

Комитет по образованию Санкт-Петербурга
Акционерное общество «Научно-производственное предприятие “Радар ммс”»
Государственное бюджетное нетиповое образовательное учреждение
«Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных»



*Сборник тезисов работ
участников секции*

«Фундаментальные науки»

*XVI открытой юношеской
научно-практической конференции*

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

*6–8 апреля 2022 года
Санкт-Петербург*

Том 2

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

Введение

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

В 2022 году в Санкт-Петербурге в 16-й раз проводится Открытая юношеская научно-практическая конференция «Будущее сильной России – в высоких технологиях».

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

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

Обнаружение сверхмассивных чёрных дыр

Чебанов Иван Игоревич

Лицей-предуниверсарий СевГУ

Севастополь

Научный руководитель **Рогова Ольга валентиновна**

Аннотация

Научно-исследовательская работа посвящена поиску сверхмассивных чёрных дыр на снимках орбитальных телескопов, представленных на сайте проекта Zooniverse. Работа на данном сайте относится к так называемой «гражданской науке». Такие проекты направлены на поощрение общественного участия в исследованиях, а также в науке в целом. Некоторые программы разработаны специально для школьников, сочетая научные и образовательные цели. Также гражданская наука является одним из подходов к неформальному научному образованию. Проанализированные вручную снимки позволяют первично оценить наличие или отсутствие объекта «чёрная дыра» в данном месте пространства.

Ключевые слова

Гравитация, чёрная дыра, радиус Шварцшильда, активные ядра галактик, гражданская наука

Цель работы

Анализ и корректировка программного определения объектов дальнего космоса, первичное обнаружение объектов, которые в дальнейшем можно идентифицировать, как сверхмассивные чёрные дыры. Анализ снимков проводился по алгоритму, представленному на сайте.

Введение

Одним из самых загадочных, почти фантастических объектов, изучаемых астрономией являются так называемые «чёрные дыры». Вопрос о существовании чёрных дыр тесно связан с тем, насколько верна теория гравитации, из которой следует их существование. В современной физике стандартной теорией гравитации, лучше всего подтверждённой экспериментально, является общая теория относительности, уверенно предсказывающая возможность образования чёрных дыр (но их существование возможно и в рамках других (не всех) моделей). Поэтому утверждения о непосредственных доказательствах существования чёрных дыр следует понимать в смысле подтверждения существования астрономических объектов, таких плотных и массивных, а также обладающих некоторыми другими наблюдаемыми свойствами, что их можно интерпретировать как чёрные дыры общей теории относительности.

Основные тезисы

В ходе работы были изучены: история исследования черных дыр, физика явления притяжения, понятия космических скоростей, строение и эволюция чёрных дыр. Основная исследовательская часть работы посвящена обра-

ботке цифровых изображений, полученных с орбитальных телескопов с целью идентифицировать чёрные дыры.

Заключение, результаты или выводы

В ходе данного исследования на сайте Zooniverse было обработано 150 изображений с телескопов. Из этих изображений в 53 были предположительно обнаружены сверхмассивные чёрные дыры. В остальных случаях определить положение чёрной дыры не удалось из-за разделения изображения на отдельные части и других погрешностей. Таким образом, можно вывести статистику что в 35.3% изображений чёрные дыры были обнаружены. Участие в исследовании объектов дальнего космоса – чёрных дыр, помощь профессиональным астрономам в ускорении обработки информации, получаемой с наземных и орбитальных телескопов, в проведении исследований.

Список использованной литературы и источников

1. Хокинг Стивен. Три книги о пространстве и времени // СПб.: Амфора, 2011, 512 с.
2. Шапиро С. Л., Тьюколски С. А. Черные дыры, белые карлики и нейтронные звезды. В 2 ч. // М., 1985, 253 с.
3. Сборник статей по астрономии [Электронный ресурс] - <https://asteropa.ru/>
4. Ваш гид в мире звезд [Электронный ресурс] - <https://v-kosmose.com/>

Влияние метеорологических условий на уровень засветки неба

Охримович Мария Николаевна

ГБОУ ЦДО «Малая академия наук»

Севастополь

Научный руководитель **Рогова Ольга Валентиновна**

Аннотация

За последние годы ученые стали обращать внимание на такой новый фактор антропогенного воздействия, как световое загрязнение. Системы городского и дорожно-автомобильного освещения рассеивают часть энергии в окружающую среду, тем самым негативно оказывая влияние на ночную жизнь животных, растений и даже здоровье человека. Наличие аэрозольных частиц может приводить к усилению негативного влияния света. На данный момент нет сведений о влиянии абиотических факторов среды на распространение светового загрязнения.

Ключевые слова

Световое загрязнение, аэрозоли, яркость неба, метеорологические данные

Цель работы

Изучить влияние таких параметров, как приповерхностная температура воздуха и относительная влажность на усиление или угнетение засветки неба.

Введение

Световое загрязнение, вызванное рассеиванием части энергии от фонарей городского и дорожного освещения в окружающую среду, приносит большой урон, как ее обитателям, так и здоровью человека. Существуют разные способы для измерения уровня засветки неба, однако не существует методик, позволяющих по погодным условиям оценить распространение света в темное время суток, в том числе и от искусственных источников освещения. Главной проблемой на сегодняшний день является то, что до сих пор мало известно о влиянии на интенсивность и распространение светового загрязнения абиотических факторы среды, таких как температура приповерхностного слоя воздуха и относительная влажность.

Основные тезисы

В работе проведен анализ данных, полученных в Крымской астрофизической обсерватории по засветке неба за 2018-2021 гг. Метеорологические данные были представлены температурой приповерхностного слоя воздуха и относительной влажностью. Данные по яркости неба получены с помощью прибора SkyQualityMeter-L, который измеряет прямую яркость неба в звездных величинах на квадратную секунду дуги. Для того, чтобы лучше проследить влияние метеорологических факторов на освещенность неба было принято решение выбрать дни с максимальной естественным освещением в ночное время – дни, в которых Луна находилась в фазе полнолуния во время астрономической ночи. Анализ данных показал, что за весь исследуемый период существовали дни, в которые наблюдалась высокая относительная влажность - 99% и при этом она не менялась в течении всей астрономической ночи. Корреляционная связь показала низкие значения, однако усреднение этих данных за каждую астрономическую ночь выявило, что с повышением средней температуры наблюдается уменьшение засветки неба. Во второй группе дней полнолуния в течение астрономической ночи менялись как температура, так и относительная влажность. Исследование показало, что при повышении температуры и влажности уровень освещенности неба падает и оно становится более темным. Скорее всего, это связано с тем, что количество водяного пара в воздухе рассеивает свет. Самое светлое небо наблюдалось при температуре 0-10 °C и относительной влажности 50-70 %. Практическое значение полученных результатов состоит в том, что полученную информацию можно использовать для создания модели выявления уровня и масштаба распространения светового загрязнения.

Заключение, результаты или выводы

В результате исследования выявлено, что увеличение приповерхностной температуры как при постоянной высокой относительной влажности, так и при ее увеличении, уменьшало значение засветки неба. Проведённое в данной работе исследование дополнит знания о распространении есте-

.....

ственного и искусственного света в темное время суток в зависимости от погодных условий и позволит оценить масштабы светового загрязнения от населенных пунктов.

Список использованной литературы и источников

1. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера// М.: Айрис-пресс, 2004, 576 с.
2. Kyba C.M. Christopher. Artificially lit surface of Earth at night increasing in radiance and extent. // Science Advances, 2017, Vol. 3, no.11.
3. Капцов В.А., Дейнего В.Н., Герасев В.Ф. Световое загрязнение как гигиеническая проблема. Гигиена и санитария. 2015; 94(7): 11-5.
4. Назаров С.В., Рогова О.В., Халаимова А.В. Исследование долгосрочного изменения уровня засветки неба, как экологического фактора. // «Актуальные вопросы биологической физики и химии. БФФХ 2018»: Материалы XIII Международной научно-технической конференции. Севастополь: СевГУ, 2018, Т.3 № 4, с. 913-920.

Моделирование аномальных режимов ветроэлектрических установок с использованием функций чувствительности

Армароли Ангелина Робертовна

ГБОУ ЦДО «Малая академия наук»

Севастополь

Научный руководитель **Канов Лев Николаевич**

Аннотация

Стабильная работа ветроэлектрических установок (ВЭУ) часто нарушается при изменении скорости ветра и нагрузки: при плавном изменении скорости ветра или электрического сопротивления нагрузки на электрогенератор скорость вращения ветротурбины может внезапно резко увеличиваться или уменьшаться. Это сопровождается ударными моментами на ветротурбину, что приводит к нарушению её работы. Для объяснения ненадежной работы ВЭУ в работе применено математическое моделирование с применением методов теории чувствительности. Моделирование показало, что основной причиной неустойчивости является складчатый характер поверхности скорости вращения в пространстве параметров нагрузки и скорости ветра.

Ключевые слова

Ветроэлектрическая установка, электрогенератор, нагрузка, скорость вращения ветротурбины, скорость ветра, чувствительность решения уравнения, стабилизация скорости

Цель работы

Повышение надежности работы ВЭУ при изменении скорости ветра и нагрузки на основании математического моделирования и теории чувствительности. Для достижения этой цели в работе поставлены следующие задачи.

1. Построение математической модели ВЭУ, состоящей из ветротурбины, электрического генератора и нагрузки.
2. Определение функций и коэффициентов чувствительности скорости вращения ветротурбины по сопротивлению нагрузки и скорости ветра.
3. Анализ поверхности зависимости скорости вращения в пространстве параметров сопротивления нагрузки и скорости ветра; разработка практических способов стабилизации скорости вращения ветротурбины.

Введение

Применение нетрадиционных источников электроэнергии является актуальной задачей. Основной особенностью автономной ВЭУ является необходимость работы в условиях изменения скорости ветра и нагрузки электрического генератора. Изменение скорости ветра приводит к изменению скорости вращения генератора, что в свою очередь, приводит к изменению величины выходного напряжения. Изменение нагрузки генератора приводит к изменению момента сопротивления генератора и снова к изменению скорости его вращения. Практика показывает, что при плавном изменении скорости ветра или нагрузки генератора скорость его вращения может изменяться резко, скачком, что приводит к большим усилиям, ударам. Необходимо выявить причины и предложить меры по стабилизации скорости вращения генератора и его выходного напряжения при изменении нагрузки и скорости ветра.

Основные тезисы

В работе на основании законов электротехники [2] выведено основное уравнение ВЭУ, связывающее скорость вращения ветротурбины, сопротивление нагрузки, скорость ветра и выходное напряжение электрогенератора. Главный интерес здесь вызывает вращающий момент ветротурбины, его зависимость от скорости ветра и от его скорости вращения. Этот момент представляет функцию в зависимости от скорости вращения, пропорционально зависит от скорости ветра и имеет выраженный максимум. В работе предложена аппроксимация вращающего момента, но аналитическое решение уравнения ВЭУ оказалось невозможно. Далее в работе выполнена количественная оценка зависимости скорости генератора от сопротивления нагрузки и скорости ветра с помощью функций чувствительности. Значения этих функций определены в виде складчатой поверхности в трехмерном пространстве решения уравнения ВЭУ. Аномально высокие значения функций чувствительности очертили возможную область неустойчивой работы ВЭУ. На плоскости параметров ВЭУ построены границы областей неустойчивости режима, при пересечении которых скорость вращения ветротурбины изменяется резко, скачком. Действенным средством стабилизации скорости вращения является изменение вращающего момента путем изменения угла установки лопастей ветротурбины [3]. Таким образом, вращающий момент является функцией трех переменных: скорости вращения, скорости ветра и угла установки лопастей. Зависимость момента от угла установки имеет характерный максимум, величина которого тем больше, чем больше скорость ветра. В работе предложена блок-схема устройства управления скоростью

вращения, содержащая датчик скорости, узел сравнения, усилитель и исполнительный серводвигатель, который по мере вращения устанавливает лопасти под таким углом, чтобы изменение момента привело к уменьшению разности желаемой и фактической скорости вращения. Усовершенствование системы управления предлагается за счет прогноза скорости ветра. Это позволяет моделировать изменение скорости вращения ветротурбины на некотором будущем отрезке времени и своевременно подготавливать систему к внешним возмущающим воздействиям.

Заключение, результаты или выводы

В работе выполнено математическое моделирование режима ВЭУ; с помощью функций чувствительности выявлены причины неустойчивости. Предложена блок-схема системы управления углами установки лопастей ветротурбины, необходимыми для стабилизации скорости вращения. Сформировано и графически решено основное уравнение скорости ВЭУ в условиях изменяющейся скорости ветра и нагрузки генератора; в трехмерном пространстве впервые построена поверхность зависимости скорости ВЭУ от скорости ветра и нагрузки генератора. Для повышения качества управления предложено осуществлять прогноз скорости ветра на небольшом интервале времени, что дает возможность уменьшить негативное влияние инерционности механизмов поворота лопастей.

Список использованной литературы и источников

1. Кривцов В.С. Неисчерпаемая энергия. Кн.2. Ветроэнергетика / В.С.Кривцов, А.М.Олейников, А.И.Яковлев. – Харьков: Изд-во Нац. аэрокосм. ун-т (ХАИ); Севастополь: Севастоп. нац. техн. ун-т, 2004, 519 с.
2. Общая электротехника / Под ред. В.С.Пантюшина.- М.: Изд-во «Высшая школа», 1970, 568 с.
3. Лукутин Б.В. Энергоэффективные управляемые генераторы для ветроэлектростанций / Б.В.Лукутин, Е.Б.Шандарова, А.И.Муравлев // Известия вузов. Сер. Электромеханика. 2008, № 6, с. 63 – 66.

Электромагнитный ускоритель масс. Пушка Гаусса

Жигалов Степан Алексеевич

СПб ГБПОУ «Петровский колледж»

Санкт-Петербург

Научный руководитель **Сальников Владимир Викторович**

Аннотация

Разработана новая лабораторная работа, повышающая заинтересованность студентов в изучении электромагнетизма и дающая возможность проводить эксперимент в дистанционном режиме. Было проведена демонстрация данной работы перед студентами «Петровского колледжа».

Анкетирование студентов показало, что данная лабораторная работа им интересна.

Ключевые слова

Электромагнитный ускоритель масс, кинетическая энергия, ёмкость конденсатора, ёмкость, ёмкость снаряда

Цель работы

Создать лабораторную работу для изучения электромагнетизма. Повысить заинтересованность студентов к изучению учебного материала в дистанционном режиме обучения.

Введение

Существует большая потребность в новых программах обучения. Эти программы требуют новые подходы к решению учебных задач. Важным условием является вызвать интерес обучающихся к изучению материала. Наибольшую сложность, при работе в таких условиях, составляет выполнение лабораторных работ. Поэтому для изучения электромагнетизма, была разработана модель установки «Электромагнитный ускоритель масс. Пушка Гаусса».

Основные тезисы

Пушка Гаусса состоит из соленоида (катушки индуктивности), внутри которого находится ствол (из диэлектрика). В один из концов ствола вставляется снаряд, сделанный из ферромагнетика. При протекании электрического тока в соленоиде возникает электромагнитное поле. Это поле разгоняет снаряд, «втягивая» его внутрь соленоида.

Заключение, результаты или выводы

После создания лабораторной работы была произведена демонстрация работы в «Петровском колледже» перед студентами десяти групп. Данная работа студентами была признана интересной и познавательной. Поэтому поставленная задача о повышении заинтересованности студентов к изучению учебного материала обучения выполнена.

Список использованной литературы и источников

1. Егоров В.А., Романова Г.А. Физика. Методические указания для выполнения лабораторных работ – СПб: Изд-во Петровский колледж, 2017, С 44-47.
2. Дмитриева В.Д. Физика для профессий и специальностей технического профиля –М.: Из-во «Академия», 2017, С 225-242.

Формирование электропроводящих цепей на печатных платах с помощью лазерного излучения

Манухин Константин Александрович

ГБОУ гимназия № 73 «Ломоносовская гимназия»

Санкт-Петербург

Научный руководитель **Трошкова Светлана Евгеньевна**

Аннотация

Данная работа посвящена исследованию возможности формирования электропроводящих цепей печатных плат с помощью лазерного излучения без использования фоторезиста. Использовался импульсный волоконный лазер с длиной волны 1064 нм, платы с медным покрытием толщиной 18 мкм. Были подобраны режимы лазерного излучения, позволяющие сформировать элементы цепи, выявлена минимальная толщина проводящей дорожки, а также изучено влияние кривизны элементов на режимы обработки.

Ключевые слова

Печатные платы, лазерное излучение, фоторезист, электропроводные цепи, медное напыление

Эпиграф

Lasciate ogni speranza, voi ch'entrate

Цель работы

Сформировать электропроводящую цепь на печатной плате с медным напылением посредством использования лазерного излучения без использования фоторезиста.

Введение

Актуальность данной работы обусловлена тем, что практически все отрасли хозяйства нуждаются в печатных платах, и потребность в них постоянно возрастает. В связи с такими быстрыми темпами развития технологий возникает необходимость в улучшении технического уровня производства печатных плат. В последнее время активно развивается лазерный способ формирования электропроводящих цепей печатных плат. Преимущества лазерного способа – экономия времени и дополнительных расходов на химические реагенты для травления. Однако чаще всего для формирования цепей печатной платы с помощью лазера используется фоторезист, что увеличивает время и сложность производства печатных плат.

Основные тезисы

В результате работы были подобраны режимы лазерной обработки, обеспечивающие формирование элементов цепи без использования фоторезиста. Из всех подобранных режимов, был выбран тот, который требует минимального времени на формирование элемента: Длительность импульса:

200 нс, Частота 20 кГц, Количество проходов: 1, Скорость сканирования: 100 мм/с. Минимальная толщина проводящей дорожки достигала 12 мкм, при этом угол поворота элемента не влияет на проводимость дорожки. Для формирования кривых линий на схеме необходимо использовать режим работы лазера с увеличенной скоростью сканирования в силу разной степени перекрытия, поскольку для линий, содержащих радиус искривления менее 5 мм, разница в перекрытии ощутима.

Заключение, результаты или выводы

Успешные испытания сформированной платы подтверждают возможности использования лазерного излучения для данных целей без фоторезиста, что позволяет применять лазерную обработку для создания цепей в различных областях науки и техники.

Список использованной литературы и источников

1. Брусницына Л.А. Технология изготовления печатных плат. Екатеринбург: издательство Уральского университета, 2015, 200с.
2. Князьков А.В. Исследование аддитивного метода создания печатных плат // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество». 2018, Т. 2.
3. Медведев А. Лазерная литография в производстве печатных плат. // Технологии в электронной промышленности. 2006, № 5, С. 22-26.
4. Пирогова Е.В. Проектирование и технология печатных плат. М.: Форум; Инфра-М, 2005, 560с.

Вывод линейных математических моделей на основе результатов наблюдений и определение адекватности математической модели

Ерин Дмитрий Сергеевич

БГАРФ обособленное структурное подразделение ФГБОУ ВО «КГТУ»

Калининград

Научный руководитель **Поваляева Татьяна Алексеевна**

Аннотация

В данной работе рассмотрены выводы линейных математических моделей, основанные на результатах наблюдений на примере ресурсных характеристик аппаратов судовых холодильных установок. Проведены расчеты ресурсных математических моделей с целью определения их адекватности.

Ключевые слова

Математическая модель, судовая холодильная установка, СХУ, гистограмма, адекватность математической модели

Цель работы

Расчет линейной ресурсной математической модели с целью определения ее адекватности для нужд рыбопромыслового флота.

Введение

В этой работе с помощью математического моделирования решаются вопросы синтеза и анализа холодильных машин и установок. Расчет адекватности математической модели позволяет проанализировать, исходя из полученных данных, зависимость холодопроизводительности и индикаторной мощности. Существуют различные способы решения данной задачи, однако в этой работе был применен способ расчета линейных ресурсных математических моделей. Под моделированием понимают построение и изучение моделей, реально существующих предметов и явлений. Данная работа актуальна не только для научно исследовательского процесса, но и имеет практическое применение при проектировании и обслуживании судовых холодильных установок.

Основные тезисы

Математическая модель – это описание свойств объекта с помощью математических уравнений различного типа. Судовые холодильные установки являются той основной частью, без которой не может существовать ни один рыбопромысловый флот в мире. Поэтому одной из отраслей математического моделирования для нужд рыбопромыслового флота является моделирование как отдельных узлов, так и холодильной машины, потребителя холода и холодильной установки в целом.

Заключение, результаты или выводы

Эта работа призвана, с одной стороны, представить обзор самого понятия математической модели. А с другой – рассчитать с ее помощью ресурсные характеристики аппаратов судовых холодильных установок с целью получения уравнений, позволяющих дать полное представление о рабочем процессе, конструкции и других параметрах моделируемого объекта, а также помогающих провести анализ износа состояния агрегатов.

Список использованной литературы и источников

1. Бурбаки, Н., Рыбников К.А. Очерки по истории математики. – М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1963, С. 292.
2. Медведева Т.А. Математические компьютерные приложения. Калининград.: Изд-во БГАРФ, 2010, С. 165.
3. Константинов Л.И., Мельниченко Л.Г. Расчеты холодильных машин и установок. М.: Изд-во АГРОПРОМИЗДАТ, 1991, С. 527.
4. Поваляева Т.А. Математическое моделирование в расчетах на ЭВМ. Калининград.: Изд-во БГАРФ, 2011, С. 148.

Эмиссионная активность CO_2 с поверхности почв различных экосистем

Вафина Ясмин Альбертовна

МАОУ «Лицей 121»

Казань

Научный руководитель **Тишин Денис Владимирович**

Аннотация

Объектом наших наблюдений являются различные экосистемы: лесные насаждения города Казани и Раифский лес Волжско-Камского заповедника. Проведено измерение эмиссионной активности CO_2 в заповеднике и городе камерным методом.

Ключевые слова

Эмиссия, углекислый газ, потепление климата, парниковый эффект

Цель работы

Исследовать эмиссионную активность CO_2 с поверхности почв различных экосистем, на примере города Казани и Раифского участка Волжско-Камского заповедника.

Введение

Возрастающая концентрация CO_2 в атмосфере планеты – одна из глобальных экологических проблем. Усиление парникового эффекта и связанное с этим потепление климата может привести к существенному изменению природной среды и непредсказуемым социально-экономическим последствиям. Оценка эмиссии CO_2 из почв имеет важное значение для характеристики циклов углерода в биосфере, что особенно актуально в условиях глобального потепления климата (Сафонов и др., 2012; Карелин и др, 2015). Проведенные в настоящей работе исследования эмиссии CO_2 включают в себя применение различных индикаторов, каждый из которых является носителем уникальной информации, сопоставимой с другими данными, например, геоботаническими или температурно-климатическими.

Основные тезисы

Мы предполагаем, что эмиссионная активность CO_2 в антропогенном ландшафте будет выше, чем в ненарушенных лесных сообществах, из-за низкого потенциала секвестрации углерода в почве.

Задачи исследования:

1. Заложить две пробные площадки в лесных насаждениях, различных по антропогенному влиянию: город, заповедник.
2. Измерить величину потоков CO_2 с поверхности почвы «камерным» методом.
3. Обработать полученные результаты.

Методы исследования:

1. Оценку почвенных потоков диоксида углерода осуществляли камерным методом по изменению концентрации CO_2
2. Для расчета изменения массы углерода (в форме углекислого газа) в камере за время экспозиции использовали выражение, основанное на уравнении Менделеева–Клапейрона.

Заключение, результаты или выводы

Впервые для территории города были получены данные по эмиссионным потерям углерода в экосистемах Республики Татарстан. В результате проведенного исследования выдвинутая гипотеза подтвердилась и нашла отражение в следующих выводах:

1. Осенью 2021 года в лесных насаждениях города Казани и Волжско-Камского биосферного заповедника были проведены исследования почвенной эмиссии углекислого газа.
2. Было установлено, что из почвы территории Парка Горького выделяется до пяти раз больше углекислого газа, чем из почвы Раифского леса.
3. Таким образом, в городских условиях наблюдается более высокие эмиссионные потери углерода, чем в естественных экосистемах заповедника. Возможно, это связано с низким потенциалом секвестрации углерода антропогенных ландшафтов.

Список использованной литературы и источников

1. Горшков А.Ю., директор ВКГПБЗ. Интервью электронной газете «Бизнес-Online». / <https://www.business-gazeta.ru/article/85160> от 02.08.2013.
2. Изменение климата, 2013 г. Физическая научная основа: клад Рабочей группы I в Пятый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата: Резюме для политиков. Под ред. Т. Ф. Стокера и др. Швейцария: МГЭИК, 2013. - 34 с.
3. Исаев А.С., Коровин Г.И., В. И. Сухих, С. П. Титов, А. И. Уткин, А. А. Голуб, Д. Г. Замолодчиков, А. А. Пряжников. Экологические проблемы поглощения углекислого газа посредством лесоразведения и лесовосстановления в России. - М.: Центр Экологической Политики России, 1995. - 123 с.
4. Карелин Д.В., Замолодчиков Д.Г., Краев Г.Н. Методическое руководство по анализу эмиссий углерода из почв поселений в тундре. – М.: Изд-во ЦЭПЛ РАН, 2015. – 64 с.
5. Карелин Д.В., Почикалов А.В., Замолодчиков Д.Г. Эффект усиления эмиссии CO_2 в окнах распада лесов Валдая // Известия РАН. Серия географическая, 2017, № 2, с. 60–68.

История становления Политехнической школы во Франции и ее вклад в развитие математической физики в конце XVIII – начале XIX века

Чувилева Варвара Михайловна

ГБНОУ «СПБ ГДТЮ» Аничков лицей

Санкт-Петербург

Научный руководитель Трубицын Николай Федорович

Аннотация

Данный научно-исследовательский проект представляет собой изучение влияния первых педагогов и учеников Политехнической школы во Франции конца XVIII – начала XIX века на становление математической физики и развитие методов математического анализа. В первых двух главах рассмотрена история создания Политехнической школы во Франции и взаимодействие ее первых профессоров и учеников. Последующие главы посвящены исследованию основных достижений ученых, заложивших фундамент математической физики и сделавших возможным использование математического анализа для нужд техники.

Ключевые слова

Политехническая школа, математическая физика, Ж.Л. Лагранж, П.С. Лаплас, С.Д. Пуассон, Ж.Б.Ж. Фурье, О.Л. Коши

Эпиграф

«То, что мы знаем, так ничтожно по сравнению с тем, чего мы не знаем.»

П.С. Лаплас

Цель работы

Определить вклад ученых Политехнической школы в развитие математической физики и влияние их работ на промышленность во Франции конца XVIII – начала XIX века.

Введение

Великая французская революция стала толчком для развития экономического, научного, военного и технического потенциала Франции конца XVIII – начала XIX веков. Острая потребность в индустриализации производств, обеспечении армии современным, на тот момент, вооружением привела к возникновению идеи о том, что научные исследования должны исходить из потребностей общества и быть тесно связаны с промышленностью и техникой. Кульминацией этого процесса стало создание в 1794 году Политехнической школы, целью которой было воспитание инженеров и восстановление обучения точным наукам. История создания и развитие этого учебного заведения может послужить примером перехода науки на новый уровень, когда конкретные прикладные задачи стали определять направления теоретических научных исследований. Ситуация во Франции очень

схожа с развитием современного общества. Сейчас происходит глобальная цифровизация всех сфер жизни людей, что является мощным стимулом к развитию прикладной и теоретической науки, поэтому актуально проанализировать первые годы работы Политехнической школы для получения опыта, который может быть применен для развития науки и образования в настоящее время.

Основные тезисы

Кризисная ситуация во Франции определила практическую направленность Политехнической школы и обеспечила сближение теоретической и практической областей механики. Первые поколения ученых активно разрабатывали и использовали дифференциальное и интегральное исчисление для выведения формул, применимых в технических дисциплинах, таких как инженерия. Таким образом возникла новая междисциплинарная наука — математическая физика как способ моделирования физических процессов и явлений с помощью методов математического анализа.

Заключение, результаты или выводы

В конце XVIII – начале XIX века во Франции произошел бурный всплеск научной деятельности и был совершен ряд значимых открытий в областях математики и физики. 1) Был изобретен математический аппарат, основанный на методах математического анализа, используемый для решения различных физических задач. 2) Появились новые области физики (математическая физика, молекулярная физика, термодинамика, теория упругости) и были заложены их основы с помощью методов дифференциального счисления. По результатам работы была составлена итоговая таблица, в которой кратко и наглядно показано влияние рассмотренных в главах работы деятелей Политехнической школы на развитие математической физики и практической механики во Франции. Взаимодействие деятелей Политехнической школы проиллюстрировано на схеме «Политехники».

Список использованной литературы и источников

1. Араго Ф. Биографии знаменитых астрономов, физиков и геометров Том I. Ижевск: Регуляторная и хаотическая динамика, 2000.
2. Араго Ф. Биографии знаменитых астрономов, физиков и геометров. Том II, III. Ижевск: Регуляторная и хаотическая динамика, 2000.
3. Боярский П.В. Ecole Polytechnique. Развитие механики во Франции в конце XVIII и в начале XIX веков. М.: Институт истории естествознания и техники им. С.И.Вавилова, 1997.
4. Воронцов-Вельяминов Б.А. Лаплас. М.: Наука, 1985.
5. Тюлина И.А. Жозеф Луи Лагранж. М.: Наука, 1977.

Анализ качества лесов Волжско-Камского заповедника по спутниковым данным методом пространственного моделирования

Губайдуллин Артур Шамилевич

МБОУ «Гимназия № 93»

Казань

Научный руководитель **Шлямина Ирина Борисовна**

Аннотация

Геоэкологический мониторинг — это комплексная система регулярных длительных наблюдений в пространстве и времени, оценка и прогноз состояния, в условиях воздействия естественных и антропогенных факторов. Разработка методики оценки геоэкологического состояния лесов по данным спутниковых наблюдений и ее экспериментальная апробация на примере Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника. Комплексное использование данных дистанционного зондирования различного пространственного разрешения и ГИС-технологий открывают возможность проведения регионального мониторинга геоэкологического состояния лесов на регулярной основе. Разработанная методика апробирована на примере Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника и может быть использована региональными органами управления лесами в природоохранных организациях.

Ключевые слова

Лес, Волжско-Камский заповедник, система наблюдений, методика, Волжско-Камский заповедник, ГИС-технологии, LANDSAT

Цель работы

Разработка методики оценки геоэкологического состояния лесов по данным спутниковых наблюдений и ее экспериментальная апробация на примере Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника.

Введение

Леса являются важнейшей составляющей в формировании благоприятной и комфортной окружающей среды. Необходимость осуществления регулярного мониторинга состояния лесов обусловлена их непрерывной динамикой вследствие влияния природных и антропогенных факторов (таких как пожары, вырубки, техногенные загрязнения и некоторых других), масштабы, проявления которых существенно варьируют в зависимости от местонахождения региона. Геоэкологический мониторинг это комплексная система регулярных длительных наблюдений в пространстве и времени, оценка и прогноз состояния, в условиях воздействия естественных и антропогенных факторов. Он является главной составляющей наблюдения за состоянием лесов, качество отдельных насаждений, оценки эффективности проводимых хозяйственных мероприятий на данной территории. Он может

помочь в прогнозировании пожарной опасности и разработки развития сценариев лесных ресурсов на длительную перспективу требует большого объема исходных данных и построения математико-статистических моделей отдельных деревьев, древостоев и насаждений, в целом. Поэтому чтобы получить объективные данные о состоянии лесов на региональном уровне необходимо проводить как можно больше различных видов контроля с использованием методов дистанционного зондирования, чтобы предпринять необходимые меры. Геоинформационные системы (ГИС) на современном этапе развития методологии мониторинга лесов помогают в изучении и анализе природных объектов с целью выработки стратегий рационального природопользования и защиты окружающей среды, а также предполагают в качестве обязательной составляющей использование методов дистанционного зондирования при помощи воздушных летательных аппаратов и искусственных спутников Земли.

Основные тезисы

Геоэкологический мониторинг, пожарная опасность для лесов, оценка и прогноз состояния лесов, ГИС-технологий, Волжско-Камский заповедник

Заключение, результаты или выводы

1. Оценка геоэкологического состояния лесов с использованием данных дистанционного зондирования различного пространственного разрешения и ГИС-технологий позволила разработать методику, которая возможна к рекомендации по использованию определенных служб;

2. Проведенный анализ показывает возможности современных спутниковых систем дистанционного зондирования в решении задач геоэкологического мониторинга лесов и удаленных территорий. А также показывает, что поставленная нами задача выбора программы Landsat в части получения данных и программный комплекс ArcGis для обработки и анализа данных соответствует поставленным задачам;

3. Полученные результаты изменения индекса NDVI за 22 года (с 1991 по 2013), являются экспериментальной апробацией разработанной методики проведенной на примере Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника. Экологические риски важнейшая составляющая экономической составляющей развития страны. Их необходимо просчитывать и включать в планирование развития региона. Поэтому необходимо учитывать различные составляющие, которые помогут составить более точный прогноз. Система мониторинга экологических рисков изучаемых территорий требует интеграции методики новых спектральных индексов, связанных с независимыми данными об антропогенной нагрузке на экосистемы, которая, в частности, может выражаться в уровне загрязнения атмосферы и почв вредными веществами. Это позволит правильно планировать хозяйственное воздействие человека на определенные территории.

Список использованной литературы и источников

1. ArcGIS 10.1 Spatial Analyst. Руководство пользователя
2. Абросимов А. В., Дворкин Б. А. Перспективы применения данных ДЗЗ из космоса для повышения эффективности сельского хозяйства в России // Геоматика. – 2009. – № 4. – С. 46–49.
3. Анучин Н.П. Лесное хозяйство и охрана природы / Н.П. Анучин. – М. : Лесная промышленность, 1979. – 271 с.
4. Барталёв С.С., Малинников В.А., Взаимная яркостная нормализация спутниковых изображений при региональном картографировании лесов. // Известия высших учебных заведений Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование.
5. Барталев С.С., Оценка индикаторов состояния лесов Московской области по данным спутниковых наблюдений. // Электронный многопредметный научный журнал «Исследовано в России» том 9 стр.948-958 [6] Емшанов Д.Г. Методы пространственной экологии в изучении лесных экосистем / Монография.- К.: 1999. — 220 с.

Исследование зависимости звука текущей воды от ее температуры

Шакирова Зия Инсафовна

МБОУ «Школа № 167»

Казань

Научный руководитель **Демина Наталья Юрьевна**

Аннотация

Работа посвящена зависимости звука текущей воды от ее температуры. Подробно описаны явления и серия экспериментов, выяснили, какие характеристики воды могут повлиять на изменение её звука. Сделан вывод о зависимости самой громкой частоты звука текущей воды от температуры.

Ключевые слова

Вязкость воды, звук, тон, частота, температура, спектрограмма

Цель работы

Получение зависимости какой-либо характеристики звука воды от её температуры.

Введение

Вода удивительное вещество, которое обладает необычными свойствами, которые мы не всегда замечаем в повседневной жизни. Например, замечали ли вы, что при наливании холодной или горячей воды в емкость, различаются звуки. Мы решили выяснить, получится ли экспериментально определить формулу, которая объединяет температуру с другими физическими величинами, причем эти физические величины мы можем получить из эксперимента. Таким образом, мы хотели бы предложить метод для вычисления температуры или же доказать, что наша теория неверна.

Основные тезисы

Провели серию экспериментов при различных температурах воды, получили зависимость, которая объединяет спектр звука и температуру. Экспериментальная установка состояла из шприца на штативе, ёмкости для воды и микрофона для записи звука. Амплитуда и частота являются характеристиками любого звука, а значит представим его в виде спектрограммы. Для осуществления анализа звукового спектра использовали виртуальный аудиосеквенсор FL Studio 20, куда установили плагин шумоподавления RVox Stereo и плагин-спектроанализатор Span Plus. В итоге мы получили 15 аудиодорожек.

Заключение, результаты или выводы

Было установлено, что гипотеза оказалась верна – тон звука воды действительно зависит от её температуры. Получена зависимость самой громкой частоты звука от температуры, которая показывает различие. Эксперимент можно улучшить и дополнить, проведя цикл измерений частоты звука от высоты, на которой находится шприц и площади сечения шприца.

Список использованной литературы и источников

1. Кулягина Г.П., Мещерякова Л.В. Биология. Физика. Химия. Сборник задач и упражнений. 10-11 классы. М.: Просвещение, 2019, С. 109 с.
2. Еремин В.В. Задачи по физической химии: учеб. пособие. М.: Просвещение, 2019, С. 156 с.
3. Вараксина Е.И. Учебные проекты по школьному физическому эксперименту. М.: Флинта, 2019, С. 172 с.

Анализ чувствительности решений уравнений к их коэффициентам

Шмидт Кирилл Александрович

ГБОУ ЦДО «Малая академия наук»

Севастополь

Научный руководитель **Канов Лев Николаевич**

Аннотация

Проектирование строительных конструкций, электрических систем, транспортных средств требует решения систем уравнений, которые описывают поведение объектов, их устойчивую и надежную работу. Применяемые уравнения и методы их решения не всегда и не для всех объектов дают надежные результаты. Одной из причин этого является зависимость решений уравнений от неизбежной на практике неточности задания их коэффициентов. Для сокращения числа неудачных технических решений актуально дальнейшее развитие методов повышения точности и надежности решений и расчетов.

Ключевые слова

Решения алгебраических уравнений, чувствительность решений, скорость изменения решений, коэффициенты уравнений, линии безопасности, устойчивость

Цель работы

Целью работы является сокращение количества сбоев и аварий технических объектов и систем на основе анализа чувствительности решений уравнений к их коэффициентам и к изменениям их решений

Введение

Применяемые для математического описания различных систем уравнения и методы их решения не всегда и не для всех объектов дают надежные результаты, которые могут не соответствовать реальному поведению проектируемых объектов, и это может привести к сбоям в их работе и авариям. Одной из причин этого является зависимость решений уравнений от неизбежной на практике неточности задания их коэффициентов. Для реальных объектов эти коэффициенты не могут идеально точно соответствовать значениям, используемым при проектировании и расчете. Кроме того, в ходе эксплуатации объектов его свойства могут испытывать отклонения, которые повлияют на решения уравнения, могут сильно их изменить и привести к отклонению от нормальной работы. Погрешности решений из-за отклонений коэффициентов, неточности задания свойств проектируемого объекта неочевидны. Реальные величины коэффициентов всегда находятся в некотором интервале значений. Проблема состоит в том, чтобы оценить допустимый интервал изменения решения, если известен интервал возможной неточности коэффициентов. Без такой оценки нельзя говорить о достоверности и надежности расчетов.

Основные тезисы

В работе дана оценка существующим способам анализа качества решений уравнений. Самый простой способ оценки качества решения уравнения при изменении его коэффициентов заключается в многократном решении уравнения с небольшими изменениями коэффициентов и наблюдением за изменением решения. Приведены примеры оценки качества решений для систем линейных алгебраических уравнений первого и второго порядка. Этот способ проиллюстрирован на примере анализа устойчивости моста на двух опорах. Приведенные в работе примеры показали, что обычный способ оценки качества решений уравнений при изменении коэффициентов требует большого времени и усилий. Введено понятие «скорость изменения решений уравнений», которое позволит оперативно и точно оценивать качество решений. В работе определена скорость изменения решений нескольких уравнений и систем уравнений. Показано, что скорость изменения решений уравнений является надежным инструментом для анализа качества решений и их чувствительности. Однако анализ этих скоростей требует громоздких вычислений. В работе предложен новый универсальный метод определения скоростей изменения решений уравнений, идея которого состоит в использовании производной функции. Если известен корень уравнения, как

функция коэффициентов этого уравнения, то производные от корня по этим коэффициентам и являются коэффициентами чувствительности корня при небольшом положительном отклонении значений коэффициентов. Дальнейшее развитие предлагаемого метода состоит в вычислении производной не от выражения корня, а непосредственно от самого уравнения, которое часто имеет сравнительно простой вид. Представляет интерес определение таких возможных отклонений коэффициентов, при которых изменения решения уравнений не произойдет. Для этого в работе предложен алгоритм построения «линий безопасности» в пространстве коэффициентов уравнения, на которых суммарное отклонение решения равно нулю.

Заключение, результаты или выводы

В работе получил дальнейшее развитие метод анализа чувствительности решения уравнений к отклонениям их коэффициентов путем введения понятий «скорость изменения решения уравнения» и «линия безопасности». Предложены практические рекомендации по назначению допусков на принимаемые проектные решения с целью минимизации изменения устойчивого состояния проектируемых объектов. Обозначены зоны запрещенных допусков, в которых устойчивая и надежная работа нарушается.

Список использованной литературы и источников

1. Мышкис А.Д. Прикладная математика для инженеров. Специальные курсы. – М.: Физматлит, 2007, 687 с.
2. Петров Ю.П. Как получать надежные решения систем уравнений. – СПб. БХВ-Петербург, 2009, 176 с.
3. Понтрягин А.С. Математический анализ для школьников. – М.: изд-во «Наука», 1980, 88 с.

Определение характеристик тумана

Борисенко Мария Александровна

МБОУ СОШ № 40 имени Героя Советского Союза В.А. Скугаря

Симферополь

Научный руководитель **Бурко Виктория Ивановна**

Аннотация

В настоящее время синоптические прогнозы базируются на анализе наличия и перемещения центров антициклонов и теплых атмосферных масс. Важным параметром, влияющим на образование тумана, является влажность почвы. Существующие численные методы прогноза базируются на определении радиуса капель и водности в тумане, которая связана с дальностью видимости при тумане. На метеостанциях эти величины не измеряют, поэтому расчеты этими методами затруднительны.

Ключевые слова

Туман, водность воздуха, концентрация капель

Цель работы

Определить характеристики тумана (концентрацию капель и водность воздуха), если днём в тумане в десяти шагах узнать человека невозможно.

Введение

Туман – это дисперсионная среда, образованная капельками воды или мелкими кристаллами льда определенной концентрации, вблизи поверхности земли, ухудшающая видимость до 1 км и менее. Туман очень опасен для автомобилистов, мореплавания и авиации, поскольку ограничивает видимость. Надежный прогноз этого явления погоды может способствовать безопасности населения. Во многих литературных произведениях упоминается туман... Туман стал так силен, что, несмотря на то, что рассветало, не видно было в десяти шагах перед собою. (Толстой Л.Н. «Война и мир»)... Она не успела сделать и десяти шагов, как туман, мгновенно сгустившись, поглотил весь русский лагерь и двинулся дальше вдоль берега... (Михаил Ежов «От веры к государству шаг за шагом»). Каковы должны быть характеристики тумана, чтобы с десяти шагов днём в тумане узнать человека невозможно?

Основные тезисы

В воздухе при отсутствии тумана человек может по четкой фотографии определенного размера узнать, кто на ней изображен, только в некотором диапазоне расстояний. Чем дальше от глаз находится фотография, тем меньше размеры её изображения на сетчатке глаза, и тем меньшее количество светочувствительных клеток (колбочек) принимают участие в «распознавании».

Расчет размеров светового пятнышка (темные или светлые) на сетчатке глаза. Световые пятнышки (темные или светлые) на сетчатке глаза теоретически могут быть минимального размера около 0,004 мм, что связано с волновой природой света. Действительно, при диаметре зрачка глаза D , длине волны λ в воздухе на расстоянии l в среде с коэффициентом преломления n диаметр пятна a (по диаметру первого минимума дифракционной картины) составит: $a=2 \cdot 1,22 \cdot \lambda l / Dn$

Вывод: анализ расчётов показал, что размеры светового пятнышка на сетчатке глаза при средней освещенности больше поперечных размеров колбочки сетчатки человеческого глаза. Расчет предельных расстояний от глаза до двух параллельных линий (без учета дифракции)

Вывод: проведенные расчеты показали, что люди с «нормальным» зрением могут различать две линии толщиной по 1 мм на расстоянии 1 мм друг от друга с расстояния от 4 м до 16 м. Экспериментальная проверка полученных расчетов мы прикрепили к стенке лист белой бумаги, на котором предварительно поставьте две черные линии на расстоянии 1 мм друг от друга. Линии располагаются на хорошо освещенной белой поверхности. В эксперименте приняло участие 30 человек с «нормальным» зрением в возрасте от 14 до 16 лет. Из 30 испытуемых, на расстоянии 3 метров 2 линии увидели 28 человек, остальные 2 человека не смогли увидеть расстояние между линиями – они были «отсеяны» на первом этапе эксперимента. С расстояния 5 м 25 человек увидели промежуток между линиями, остальные участники видели одну сплошную полосу. Для 15 человек, на расстоянии 10

м была видна только одна сплошная линия, для 13 остальных человек было видно расстояние между ними. С расстояния 15 м две линии увидели только двое участников эксперимента. Таким образом, теоретические расчёты подтверждены экспериментально.

Расчет концентрации капель и водности воздуха. Определим концентрацию капель в тумане и его водность воздуха, если днём в тумане в десяти шагах узнать человека невозможно. Когда говорят об узнавании на расстоянии, то обычно предполагают, что для этой операции достаточно «одного взгляда». Поэтому мы облегчим задачу, указав в качестве минимальной контрастности величину 20% или 0,2. Используем формулу $e^{-(\pi(D_k)^2 \cdot n_k \cdot L)/4} = 0,2$ Определить значение степени мы решили через график функции $y=e^x$, который мы построили в сервисе построение графиков функций онлайн. Моделирование тумана нами был проведен эксперимент по моделированию тумана, в котором использовался аквариум с плоскими стенками размером 20x30x40 см. Для получения тумана в чистую воду добавляли молоко разной жирности. «Плотность тумана» изменяется постепенным добавлением все большего количества молока. В качестве объекта для узнавания использовались портреты известных личностей – М.В. Ломоносова, И. Ньютона и А.С. Пушкина, подписанные в нижней части черными чернилами на белом фоне.

Заключение, результаты или выводы

Туманом называют совокупность взвешенных в воздухе капель воды или кристаллов льда, ухудшающих метеорологическую дальность видимости до значения менее 1 км. Видимость в тумане зависит от размеров образующих его капель или кристаллов и от водности тумана. Большинство существующих методов прогноза туманов имеют либо четкую локальную географическую привязанность, либо сводят задачу прогноза тумана к менее сложной задаче прогноза абсолютного содержания сконденсированной воды в приземном слое атмосферы. Поэтому трудно судить о степени их универсальности. В ходе подготовки исследовательской работы был произведен расчет размеров светового пятнышка (темные или светлые) на сетчатке глаза. Он оказался больше поперечных размеров колбочки сетчатки человеческого глаза. Также был произведен расчет предельных расстояний от глаза до двух параллельных линий (без учета дифракции) и экспериментальная проверка полученного результата. Нами была определена концентрация капель воды и водность воздуха, если днём в тумане в десяти шагах узнать человека невозможно. Был проведен эксперимент по моделированию тумана разной плотности. Для распознавания образов, в частности лиц людей, в тумане разной плотности важны резкие темные линии. Такие линии характеризуют форму глаз, бровей, рта, носа.

Список использованной литературы и источников

1. Матвеев Л.Т. Основы общей метеорологии. Физика атмосферы. Л.: Гидрометеиздат. 1965. – 875 с;
2. Построение графиков функций онлайн - https://yotx.ru/#!1/3_h/ubO/tb@0YM4X9t/2j/YP9g309Kre2vre/tH@yTaNgNGONx65TxuHN2tru/

tQ8E http://yotx.ru/#!1/3_h/ubO/tb%400YM4X9t/2j/YP9g309Kre2vre/tH%40yTaNgNGONx65TxuHN2tru/tQ8E - ссылка на график;

3. Тарасова А. Физика в природе: Книга для учащихся, - М.: Просвещение, 1988.-352 с;

4. Физика. 10 класс: учебник для общеобразовательных учреждений и школ с углубленным изучением физики: профильный уровень / О.Ф.Кабардин, В.А Орлов, Э.Е.Эвенчик и др.; под ред. А.А. Пинского, О.Ф.Кабардина; Российская академия наук, Российская академия образования, изд-во «Просвещение». – 13-е изд. – М.: Просвещение, 2011. – 431 с;

5. Классная физика [Электронный ресурс], - <http://class-fizika.ru/u8-55.html>;

Получение углеродных наноматериалов CVD-методом

Чугунова Марина Викторовна

ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королёва»

Самара

Научный руководитель **Советкина Мария Александровна**

Аннотация

Рассмотрены различные виды углеродных наноструктурных материалов. Проведен анализ методов получения углеродных наноматериалов. Показаны перспективы применения CVD-метода для получения углеродных нанотрубок.

Ключевые слова

Углеродные наноматериалы, углеродные нанотрубки, CVD-метод, химическое парофазное осаждение, тонкие пленки

Цель работы

Изучение CVD-метода получения углеродных наноматериалов для разработки сенсоров излучения видимого и инфракрасного диапазонов.

Введение

К углеродным наноматериалам (УНМ) принято относить фуллерены, углеродные нанотрубки, наноалмазы, графены. Особый интерес представляют углеродные нанотрубки (УНТ), поскольку являются одним из перспективных материалов для создания чувствительного элемента датчиков излучения видимого и инфракрасного диапазонов. Свойства УНТ, например, высокие значения теплоемкости и электроемкости, огнестойкости, а также высокий коэффициент прочности расширяют их сферы применения. Они могут быть использованы в электронике, при создании квантовых компьютеров, для конструирования различных перспективных композитных материалов. Уникальной особенностью УНТ, возможность управления их свойствами за счет изменения структуры, позволят найти применение в сенсорике оптического и ИК-излучения.

Основные тезисы

Существуют различные методы получения углеродных нанотрубок, такие как: дуговой разряд, лазерная абляция, химическое осаждение из паровой фазы (CVD-метод) и др. Метод дугового разряда длительное время считался наиболее перспективным способом получения объемных УНТ. Суть метода заключается в термическом распылении графитового электрода в плазме дугового разряда, горящего в атмосфере инертного газа. Метод лазерной абляции осуществляется путем обстрела графитовой мишени, расположенной в вакуумной камере, импульсным лазером. Однако имеются значительные недостатки указанных способов: УНТ производятся в виде порошка, их систематический рост на подложках с селективной структурой невозможен, необходимо специальное оборудование с высоким энергопотреблением. Существенные достижения в технологии получения нанотрубок связаны с использованием химического осаждения из паровой фазы (CVD-метод). Этот метод обладает значительными преимуществами по сравнению с другими методами из-за более низких температур процесса. Важным достоинством CVD-метода является организация непрерывного процесса получения УНТ, а также возможность по выбору вида углеводорода и материала катализаторов. Рост УНТ осуществляется с помощью установки ХОГФ (CVD-камеры). Процесс выращивания углеродных нанотрубок включает в себя нагревание кремниевых подложек с катализатором до температуры 800°C, после чего подаётся углеводородный газ C₂H₂ в течение двух минут. Материалы, выращенные на катализаторе, осаждаются при охлаждении системы до комнатной температуры. Важными параметрами роста УНТ CVD-методом являются углеводород (ацетилен, C₂H₂), катализатор (нитрат железа (III), Fe(NO₃)₃), температура роста нанотрубок (800°C). Общий механизм роста нанотрубок в процессе CVD включает диссоциацию углеводородных молекул, катализируемых металлом, и их растворение и насыщение металла наночастицами углерода.

Заключение, результаты или выводы

Рассмотрен CVD-метод получения углеродных наноматериалов. Изучен технологический процесс получения УНТ с помощью CVD-камеры. Обозначены основные параметры формирования УНТ.

Список использованной литературы и источников

1. Грибачев В. Технологии получения и сферы применения углеродных нанотрубок // М.: Изд-во Компоненты и технологии, 2008.
2. Сухно И.В., Бузько В.Ю. Углеродные нанотрубки // М.: Краснодар, 2018.
3. Рухов А.В. Процессы и реакционное оборудование производства углеродных наноматериалов // М.: Изд-во Академия Естествознания, 2013.
4. Сидоренко Д.С., Вовк А.В., Кутылев С.А., Кузьмичева Г.М., Дубовский А.Б. Получение и изучение углеродных нанотрубок // М.: Изд-во Вестник МИТХТ, 2009.