



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Конструирование необычного светильника на основе физических электромагнитных явлений

«Физика»

*Костенко Михаил Ильич, Красавин Эдуард Михайлович (научный руководитель, Руководитель Головного Сетевог), место выполнения работы: МАОУ «Лицей № 97 г. Челябинска»*

Одним из важных эстетических и эмоциональных моментов для нашего восприятия обстановки является свет. В современном доме должен быть разный свет — яркий и приглушенный, рассеянный и целенаправленный, общий и местный. И тогда помещение будет увеличиваться или уменьшаться, согревать и освежать, сужаться и расширяться как настоящая Вселенная, но уже по вашему желанию. Все это делают осветительные приборы. Целью данной работы является, разработка дизайнера необычных светильников с применением современных технологий - беспроводной передачи энергии и управляемой электромагнитной левитации.

В работе предполагалось изучение литературных и интернет источников по вопросам истории осветительных приборов. Изучение литературных и интернет источников по вопросам конструирования элементов разрабатываемой модели светильника – управляемого электромагнитного левитатора и беспроводной передачи энергии. Разработка общей схемы прибора и конструирование светильника с использованием электромагнитных физических явлений.

В результате работы изучены основные понятия теории магнитного и электромагнитного поля, особенности протекания электрического тока в прямолинейном проводнике и катушке, принцип действия электромагнита. Изготовлено экспериментальное беспроводное приёмопередающее устройство достаточной мощности с приемлемыми частотными характеристиками, для проведения экспериментальных исследований. Проведены экспериментальные исследования.

Выполнение поставленной цели и сопутствующих задач, позволило разработать устройство, позволяющее осуществлять свободную левитацию в управляемом магнитном поле. Изготовлено экспериментальное беспроводное приёмопередающее устройство для проведения экспериментальных исследований. Разработана общая схема прибора и конструкция светильника с использованием электромагнитных физических явлений.

Список литературы:

1. Сайт [http://www.valtar.ru/Magnets4/mag\\_4\\_43.htm](http://www.valtar.ru/Magnets4/mag_4_43.htm), Электромагниты, управление электромагнитом.
2. Сайт <http://elektrik.info/main/fakty/1259-magnitnaya-levitaciya.html>, Магнитная левитация - что это такое и как это возможно.



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Изменение смачиваемости титана с помощью метода лазерной модификации поверхности в жидкости

«Физика»

*Шулика Артём Александрович, Маршунина Мария Александровна, Казакевич Павел Владимирович (научный руководитель, Кандидат ф.- м. наук), место выполнения работы: в школе*

В нашей работе предложено решение кейса, посвящённого управлению смачиваемости поверхности титана, которое заключается в оптимальном использовании различных методов модификации поверхности для достижения максимальной или минимальной приживляемости имплантата. Для решения поставленной задачи использовался метод лазерной абляции в жидкости, так как морфологию облучаемой поверхности можно изменять, варьируя различные параметры: длина волны лазерного излучения, плотность энергии, длительность лазерного импульса, и среду, окружающую образец. А результатом абляции является поверхность, лишенная фрагментов кислот и характеризующаяся большей чистотой.

В данной работе использовался метод лазерной абляции в жидкости для изменения морфологии поверхности. Для исследования полученных структур использовался сканирующий электронный микроскоп.

Было выявлено, что при разных параметрах лазерного облучения: среды, в которой облучался образец и плотности энергии, на поверхности титана наблюдается рост структур, что влияет на смачиваемость и приживляемость имплантата. Морфология поверхности образцов исследовалась на сканирующем электронном микроскопе. Далее изучался вопрос определения контактного угла жидкости с модифицированной поверхностью. Для формирования капли жидкости на поверхности образца, была разработана установка, исключая человеческий фактор.

В дальнейшем планируется облучение титана цилиндрической формы и исследование его на биосовместимость. Такие структуры и их влияние на смачиваемость и остеоинтеграцию будет исследоваться в будущем. В перспективе нашей работы лежит создание устройства, позволяющего менять смачиваемость имплантата с помощью метода лазерной абляции в жидкости в зависимости от нужд хирурга.

### Список литературы:

1. Е. В. Бармина, Э. Стратакис, К. Фотакис, Г. А. Шафеев, “Генерация наноструктур при лазерной абляции металлов в жидкостях: новые результаты”;
2. А.И Цыганков «Состояние и развитие современных технологий обработки поверхности дентальных имплантатов».



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Использование зондового сканирующего микроскопа для предупреждающего анализа деталей летной техники

«Физика»

*Учанова Дарья Дмитриевна, Тарасов Олег Александрович (научный руководитель, к.ф.-м.н. учитель астрономии),  
место выполнения работы: ГАОУ ТО "Физико-математическая школа" (в школе)*

В работе предложено использовать зондовый сканирующий микроскоп для проведения предупреждающего анализа состояния деталей и конструкций авиационной техники. Задача дефектоскопии деталей и узлов остро стоит в авиации, поскольку критический износ механизмов важно своевременно выявлять. Отдельная задача – выяснение причины разрушения какой-либо детали, чтобы понять, был ли это брак производителя или были нарушены условия эксплуатации. Для данной дефектоскопии используют измерительные приборы, которые способны определять макропараметры, т.е. по существу, уже развившиеся дефекты. Собственный опыт показал, что твердомер дает одинаковые, в пределах погрешности, показания, для новой детали и для подверженной усталостному разрушению из того же самого сплава. С другой стороны, техника зондовой сканирующей микроскопии в последние 10 лет стала гораздо доступнее. С помощью нее все чаще решают не только научные, но и прикладные задачи. Техника наномикроскопии позволяет увидеть процесс зарождения дефекта и его роста. Тем самым появляется возможность проводить предупреждающую диагностику ответственных деталей. Мы поставили перед собой цель разработать способ диагностики состояния металлических деталей вертолетов и самолетов на наноуровне, когда опасные явления только начинают формироваться.

Сотрудники лаборатории дефектоскопии ОАО «ЮТэйр-Инжиниринг» отобрали детали вертолетов из разных сплавов и с разной степенью износа для дальнейшего исследования на зондовом сканирующем микроскопе. При необходимости поверхность детали шлифовали электроинструментом. Исследовали в зондовый микроскоп Наноздюкатор-2 участки деталей площадью от  $10 \times 10$  до  $100 \times 100$  мкм<sup>2</sup>

Установлено, что по резкости углов царапины можно отследить динамику темпов механического износа и выполнить предупреждающий ремонт узла при резком росте числа новых царапин, который может быть связан только с критическим износом детали узла. Высокое качество такой диагностики определяется тем, что на практике обнаруживаются царапины размерами до 2-3 нм. На примере разрушенного подшипника показано, что техника зондовой микроскопии позволяет уверенно диагностировать появление усталостных трещин.

Метод позволяет вести комплексный предупреждающий анализ состояния деталей и конструкций. Исследование же отработавших свой срок деталей на наноуровне позволяет определить действительное качество деталей (их способность сопротивляться появлению дефектов), что решает острый сейчас вопрос выбора качественных поставщиков. Планируем продолжать сотрудничать с ЮТэйр-Инжиниринг, наладить поставку отработавших деталей для дальнейшего анализа.

Список литературы:

1. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии
2. Рачев Х. Стефанова С. Справочник по коррозии
3. Сокол И.Я. Структура и коррозия металлов и сплавов: атлас.
4. Александров В.Г. Базанов Б.И. Справочник по авиационным материалам и технологии их применения.



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Материал для биосенсоров на основе пористого кремния

«Физика»

*Сидоров Владимир Дмитриевич, Латухина Наталья Виленовна (научный руководитель, кандидат технических наук), место выполнения работы: Самарский государственный университет*

В настоящее время наибольшее число различных биосенсоров создано для определения глюкозы, что связано с необходимостью контроля над содержанием сахара в биологических жидкостях, например в крови, при диагностировании и лечении некоторых заболеваний, прежде всего- сахарного диабета. Цель данной работы - изучить возможность использования пористого кремния (далее ПК) с глюкозой как материала биосенсора. Для проведения эксперимента были изготовлены образцы пористого кремния, измерены геометрические параметры пористого слоя, произведен расчет пористости, измерено электрическое сопротивление образцов ПК.

Для проведения исследований были приготовлены сахаросодержащие растворы и освоена методика концентрации вещества в растворе. Измерено электрическое сопротивление насыщенных сахаром образцов пористого кремния. Построены графики зависимости электрического сопротивления от содержания сахара в нанокompозите. Сделан вывод о возможности использования пористого кремния в качестве основы биосенсора для определения содержания глюкозы.

В течение работы была изучена информация о ПК, о глюкозе и ее содержании в растворах. Путем экспериментов в лаборатории выяснено, что при попадании в поры кремния глюкозы его сопротивление меняется. Таким образом, можно сделать вывод, что пористый кремний возможно использовать в качестве материала для биосенсоров. Также сделан вывод, что в качестве сенсора можно использовать любой вид ПК и установлено, что уровень глюкозы можно измерять по слезной жидкости.

Я считаю, что моя работа поможет в борьбе с сахарным диабетом; есть ещё множество путей, по которым я бы хотел развить тему: улучшение мобильности прибора, его неинвазивность, повторная переработка и использование. Также я считаю, что мой будущий прибор будет выгоден в производстве из-за недороговизны его комплектующих и материалов, кроме того можно пойти по совершенно новому пути и проводить исследования уровня глюкозы в крови по слезам человека.

Список литературы:

1. Дворников О.В., Чеховский В.А. Особенности реализации полупроводниковых датчиков
2. Аш. Ж. и др. Датчики измерительных систем
3. Левинштейн М.Е., Симин Г.С. Знакомство с полупроводниками
4. Левинштейн М.Е. Барьеры (От кристалла до интегральной схемы)



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Модель четырехспутниковой бесперебойной космической системы связи с Землей для будущих поселений Марса

«Физика»

*Архипов Захар Михайлович, Филиппов Юрий Петрович (научный руководитель, к.ф.-м.н.), место выполнения работы: Самарский национальный исследовательский университет им. ак. С.П. Королева*

Целью работы является построение модели четырехспутниковой бесперебойной космической системы связи Марса с Землей для будущих поселений Марса. Основными задачами работы являются: 1. Расчет основных характеристик орбиты стационарного искусственного спутника Марса и его зоны покрытия. 2. Формулировка модели четырехспутниковой бесперебойной космической системы связи. 3. Определение ориентации антенн стационарных спутников. Расчет времени блуждания сигнала. 4. Определение положения Межпланетной станции связи, ее зон покрытия и времени распространения сигнала. 5. Определение основных свойств сеансов связи с Землей.

Основными методами решения поставленных задач являются: 1) методы классической механики; 2) алгебраические методы редукции. Для расчетов использовалась система компьютерной алгебры Mathematica, рисунки были сделаны в CorelDRAW.

1. Сформулирована модель четырехспутниковой бесперебойной космической системы связи (3 орбитальных спутника связи – ОСС и 1 межпланетная станция связи – МСС). 2. Доказано, что связь между ОСС, МСС и планетами будет бесперебойной и стабильной. 3. Вычислены времена передачи сигналов между двумя точками поверхности планеты; по траекториям: "Планета-МСС-планета", "Планета-МСС-ОСС", "ОСС-МСС-ОСС"; с МСС на Землю и обратно, с Марса на Землю и обратно.

Теоретическая значимость полученных результатов заключается в новизне и компактном аналитическом их представлении. Полученные результаты имеют практическую важность: предложенная модель космической связи может быть легко адаптирована к другим телам Солнечной системы, которые в будущем сможет покорить человечество. В последующем возможно будет рассчитана мощность, необходимая для функционирования системы.

Список литературы:

1. Звоним на Марс: как NASA осуществляет связь с Curiosity. – habr.com. – URL: <https://habr.com/ru/post/17266>
2. Петрович Н.Т., Камнев Е.Ф., Каблукова М.В. Космическая радиосвязь. – М.: Сов. радио. – 197
3. – 280 с.



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Расчетно-экспериментальное исследование баллистики страйкбольного оружия

«Физика»

*Зебельян Андраник Заренович, Никитин Иван Сергеевич (научный руководитель, Аспирант НИУ ВШЭ), место выполнения работы: в школе*

Тема исследования: изучение траекторий полета шаров в воздухе, а также внутренней баллистики страйкбольного оружия и поиск путей модернизации и улучшения необходимых характеристик. Страйкбол – военно-спортивная игра, где для условного поражения соперников используются электропневматические модели оружия (иначе говоря приводы), стреляющие пластиковыми шариками. Установленная в приводе система Нор-Ур закручивает шарик таким образом, чтобы появившаяся в потоке набегающего воздуха сила Магнуса действовала вертикально вверх, компенсируя силу притяжения. Подробное изучение внешней и внутренней баллистики приводов позволит создать их математические модели, что будет полезно при разработке тактических приемов игры, например, для поражения цели на большой дистанции и/или за укрытиями.

Расчет траекторий полета шара проводился методами классической механики. Решение полученных уравнений осуществлялось численным методом с помощью программ, написанных на Питоне и Паскале. Данные для расчетов, полученные в результате экспериментов: скорость шара по смещению подвешенной мишени, а частота вращения по отклонениям попадания в прямом и перевернутом положении оружия. Аэродинамические коэффициенты приняты по публикациям в сети Интернет.

Были разработаны и использованы методики измерения скорости вращения шара и скорости вылета шара, получены экспериментальные данные. Была написана программа, позволяющая рисовать траектории полета шаров. Создана расчетная модель оружия, позволяющая с помощью составленной программы вычислять скорость вылета шара.

Получено хорошее соответствие между расчетными и экспериментальными данными, что позволяет признать работу программы корректной. В будущем планируется написать мобильное приложение, которое будет позволять прямо во время сражения получать оптимальный угол для стрельбы, необходимый для поражения соперника.

Список литературы:

1. wikipedia.com [http://spiff.rit.edu/richmond/baseball/traj\\_may2011/traj.html](http://spiff.rit.edu/richmond/baseball/traj_may2011/traj.html)
2. Гидрогазодинамика <https://pandia.ru/text/80/157/42154.php>





# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Бифункциональный датчик температуры-деформации на p-n переходе в карбиде кремния

«Физика»

*Иванов Артем Андреевич, Чепурнов Виктор Иванович (научный руководитель, Кандидат технических наук),  
место выполнения работы: Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П.  
Королёва*

Датчики физических величин необходимы для информационно измерительных систем, обеспечивающих контроль, автоматизацию робототехнических систем и систем безопасности. Одними из физических величин являются деформация и температура, и датчики этой категории для технических устройств нужны при разработке и эксплуатации новых моделей самолетов, ракет, турбин гидроэнергетики, высотных зданий, нефтепроводов, обеспечивающих их безопасную эксплуатацию. Оценку степени деформации удобно выполнять в относительных величинах, важно чтобы инерционность изменения этой величины была минимальной и степень деформации была в пределах выполнения известного физического закона Гука. Отклонение от линейности термопреобразователей должно быть сопоставимо с имеющимися в практике датчиками температуры. Цель работы – получение тонкопленочных структур карбида кремния на кремнии (SiC/Si), исследование свойств гетероструктур и создание чувствительных элементов для применения их в бифункциональных датчиках температура-деформация, расширение рабочего диапазона и решение проблемы взаимозаменяемости. Достижения в технологии выращивания кубического карбида кремния на кремнии делают эту структуру перспективной для создания приборов с гетеропереходом.

CVD(chemical vapor deposition)- технология выращивания SiC пленки на подложке Si. Напыление металлических контактов, приваривание выводов. Технологии были посоветованы научным руководителем. Собственная технология- измерение деформации с учетом изменения температуры с помощью трех контактов и p-n перехода.

Создан датчик на основе p-n перехода в структуре из Si/SiC с тензо и термо- чувствительностью, превышающую чувствительность существующих датчиков. Проверен p-n переход на характеристикографе. Датчик позволяет измерять температуру и деформацию одновременно путем компенсации изменения сопротивления в результате изменения температуры для измерения деформации. Проверена работа датчика на установке В7-70, позволяющей деформировать и изменять температуру датчика. Вся работа выполнена самостоятельно.

В теоретической части проанализирован физический механизм работы тензодатчика, показана важная роль кристаллографической ориентации исходной подложки и тип ее проводимости. В практической части выращены гетероструктуры SiC/Si на технологической установке по росту пленки на подложке кремния. Полученные образцы исследованы. Сделан вывод о возможности создания бифункционального датчика деформация+температура на основе карбида кремния.

Список литературы:

1. Дворников О.В., Чеховский В.А. и др. Особенности реализации полупроводниковых датчиков температуры. // электроника. №
2. 201
3. С. 14-21
4. Левинштейн М.Е., Симин Г.С. Знакомство с полупроводниками. // Библиотечка «Квант». Выпуск 3
5. 198
6. 238 с.



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Применение лазерного излучения для передачи информации

### «Физика»

*Климкин Дмитрий Анатольевич, Проскураков Владимир Борисович (научный руководитель, к.ф.-м.н.), место выполнения работы: МБУДО СЮТ №3, дома*

Обмен информацией – один из социально значимых процессов, протекающих в мире. В настоящее время сформировались устойчивые пути передачи информации, разделяющиеся по своей сути на два вида: проводные, и беспроводные. Беспроводные технологии сейчас наиболее популярны и получили в последнее время большое развитие. Одной из беспроводных технологий является передача информации с помощью лазерного излучения. Такая система связи позволяет передавать информацию на большие расстояния, не требуя прокладки проводов, что позволяет экономить ресурсы. Целью данной работы является: разработка беспроводной телекоммуникационной системы на основе лазерного излучения и проведение исследований ее параметров. Для достижения цели были решены следующие задачи: изучение истории открытия лазерного излучения и его основных принципов; применение лазерных технологий, в том числе в формировании нового информационного общества; определение параметров инерционности лазера и расчет теоретической пропускной способности канала на его основе; создание беспроводного моста для передачи информации при помощи лазерного излучения от одного ПК к другому; создания ПО для компьютера, позволяющего удобно взаимодействовать с устройством.

Решение поставленных в работе задач проводилось с помощью сочетания теоретических и экспериментальных методов исследования. Теоретические методы исследования основаны на законах лазерного излучения, протоколов обмена информацией. Экспериментальные методы исследования основаны на макетировании лазерных систем и программирования ПО для компьютера и микроконтроллера.

В исследовании демонстрируется разработанное устройство, которое может использоваться для статической или динамической беспроводной передачи информации с одного носителя на другой с помощью лазерного излучения. Для создания данного устройства были использованы физические принципы работы электрических элементов, а также программирование микроконтроллеров и высокоуровневого ПО.

Изготовленное устройство показывает актуальность систем, использующих Visible light communication и Free-space optical communication технологии. Результаты могут быть использованы для решения многих практических задач в беспроводной передаче информации. Применение лазеров для передачи данных открывает большие перспективы в телекоммуникационных системах. Преимущества использования лазерной связи в системах передачи информации несомненны.

### Список литературы:

1. Детлаф, А. А. Курс физики : учебное пособие для студентов высших технических учебных заведений / А. Детлаф, Б. Яворский .— 6-е изд. — М., 2007 .— 720 с.
2. Лазер. – Загл. с титул. экрана. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Лазер> – Текст : электронный.





# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Поиск и астрометрия астероидов

«Физика»

*Хитрова Ксения Георгиевна, Микулч Александр Валерьевич (научный руководитель, заведующий), место выполнения работы: Минский Планетарий*

В рамках нашей научной работы мы приняли участие в проекте Международного астрономического поискового сообщества (IASC или Исаак). International Astronomical Search Collaboration – это международное сотрудничество в области астрономического поиска. Оно предоставляет высококачественные астрономические данные и программное обеспечение для учащих по всему миру. Они могут делать оригинальные астрономические открытия и участвовать в практической астрономии. В рамках международного проекта Исаак мы приняли участие в шести кампаниях 2018-2019 г.г. В результате нами было обнаружено 244 астероида, из них - 127 уже известных, а из обнаруженных нами 118 новых астероидов - 56 были подтверждены координаторами проекта IASC и в Центре малых планет (MPC) как предварительно новые. На данный момент они получили предварительные номера и находятся на стадии дальнейшего подтверждения элементов орбит. В течение 3-5 лет мы надеемся удостоиться права дать имена новым астероидам и приготовили для них названия.

Нам присылали цифровые снимки, сделанные на телескопе диаметром 1,8м гавайской обсерватории Pan-STARRS-1 (F51) и программное обеспечение Astrometrica для их обработки. Мы проводили поиск астероидов по фотографиям методом блинкования.

В результате работы нами было обнаружено 244 астероида, из них - 127 уже известных, а из обнаруженных нами 118 новых астероидов - 56 были подтверждены координаторами проекта IASC и в Центре малых планет (MPC) как предварительно новые. На данный момент они получили предварительные номера и находятся на стадии дальнейшего подтверждения элементов орбит.

В течение 3-5 лет мы надеемся удостоиться права дать имена новым астероидам и приготовили для них названия.

### Список литературы:

1. Программа Astrometrica: [Электронный ресурс] – Режим доступа: [astrometrica.at](http://astrometrica.at). 2. Центр малых планет: [Электронный ресурс] – Cambridge, 1947-201
  2. Режим доступа: <http://minorplanetcenter.net>.
- ый ресурс – Режим доступа: <http://iasc.cosmosearch.org>



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Очки для плавания "антиконденсат"

«Физика»

*Полонкоев Берс Адамович, Акиев Ислам Амирович, Кожурхаев Керим Ахмедханович, Измайлов Ибрагим Алеханович (научный руководитель, Преподаватель доп. образования), место выполнения работы: ГБОУ "Центр образования" г. Магас, детский технопарк "Кванториум"*

Всякий, кто занимался плаванием профессионально, для отдыха или оздоровления сталкивался с этой проблемой - запотевание очков. Происходит это практически в первые несколько минут, что доставляет немалый дискомфорт. Современные способы борьбы с данным явлением сводятся к предварительной обработке стекол очков различными жидкостями (в том числе и слюны), что предотвращает запотевание очков на дополнительные 10-15 минут чего категорически мало. Целью данного проекта является нивелировать возникновение конденсата на внутренней стороне очков для плавания.

Предлагаемый нами метод решения данной проблемы основан на принципе абсорбции. Модель очков выполнена на основе конструктивной особенности строения стеклопакета металлопластиковых окон. В оправу очков вставляются по два слоя стеклянных линз между которыми помещается молекулярное сито для поглощения паров конденсата.

В ходе проведенных испытаний были получены положительные результаты: стекла экспериментальных очков потели в меньшей степени нежели у обычных, таким образом экспериментальным путем была установлена работоспособность данного решения.

Испытания проводились на защитных очках (в виду удобства изменения конструкции) в дальнейшем планируется проводить испытания на очках для плавания в целях максимально приблизиться к реальным условиям, далее пройдут испытания в реальных условиях.

Список литературы:

А.Н. Плановский, П.И. Николаев. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. М.: Химия, 1987, — 495с. Ю.И. Дытнерский. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. Изд 2-е. В 2-х кн. Ч. 1,2.



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Движение электронов в скрещенных электрическом и магнитном полях

### «Физика»

*Дробот Дмитрий Андреевич, Фаддеев Михаил Андреевич (научный руководитель, Кандидат физ-мат. наук),  
место выполнения работы: Нижегородский государственный университет им. Лобачевского*

Магнитные поля имеют огромное количество приложений, начиная от навигации и заканчивая физикой высоких энергий. Создание однородных магнитных полей является отдельной сложной задачей современной техники. Пара катушек Гельмгольца является примером устройства для создания однородного магнитного поля. Целью работы являлось изучение однородности магнитного поля катушек Гельмгольца путем экспериментального исследования движения заряженных частиц в электрическом и магнитном полях.

Для выполнения работы нам потребовалась установка, находящаяся в лаборатории Физического факультета ННГУ им. Лобачевского. Вычисления магнитной индукции по закону Био-Савара-Лапласа для разных координат проведены методом численного интегрирования с помощью компьютерной программы Wolfram Mathematica 7.0.

В ходе выполнения работы были получены значения магнитной индукции в разных точках, исходя из которых можно сделать вывод о том, что магнитное поле катушек Гельмгольца существенно отличается от однородного.

Полученные методики и алгоритмы расчёта магнитного поля катушек Гельмгольца можно использовать для оценки однородности других магнитных полей, а также для создания поля, максимально приближенного к однородному.

#### Список литературы:

1. М.А. Фаддеев, О.В. Лебедева «Электричество и магнетизм» г. Нижний Новгород: ННГУ, 2014, 349 стр
2. М.А. Фаддеев, О.В. Лебедева «Механика материальной точки» 2017, 237 стр
3. М.А. Фаддеев «Элементарная обработка результатов эксперимента» ННГУ, 2004, 120 стр.



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Увеличение долговечности бетонных конструкций, работающих в условиях циклического температурно-влажностного воздействия

«Физика»

*Афанасьева Антонина Сергеевна, Карпов Дмитрий Сергеевич, Лакизо Татьяна Николаевна, Петров Антон Игоревич (научный руководитель, Учитель проектной деятельности), место выполнения работы: В школе*

Получение бетонов с заданными параметрами при минимальных трудовых и материальных затратах является актуальной задачей на сегодняшний день. Одной из немаловажных характеристик бетона является его марка по морозостойкости. В современном мире вновь все большую популярность набирает строительство с применением конструкций, выполненных из бетона/железобетона, эти конструкции, находящиеся на открытом воздухе, увлажняются, и под действием природных факторов, подвергаются попеременному замораживанию и оттаиванию. В связи с этим, конструкции из неморозостойкого бетона со временем теряют свою несущую способность и получают повреждения. Требования к морозостойкости материала имеют особое значение для обеспечения долговечности и эксплуатационной надежности конструкций и сооружений из бетона/железобетона. Целью работы является исследование влияния различных технологических факторов на морозостойкость тяжелого конструкционного бетона. Предметом исследований стало влияние различных технологических факторов на морозостойкость тяжелого бетона. Для этого производилась термовлажностная обработка мелкого заполнителя, продолжительностью от 1 до 24,5 ч при  $T=20$  С. Кроме этого исследовано также влияние введения добавки комплексного действия RHEOBUILD181A BASF в различных соотношениях к массе цемента.

Исследование проводилось на базе лаборатории строительных материалов ЯГТУ. В работе были использованы следующие методы исследования: 1. Дилатометрический по ГОСТ 100602. Структурно-механический по ГОСТ 10060 с авторской доработкой, повышающей точность измерения контракции цемента в 80 раз. Для определения объемных температурных деформаций материала использовалось программное обеспечение Beton 4RC

1. Повышение морозостойкости бетона путем введения добавки комплексного действия ведет к лишним капиталозатратам, понижению прочности и непрерывному увеличению коэффициента вариации всех свойств бетона. 2. Повышение морозостойкости за счет термовлажностной обработки песка позволяет не прибегать к дополнительным капиталозатратам, при этом повысив прочность бетона в сравнении с немодифицированным. 3. Усовершенствована методика определения контракции цемента по сравнению со стандартной при увеличении точности результатов в 80 раз.

Полученные данные исследований позволят изготавливать бетон с улучшенными характеристиками для повышения надежности создаваемых конструкций, при этом снижая стоимость используемого материала, за счет отказа от введения в состав дорогостоящих химических добавок. Усовершенствованная методика позволит получать данные о контракции цемента с повышением точности результатов в 80 раз.

### Список литературы:

1. ГОСТ 10060.3-95\*. Бетоны. Дилатометрический метод ускоренного определения морозостойкости
2. ГОСТ 10060.4-9
3. Бетоны. Структурно-механический метод ускоренного определения морозостойкости



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Использование эффекта Кармана для получения возобновляемой энергии

### «Физика»

*Стамбровский Тимофей Игоревич, Гринюк Елизавета Олеговна, Чернов Дмитрий Валерьевич (научный руководитель, учитель физики), место выполнения работы: Государственное учреждение образования "Средняя школа №11 г.Слуцка"*

Есть множество установок для получения электричества, но только 17% экологически чистые, а все остальные установки не только загрязняют атмосферу, но и используют ресурсы, которые имеют свойство заканчиваться. Одними из самых «чистых» способов выработки электроэнергии – это преобразовывать энергию течения воды, солнечную энергию и энергию ветра. Но к сожалению мощность солнечных панелей и ветрогенераторов не хватает для обеспечения уровня современного потребления. Объект исследования – способ получения электричества благодаря эффекту Кармана. Главная цель работы – найти способ получения электричества используя эффект Кармана. Были поставлены следующие задачи: 1) Изучить причины возникновения эффекта Кармана 2) Изучить способ выработки электричества, основанный на законе Фарадея 3) Собрать установку для получения электричества используя эффект Кармана 4) Исследовать параметры влияющие на конечный результат установки 5) Провести анализ полученных данных

При работе над проектом в школьной лаборатории были использованы теоретические и экспериментальные методы исследования.

Смоделировали и собрали установку, которая позволяет преобразовывать энергию ветра в электрическую, используя эффект Кармана и закон электромагнитной индукции Фарадея. Провели ряд экспериментов и выявили зависимости, влияющие на эффективность установки. Рассчитали диапазон скорости ветра, в котором возникает эффект Кармана для нашей установки. Собрана готовая экспериментальная модель установки опираясь на которую масштабировать и внедрять в производство.

Изучены основные причины и зависимости возникновения эффекта Кармана. В результате была создана установка, которая преобразовывает энергию ветра в электрическую энергию с помощью эффекта Кармана и закона электромагнитной индукции. В перспективах мы планируем увеличить эффективность установки используя механизм Чебышева. Протестировать установку в реальных условиях на протяжении длительного времени.

#### Список литературы:

1. Демонстрационный эксперимент по физике в старших классах средней школы. Пособие для учителей. / В. А. Буров [и др.] – Минск: Просвещение, 1972.
2. Физика: учеб. Пособие для 11-го кл. / В. В. Жилко, Л. Г. Маркович – Минск: Народная асвета, 2014.



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Экспериментальное исследование влияния внешних факторов на физические свойства барьерных пленок с нанокompозитами глины

«Физика»

*Лаврентьева Анастасия Анатольевна, Лаврентьев Анатолий Генрихович (научный руководитель, учитель физики), место выполнения работы: в школе*

При упаковке многих материалов на передний план выходит гибкая упаковка на основе полиэтилена. На сегодняшний день алюминиевая фольга является наиболее популярным барьерным материалом, используемым в гибкой упаковке. В данной работе исследуется возможность замены фольги нанокompозитами глины. Предметом исследования в данной работе стали барьерные пленки со слоем нанокompозита (в частности наноглины). Часть образцов пролежала в закрытой упаковке при комнатной температуре до 2018 года. Целью данной работы является исследование влияния времени хранения на изменение физических (механических и термических) параметров традиционной упаковки на основе фольги и с нанокompозитами глины. Задачи: Изучить состав и структуру барьерных пленок с нанокompозитами глины и традиционной упаковки; Исследовать изменение структуры поверхности образцов при изменении внешней нагрузки и температурной среды; Сравнить механические, термические, оптические и барьерные характеристики; Актуальность и новизна работы. На сайтах производителей пленок есть информация, что пленки с нанокompозитами глины продлевают срок хранения пищевых продуктов. Проводились различные сравнительные эксперименты с барьерными пленками, но мало информации о влиянии времени хранения на изменение физических свойств образцов.

Образцы подвергали механической и термической нагрузке. Для исследования изменения структуры образцов использовали оптический и атомно-силовой микроскоп "NanoEducator" в лаборатории лицея. Для определения механических свойств строили диаграммы растяжения, используя стандартное оборудование: динамометр, штангель - циркуль, штатив. При определении оптических и термических характеристик использовали оборудование "L-micro".

Барьерные пленки с нанокompозитами глины обладают лучшими физическими характеристиками: пленки на основе нанокompозитов глины оказались более упругими, остаточная деформация возникает при более высоких напряжениях, модуль упругости оказался больше. При правильном хранении, пленки с нанокompозитами глины не теряют своих физических свойств. При добавлении нанокompозитов уменьшается коэффициент теплопроводности. После термической обработки барьерные свойства упаковок уменьшаются, так как появляются разрывы внутри связей.

Использование нанокompозитов позволяет делать пленку более тонкой и при этом выдерживающей большие нагрузки. Использование барьерных пленок с нанокompозитами глины позволяет создавать прозрачные упаковки. Замена алюминиевой фольги нанокompозитами глины является экономически и практически выгодным. При этом изменение барьерных качеств незначительное.

Список литературы:

1. <https://plastinfo.ru/>
2. В. В. Пискарев, Е. А. Викторова ПОЛИМЕРНАЯ КОМПОЗИТНАЯ ГЛИНА, КАК МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ
3. Лаврентьев А.Г. Возможности СЗМ «NanoEducator» при выполнении лабораторных работ по предметам естественнонаучного цикла





# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Исследование свойств базальтопластика

«Физика»

*Медведев Вадим Дмитриевич, Емельянов Илья Сергеевич, Лаврентьев Анатолий Генрихович (научный руководитель, Учитель физики), место выполнения работы: в школе*

Арматура для железобетонных конструкций является усиливающим элементом, который принимает на себя растягивающее усилие. До недавнего времени для изготовления армированных деталей использовали исключительно металлы. В настоящее время, для решения этой проблемы начали использовать такой композитный материал как базальтопластик. В данной работе мы исследуем преимущества и недостатки данного композитного материала. **АКТУАЛЬНОСТЬ:** Рассмотрев основные недостатки металлической арматуры, можно сделать вывод: традиционный путь - не всегда самый лучший. **ЦЕЛЬ:** Экспериментально исследовать возможность замены в строительстве стальных конструкций базальтопластиковыми. **Перспективы исследования** Решение проблемы воздействия на металлическую арматуру коррозии, её тяжести и теплопроводности путем её замены на базальтопластик. **Основным предметом исследования** являются базальтопластиковые стержни различного диаметра, являющиеся продуктами компании «Гален». **Задачи:** Изучить структуру и состав. Ознакомиться со способами производства. Изучить механические и термические свойства.

В работе в основном проводилась сравнительная характеристика физических свойств базальтопластика и стали: механические, тепловые, электрические. Для выполнения исследований были использованы: СЗМ "NanoEducator", тепловизор, оптический микроскоп, мультиметр, и датчики "L-micro".

Мы получили следующее: плотность базальтопластика в 2 раза меньше, чем плотность стали; У базальтопластика низкая влагопроницаемость; Было установлено, что базальтопластик имеет хорошую коррозионную стойкость; Для базальтопластика мы вывели такие константы, как: Удельная теплоёмкость, Коэффициент теплопроводности, Модуль Юнга. Было установлено, что базальтопластик является диэлектриком.

Рассмотрев основные недостатки металлической арматуры, можно сделать вывод: что использование базальтопластиковой арматуры в некоторых случаях будет более выгодно, чем использование металлической арматуры: базальтопластиковая арматура легче, более коррозионно устойчива, не проводит ток, имеет низкую теплопроводность, что особенно важно при строительстве жилых зданий.

Список литературы:

1. Сайт <https://helpiks.org/8-90850.html>;
2. Сайт <https://vseoarmature.ru/vidy/bazaltoplastikovaya-armatura#i>;
3. Сайт <http://bzpl.ru/>;
4. Сайт <http://naftaros.ru/articles/31/index.html>.



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Использование наноглины для комплексной очистки сточных вод

### «Физика»

*Андреева Юлия Евгеньевна, Ключникова Ксения Александровна, Лаврентьев Анатолий Генрихович (научный руководитель, учитель физики), место выполнения работы: в школе*

Сточные воды в своем составе могут содержать как механические примеси, так и растворы различных химических и биологических соединений. Существующие фильтры способны очищать только отдельные компоненты. В данной работе исследуется возможность очистки сточных вод с помощью наноглины, как комплексного фильтра. Цель работы: исследовать возможности очистки воды от различных примесей с помощью наноглины. Актуальность: В настоящее время существуют различные способы очистки сточных вод. Они разные по технологии и себестоимости. В этой работе используется возможность очистки воды от различных примесей на одном из этапов с использованием глины нано размеров. Для этого использовали продукцию компании «Метаклей». Задачи: 1) Изучение структуру и характеристики наноглины; 2) Проведение экспериментов по очистке воды от различных примесей; 3) Создание экспериментальной установки для очистки воды. Гипотеза: Состав и структура наноглины должны способствовать поглощению инородных материалов разного размера. Преимущества наноглины: 1) не требует дорогостоящего оборудования 2) экологически безопасна

Для экспериментов использовали органоглину мономет 1 $\epsilon$ 1 и 101. Изменение структуры образцов и результаты очистки исследовали с помощью оптического микроскопа и СЗМ "NanoEducator" в лаборатории лица. Изменение концентрации механических примесей определяли через оптическую плотность. Использовали датчики из лаборатории "L micro". Концентрацию химических соединений определяли через изменение рН среды и качественной реакции.

В ходе экспериментов нам удалось очистить жидкость от механических примесей размерами от 1 до 15 мкм. Свойства глины хорошо подходят для очистки от растворов щелочей и кислот. Качественная реакция с желтой кровяной солью показала эффективность очистки воды от солей железа.

Эксперименты показали, что наноглину можно использовать для комплексной очистки воды на одном из этапов. При этом фильтр из наноглины проявляет абсорбционные свойства, как к механическим примесям, так и к растворенным в воде веществам. В ходе экспериментов выяснилось, что мономет 101 лучше проявляет очищающие свойства к механическим примесям и растворам солей. Мономет 1 $\epsilon$ 1 лучше подходит для очистки от нефтепродуктов.

Список литературы:

1. L-micro.ru
2. Учебник Химия 9 класс О.С. Габриелян 2013
3. <http://www.metaclay.ru/>
4. <http://e-plastic.ru>
5. [kristallov.net/montmorillonit.html](http://kristallov.net/montmorillonit.html)
6. <http://natural-museum.ru/mineral/> монтмориллонит



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Антибактериальные нанокompозитные материалы, предназначенные для очистки воды

«Физика»

*Катаров Алексей Владимирович, Власов Егор Александрович, Марковская Ирина Эдвардовна (научный руководитель, Учитель физики), место выполнения работы: Лаборатория физики наноструктурированных оксидных пленок и покрытий Физико-технического института ПетрГУ.*

В наше время большое кол-во автомобилей, фабрик и заводов загрязняют окружающую среду. Это является одной из главных проблем современности, так как мы дышим уже не таким чистым воздухом, каким дышали наши предки, а также пьем загрязненную воду. Мы задались вопросом, как можно очистить воду, не используя уже зарекомендовавшие себя методы очистки. Нанокompозиты, благодаря своим впечатляющим физическим и химическим характеристикам, способны принести пользу в самых разных сферах производства, электроники и даже медицины. Благодаря им же можно очищать воду.

Работа выполнена в лаборатории Физико-технического института ПетрГУ. Задачи: Изучить особенности роста АОП при анодировании алюминия, осаждение наночастиц серебра в поры АОП по реакции серебряного зеркала и фотохимического синтеза, изучить структуру поверхности пористых АОП до и после модификации наночастицами серебра методом атомно-силовой микроскопии, оценить коррозионную стойкость и антибактериальную активность покрытий на основе пористых АОП.

Полученные нанокompозитные покрытия двумя разными способами (Метод фотохимического синтеза и метод серебряного зеркала), которые успешно прошли проверку на антибактериальную активность. Также методом ОСМ было установлено, что процесс нанесения серебра по реакции серебряного зеркала приводит к локальному разрушению оксидной пленки на поверхности образца, которых нет в фотохимическом синтезе. Проверку на коррозионную устойчивость успешней прошел метод фотохимического синтеза.

Это огромная возможность для продвижения в области очистки окружающей среды, так как в конечном итоге у нас получились АОП, которые обладают антибактериальной активностью. А это означает лишь то, что их можно использовать в качестве фильтров для воды.

Список литературы:

1. Кокатев А.Н. Структура и свойства композитных покрытий на основе пористых анодных оксидов алюминия и титана
2. Лукашин А.В. Создание функциональных нанокompозитов на основе оксидных матриц с упорядоченной пористой структурой и др



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Обнаружение трещин и их местоположения в ледовом покрове

«Физика»

*Фомин Григорий Валерьевич, Панков Иван Александрович (научный руководитель, Выпускник ФФ МГУ), место выполнения работы: в школе*

Таяние ледников является актуальной проблемой современности. Контроль над динамикой этого процесса может способствовать своевременному принятию решений и предотвращению глобальных природных катастроф. Целью работы является разработка методов акустического мониторинга «жизни» ледника. Исследования, опубликованные в журнале американского акустического сообщества «JASA» показывают, что по уровню шума, создаваемого льдами, можно следить за интенсивностью их таяния. Предполагая, что большая часть шума, создаваемого ледником, состоит из треска, было решено попытаться отследить не только наличие треска льда, но и его местоположение. Это необходимо для выявления наиболее проблемных районов, в которых скорость таяния наиболее сильная. Обозначения: Беломорская биологическая станция им. Н.А.Перцова Биологического факультета Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова (далее ББС МГУ).

Идея метода: три синхронизированных микрофона записывают звук. Из записанной звуковой дорожки выделяется участок с треском льда. Зная координаты точек записи и разницу времён прихода искомого сигнала (треска) на каждом из микрофонов можно вычислить область с трещиной. Работа выполнялась в следующих местах: научный лагерь "ЛАНАТ", физфак МГУ, СУНЦ МГУ. Для обработки данных использовался пакет прикладных программ MATLAB, аудиоредактор AUDACITY.

В ходе работы были достигнуты следующие результаты: 1. Успешно посчитаны и визуализированы области, в которых могла находиться трещина (источник звука), в 3 различных экспериментах. 1 - лабораторный, 2 - проходивший на ББС МГУ, 3 - проходивший на озере Сима (Подмосковье); 2. Написан пакет программ, ускоряющий и облегчающий обработку аудиоданных. 3. При помощи пакета программ было проведено статистическое исследование сигналов, записанных на ББС МГУ, с целью систематизации звуков треска.

Возможно определить положение трещины, или другого источника звука по 3-м или больше микрофонам. Но для мониторинга динамики таяния льда, важно отличать треск льда от посторонних звуков, что пока не реализовано. Необходимо усреднение звуков треска, для дальнейшего отфильтровывания шумов и определения природы сигнала (является он треском или чем-то другим). Систематизированные сигналы послужат почвой для создания усреднённого треска.

Список литературы:

1. The Journal of the Acoustical Society of America. Spectral, spatial, and temporal characteristics of underwater ambient noise in the Beaufort Sea in 1994 and 2016;
2. Журнал "Квант". Бронштейн И. Гипербола;
3. Айчицер Джервис "Цифровая обработка сигналов".



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Исследование и моделирование электрических свойств высокоомных слоёв нитрида галлия

«Физика»

*Вагин Дмитрий Михайлович, Павлюченко Алексей Сергеевич (научный руководитель, Сотрудник ФТИ им. А. Ф. Иоффе), место выполнения работы: Физико-технический институт имени А.Ф.Иоффе*

В настоящее время ведутся исследования, направленные на создание полевых НЕМТ транзисторов на основе полупроводниковых структур GaN и AlGaN. Транзисторы, созданные из этих материалов, могут обладать значительно лучшими характеристиками, чем транзисторы из Si, Ge, GaAs – наиболее распространённые сейчас. Важной частью НЕМТ транзистора является буферный слой GaN под его каналом. Этот слой для корректной работы транзистора должен обладать хорошими изолирующими свойствами. Создание подобных непроводящих слоёв затруднено из-за фонового легирования материала, неизбежного при выращивании гетероструктуры. Фоновое легирование в нитриде галлия главным образом представлено мелкой донорной примесью. Для создания слабопроводящих слоёв нитрида галлия чаще всего используется компенсация донорной примеси путём легирования материала «ловушками» - глубокой акцепторной примесью. Целью работы является создание численной модели, которая предсказывала бы по условиям изготовления слоя материала – концентрации ловушек, скорости роста, геометрическим размерам образца – его электрические свойства. Также целью работы являлось нахождение тех свойств материала, прямое экспериментальное измерение которых невозможно, путём сравнения моделируемых и экспериментально измеренных электрических характеристик образца.

Измерения проводились в лаборатории ФТИ им. А. Ф. Иоффе. В данной работе проводились измерения вольт-амперных характеристик при различных температурах уже изготовленных образцов. Моделирующая характеристики программа была написана на языке Python. Для поиска свойств материала, для которых невозможно прямое экспериментальное измерение, были использованы и усовершенствованы методы численной оптимизации.

Основным результатом моей работы является вклад в разработку численной модели и подтверждение её применимости в случае исследуемых образцов. Результатами являются также измеренные характеристики и усовершенствование метода численной оптимизации, применимое не только в контексте моей задачи, но и для других задач минимизации. Важны также характеристики изготавливаемого в лаборатории материала, найденные как те значения параметров модели, при которых экспериментально измеренные характеристики соответствуют моделируемому.

Созданная в рамках данной задачи модель может быть обобщена на случай неоднородного слоя материала и использована для поиска параметров изготовления высокоомного слоя реального полевого транзистора. Моделирование тем способом, который был использован в данной работе, может быть применено и для других полупроводниковых структур. Разработанный алгоритм численной минимизации применим для любого функционала, который можно разбить на сумму нескольких.

Список литературы:

1. С. Зи, Физика полупроводниковых приборов, Москва: Издательство "Мир", 198
- 2.
3. S. Nešpůrek и P. Smejtek., «Space-charge limited currents in insulators with the Gaussian distribution of traps,» Czechoslovak Journal of Physics, 197
- 4.



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Падающая башня

«Физика»

*Шенькова Анастасия Александровна, Сладков Клим Дмитриевич (научный руководитель, Ассистент каф. физики СУНЦ МГУ), место выполнения работы: Лаборатория научного творчества СУНЦ МГУ*

В мире, где существует терроризм и военные действия, а также природные катастрофы, важно создавать устойчивые конструкции. Эту проблему легко воспроизвести на уменьшенном масштабе. Если взять одинаковые диски и положить друг на друга, можно получить устойчивую башню. Резко подействовав на нижний из них, можно вытолкнуть его так, что после падения башня останется стоять. Целью данной работы является изучение условий, при которых это явление наблюдается.

Оборудование: видеокамера с частотой съемки 120fps, диски различных материалов и размеров, установка для их автоматического выбивания, которая состоит из двигателя, где крепится линейка для выбивания дисков. Он закреплен на штативе и подключен к источнику тока. В каждом эксперименте башня ставилась так, чтобы между дисками не образовывалось сдвигов. Видеоматериалы обрабатывались в программе Tracker для нахождения критической скорости выбивания диска.

В ходе работы было выявлено условие, при котором башня останется стоять — скорость выбивания больше критической. Для его описания была построена модель «монолита» башни, в которой учитывается, что ее высота много больше ширины, нижний диск вылетает с постоянной скоростью, коэффициент трения не зависит от нее. С помощью этого можно заменить верхние диски на единый цилиндр, чье движение мы и будем описывать.

Итоги работы: была найдена зависимость критической скорости выбивания нижнего диска от таких параметров, как коэффициент трения и толщина дисков и доказано, что в рамках модели «монолита» отсутствует зависимость от количества дисков и их диаметра, все полученные данные сошлись с теорией. В дальнейшем планируется проверить наличие других критических параметров, а так же расширить теоретическую модель для описания поведения башни

Список литературы:

1. J.Hall «Fun with stacking blocks», California Institute of Technology, Pasadena, California 91125;
2. К.Сладков «Падающая башня», Российские турниры юных физиков, 2019.





# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Анализ пространственного распределения галактик в глубоком поле COSMOS

«Физика»

*Чекаль Михаил Владимирович, Никонов Максим Олегович, Широков Станислав Игоревич (научный руководитель, кандидат физ.-мат. наук), место выполнения работы: САО РАН, отдел галактических и внегалактических исследований*

Для развития стандартной космологической модели и нашего представления о Вселенной необходимо получать новую информацию об объектах на больших красных смещениях. В настоящее время важнейшим направлением в наблюдательной космологии является анализ крупномасштабной структуры Вселенной, в частности, в глубоких полях. Одним из самых глубоких и хорошо изученных полей является поле COSMOS с размером около двух квадратных градусов. В этом поле имеются данные почти всех наблюдаемых спектральных диапазонов от радио до рентгена. Актуальная версия этого каталога имеет название COSMOS2015 с подробным описанием в [1], которая содержит 518 404 фотометрических красных смещения галактик, отобранных в оптическом диапазоне.

В работе применен метод анализа радиальных флуктуаций числа галактик [2], в котором выбран более строгий критерий выявления структур относительно более ранних работ, для актуального каталога COSMOS2015. Все расчеты в работе выполнены авторским кодом на языке python.

Получена новая оценка радиальных флуктуаций в бинах красного смещения  $z = 0.1$  со средним стандартным отклонением от однородности  $|sr| = 0.3$  величины амплитуды и характерным размером  $R(z) = 500$  мегапарсек. Наблюдаемые радиальные флуктуации числа галактик (видимой материи) согласуются с дисперсией флуктуаций плотности темной материи [2, 3] в рамках стандартной космологической модели в среднем с точностью до фактора 4.6.

В рамках данной работы были обнаружены неоднородности пространственного распределения галактик с масштабами 500 мегапарсек и амплитудой 30%. Эти выводы имеют принципиальное значение для дальнейшего развития моделей образования и эволюции крупномасштабной структуры Вселенной. Развитая методика анализа совокупности глубоких полей может быть использована другими группами, исследующими неоднородное распределение галактик вдоль луча зрения.

Список литературы:

1. Laigle C., McCracken H. J., Ilbert O., et al., ApJS 224, 24, 2016.
2. S. I. Shirokov, N. Yu. Lovyagin, Yu. V. Baryshev and V. L. Gorokhov, Astron. Rep. 60, 563, 2016.
3. B. P. Moster, R. S. Somerville, J. A. Newman, H.-W. Rix, ApJ. 731, 113, 2011.



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Стабилизация доменной границы градиентным магнитным полем в плёнках железо-иттриевых гранатов

«Физика»

*Клинская Богдана Андреевна, Хохлов Николай Евгеньевич (научный руководитель, старший научный сотрудник), место выполнения работы: ФГБУН Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук*

Сейчас большой интерес представляет разработка новых способов и устройств передачи и обработки информации, являющихся альтернативой традиционным устройствам электроники. Это связано с необходимостью увеличения скорости передачи информации с понижением энергозатрат. С этой точки зрения одной из наиболее перспективных концепций является магноника [1]. Задачей магноники является изучение особенностей магнонного транспорта в форме спиновых волн – волн намагниченности. Одним из подходов к управлению параметрами спиновых волн является использование дефектов в магнитной структуре, например, доменных границ. Задачей проекта является создание держателя образцов плёнок железо-иттриевых гранатов для стабилизации в них уединенной доменной границы. Держатель будет использован в лаб. Физики ферроиков ФТИ им. А.Ф. Иоффе в экспериментальной установке по наблюдению распространения оптически возбуждаемых спиновых волн через доменную границу. Железо-иттриевый гранат  $Y_3Fe_5O_{12}$  (ЖИГ) – ферромагнитное соединение, применяемое в микроволновых и магнитооптических устройствах, диэлектрик [2]. Магнитооптический эффект Фарадея – заключается в том, что при распространении линейно-поляризованного света через вещество, находящееся в магнитном поле, наблюдается вращение плоскости поляризации света [2,3].

В ходе работы спроектирован и создан держатель с требуемыми параметрами. Для держателя подобраны постоянные магниты, создающие неоднородное поле. Проведена оптимизация пространственного распределения магнитного поля. Положение доменной границы в образцах пленок ЖИГ визуализировалось за счет эффекта Фарадея [3] на поляризационном микроскопе Olympus. Деталь для закрепления магнитов спроектирована в среде FreeCAD и распечатана на 3D принтере.

В ходе выполнения работы в качестве магнитных пленок использованы несколько образцов разных составов – пленки чистого ЖИГ и висмут-замещенного ЖИГ различной толщины. Для каждого образца выбиралась конфигурация постоянных магнитов, создающая наиболее подходящее пространственное распределение магнитного поля. Критерием оптимальности выбранной конфигурации являлось наблюдение в пленке устойчивого двудоменного состояния. В результате требуемый держатель создан и выбраны 2 магнитные пленки, подходящие для дальнейших исследований.

Созданный держатель установлен в экспериментальной установке для изучения прохождения спиновых волн через доменную границу. Эксперименты будут проводиться в лаборатории Физики ферроиков ФТИ им. А.Ф. Иоффе. В перспективе подход к проектированию держателя магнитных пленок, разработанный в данной работе, может быть применен для стабилизации двух и более доменных границ. Это актуально для создания сложных логических устройств магноники.

Список литературы:

1. С.А. Никитов и др. Магноника — новое направление спинтроники и спин-волновой электроники, УФН 185 1099–1128 (2015);
2. Белотелов В.И., Звездин А.К, Фотонные кристаллы и другие метаматериалы. Квант, 2006;
3. Сайт [https://ru.wikipedia.org/wiki/эффект\\_Фарадея](https://ru.wikipedia.org/wiki/эффект_Фарадея).



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Разработка технологии просветления оптических компонентов для приборов видимого и ИК диапазонов, потемневших под действием ионизирующего излучения

«Физика»

*Варфоломеева Александра Дмитриевна, Корнишенкова Полина Андреевна, Истомин Игорь Александрович (научный руководитель, инженер-технолог центральной з), место выполнения работы: Филиал ОТИ НИЯУ МИФИ в городе Озерске*

В атомной энергетике, космических и медицинских технологиях, методах неразрушающего контроля, эксплуатация оптических и оптико-электронных приборов часто производится в условиях повышенной радиационной нагрузки. Изменение оптических свойств приборных стёкол под действием ионизирующих излучений может существенно повлиять на рабочие параметры аппаратуры. В материале оптических приборов (чаще всего стекле) происходят структурные изменения с образованием не прозрачных центров. Целью исследований являлась разработка технологии просветления оптических компонентов для приборов видимого и ИК диапазонов, потемневших под действием ионизирующего излучения за счёт перевода не прозрачных центров в структуре стекла в оксидную прозрачную форму. Технология основана на теплофизических свойствах лазерного излучения. Существующие способы просветления стекол имеют недостатки, в числе которых разрушение или появление дефектов, медленное протекание процесса, сложность реализации. В нашем проекте мы используем лазерный пучок. Тем самым, мы можем просветлять определённые места. Также способ просветления лазером лучше тем, что оказывается минимальное воздействие на материал, в следствие чего минимизируются его разрушения .

Все исследования проводились на системе лазерной обработки материалов SP-100R на базе CO<sub>2</sub> лазера «Trotec» производства ООО «Лазерный Центр», г. Санкт-Петербург. Для проведения исследований была использована лабораторная посуда из стекла, облучённая радионуклидом Co-60 до визуального снижения пропускной способности.

Выполнена основная цель научно-исследовательской работы. Показано, что при мощности лазерного излучения от 60 до 70 % от номинального значения удаётся восстановить светопропускную способность стекла практически до начальных значений. В результате научно-исследовательской работы подтверждена возможность просветления оптических компонентов для приборов видимого и ИК диапазонов, потемневших под действием ионизирующего излучения за счёт перевода не прозрачных центров в структуре стекла в оксидную прозрачную форму.

Просветление стекол приборной оптики - проблема, затрагивающая многие отрасли: атомную энергетiku, космические и медицинские технологии, методы неразрушающего контроля. Выполнена основная цель научно-исследовательской работы, а именно разработаны режимы обработки сфокусированным лазерным излучением поверхности стекла с целью восстановления его прозрачности после облучения ионизирующим излучением.

Список литературы:

1. Оптическое стекло, устойчивое к действию гамма-излучения;
2. Ионизирующие излучения и их практическое использование;
3. Большая Энциклопедия Нефти и Газа;
4. Промышленные применения лазеров.



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Исследование физико-химических характеристик и особенностей структурирования водных растворов производных эндометаллофуллеренов методом малоуглового нейтронного рассеяния.

«Физика»

*Орлова Виктория Анатольевна, Суясова Марина Вадимовна (научный руководитель, Научный сотрудник лаборатории), место выполнения работы: лаборатория химии и спектроскопии углеродных материалов НТИЦ "Углеродные структуры" НИЦ "Курчатовский институт" - ПИЯФ*

К настоящему моменту с помощью химической модификации были получены многочисленные водорастворимые соединения фуллеренов, перспективные для задач науки и техники, медицины и биологии[1]. Производные парамагнитных эндофуллеренов могут использоваться в терапии и в диагностике опухолевых заболеваний благодаря значительному увеличению контрастности МРТ-изображения[2,3]. В свою очередь, усиление контрастности изображения вызвано неизбежной агрегацией эндофуллеренов, которые эффективно адсорбируют молекулы воды и могут сильно повышать скорость релаксации за счет диполь-дипольных взаимодействий между атомами металла и протонами ассоциированной воды[3]. Целью данной работы было исследование кластеризации водорастворимых производных эндометаллофуллеренов в H<sub>2</sub>O и D<sub>2</sub>O методом малоуглового рассеяния нейтронов. Определения и термины: фуллерен, эндометаллофуллерен, ЭМФ, малоугловое рассеяние нейтронов(МУРН), агрегация, кластеризация

В работе были исследованы водорастворимые комплексы эндометаллофуллеренов Gd@C<sub>82</sub>(C<sub>6</sub>H<sub>9</sub>NO)<sub>n</sub> и Sm@C<sub>82</sub>(C<sub>6</sub>H<sub>9</sub>NO)<sub>n</sub> с поливинилпирролидоном. Спектры интенсивностей рассеяния растворов в H<sub>2</sub>O и D<sub>2</sub>O в диапазоне концентраций (0,5–5% масс.) в зависимости от переданного импульса измеряли на спектрометре «ЮМО»(ОИЯИ, Дубна). Фурье-преобразование исходных экспериментальных данных было проведено с помощью программы «GNOM», пакет ATSAS.

В работе исследовано поведение производных ЭМФ в легкой и тяжелой воде. С помощью аппроксимации данных малоуглового рассеяния нейтронов определены фрактальные размерности и радиусы корреляции кластеров двух типов кластеров, R<sub>1</sub>~1-2нм и R<sub>2</sub>~12-16нм, присутствующих в растворах. Выявлено, что структурная организация комплексов не меняется при вариации концентрации и температуры от 20 до 37 С. Анализ исходных экспериментальных данных при помощи программы "GNOM" также не выявил различий в поведении комплексов.

Результаты работы носят фундаментальный характер и могут быть использованы при внедрении водорастворимых производных фуллеренов в биомедицину в качестве МРТ-контрастирующих реагентов и изотопных противоопухолевых препаратов. Полученные в работе результаты для растворов производных ЭМФ в легкой воде будут сопоставлены с результатами эксперимента аналогичных образцов в тяжелой воде.

Список литературы:

1. В. Н. Безмельницын. Успехи физ. наук. 199
2. №16
3. С. 1195–1220.
4. E. Nakamura. Acc. Chem. Res. 200
5. V. 3
6. P. 807-815.
7. S. Laus. J. Am. Chem. Soc. 200

8. V.12
9. P. 9368-9369.
10. М. В. Суясова и др. ЖПХ. 201
11. Т. 8
12. С. 60–68



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Спектроскопия лазерно-индуцированной плазмы монет для археологического анализа

«Физика»

*Амирян Никита Александрович, Соляник Анастасия Максимовна, Трошкова Светлана Евгеньевна (научный руководитель, Учитель физики), место выполнения работы: ГБОУ гимназия №73 "Ломоносовская гимназия"*

В археологии вопрос определения состава и ценности древних монет является одним из важнейших. Существующие методы не гарантируют точности определения состава и ценности экспонатов. Поэтому необходимо их совершенствовать и создавать новые. Для решения данной проблемы был предложен метод спектроскопии лазерно-индуцированной плазмы монет, актуальность которого заключается в альтернативной возможности определения археологической ценности древних монет. Исходя из этого целью нашей работы является исследование старинной монеты с помощью этого метода и составление вывода о его применении в вопросах археологического анализа. Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи: 1. Провести эксперименты по регистрации спектров лазерно-индуцированной плазмы монеты. 2. Провести обработку полученных спектров, выделить на них линии излучения. 3. Идентифицировать линии с помощью базы данных NIST. 4. Провести анализ зависимости интенсивности линий от количества лазерных импульсов. 5. Сделать выводы о составе монет, а также применимости данного метода в подобных задачах археологии. Основные понятия: ионизация, рекомбинация, лазерная абляция, оптический пробой.

Анализ литературы, проведение эксперимента по регистрации спектров, анализ зависимости интенсивности линий от количества лазерных импульсов, анализ полученных данных. При выполнении работы экспертной базой выступила кафедра лазерных технологий университета ИТМО. Для проведения эксперимента была собрана фемтосекундная лазерная система, состоящая из задающего лазера Avesta-Проект TiF-100-F4 и регенеративного усилителя Avesta RAP-1500

В ходе работы был проведен послыйный анализ монеты. Был проведен эксперимент по регистрации спектров плазмы монеты. Далее была проведена обработка полученных спектров и выделение на них линий излучения. Были построены графики: первый — для сравнения 1 и 100 удара, а второй — для выявления зависимости изменения интенсивности линий от глубины проникновения лазерного излучения в вещество. По результатам данного эксперимента были сделаны выводы о составе монет и о возможности применения данного метода в вопросах археологии.

Данный метод имеет множество преимуществ. Например, минимальное повреждение изучаемого объекта, оперативность и использование минимального количества вещества. В связи с данными преимуществами развитием задачи исследования является популяризация данного метода. Метод может быть использован не только в археологии, но и в медицине, астрономии, также для экологического мониторинга и анализа химически опасных объектов.

Список литературы:

1. Бёккер Ю. Спектроскопия 2017
2. Бочкарев Н.Г., Вайнштейн Л.А., Физика Космоса, ст.- Рекомбинация
3. Кремерс Д. А., Радziemски Л. Д. Лазерно-искровая эмиссионная спектроскопия, глава 1.2 Спектроскопия индуцированного лазерным излучением пробоя





# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Воздушная струя

«Физика»

*Домажирова Валерия Антоновна, Сладков Клим Дмитриевич (научный руководитель, ассистент каф. физики СУНЦ МГУ), место выполнения работы: лаборатория научного творчества СУНЦ МГУ*

В этом году на турнире юных физиков была предложена задача исследовать явление, заключающееся в том, что если на зажжённую свечу подуть через стоящую перед ней бутылку, то свеча потухнет, как будто препятствия не было вовсе. Мне стало интересно, как струя воздуха обтекает фигуру. Целью данной работы является изучение струи воздуха, обтекающей фигуры различной формы при помощи отклонения отвесов от состояния покоя по действием этой струи.

Оборудование: платформа с рамкой, вентилятор, ламинатор потока воздуха из 250 пластиковых трубочек, объекты-препятствия в форме призмы с сечением прямоугольной, круговой формы и шара, источник питания, узконаправленный источник света, брусок с подвешенными к нему отвесами на расстоянии 1 см, отвесы – лёгкие нити, утяжелённые за счёт смачивания водой, фото/видеокамера с частотой съёмки 120 кадров в секунду.

Установка позволяла визуализировать линии тока воздуха, возникающие вокруг препятствий при обдувании их ламинаризованным потоком воздуха. В ходе наблюдения было установлено различие траекторий потоков от вида фигуры. В некоторых областях наблюдалось возникновение вихрей. В случае препятствий определённой формы, равнодействующая сил действующих на отвес оказывалась равна 0. Скорость воздуха непосредственно за фигурами оказывалась тем меньше, чем ближе точка к горизонтальной оси симметрии фигуры.

Было проведено исследование явления обтекания куба, цилиндра и шара ламинаризованными струями воздуха. Установлено направление потока воздуха в рассматриваемых точках. Определены относительные показатели скоростей потока воздуха в данных точках. В дальнейшем планируется улучшить установку с целью увеличения точности полученных из эксперимента результатов и построить графики распределения скоростей струй и давления воздуха вокруг фигур.

Список литературы:

1. Caroline Lubert, On Some Recent Applications of the Coanda Effect, International Journal of Acoustics and Vibration. (2011).



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Тепловая конвекция во вращающемся коаксиальном цилиндрическом зазоре при действии осциллирующего силового поля

«Физика»

*Шилов Артём Дмитриевич, Содномова Мария Александровна, Вяткин Алексей Анатольевич (научный руководитель, Доцент кафедры физики и технол), место выполнения работы: В школе*

Исследованию процессов тепломассопереноса в различных средах посвящено большое количество научных работ. Актуальность исследований не снижается и сегодня и связана с тем, что тепловая конвекция присутствует во многих технологических и природных процессах. Например, через управление тепловой конвекцией можно управлять процессом протекания экзотермических и эндотермических химических реакций в жидкостях. Контролируемый тепломассоперенос требуется в большом спектре производственных задач. Одной из таких задач является создание однородных систем (полимеры, монокристаллы, двухфазные жидкостные среды и т.д.). Процесс гомогенизации связан с различными сферами производства. При этом необходимо знать физическую природу и закономерности конвективного теплопереноса. Задачи: Провести теоретический обзор источников и уточнить методологию экспериментального исследования; Провести эксперимент; Обработать экспериментальные данные: провести предварительную обработку видеоряда в графических редакторах и получить поля скоростей движения жидкости в системе отсчета полости с использованием специализированного программного пакета PIVLab; Выяснить природу конвективных течений, наблюдаемых при значительном стабилизирующем эффекте центробежной силы инерции.

Для изучения структуры конвективных течений используется метод цифровой трассерной визуализации, относящийся к классу бесконтактных оптических методов и позволяющий регистрировать мгновенные поля скоростей в плоскости измерения. Для его реализации используется программный пакет "MATLAB" с плагином PIVLab. Предварительно обработанные кадры загружаются в PIVLab, проводится калибровка по внешнему размеру полости и по времени между кадрами.

Обнаружено, что что неизотермическая жидкость совершает, в основном, отстающее в системе отсчета полости движение, за исключением узких областей, находящихся на расстоянии  $\frac{1}{4}$  длины полости по обе стороны от торцов. В этих секторах жидкость совершает интенсивное опережающее движение. При повышении интенсивности конвекции (с понижением скорости вращения полости) наблюдается увеличение длины волны продольных структур. Вместе с тем наблюдается чередование смены закрутки вихрей в каждом последующем периоде вращения полости.

Результаты работы могут способствовать развитию щадящих методов перемешивания жидкой неизотермической среды. Отличительной особенностью данного механизма возбуждения конвективных течений является отсутствие статического воздействия силы тяжести и активного внешнего воздействия на полость. Результаты исследований являются перспективными и новыми и могут найти применение в пищевой, химической и фармацевтической промышленности.

Список литературы:

1. Ровин С.Л., Ровин Л.Е., Жаранов В.А., Герасимова О.В. Движение дисперсных материалов во вращающихся смесителях // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. 201
2. №3 (74).



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Метод терморегуляции зданий на основе использования механизма, регулирующего отражающую способность стен

«Физика»

*Карнаух Анастасия Александровна, Харченко Инна Геннадьевна (научный руководитель, учитель физики), место выполнения работы: в школе*

Цель работы - создать механизм, позволяющий увеличивать или уменьшать поглощающую способность стен за счет изменения их цвета. Для этого необходимо решить следующие задачи: 1. Изучить существующие методы изменения цвета поверхности; 2. Разработать простой способ изменения цвета стен; 3. Разработать механизм, на основе предложенного способа изменения цвета стен; 4. Создать действующую модель данного механизма; 5. Провести экспериментальные исследования эффективности разработанного механизма; 6. Составить рекомендации по его использованию.

Методы выполнения работы: 1. Изучение открытых источников информации; 2. Конструирование моделей зданий; 3. Нанесение на поверхности лако-красочных материалов; 4. Проведение измерений показаний приборов; 5. Статистические методы обработки экспериментальных данных.

Созданный механизм аналогичен оконным жалюзи, серебристого цвета с одной стороны и темного с другой, и углом поворота ламелей 180 гр. В солнечную погоду они поворачиваются серебристой стороной, а в пасмурную - темной. Для эксперимента были построены два абсолютно одинаковых домика. На стенах одного был размещен механизм. В течении трех месяцев проводилась ежедневная фиксация температуры внутри домиков, построены сравнительные температурные графики.

Из наблюдений следует, что механизм действительно понижает температуру в здании летом и повышает в холодное время, эффективен для отдельно стоящих зданий, наиболее эффективен летом и при отрицательных температурах воздуха в солнечную погоду. Подходит для жилых и небольших производственных и служебных помещений. При этом отпадает необходимость в декоративной штукатурке и покраски стен, что компенсирует затраты на приобретение стеновых жалюзи.

Список литературы:

1. Как уменьшить потери тепла в доме/ Интернет-ресурс. – Режим доступа: <https://ondutis.ru/articles/kak-umenshit-poteri-tepla-v-dome/>;
2. О тепловом балансе дома/ Интернет-ресурс. – Режим доступа: <http://stroidom-str.ru/otoplenie-v-dome/oteplovom-balanse-doma/>.



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Интегральный оптический мультиплексор для видимого диапазона излучения

«Физика»

*Рядченко Алексей Евгеньевич, Сафронов Кирилл Романович (научный руководитель, аспирант), место выполнения работы: МГУ*

В данной работе разрабатывался мультиплексор на основе блоховских поверхностных волн, устройство, способное разделять входящее излучение разных длин волн (635 и 532 нм) в два канала в зависимости от длины волны. Мультиплексор состоит из узкого входного волновода с дифракционной решеткой для заведения излучения, основного многомодового волновода, представляющего собой прямоугольный параллелепипед, 200 нм в высоту, несколько мкм в ширину и несколько десятков мкм в длину, и двух выходных волноводов – всё это выполнено из полимера на поверхности фотонного кристалла. По входному волноводу в мультиплексор подается излучение на двух длинах волн. Входное излучение возбуждает различные моды волновода с разными константами распространения. Моды с одинаковой частотой интерферируют между собой. Это явление называется многомодовой интерференцией. При этом период интерференции отличается на разных длинах волн, и, если правильно подобрать геометрические параметры многомодового волновода, то излучение может быть выведено в два различных выходных канала в зависимости от длины волны.

С помощью программы Lumerical FDTD рассчитывался эффективный показатель преломления для первой и второй моды волновода для заданной длины волны. Далее для каждой длины волны рассчитывалась длина биений. Для создания устройства использовался метод двухфотонной полимеризации - технологии фотолитографии, основанной на явлении двухфотонного поглощения в фоторезисте, которое вызывает реакцию полимеризации.

В результате мне удалось рассчитать мультиплексор и изготовить опытные образцы.

На основе данного устройства можно сделать однофотонный источник для питания фотонных транзисторов: для этого во входной волновод нужно поместить алмаз с вкраплением азота, который будет переизлучать входящее излучение; излучение накачки будет отделяться от нужного.

Список литературы:

1. Optical Multi-Mode Interference Devices Based on Self-Imaging : Principles and Applications
2. Lucas B. Soldano and Erik C. M. Pennings, Member, IEEE



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Эффекты фокусировки атомов при эмиссии с поверхности монокристаллов

«Физика»

*Крылов Игорь Сергеевич, Гончаренко Ульян Богданович, Мусин Артем Игоревич (научный руководитель, Аспирант МГОУ), место выполнения работы: МГУ им. М.В. Ломоносова, ГБОУ Школа №1557 имени П.Л. Капицы*

В настоящее время изучению процессов взаимодействия поверхностей твердого тела с внешней средой уделяется достаточно пристальное внимание. Поверхностные слои в значительной мере определяют поведение всего материала, его эксплуатационные характеристики. Эффекты, происходящие на поверхности материала при столкновении ускоренных частиц с твердыми телами, представляют интерес для исследователей, поскольку позволяют глубже понять процессы, протекающие на поверхности материала, а не только в объеме твердых тел. При бомбардировке твердых тел пучком ускоренных ионов возникает явление распыления, то есть удаления атомов поверхности, которые вылетают под различными углами и с различными энергиями. В настоящей работе проводилось исследование распыления монокристалла Ni на стадии вылета (эмиссии) атомов методом молекулярной динамики. Цель работы: рассчитать угловые распределения распыленных атомов и проанализировать их основные особенности.

Для моделирования использовалась программа, алгоритм которой был создан в лаборатории "Теоретические исследования процессов на поверхности кристаллов" физического факультета МГУ. Исходный код программы написан на языке Fortran. На языке Fortran нами была написана программа для обработки полученных данных. С помощью этого кода можно построить графики угловых и энергетических распределений распыленных атомов.

В процессе работы над проектом была создана программа, которая обрабатывает данные, полученные в результате моделирования и строит графики распределений распыленных атомов по полярному и азимутальному углу. Построенные нами распределения позволяют сделать вывод, что наша простая модель 5 атомов воспроизводит основные особенности распределений распыленных атомов, полученных экспериментально: пятна Венера и эффект сдвига максимума по полярному углу при увеличении энергии атомов.

Результаты работы будут полезны для понимания процессов взаимодействия ионов с твердым телом, распыления, эрозии поверхности, которые важны для анализа и очистки поверхности, создания рельефа, для исследования дефектов в полупроводниках. Разработанная программа обработки в дальнейшем будет использоваться в лаборатории "Теоретические исследования процессов на поверхности кристаллов" МГУ им. М.В. Ломоносова.

Список литературы:

1. Д. Синдо, Т. Оикава. Москва: Техносфер. 232, 256 (2006).
2. W. R. Grove. Phil. Mag. 5, 203 (1853).
3. G. K. Wehner. J. Appl. Phys. 26, 1056 (1955).
4. G. K. Wehner. Phys. Rev. 102, 690 (1956).
5. Н. В. Плешивцев. Москва: Атомиздат (1968).



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Оптимизационный подход к проектированию малоразмерных беспилотных летательных аппаратов

«Физика»

*Карелин Александр Юрьевич, Хотулёв Всеволод Михайлович, Ряховский Алексей Игоревич (научный руководитель, ООО Корнинг СНГ, научный сотру), место выполнения работы: в школе*

Проектирование крыла представляет собой сложную инженерную задачу. Поиск оптимальных вариантов решений усложнён большим кол-во параметров. И в этой работе мы пытаемся частично математически формализовать эту задачу и создать инструменты численного моделирования для её решения.

Для анализа профилей и моделей мы используем программу XFRLR5 – это бесплатное средство численного моделирования аэродинамических характеристик при низких численных значениях числа Рейнольдса, что соответствует характерным параметрам наших задач. Для оптимизации на основе сформулированной математической модели, мы пользуемся программным комплексом ДАКОТА и собственным программой, использующую метод градиентного спуска.

С помощью созданной программы и аналитического, а также оптимизационного комплекса, можно построить трехмерную модель оптимизированного профиля.

Данное исследование может вылиться в создание приложения для оптимизации крыльев БПЛА, заточенное под инженеров-любителей.

Список литературы:

1. Пархаев Е. С., Семенчиков Н. В. Некоторые вопросы оптимизации профиля крыла малоразмерного беспилотного летательного аппарата
2. Drela M. XFOIL: An analysis and design system for low Reynolds number airfoils





# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Измерение длины проволоки акустическим методом

«Физика»

*Балусов Сергей Станиславович, Журав Илья Алексеевич, Богданов Сергей Витальевич (научный руководитель, к.ф.м.н), место выполнения работы: г. Черноголовка*

На производстве по изготовлению осветительных приборов возникла необходимость измерять длину проволоки, которая использовалась для изготовления плафонов. Проблема заключалась в том, что заготовки из проволоки были изогнутые и измерить их длину линейкой было трудно. Основной задачей проекта было сконструировать установку для измерения длины изогнутой проволоки, выбрать оптимальные составные части - контроллер, излучатель и приемник. Провести калибровку на образцах проволоки.

Использованные методы - измерение времени распространения ультразвуковой волны в металле. Экспериментальная установка - микроконтроллер STM32, пьезоэлектрический приемник, магнитострикционный излучатель. Исследования проводились в Доме Юных Техников, г. Королев, г. Черноголовка.

Сконструирована экспериментальная установка для измерения длины проволоки. Выбраны наиболее подходящие для нее типы приемника и излучателя. Определены оптимальные параметры импульса излучателя для снижения помех. Проведены измерения по калибровке стальной проволоки, давшие хорошее соответствие с литературными данными.

На основе данных, полученных на экспериментальной установке в 2019 году была создана полнофункциональная, рабочая установка по измерению длины изогнутой стальной проволоки и внедрена на производстве плафонов для светильников в ООО «Свет вместе» (г. Москва). Экономический эффект составил 60 000 руб.

Список литературы:

1. Физические величины: Справочник. А.П. Бабичев, Н.А. Бабушкина, А.М. Братковский и др.; Под ред. И.С. Григорьева, Е.З. Мейлихова. Энергоатомиздат 1991 ISBN: 5-283-04013-5



# БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2020

Санкт-Петербург, 3-6 февраля 2020 года

## Получение однопузырьковой сонолюминесценции в воде: сборка установки и изм. комплекса

«Физика»

*Парпеев Клим Владимирович, Киль Валентин Александрович, Игнатъева Ирина Ивановна (научный руководитель, Учитель физики), место выполнения работы: дома*

Задачи: создание установки для получения стабильного кавитационного пузырька, создание измерительной системы для определения некоторых параметров работы установки, измерение амплитудно-частотной характеристики колебательной системы и относительного размера пузырька, объяснение результатов экспериментов. На данный момент ни одна из теорий не может быть согласована со всеми экспериментальными данными, поэтому первоочередная задача изучения сонолюминесценции – понимание процессов, которые происходят в жидкостях при подобных условиях. Одно из применений – создание сверхминиатюрной химической лаборатории. Управляя параметрами эксперимента можно контролировать температуру и давление внутри кавитационного пузырька, в котором будут присутствовать растворенные в жидкости реагенты. Помимо легкости, с которой удастся получить высокие температуры, этот метод дает возможность проводить сверхкороткие по времени эксперименты. Некоторые исследователи считают, что в таком акустическом реакторе возможно запустить термоядерную реакцию. Поэтому любые наработки в области кавитационных процессов и, в частности, сонолюминесценции, являются актуальными.

Инструменты: C1-65A, UNI-T UT61C, лабораторный БППО: PTC Mathcad, Fusion 360, NI Multisim, Sprint Layout, sPlan, Arduino IDE, Sublime Text Editor Методы исследования: Ми-рассеяние, эмпирические методы (наблюдение, эксперимент, измерение, сравнение), математическое моделирование

1) Собрана установка для получения и изучения кавитационных пузырьков 2) Получен устойчивый кавитационный пузырёк, наблюдалось его свечение (сонолюминесценция) 3) Проведены измерения пульсаций и АЧХ, они находятся в соответствии с теоретическими выкладками по данной теме 4) Разработаны чертежи, 3D-модели, программный код и некоторые теоретические выкладки, которые могут помочь начать исследования в этой области.

Простота регулировки параметров эксперимента позволяет осуществить: исследование сонолюминесценции в других жидкостях; подробное описание поведения пузырька при всех возможных температурах среды; изучение влияния эл. и магн. полей на светящийся пузырек; уточнение значений температур и давлений внутри пузырька в ходе его жизненного цикла; проверка возможности реализации соносинтеза на практике.

Список литературы:

1. см. описание видео на youtube + <https://pastebin.com/vM0QwEdR>