконтактного контроля температуры мощных электронных приборов, использующих алюмооксидную керамику. Решаемые задачи: разработка методики регистрации спектров фотолюминесценции; определение природы фотолюминесценции алюмооксидной керамики; исследование влияния температуры на фотолюминесценцию алюмооксидной керамики; разработка метода бесконтактного контроля температуры мощных электронных приборов по спектрам люминесценции. Актуальность работы связана с разработкой простого бесконтактного способа измерения температуры мощных электронных приборов (вакуумных генераторных ламп, тиристоров, диодов), в которых присутствует алюмооксидная керамика типа ВК 94-1, интенсивно люминесцирующая в красной области спектра. Устройство, реализующее данный бесконтактный способ измерения температуры мощных электронных приборов, содержит синий светодиод, возбуждающий спектр люминесценции, красный светофильтр и фотодиод, сигнал которого пропорционален температуре прибора. Использование операционного усилителя и микроконтроллера позволит устройству контролировать в реальном времени температуру и поддерживать заданный температурный режим мощных электронных приборов.

Излучение полупроводникового лазера с длиной волны 410 нм заданной интенсивности под углом  $45^\circ$  фокусировалось на поверхность образца (лист растения, цветное стекло или алюмооксидная керамика). Алюмооксидная керамика размещалась на подогреваемом столике. Свечение флуоресценции посредством оптического световода попадало в монохроматор S-100 и регистрировалось с помощью ПЗС линейки.

Предлагаемое нами устройство, контролирующее температуру мощных приборов, содержит синий светодиод, возбуждающий спектр люминесценции, красный светофильтр и фотодиод, сигнал которого пропорционален температуре прибора. Использование операционного усилителя и микроконтроллера позволит поддерживать заданный температурный режим прибора.

Исследованы спектры люминесценции алюмооксидной керамики ВК-94-1. Оценена энергия активации данного перехода. На основании температурной зависимости максимума интенсивности фотолюминесценции керамики ВК 94-1, предложен бесконтактный метод измерения температуры в процессе эксплуатации мощных электронных приборов в которых используется данная керамика.



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### Исследование микроструктуры легированных алюминиевых сплавов

«Физика»

*Пупков Михаил Андреевич, Фаддеев Михаил Андреевич (научный руководитель, Кандидат физ-мат наук), место выполнения работы: Физический факультет ННГУ им. Лобачевского*

В настоящее время задача облегчения веса изделий является одной из первоочередных задач современной аэрокосмической техники. Одним из ключевых элементов бортовой электрической сети являются малогабаритные провода. Для их изготовления наиболее часто применяются медные сплавы из-за их высокой электропроводности. Недостатком медных проводников является их значительный вес. С другой стороны, хорошим проводником электрического тока является алюминий, плотность которого в три с лишним раза меньше, чем у меди. Таким образом, замена медных проводов алюминиевыми дала бы значительный выигрыш в весе летательного аппарата. Однако, при повышении температуры, что неизбежно в процессе эксплуатации, происходит рекристаллизация зёрен алюминия. Это вызывает уменьшение прочности, недопустимое для проводников устройств авионики. Одним из возможных способов решения данной проблемы является метод легирования алюминия малыми долями переходных и редкоземельных металлов. Целью данной работы является исследование микроструктуры и элементного состава алюминиевых сплавов, легированных переходными металлами.

Микроструктура сплавов изучалась методами оптической и растровой электронной микроскопии. В экспериментах использовались металлографический микроскоп Leica DM IRM и РЭМ Jeol JSM 6490. Для определения химического состава образцов использовался рентгеновский микроанализ с электронным возбуждением. Исследования проводились с помощью микроанализатора INCA Energy 350.

1. Проведено многоступенчатое шлифование и химическое травление образцов легированного алюминия. 2. Выполнены исследования морфологии микроструктуры и количественный элементный анализ неоднородностей электронно-зондовым рентгено-спектральным методом 3. Совершенствование термического режима отливки образцов легированного алюминия привело к образованию микрокристаллов алюминидов, расположенных по границам и в объеме зёрен металла, что должно препятствовать их рекристаллизации и увеличить жаропрочность сплава.

Удалось добиться образования микроструктуры алюминидов, препятствующей росту зерен алюминия и повышающей термостойкость изделий. В перспективе планируются исследования новых образцов с целью поиска оптимального термического режима изготовления легированных сплавов алюминия.



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### Визуализация световых свойств и явлений

#### «Физика»

*Корнев Матвей Дмитриевич, Азременко Татьяна Геннадьевна (научный руководитель, Учитель физики), место выполнения работы: дома*

Темы «дифракция света» и «преломление лучей», рассматриваемые в данном проекте, являются критически важными для понимания оптических свойств. Свет встречается в физике практически повсеместно, что обуславливает необходимость его изучения не только для решения физических задач по какой-то конкретной теме. Уникальность данного проекта состоит в его продукте. Существующим проектам на эту тему не хватает возможности наглядного изучения представленного материала. Приложение поможет с этим, дав возможность пользователю настраивать необходимые параметры, сразу представляя ему и результат, и его визуализацию. Цель проекта - создание приложения для изучения свойств света и оптических явлений. Задачи 1. Выявить зависимость изменения дифракционной картины от различных параметров; 2. Зная соотношение углов падения и преломления и формулу интенсивности света в дифракционной картине, написать программу, строящую дифракционную картину и визуализирующую преломление лучей. Дифракция волн — явление, которое проявляет себя как отклонение от законов геометрической оптики при распространении волн вблизи препятствий. Дифракция Фраунгофера - дифракция, при которой источник света расположен настолько далеко от препятствия, что исходящие лучи падают на него практически параллельно друг другу.

Для разработки приложения был выбран язык программирования Python. В качестве интегрированной среды разработки или IDE был выбран PyCharm. Для создания интерфейса использовалась библиотека PyQt5, для построения графиков – библиотеки matplotlib и numpy, а для сборки - утилита pyinstaller. Для расчёта дифракционной картины используется выведенная формула, для вычисления интенсивности преломлённого луча - формулы Френеля.

С помощью получившегося приложения можно сделать вывод о зависимости дифракционной картины от заданных параметров. 1. При увеличении числа щелей растёт интенсивность максимумов и уменьшается их ширина. 2. Увеличение длины волны растягивает дифракционную картину по горизонтали. 3. С увеличением периода дифракционной решётки максимумы сужаются и становятся ближе. 4. Увеличение ширины непрозрачных участков между щелями ведёт к уменьшению интенсивности всех максимумов и к увеличению их ширины.

Продукт данного проекта можно использовать в образовании. На изучение упомянутых разделов в учебной программе выделено крайне малое количество часов. Чтобы за это время можно было наиболее полно освоить материал, можно использовать приложение. Ещё одна сфера применения - производство опико-электронной продукции. Проект можно дополнять опытами с другими свойствами света и оптическими явлениями.



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### Установка для демонстрации акустической левитации

«Физика»

*Попова Светлана Евгеньевна, Лазарев Михаил Викторович (научный руководитель, учитель информатики),  
место выполнения работы: ЦДТ Родник*

В процессе обучения демонстрация играет важную роль. Особенно демонстрация необходима при изучении сложного теоретического материала. В частности, одним из таких разделов является тема «Ультразвуковые колебания и волны». Проблема в том, что ультразвук не воспринимается ни одним из органов чувств человека. Понять теоретический материал без практической основы крайне трудно. Целью данной работы является создание установки для демонстрации акустической левитации. Ультразвуковая левитация – явление, при котором предметы держатся в воздухе под действием ультразвуковой волны. Задачи работы: 1. Создать высоко стабильный генератор определенной ультразвуковой частоты. 2. Получить максимально возможную мощность от ультразвуковых излучателей. 3. Обеспечить необходимое фиксированное расстояние между излучателями.

В работе использовались: осциллограф, драйвер двигателей, генератор частоты.

В результате создана установка, демонстрирующая явление ультразвуковой левитации.

В результате создана установка, демонстрирующая явление ультразвуковой левитации, которая, воздействуя на органы чувств, помогает более быстрому и качественному усвоению теоретического материала.



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### Следы на воде

«Физика»

*Тесленок Янина Сергеевна, Герасимчик Инна Георгиевна (научный руководитель, учитель физики), место выполнения работы: в лицее*

В дождливую погоду за автомобилями,двигающимися по мокрой асфальтной дороге можно увидеть «аккуратные» круги, медленно плывущие за автомобильными шинами. Они кажутся слишком правильными геометрически, словно нарисованными с помощью циркуля, но на воде. Целью работы стало выяснение физических и математических закономерностей, которые лежат в основе этого явления. Вихревая вибрация (VIV) является популярной темой исследований в области взаимодействия волн, например, морских с различными типами структур. В моей работе были поставлены задачи: исследовать физические закономерности явления, наблюдавшегося при движении автомобиля по мокрой асфальтной дороге; провести экспериментальную проверку в лабораторных условиях гипотезы, объясняющую причины данного явления; предложить модель физического явления, рассчитанную средствами CFD. Гипотеза: причиной появления данной неустойчивости, является образование вихрей за протектором шин автомобильного колеса. В ходе экспериментального моделирования явления выяснялось, как будут влиять на него: характер рисунка протектора шин, масса колеса, род жидкости, свойства взаимодействующих поверхностей, скорость качения колеса, скорость самой жидкости (вихревая неустойчивость, дорожка Кармана, число Рейнольдса, интерференция волн).

Проведено моделирование данного явления в лабораторных условиях и в среде COMSOL Multiphysics.

Определены основные параметры, соответствующие наблюдаемому явлению; соответствующими параметрами данному явлению являются: Ширина колеса, плотность слоя, скорость потока жидкости, кинематическая вязкость. Рассчитано число Рейнольдса для данного явления от 400 – 1130. Число Фруда для данного явления в пределах от 1 до 4. Образование кругов на воде происходит в результате 2-х явлений: появления дорожки Кармана и интерференции поверхностных волн.

Следы на воде могут стать объектом исследований взаимодействия потоков жидкости с твердой поверхностью.



## Расчет основных параметров и доработка интеллектуального бактерицидного очистителя на основе получения экспериментальных данных и визуализации воздушных потоков

«Физика»

*Кравчук Анна Дмитриевна, Пеганов Станислав Юрьевич (научный руководитель, Учитель технологии), место выполнения работы: в школе*

От чистоты воздуха, которым мы дышим, зависит эмоциональное состояние человека, а также работоспособность иммунной системы организма, которая стоит на страже нашего здоровья. Большинство патогенных микроорганизмов передается воздушным и воздушно-капельным путем. Обеззараживание воздуха в замкнутых помещениях с интенсивным потоком людей ультрафиолетовыми бактерицидными рециркуляторами является одним из самых действенных методов профилактики заражения инфекционными заболеваниями распространяющихся воздушным путем. В 2020-2021 году нами была создана собственная модель интеллектуального бактерицидного очистителя воздуха, который назвали SmartBactericidalAirCleaner (SBAC) - Умный Бактерицидный Чистильщик Воздуха, для которого были проведены теоретические расчёты бактерицидной эффективности и производительности. Но его результативная работа была под сомнением. Для этого было принято решение изменить направления по сбору доказательной базы эффективности и изучить изменения воздушных потоков, провести замеры их скорости.

Основными методами исследования являются: 1) работа с научной литературой; 2) поиски анализ информации в сети Интернет; 3) практическая работа для изучения приборов ультрафиолетовой очистки воздуха и расчёта их эффективности.

Исходя из расчетов, основанных на практически измеренных величинах видно, что реальные показатели бактерицидной производительности и величина бактерицидной эффективности обеззараживания меньше теоретически рассчитанных. Для увеличения бактерицидной производительности необходимо добавить в SBAC ещё одну пару ламп. А по результатам проведенного эксперимента по визуализации распределения воздушных потоков на выходе из рециркулятора SBAC следует произвести его модернизацию выходных отверстий

На фоне распространения вирусной инфекции очень актуально усиление профилактических мер. В этих целях был разработан бактерицидный рециркулятор воздуха. Он стал альтернативой дорогостоящим рециркуляторам воздуха. Проведенные теоретические расчеты и практические измерения показывают эффективность его работы, а низкая себестоимость и высокие потребительские качества могут обеспечить заинтересованность в организации его промышленного производства.



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### Исследование зависимости вязкости пресной и солёной воды от температуры

«Физика»

*Горбик Георгий Андреевич, Аманова Ляля Мугалимовна (научный руководитель, Кандидат педагогических наук),  
место выполнения работы: дома*

Сегодня использование водных объектов для обороны рубежей страны надводными кораблями и подводными лодками, перемещающимися как в теплых водах наших южных морей, так и в холодных водах Северного ледовитого и Тихого океанов актуализирует проблему исследования гидравлического сопротивления движению в жидкости водного транспорта, зависящего от температуры воды. Современная мировая экономика строится на применении углеводородов, которые транспортируются в трубопроводах в различные регионы мира с разным климатом, поэтому возникает необходимость учёта коэффициентов вязкости данных веществ от температуры, иначе при транспортировке возможны аварийные ситуации, связанные с ростом давления жидкости в трубах и разрыва трубопровода. В связи с этим изучение зависимости коэффициента вязкости пресной и солёной воды от температуры в этих средах является актуальной с точки зрения практической направленности исследования.

В работе были использованы традиционные методы исследования: анализ теоретического материала по цели и предмету исследования; разделение изучаемого предмета на составляющие группы; определение противоречий в теоретических исследованиях авторов; проведение эксперимента. Новым является графическая зависимость коэффициентов вязкости воды от температуры, и уравнения, полученные с помощью онлайн-калькулятора PLANETCALC. Исследования проводились дома.

В результате были рассчитаны коэффициенты динамической и кинематической вязкости пресной и солёной воды, получены зависимости этих коэффициентов от температуры, и по графику, построенному по результатам исследования, были получены с помощью онлайн-калькулятора PLANETCALC конкретные уравнения зависимости динамического коэффициента вязкости пресной и солёной воды от температуры.

Жидкости могут деформироваться, это зависит от давления со стороны тела, движущегося в жидкости. Где есть остаточная деформация жидкости, существует течение. Вязкость жидкости характеризует течение среды при движении в нём твёрдого тела. В нашем случае при движении тела вертикально вниз возникает динамическая вязкость. В дальнейшем планирую узнать и исследовать коэффициент вязкости при отрицательных температурах и колебательном движении жидкости.



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### Исследование свойств наночастиц серебра с применением вейвлет преобразования

«Физика»

*Павлова Валерия Михайловна, Неустров Ефим Петрович (научный руководитель, К.ф.-м.н., доцент СВФУ им. М.К), место выполнения работы: Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова*

Серебряные наночастицы (СНЧ) обладают уникальными оптическими, электрическими свойствами, высокой каталитической активностью и феноменальным бактерицидным и антивирусным действием. Благодаря этому сейчас они служат материалом для создания электронных, оптических, сенсорных устройств и дезинфицирующих средств нового поколения. Одними из эффективных и простых методов получения серебряных наночастиц (СНЧ) размерами до 100 нм являются химические методы, к которым относится боргидридный метод. При практическом использовании СНЧ важно значение размеры и концентрацию наночастиц в материале. Для определения этих параметров часто используются изображения, полученные с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ). В то же время, СЭМ изображения содержат шумы и размытости, которые затрудняют процесс обработки. В данной работе привлечен метод вейвлет обработки для очистки и фильтрации изображений для повышения эффективности определения количественных параметров СНЧ.

Исследования проведены в Северо-Восточном федеральном университете им. М.К. Аммосова. Использованное оборудование: сканирующий электронный микроскоп JEOL 7800F с рентгеновским энергодисперсионным анализатором, люминесцентный спектрометр УФ-видимой области (Perkin Elmer LS 50B). Вейвлет обработки проведены в среде MATLAB.

В работе боргидридным методом получены суспензии наночастиц серебра, которые проявили яркую фотолюминесценцию в области 450 нм. Были получены изображения поверхности с СНЧ и исследованы спектры рентгеновской энергодисперсионной спектроскопии, которые показали наличие серебра на подложке. Далее, полученные изображения, были обработаны с применением вейвлетом Хаара и Добеши. В результате фильтрации были подавлены низкочастотные составляющие при сохранении высокочастотных составляющих вейвлет-спектров.

Таким образом удалось значительно повысить контрастность изображений, полученных методом СЭМ. Наилучшие результаты достигнуты при использовании вейвлетов Добеши. Обработанные изображения были использованы для определения распределения наночастиц серебра по размерам.



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### Плоское движение стержня, ограниченное связями

«Физика»

*Дорошенко Анастасия Александровна, Дорошенко Александр Юрьевич (научный руководитель, Кандидат физ.-мат. наук), место выполнения работы: МБОУ ДО ЦРТДиЮ*

Задачи проекта: 1. Методом математического моделирования и геометрических построений смоделировать движение механических систем, состоящих из: 1) плоской наклонной опоры и стержня, который одним концом шарнирно закреплён на опоре, а другим может свободно перемещаться по наклонной плоскости опоры. 2) опоры, имеющей цилиндрическую выемку и стержня, который одним концом шарнирно закреплён на опоре, а другим может свободно перемещаться по цилиндрической поверхности опоры. 2. Методом геометрических построений построить промежуточные положения концов стержня и состояния всего стержня, определить и построить примерную траекторию движения обоих концов стержня. 3. Методом математического моделирования для обеих систем получить положения стержня в разные моменты времени, траекторию движения незакреплённого конца стержня и определить, как меняются кинематические характеристики систем.

При подготовке проекта были использованы графическая компьютерная программа CorelDraw и компьютерная система символьной математики Maple. При решении задач использовались методы геометрических построений и компьютерного моделирования.

В результате проекта: описаны пошаговые построения, с помощью которых были получены положения стержня в разные моменты времени и траектория движения незакреплённого конца стержня обеих систем методом геометрических построений в программе CorelDraw. Созданы программы в системе Maple, где описан ход математического моделирования, с помощью которого были получены положения стержня в разные моменты времени, траектория движения незакреплённого конца стержня и определено, как меняются кинематические характеристики систем.

На примере задачи, основанной на задаче из учебного пособия Мещерского И. В. показано, как использовать методы геометрических построений и компьютерного моделирования при решении физических и математических задач и визуализации использующихся моделей. Использование этих методов возможно не только при решении школьных или вузовских, но и вполне серьёзных задач, таких как инженерных, архитектурных, строительных и им подобных.



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### Учебный лабораторный стенд для изучения аэродинамической силы в зависимости от формы крыла

«Физика»

*Давыдовский Дмитрий Владимирович, Чернов Дмитрий Валерьевич (научный руководитель, учитель физики),  
место выполнения работы: Государственное учреждение образования Средняя школа №11 г. Слуцка*

Сейчас уже никого не удивить тем, что ты летел на самолете. Изучение авиационных конструкций является очень важным этапом в процессе подготовки инженеров гражданской авиации. Для этого используются различные учебные лаборатории и стенды. Но для изучения аэродинамических свойств крыльев от различной формы измерительных стендов мою не было замечено. Именно по этой причине был создан данный проект. Какая оптимальная форма и аэродинамические характеристики. Постановка задачи: изучить, каким образом крыло влияет на процесс взлета самолета и изготовить стенд для измерения подъемной силы в зависимости от формы и положения крыла.

Было изучено влияние формы тела на сопротивление при движении в воде и установлено, что меньшим сопротивлением обладает тело формы капли. Для изучения подъемной силы был изготовлен стенд и три вида крыла: симметричной формы и несимметричной формы. Благодаря гидравлической системе на стенде стало возможным менять угол атаки, а благодаря динамометру – измерять появляющуюся подъемную силу.

Мы разработали 3D-модель будущего лабораторного стенда, который мы решили изготовить из алюминиевого конструкционного профиля. В полномасштабной модели лабораторный стенд имеет форму куба со стороной 370 мм. На передней грани которого расположены моторы редукторы, управление которыми происходит при помощи платы Arduino Uno и драйвера для моторов L298 подключенного через блютуз модуль HC-05 к разработанному мобильному приложению для дистанционного управления. В котором пользователь сможет точно указать углы атаки и крена.

Разработан и изготовлен лабораторный стенд из подручных средств который позволяет измерять подъемную силу крыльев различного профиля и формы. Разработана 3D-модель и рассчитана себестоимость модернизированного учебно-лабораторного стенда с автоматизацией и возможностью дистанционного управления. Разработан и изготовлен лабораторный стенд из алюмелевого металлопрофиля. Разработано мобильное приложение «Крыло 2,0» для дистанционного управления стендом



## Разработка и исследование эффекта резистивного переключения в оксидных наноразмерных структурах титана

«Физика»

*Клюкина Екатерина Вячеславовна, Ванькаев Александр Сергеевич, Лисицын Сергей Андреевич (научный руководитель, Педагог), место выполнения работы: ГАОУ АО ДО РШТ*

На современном этапе развития науки и техники человеку не обойтись без компьютеров и электроники. Поэтому возникает существенная проблема их усовершенствования и модернизации. Компьютерная память как раз и является таким компонентом, которому необходим существенный апгрейд. В настоящее время на рынке энергонезависимой памяти главенствующую роль играет flash - память. Основными недостаткам такой технологии являются возможная утечка зарядов и низкая эффективность стирания. В мире появились предпосылки к созданию полностью энергонезависимой памяти, функционирующей на основе резистивного переключения (изменения сопротивления). Главными достоинствами такой памяти, на основе мемристоров, являются полная энергонезависимость, сверхвысокое быстродействие и малые размеры ячейки. Из-за актуальности данного вопроса, у нас возникла идея разработать и сформировать такой элемент памяти, обладающий эффектом резистивного переключения на основе оксидных наноразмерных структур (ОНС) Ti. Проектные задачи: 1) Изучить тематическую научную литературу по эффекту резистивного переключения в оксидах металлов; 2) Найти подходящий метод формирования ОНС; 3) Разработать технологический маршрут формирования матрицы из ОНС Ti для последующего использования в качестве элемента RRAM памяти.

В работе были использованы метод локального анодного оксидирования, для получения ОНС. Он был в двух режимах сканирующего зондового микроскопа Nanotutor - атомно-силовой микроскопии (АСМ) (с помощью графического шаблона) и сканирующей-туннельной литографии. Для подтверждения наличия эффекта резистивного переключения был использован метод АСМ-спектроскопии.

В ходе наших исследований мы установили, что оба метода позволяют получить ОНС Ti, В результате мы получили изображения поверхности, на которых сформировались оксидные структуры с толщиной от 15 до 30 нм. и размерами примерно 2x2 мкм. По итогам 30 циклов АСМ-спектроскопии, по обработанным экспериментальным данным одной из ОНС, мы построили график вольт-амперных характеристик, на котором можно заметить эффект резистивного переключения. Этот график подтверждает наличие мемристорного эффекта у нашей структуры.

В своей работе мы сформировали ОНС Ti, доказали наличие эффекта резистивного переключения и исследовали его. На сегодняшний день мы работаем над получением матрицы из нескольких ОНС Ti. В перспективах у нас исследовать ОНС на предмет зависимости высоты оксида и его площади от подаваемого напряжения и времени импульса, а также освоить принцип и технологию стирания/записи информации.



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### Энергия моря: Морской змей

«Физика»

*Шмаков Роман Андреевич, Кошелева Ирина Владимировна (научный руководитель, учитель информатики), место выполнения работы: в школе*

В последние годы всё более актуальным становится переход на экологически чистые источники энергии. Это связано не только с растущим экологическим загрязнением окружающей среды или стремлением сохранить планету чистой для будущих поколений. Зеленая энергетика, в частности наш «морской змей» может посоревноваться по количеству выделяемой энергии с тепловой электростанцией. Еще пару лет назад электромобили были в новинку; сегодня электротранспорт – один из самых быстрорастущих рынков. Например, в Москве электробусы стали обыденностью, как и в других крупных мегаполисах мира. Следовательно, изменится характер нагрузки на электросистемы: добавится новый потребитель, для которого нужно создать необходимую зарядную инфраструктуру и обеспечить спрос в электроэнергии. Надеюсь, города частично очистятся от выхлопных газов. Но получать энергию нужно не только за счет нефтяных и угольных ресурсов, но и внедрить альтернативные источники. В целях сохранения безопасности климата будет активней использоваться «зеленая энергетика». А для этого необходимо по максимуму внедрить использование ветряной, солнечной, водной и энергии внутренних слоев земли. Именно поэтому я поставил перед собой задачу разработать экологичную морскую электростанцию.

Были использованы интернет - ресурсы, встречи с энергетиком, использование лаборатории для проверки некоторых теорий, а также изготовление прототипа.

Один морской змей способен выдавать мощность около 0.5 МВт, этого будет достаточно что бы обеспечить электричеством 33 дома. Устройство состоит из 4-х цилиндрических корпусов длиной в 5 метров и диаметром 1.5 метра каждый. Вся цепочка функционирует на поверхности моря, повторяя движение волн, тем самым вырабатывая энергию. Устройство состоит из шестеренок и реек, которые взаимодействуют друг с другом и крутят ротор генератора, вырабатывая энергию. Общая длина змея – 20 метров. В расчет было выбрано черноморское побережье.

Мне удалось придумать новый источник зеленой энергии, продумав все нюансы, но пока, морской змей не способен обеспечить электроэнергией большой город. В будущем хочу продолжить модернизировать проект, уменьшая цену себестоимости морского змея, а также поменять внутренний механизм с повышением КПД.



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### Пульсирующие звезды: полоса неустойчивости

«Физика»

*Великанов Павел Артёмович, Григорьев Виталий Валерьевич (научный руководитель, младший научный сотрудник), место выполнения работы: дома*

Постановка задачи: исследование зависимости светимости пульсирующих звёзд, а также построение полосы неустойчивости на диаграмме Герцшпрунга-Рассела. Наличие такой зависимости позволяет использовать переменные звёзды в качестве стандартных свечей, что позволяет устанавливать расстояния до далёких объектов. В частности, расхождение в определении постоянной Хаббла связано с определением расстояний в том числе. Пульсирующие звёзды находятся в определённом регионе диаграммы ГР, поэтому нахождение звезды в таком регионе служит маркером о том, что её можно использовать в качестве такой свечи. Основные термины: диаграмма Герцшпрунга-Рассела (сокращённо ГР), блеск, фотометрическая система, болометрическая поправка.

Использование фотометрической системы в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах; использование зависимостей период-светимость в разных спектральных полосах, цвет-температура и цвет-болометрическая поправка; работа с научными статьями и каталогами; использование библиотеки `astroquery` для языка `python`.

Получение изображения полосы неустойчивости на диаграмме Герцшпрунга-Рассела; использование зависимостей с некоторыми приближениями для реальных переменных звёзд 3 типов для определения их места на диаграмме ГР; сравнение теоретически построенной полосы неустойчивости с наблюдаемыми данными. В задаче использовались весьма грубые приближения; наблюдаемых данных было недостаточно много.

Задачу можно выполнить более точно, используя больше каталогов и наблюдательных данных, учитывая металличность звёзд, а также построить карту межзвёздного поглощения, что позволит анализировать звёзды в плоскости Галактики и увеличит объём наблюдаемых данных. Также исследование межзвёздного поглощения позволит выявить более точную зависимость период-светимость.



## Перестраиваемый экран по принципу Бабины на основе метаматериалов

### «Физика»

*Киселев Илья Игоревич, Матов Владимир Витальевич, Макаров Максим Александрович, Стенищев Иван Владимирович (научный руководитель, Научный сотрудник лаборатории), место выполнения работы: НИТУ «МИСиС»*

В последнее время большой шаг в науке совершили метаматериалы. Это структуры, нашедшие себе применение в широком круге областей, таких как фотоника, электроника, приборостроение и многое другое. Впервые метаматериалы послужили решению задачи об отрицательной диэлектрической и магнитной проницаемостях, а сегодня они используются как составные элементы оборудования и устройств, которые активно применяются в нашей жизни. На примере метаматериалов можно продемонстрировать интересные эффекты. Задачей работы будет демонстрация принципа Бабины для электромагнетизма. Он заключается в сравнении рассеяния электромагнитных волн от непрозрачного тела с рассеянием от отверстия такого же размера. Демонстрация такого эффекта на примере метаматериалов носит не только фундаментальный характер. Такая система может быть полезна в качестве перестраиваемого проводящего экрана. Такую систему можно использовать в антенной технике в качестве подстройки частоты усиленного излучения. Амплитуда прошедшей волны имеет прямую связь с одним из геометрических параметров системы, изменяя который можно подбирать частоту амплитудного усиления.

Одна из важных частей, которая предстоит нам в процессе работы над проектом - проведение эксперимента (рисунок 4). исследование метаматериалов в лаборатории «Сверхпроводящие метаматериалы» НИТУ МИСиС проводятся с помощью векторного анализатора цепей. Этот инструмент, имеющий выходы под коаксиальные кабели, отправляет и принимает отраженный и прошедший электромагнитный сигнал через исследуемый образец.

В качестве выходных данных из проведенной симуляции наибольший интерес вызывают кривые RCS. На них можно увидеть частоты, на которых электромагнитная волна имеет максимальное рассеяние. На резонансных частотах можно построить карту рассеяния. Такую симуляцию удобно проводить в параметрическом режиме, для оценки изменения коэффициента RCS от одного из параметров структуры. В качестве такого параметра мы выбрали расстояние между пластинами.

Такая система может быть полезна в качестве перестраиваемого проводящего экрана. Такую систему можно использовать в антенной технике в качестве подстройки частоты усиленного излучения. Следующим шагом работы будет разработка такого стенда.



## Исследование тепловой конвекции в горизонтальном коаксиальном зазоре с перегородкой при либрациях

«Физика»

*Зимирев Матвей Юрьевич, Овчанков Никита Сергеевич, Солоницин Алексей Вячеславович (научный руководитель, Учитель физики), место выполнения работы: Лаборатория вибрационной гидромеханики ПГГПУ*

Экспериментально исследуется тепловая конвекция в горизонтальном коаксиальном зазоре с продольной перегородкой при либрациях (суперпозиция равномерного вращения и вращательных колебаний). Слой подогревается изнутри, внешняя граница охлаждается. Быстрое равномерное вращение приводит к механической стабилизации жидкости под действием центробежной силы инерции. С ростом амплитуды колебательной компоненты движения в слое пороговым образом возбуждается конвекция. Изучается влияние скорости вращения полости, амплитуды и частоты колебаний на границу (критическую амплитуду либраций) неустойчивости. Следует отметить, что данная задача имеет отношение к разработке биореакторов нового типа - вибрационных. Обнаруженные закономерности и карты течений могут быть использованы при проектировании биореакторов с технологией падающего воздействия на биомассу. Обратим внимание, что в данном случае интенсивное перемешивание обеспечивается не механическими активаторами, а гидродинамическими эффектами

Исследования выполнены в Лаборатории вибрационной гидромеханики ПГГПУ на экспериментальном стенде, позволяющем изучать тепловую конвекцию при различных осложняющих факторах. Тепловые измерения на границах слоя проводятся интегральными термометрами сопротивления (тонкая медная проволока, приклеенная самоклеящейся пленкой). Информация о движении жидкости получена методом PIV с использованием скоростной камеры и лазерной подсветки.

Обнаружено, что за возникновения конвекции отвечает безразмерная частота либраций. Подробно исследована структура конвективных течений. Важнейший результат исследования заключается в том, что сумма вращательного движения и вращательных колебаний приводит к возбуждению интенсивной конвекции при относительно слабом вибрационном воздействии. Полученный результат может быть использован как эффективный инструмент управления конвективными течениями, а значит и всеми процессами, происходящими в жидкости

Тепловая конвекция при либрациях изучается впервые. Результаты исследования могут быть использованы при проектировании эффективных биореакторов нового типа, обеспечивающие бережное перемешивание биомассы без применения механических активаторов (лопатки, шнеки и др). Планируется более подробное изучение режимов конвекции при вариациях конфигурации полости, условий нагрева, характеристик жидкости, интенсивности и вида колебательного воздействия



## БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2022

Санкт-Петербург, 21-26 марта 2022 года

### Летательный аппарат на основе коронного разряда (ионолет)

«Физика»

*Шелехов Сергей Михайлович, Агадуллин Вадим Рафаилович (научный руководитель, Учитель физики), место выполнения работы: в школе*

Цель исследования - собрать летательный аппарат (далее ионолёт) без подвижных частей, основанный на эффекте Бифельда-Брауна и коронном разряде такой, что его эффективность будет максимальной. Под эффективностью подразумевается наибольшая подъемная сила при наименьшей массе и наименьших затратах электрической энергии. Задачи: - построить теоретическую модель для объяснения наблюдаемого эффекта (описать наблюдаемый эффект теоретически)- сконструировать экспериментальную установку для проверки наличия эффекта - испытать принципиально разные варианты конструкций ионолета и сравнить их эффективность - на стендовой установке получить зависимости подъемной силы ионолета для установления наилучших геометрических параметров ионолета - исходя из теоретических соображений повысить эффективность аппарата способами, не зависящими от геометрических параметров- собрать высоковольтный преобразователь напряжения наименьшей массы - собрать и запустить наиболее эффективный аппарат

Методы исследования: теоретический, описание сильных электрических полей, расчет подъемной силы, определение ключевых факторов; экспериментальный (опытный), получение зависимостей, сборка экспериментальной модели, установление влияния различных параметров на эффективность установки. Исследования проводились в лаборатории с использованием высоковольтных источников питания, точных мультиметров и высокочувствительных весов.

- Установлено, что существует оптимальное расстояние между электродами (фольга и проволока), при котором достигается наибольшее значение подъемной силы - Величина подъемной силы зависит почти прямо пропорционально от силы тока - Форма ближнего к проволоке края фольга играет существенную роль в формировании подъемной силы, наилучшие показатели у формы «капли» при определенных значениях диаметра

В дальнейшем планируется сконструировать и запустить управляемую модель с источником питания на земле, способную улететь от источника на расстояние, равное длине провода. Также возможен вариант создания аппарата с преобразователем напряжения на борту или создание аппарата самолетного типа с источником питания на борту или без него.