

Министерство образования Иркутской области  
МБОУ г.Иркутска лицей №2



## Сборник тезисов ПЕРВОЙ ЛЕТНЕЙ ШКОЛЫ-КОНФЕРЕНЦИИ

«ПРОЕКТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
ПРОСТРАНСТВО В ОБЛАСТИ  
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И НАНОТЕХНОЛОГИЙ»  
ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ

**29 июня – 6 июля 2012**



остров Ольхон оз. Байкал

при поддержке и участии



## **Программный комитет конференции**

*Быков Виктор Александрович*, д.т.н., президент группы компаний НТМ-ДТ

*Гаврилюк Алексей Александрович*, д.ф.-м.н. профессор физ. фак-т ИГУ

*Андреюк Денис Сергеевич*, к.б.н., представитель компании НТМ-ДТ

*Просекин Михаил Юрьевич*, к.ф.-м.н., доцент, физ. фак-т ИГУ

*Просекина Ирина Геннадьевна*, к.ф.-м.н., доцент, физ. фак-т ИГУ

*Венгельникова Валентина Николаевна*, к.х.н. учитель химии МБОУ Лицей №2 г.Иркутска

*Житов Роман Георгиевич*, младший научный сотрудник ИНУС

*Пиголицын Лев Васильевич*, учитель физики МБОУ СОШ № 2

г. Дзержинска Нижегородской области, Народный учитель РФ

*Мякова Наталья Михайловна*, координатор Intel ISEF в России

*Коровин Михаил Владимирович*, координатор Intel ISEF в России

## **Организационный комитет конференции**

*Арабчук Виталий Федорович*, заслуженный учитель России, директор МБОУ Лицей №2 г. Иркутска

*Цветков Андрей Владимирович*, член попечительского совета

Аничкова Лицея, г. Санкт-Петербург

*Цивилева Дарья Михайловна*, учитель физики МБОУ Лицей №2 г.Иркутска

*Широков Валентин Владимирович*, аспирант, физ. фак-т ИГУ

*Зеленцов Никита Александрович*, аспирант, физ. фак-т ИГУ

*Волков Константин Петрович*, инженер МБОУ Лицей №2 г. Иркутска

*Левченко Анастасия Дмитриевна*, студент, физ. фак-т ИГУ

*Мартовицкий Евгений Владимирович* студент, физ. фак-т ИГУ



Озеро Байкал, фотография спутника AQUA.

## Тезисы работ школьников

### Теоретическая физика, астрофизика и математика

#### **Изучение фракталов в ячейках Хеле-Шоу**

Прошутинский Константин Сергеевич,  
10 класс г.Иркутск лицей № 2..... 10

#### **В начале поиска реалистичной модели прочности аллотропных модификаций углерода**

Козлов Даниил Андреевич,  
11 класс МБОУ г. Иркутска лицей № 2..... 11

#### **Построение математической модели кривой блеска затменно-переменных звезд**

Дмитриев Денис Витальевич,  
10 класс, Аничков Лицей..... 13

### Экология и химия

#### **Качество питьевой воды**

Петрова Любовь Александровна,  
9 класс, МБОУ г. Иркутска лицей №2..... 15

#### **Очистка потребляемой воды**

Хамитова Александра Шамильевна,  
9 класс МБОУ г.Иркутска лицей № 2..... 16

#### **Химия растительных пигментов**

Пироженко Александр Юрьевич,  
10 класс МБОУ Лицей ИГУ г. Иркутска..... 18

#### **Биоразлагаемые полимеры – упаковка будущего**

Широкова Екатерина 10 класс МБОУ «СОШ № 2  
с углубленным изучением предметов  
физико-математического цикла»  
г. Дзержинска Нижегородской области..... 20

### Экспериментальная физика

#### **Модель электрореактивного двигателя**

Добринец Иван Михайлович,  
11 класс МБОУ «СОШ №1 г. Черемхово»..... 22

#### **Экспериментальная проверка учета погрешности при съемке сферических объектов методом АСМ**

Зеленцов Иван Александрович,  
10 класс МБОУ г. Иркутска лицей № 2..... 31

**Получение тонких пленок выпариванием раствора**  
Габидулин Андрей, Трифонов Дмитрий,  
10 класс МБОУ г. Иркутска лицей № 2..... 32

**Определение длины электромагнитной волны  
в различных средах с помощью двухпроводной линии**  
Емелин Егор, 10 класс МБОУ «СОШ № 2  
с углубленным изучением предметов  
физико-математического цикла»  
г. Дзержинска Нижегородской области ..... 33

**Просветление тумана электрическим полем**  
Широкова Екатерина 10 класс,  
МБОУ «СОШ № 2 с углубленным изучением  
предметов физико-математического цикла»  
г. Дзержинска Нижегородской области. .... 34

## **Материаловедение**

**Структурные превращения легкоплавких стекол на основе  
оксидов свинца, кремния и бора с добавками меди,  
железа и марганца на микроуровне**  
Хребтов Илья Игоревич, 9 класс,  
Просекина Алена Михайловна,  
6 класс МБОУ г. Иркутска лицей № 2.....36

**Структурные волны на поверхности аморфных  
металлических лент Fe<sub>67</sub>Co<sub>10</sub>Cr<sub>3</sub>B<sub>15</sub>Si<sub>5</sub> после  
термической обработки**  
Холодилова Екатерина Васильевна,  
10 класс МБОУ г. Иркутска лицей № 2..... 38

**Наноархеология структурных доменов в аморфных металлических  
лентах состава Fe<sub>67</sub>Co<sub>10</sub>Cr<sub>3</sub>B<sub>15</sub>Si<sub>5</sub>**  
Малютина Мария Вячеславовна,  
10 класс МБОУ г. Иркутска лицей № 2 ..... 39

**Магнитные Жидкости**  
Шестаков Евгений Николаевич,  
9 класс КГОАУ «Школа Космонавтики»..... 41

**Гидратация и фотокаталитические свойства  
слоистых перовскитоподобных титанатов**  
Соколова Юлия, 11 класс Аничков лицей ..... 42

# Теоретическая физика, астрофизика и математика

## Изучение фракталов в ячейках Хеле-Шоу

Автор: **Прошутинский Константин Сергеевич**, 10 класс

Научный руководитель: **Широков Валентин Владимирович**, аспирант физического факультета ФГБОУ ВПО «ИГУ»

Учреждение: **МБОУ г. Иркутска лицей № 2**

*Здравствуйте, меня зовут Прошутинский Константин. Я занимаюсь нанотехнологиями в лаборатории лицея № 2.*

*За 2 года работы в лаборатории, приобрел определенный багаж знаний, понял, что такое научно-практическая деятельность. Начав заниматься нанотехнологиями, я узнал гораздо больше и интереснее о тех вещах, которые нам давали на уроках физики, математики, биологии и химии.*

Понятие фрактальной размерности, введенное (открытое) Бенуа Мандельбротом около 30 лет назад, за прошедшее время нашло большое количество подтверждений того, что это не абстрактное математическое понятие, а вполне осязаемая характеристика реального мира. Настойчивое постоянство фрактальной размерности береговых линий, очертаний облаков, рельефа гор позволяет и заставляет принять фрактальную размерность как законную характеристику реальных объектов. На это указывает и большой успех применения ее в автоматическом распознавании изображений. В ряде случаев ее даже удалось применить в теоретических построениях.

### **Цель работы:**

Овладеть методами определения фрактальной размерности (Хаусдорфа-Безиковича) двумерных объектов и изучить возможности применения её для анализа физических свойств систем.

### **Задачи:**

1. Овладеть понятием фрактальной размерности
2. Разработать метод получения двумерных фрактальных объектов, пригодных для исследования.
3. Собрать установку, которая позволит визуализировать явление поведения фрактальной размерности на примере клякс в ячейке Хеле-Шоу и понять что такое фрактал на этом же примере.
4. Провести серию опытов и получить цифровой образ двумерной либо квазидвумерной фрактальной структуры – жидких клякс в жидкой среде внутри ячейки Хеле-Шоу.

**Объект исследования:** Фотографии клякс в ячейках Хеле-Шоу.

**Метод:** В ячейках Хеле-Шоу получались плоские кляксы, по их фотографиям методом наложения сеток вычислялась фрактальная размерность (Хаусдорфа-Безиковича). Далее анализировалось зависимость

фрактальной размерности от времени жизни кляксы (*Рис.1 Жизнь одной кляксы /на цветном развороте/*)

### **Оригинальность метода:**

В качестве фрактального объекта мы использовали кляксы окрашенной жидкости в жидкой среде (в основном различные чернила в воде). Для последующего анализа нужно получить цифровую фотографию изображения, поскольку для вычисления фрактальной размерности необходимо провести большое количество вычислений, практически невозможное без помощи компьютера.

Однако фотография – объект двухмерный, а клякса в жидкости – трёхмерный. Поэтому для получения клякс мы использовали ячейки Хеле-Шоу (*Рис.2. Ячейка Хеле-Шоу /на цветном развороте/*). В них клякса образуется в очень тонком слое жидкости, и получается практически плоской. В этом случае мы можем исследовать двухмерный объект двухмерным методом, что является более правильным способом и дает более точный результат.

В результате удалось отчетливо увидеть повторяющуюся от опыта к опыту зависимость фрактальной размерности клякс от времени – быстрое падение в начале и равномерный рост до самого конца. Также наблюдались несколько любопытных закономерностей в поведении клякс, которые заслуживают отдельного изучения.

В целом применение фрактальной размерности для исследования получаемых нами клякс оказалось очень перспективным. В дальнейшем планируется развить исследование в направлении связи фрактальной размерности плоских клякс и их физических свойств: вязкостей, плотностей, размеров частиц среды и капли.

## **В начале поиска реалистичной модели прочности аллотропных модификаций углерода**

Автор: **Козлов Даниил Андреевич**, 11 класс

Научный руководитель: **Просекин Михаил Юрьевич**, руководитель  
Лаборатории, кандидат физико-математических наук

Учреждение: **МБОУ г. Иркутска лицей № 2**

*Уже больше года я занимаюсь проектами в области нанотехнологий. Данная работа, является идейным продолжением прошлогодней работы. Некоторые фрагменты перешли из более старой версии. Проектными работами я занимаюсь не постоянно, бывают всплески и затишья.*

Аллотропия свойственна многим химическим элементам. Одним из абсолютных рекордсменов является углерод. Если различия таких ал-

лотропных модификаций как алмаз и графит видно невооруженным глазом, то различие внешне одинаковых модификаций нужно еще наблюдать.

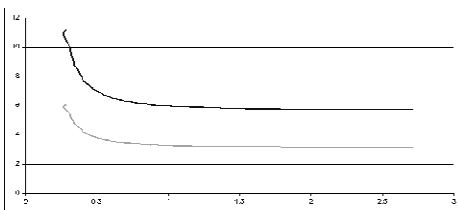
*Интересующей задачей* являлось не столько найти различие между разными, но схожими аллотропными модификациями углерода, а объяснить, почему разница есть, и попробовать посчитать эту разницу. Предметом исследования являлись различные однослойные углеродные нанотрубки и графеновый лист. Основным различием для таких углеродных форм является параметр, который задает направление скрученности и размер нанотрубок – это хиральность. Хиральность – очень тонкий параметр аллотропии, однако даже он дает ощутимую разницу в вычислениях. Особый интерес представляет численный расчет физических параметров, таких как энергия взаимодействия единичного атома, с выбранной системой.

### Цель и Задачи

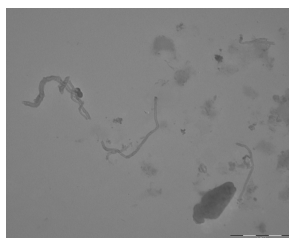
Поиск подходов к исследованию взаимодействия внутри каркасных наноструктур.

- 1 Экспериментальное изучение наиболее прочных углеродных наноструктур
- 2 Обзор литературы и анализ потенциалов взаимодействия между атомами каркасных молекул
- 3 Создание геометрической модели нанотрубок с различной хиральностью, численное моделирование и написание программы подсчета потенциалов взаимодействия с учетом хиральности
- 4 Расчет энергии связи на атом для выбранных пакетов потенциалов и анализ результатов, оценка степени их согласованности

**В результате** расчетов мы получили зависимость удельной энергии связи от хиральности нанотрубок, которая монотонно растет. Вторым интересным выводом, заключается в том, что относительное поведение различных потенциалов одинаково, абсолютные значения отличаются. В-третьих, в результате работы стало понятно, что для понимания природы подобных объектов нужна другая постановка задачи при выборе потенциалов, а возможно требуется и пересмотр метрики пространства.



Зависимость удельной энергии взаимодействия (eV) от диаметра нанотрубки (nm)



ПЭМ изображение разбитого графитового зерна, полученного при обжиге графита плазмой. Как видно уцелели лишь нанотрубки

## Построение математической модели кривой блеска затменно-переменных звезд

Автор: **Дмитриев Денис Витальевич**, 10а класс,

Научный руководитель: **Петр Александрович Тараканов**, доцент кафедры Астрофизики СПбГУ, старший научный сотрудник лаборатории теоретической астрофизики СПбГУ.

Учреждение: **Аничков Лицей**

*Я, Дмитриев Денис, интересуюсь предметом астрономии с 1-го класса. В 2005 году записался в кружок Астрономии Аничкова Дворца. В 2009 году поступил в Аничков Лицей. Участвую в городских и всероссийских олимпиадах по астрономии с 2008 года. Был призером и победителем Санкт-Петербургской городской олимпиады по астрономии. В 2011 году стал призером Всероссийской олимпиады по астрономии.*

*Работу начал писать в этом году – осенью. Тема двойных звезд заинтересовала меня, ведь я раньше никогда ими не занимался. Двойные звезды интересны для изучения потому, что одиночную звезду довольно трудно изучить. За немногими исключениями массы звезд измерены именно по двойным системам. По результатам наблюдений выявлено, что большинство звезд кратные или двойные. Вполне вероятно, что большинство известных нам одиночных звезд имеют слабые компоненты или планетные системы. Около 60% звезд кратные. Поэтому их изучение существенно для понимания космогонических проблем происхождения и эволюции звезд.*

*Во время написания работы я писал и программу на языке C++, строящую кривую блеска по следующим параметрам орбиты и звезд: большая полуось, эксцентриситет, углы наклона к лучу зрения, радиусы и температуры обеих звезд.*

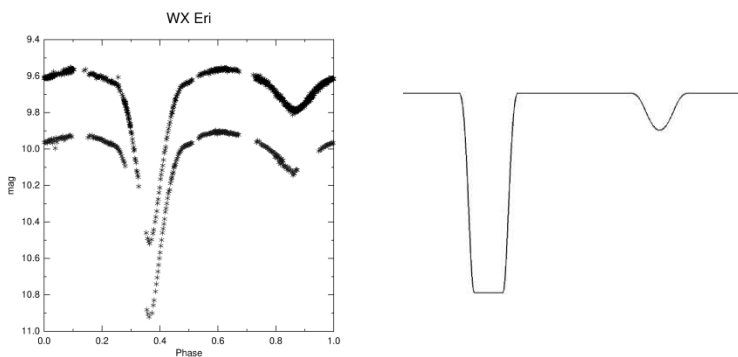
**Цель** моей работы построить кривую блеска затменно-переменных звезд и сравнить ее с реально существующими кривыми блеска. Такая модель будет полезна для наблюдения двойных звезд, поскольку, когда наблюдают кривую блеска, наблюдения с разных приборов дают разные результаты. С помощью математической модели, можно понять, какие из результатов правильны, а какие нет.

### **Задачи:**

1. Выведение орбиты и ее проекции
  - 1.1. Зависимость истинной аномалии от времени
  - 1.2. Зависимость радиус-вектора от времени

- 1.3. Проектирование с учетом наклона плоскости орбиты к картинной и поворота большой оси к картинной плоскости
2. Подсчет светимости в каждый момент времени
  - 2.1. Подсчет площади проекции на сферу
    - 2.1.1. Площадь пересечения окружностей
  - 2.2. Потемнение к краю
3. Создание программы

В итоге удалось построить довольно точную кривую блеска, по ней можно судить о допущенных приближениях и неучтенных факторах. Удалось сделать выводы о влиянии условий на кривую блеска, о неточностях, допущенных в работе. Для сравнения модели с реальной кривой была выбрана переменная WX Eri. Это компактная двойная система, состоящая из звезд спектрального класса A5V-F2V и G2III-IV.



Сверху: кривая блеска звезды WX Eri блеска в фильтрах  $B - V$  и  $V - B$  и кривая, полученная мною в ходе работы.

В этой модели мы пока не учитываем такие явления как пятна на звездах, изменение форм звезд под воздействием приливных сил. Безусловно, эти процессы сильно влияют на кривую блеска, однако в этой версии работы учтены не были. В следующих модификациях работы эти явления будут учтены.

# Экология и химия

## Качество питьевой воды

Автор: **Петрова Любовь Александровна**, 9 класс,

Научные руководители: **Венгельникова Валентина Николаевна**, к.х.н.,  
учитель химии

Учреждение: **МБОУ г. Иркутска лицей №2**

Вода - самое привычное вещество на Земле, она сопровождает каждое мгновение нашей жизни. Во всем мире нет ничего более уникального, податливого и мягкого, чем вода, но она точит острые камни и изменяет ландшафты. От того какую воду мы пьем, зависит наше здоровье.

**Целью данной работы** является анализ качества питьевой воды в разных районах Иркутска и природных источниках.

### **Задачи:**

- ❖ Систематизировать теоретический материал по теме «Вода»;
- ❖ изучить методики оценки качества воды;
- ❖ освоить навыки титрования
- ❖ отобрать пробы воды из водопроводных и природных источников.

Исследовательская работа выполнена в лаборатории кафедры химии Восточно-Сибирской Государственной Академии Образования с соблюдением всех правил техники безопасности.

### **Основные результаты:**

- Мониторинг питьевой воды проводился
  - во всех районах города;
  - в поселке Карлук
  - в природных источниках: микрорайон «Зеленый», 51км Байкальского тракта, артезианская скважина;
  - в реках: Ушаковка, Селенга;
- Чистота воды контролировалась перманганатной окисляемостью по методу «Кубеля» (ГОСТ-4595).  
Перманганатная окисляемость - это показатель питьевой воды, по которому судят о загрязнении воды органическими и неорганическими веществами.  
В ходе анализа разных проб воды окисляемость не превышала  $5_{мг} O_2 / дм^3$ , что соответствует СанПиНу по питьевой воде.
- Определение карбонатной (временной) жесткости воды поселка Карлук указало на ее высокую жесткость;

- Определение карбонатной (временной) жесткости воды, поступаемой в дома жителей Иркутска показало, что наша вода мягкая, т.е. слабо минерализованная и является физиологически неполноценной.

Низкая минерализация воды может вызывать развитие таких хронических заболеваний, как рахит, остеопороз, кариес, сердечно-сосудистые заболевания, патология беременности. В регионах с «мягкой» водой может быть значительно повышен уровень заболеваемости гипертонической болезнью. Это подтверждается цифрами: в нашем регионе заболеваемость гипертонией в среднем на 23% выше, чем в целом по стране.

#### **Выводы:**

- По результатам наших исследований иркутская вода является чистой.
- Недостаток кальция, магния и других микроэлементов, обусловленных низкой минерализацией нашей воды, необходимо пополнять за счет продуктов, богатых этими микроэлементами.

#### **Литература**

1. Воскресенский П.И. Техника лабораторных работ. – М.: Просвещение, 1971.
2. Справочник по свойствам, методам анализа и очистки воды – часть 1. Под ред. А.Т.Пилипенко. – Киев.: Наукова Думка, 1980.
3. Качество воды. Определение перманганатного индекса. Указания по внедрению нового ГОСТ 2761-84. Утверждено Минздравом СССР. – М., 1986.

### **Очистка потребляемой воды**

Автор: **Хамитова Александра Шамильевна**, 9 класс

Научный руководитель: **Венгельникова Валентина Николаевна**, к.х.н., учитель химии

Учреждение: **МБОУ г. Иркутска лицей № 2**

В работе представлены результаты опытов по изучению эффективности методов очистки природной и водопроводной воды.

В современную эпоху проблемы качества воды очень актуальны. На протяжении многих лет ученые обнаруживали все больше и больше загрязняющих веществ в источниках пресной воды и отметили тесную взаимосвязь между питьевой водой и многими важными проблемами в области здравоохранения.

**Целью данной работы является очистка потребляемой воды и оценка ее качества.**

В ходе исследовательской работы были решены следующие задачи:

- изучены теоретические основы рассматриваемого вопроса; изучены основные методы очистки воды;
- освоены навыки титрования;
- отработаны лабораторные способы снижения жесткости воды и оценки ее качества.

Экспериментальные исследования выполнены в лаборатории кафедры химии Восточно-Сибирской Государственной Академии Образования с соблюдением всех правил техники безопасности.

### **Основные результаты:**

- для анализа природной и водопроводной воды отработана методика определения перманганатной окисляемости, являющейся показателем загрязнения воды органическими и неорганическими веществами (Метод Кубеля – ГОСТ 4595);
- изучена эффективность использования бытовых фильтров: «Аквафор» и «Барьер» (вода из микрорайона Радужный, Октябрьский район, поселок Карлук);
- при использовании фильтров с истекшим ресурсным сроком протекает обратный процесс- десорбция. Использовать такие фильтры опасно для очистки воды;
- применены разные адсорбенты: активированный уголь, шунгит для очистки воды (скважина поселка Жилкино);
- оценена временная жесткость воды из скважины поселка Жилкино;
- проведено умягчение очень жесткой воды из этой скважины методом ионного обмена, пропусканием жесткой воды через катионит КУ-2;
- фотометрический метод определения железа в воде скважины поселка Жилкино показал, что по содержанию этого элемента она не соответствует санитарным нормам. Высокая концентрация железа в воде может неблагоприятно влиять в организме человека на состояние слизистых оболочек, кожи, крови и снижать иммунитет.

### **Выводы**

- Для защиты здоровья людей необходимо сохранять чистоту воды и очищать ее от вредных примесей.
- Один из наиболее надежных и эффективных способов очистки воды – применение бытовых фильтров, с соблюдением правил их ресурсного использования.
- Работа имеет практическое значение, т.к. полученные результаты могут использоваться на уроках химии при изучении тем «Вода», «Экологические проблемы использования воды», «Адсорбенты».

## Литература

1. Петрянов И.В. Самое необыкновенное вещество в мире.–М.:Педагогика, 1996.
2. Воскресенский П.И. Техника лабораторных работ.–М.: Просвещение, 1971.
3. Александрова М.А. Очистка воды от загрязнителей.– М.:Чистые пруды, 2005.
4. ИСО. Качество воды. Определение перманганатного индекса. Указания по внедрению нового ГОСТ 2761-84. Утверждено Минздравом СССР.–М., 1986.
5. Некрасов Б.В. Основы общей химии, том II. – М.: Химия, 1974.

## Химия растительных пигментов

Автор: **Пироженко Александр Юрьевич**, 10 класс

Научный руководитель: **Поливанова Наталья Николаевна**, к.х.н., учитель химии

Учреждение: **МБОУ Лицей ИГУ г. Иркутска**

*Самым интересным в написании работы для меня было изучить удивительную окраску цветов, плодов и самих растений. Изучить какие биоорганические вещества дают эту окраску различным частям растений и их плодам, что влияет на зеленую окраску растений, какие химические вещества содержатся в частях растений кроме хлорофиллов. Рассмотреть теоретически могут ли образоваться новые органические молекулы если изменить рН среды. Экспериментально это проверить и попытаться выделить из растений эфирные масла методом перегонки.*

Пигменты — это окрашенные вещества различной химической структуры. Пигменты выполняют разные функции: перенос и депонирование кислорода и углекислого газа, участие в тканевом дыхании, в окислительно-восстановительных реакциях и фотосинтезе, в механизмах зрения. Некоторые пигменты являются провитаминами.

**Цель исследования:** изучить химическую природу, строение, химические свойства растительных пигментов.

### **Задачи:**

- По литературным данным изучить химическое строение, состав и свойства растительных пигментов, их классификацию, физические и химические свойства.
- Экспериментально исследовать причину зеленой окраски хлорофилла.

- С помощью метода бумажной хроматографии исследовать состав спиртовой вытяжки из различных растений и изучить свойства этого раствора.
- Выделить эфирные масла из исследуемых растений.

### **Основные результаты:**

✓ В результате проведенных исследований установлено, что в растительных клетках содержатся растительные пигменты: хлорофилл, каротины, антоцианы, флавонолы.

✓ Пигменты клеточного сока (антоцианы), окрашивающие части растений в красный, фиолетовый, синий цвет, не участвуют в фотосинтезе. Антоцианы – природные кислотно-щелочные индикаторы, изменяющие свой цвет в зависимости от кислотности среды.

✓ Характерное для хлорофилла поглощение света определяется химической структурой его молекулы. Система сопряженных двойных связей играет большую роль в поглощении сине-фиолетовых лучей. Присутствие магния в ядре молекулы обуславливает поглощение в красной области. При удалении ионов магния из ядра молекулы хлорофилла меняют окраску с зеленого на бурый.

✓ Проведено разделение спирторастворимых пигментов. Разделение пигментов обусловлено их различной адсорбцией на фильтровальной бумаге и неодинаковой растворимостью в растворителе, в данном случае – этиловом спирте. Каротиноиды хуже, по сравнению с хлорофиллом, адсорбируются на фильтровальной бумаге, передвигаются по ней дальше хлорофилла (*Рис.1/на цветном развороте/*).

Зеленая полоса на бумаге соответствует хлорофиллу, а выше нее – желтые полосы каротиноидов (каротина и ксантофилла). В зеленой зоне можно различить две полосы: зеленую (хлорофилл а) и зелено-желтую (хлорофилл b).

✓ На различной растворимости пигментов в разных растворителях основан еще один способ их разделения. В качестве второго растворителя был выбран бензин (для зажигалок).

Жидкость в пробирке разделилась на два слоя: более легкий бензин наверху, спирт – внизу. Спирт будет окрашен в желтый цвет пигментом ксантофиллом, который в бензине не растворяется. Бензиновый слой будет зеленым за счет растворенного в нем хлорофилла. Цвет каротина маскируется зеленым цветом хлорофилла (*Рис.2/на цветном развороте/*)

✓ Экспериментально доказано, что бензиновый слой содержит каротин. Для этого бензиновый слой обработали 20 % раствором гидроксида натрия. В результате реакции омыления образовалась натриевая соль хлорофиллина, которая имеет зеленую окраску и не растворима в бензине.

1. Происходит реакция взаимодействия хлорофилла со щелочью  
(*Рис. 3 /на цветном развороте/*)

✓ В результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что спиртовая вытяжка листа содержит хлорофилл и два желтых пигмента – каротин и ксантофилл.

✓ Из растительного сырья экспериментально были выделены эфирные масла.

Удивительное сходство молекул хлорофилла и гемоглобина – компонента крови, снабжающего организм кислородом, объясняет способность хлорофилла положительно воздействовать на кровь, повышать уровень кислорода. В наши дни уникальные свойства хлорофилла широко применяются для поддержания здоровья человека. Поэтому исследование свойств хлорофилла в наши дни весьма актуально.

## **Биоразлагаемые полимеры – упаковка будущего**

Автор: **Широкова Екатерина** 10 класс,

Научный руководитель: **Пигалицын Лев Васильевич**, учитель физики  
МБОУ СОШ № 2, Народный учитель РФ

Учреждение: **МБОУ «СОШ № 2 с углубленным изучением предметов физико-математического цикла» г. Дзержинска Нижегородской области.**

*Я учусь в 10 математическом классе, в круг моих интересов входит математика, физика, химия, астрономия и информатика. С 5 класса занимаюсь в школьном клубе юных физиков. Первая научную работу «Просветление тумана электрическим полем» сделала в 9 классе». Затем, мои интересы сместились в другую область – в химию, поэтому вторая работа – чисто химическая «Биоразлагаемые полимеры – упаковка будущего». Неоднократно была победителем в региональных и городских конкурсах исследовательских работ для школьников.*

Сегодня все чаще поднимается вопрос о необходимости перехода от традиционных упаковок к биоразлагаемым. Это связано, в первую очередь, с экологическими проблемами, которые влечет использование обычных упаковок.

Наиболее перспективной заменой полиэтилену и т. п. является полимер молочной кислоты. В присутствии некоторых микроорганизмов полилактид разлагается на воду и углекислый газ. Но в настоящее время переработка использованных изделий из этого полимера осуществляется на специализированных предприятиях, что достаточно не-

дешево. Поэтому лучше будет, если полимолочная кислота будет разлагаться без участия человека.

Цель работы – исследовать разложение полимолочной кислоты в естественных условиях. Соответственно, были поставлены следующие задачи:

- создать условия, максимально приближенные к природным;
- контролировать процесс разложения по изменению массы образца полимера молочной кислоты и по выделению углекислого газа.

Сущность эксперимента заключалась в создании различных условий, максимально приближенных к естественным, фиксации изменения массы образца полимера молочной кислоты, а также исследовании состава газовой фазы в замкнутом сосуде, где находился образец полилактата. Предположительно, при разложении должно наблюдаться уменьшение массы полимера, а в замкнутом сосуде – увеличение содержания диоксида углерода.

Исследовалось разложение полимера в воздухе, в воде, в почве и в субстрате, имитирующем почву. В качестве субстрата использовался прокаленный речной песок с добавкой препарата «Фитоспорин» (представляет собой стандартизованную субстанцию с известным содержанием микроорганизмов *Bacillus Subtilis* 100 млн. кл./г). Содержание микроорганизмов в субстрате составляло 25 млн. кл./г.

Образец полимолочной кислоты взвешивался и помещался в небольшой замкнутый сосуд объемом 250 см<sup>3</sup> (*Рис.1.Схема экспериментальной установки /на цветном развороте/*). Через заданное время (30 дней) из сосуда раствором гидроксида натрия поглощался весь углекислый газ, и затем титриметрически методом нейтрализации измерялась концентрация образовавшегося карбоната натрия в растворе. После этого образец повторно взвешивался. Параллельно ставился контрольный опыт (без образца полимера молочной кислоты). По результатам титрования 2-х опытов (основного и контрольного) вычислялась масса углекислого газа, который выделился при разложении полилактата.

На основании экспериментальных данных удалось установить следующие факты:

- полимер молочной кислоты подвергается биологической деструкции в природных условиях в присутствии почвенных микроорганизмов;
- на воздухе полимолочная кислота разложению не подвергается, и этим обусловлена возможность использования данного полимера в изготовлении упаковок.

# Экспериментальная физика

## Модель электрореактивного двигателя

Автор: **Добринец Иван Михайлович**, 11 класс

Научный руководитель: **Семенова Татьяна Викторовна**, учитель физики

Учреждение: **МБОУ «СОШ №1 г. Черемхово»**

*Вся работа для меня в целом интересна, однако больше всего меня привлекает сборка, настройка, и проведение экспериментов с моей моделью. Самым интересным для меня в моей работе было наблюдение полученных явлений, а также эксперименты с ними.*

**Целью** работы является сборка и настройка модели для наглядной демонстрации эффекта коронного разряда и ударной ионизации - электрореактивного двигателя, и исследование его характеристик.

Для реализации цели работы определены следующие **задачи**:

1. Изучить теоретические источники и систематизировать материал в соответствии с темой работы
2. Создать техническое решение для демонстрации эффектов коронного разряда и ударной ионизации
3. Проектирование элементов деталей данной модели
4. Подбор материалов и электротехнического оборудования, необходимых для сборки устройства
5. Сборка и настройка модели электрореактивного двигателя
6. Запуск модели и исследование ее характеристик: скорости вращения ротора, силу реактивной тяги
7. Моделирование разных условий работы ЭРД.

Для демонстрации эффекта коронного разряда и ударной ионизации я решил создать модель электрореактивного двигателя, в котором побочным эффектом коронного разряда, наглядно демонстрирующем его, является реактивная тяга.

Как известно коронный разряд вызывает ударную ионизацию воздуха, воздух ионизируется и начинает притягиваться к электроду, противоположному коронирующему. Данное явление называется «ионным ветром». Исходя из этого, я предположил, что может возникнуть реактивная тяга, воздействующая на коронирующий электрод, в моем случае – ротор.

Большую роль в данной модели играют формы ротора (катода) и кожуха (анода) модели двигателя, а также материалы, из которых они

изготовлены. Естественно, наилучшим материалом для изготовления частей модели двигателя является металл, однако проблема выбора формы ротора и кожуха стала для меня серьезной научной задачей. Решая эту задачу, я выделил вектор направления реактивной струи, а так же форму самого ротора. Форма ротора подразумевает наличие двух реактивных струй, расположенных на разных его концах, направленных перпендикулярно к горизонтальной оси ротора. Суммирующая сила реактивных струй является силой тяги данной модели.

Так как мощность и скорость ротора прямо пропорционально зависят от напряженности электрического поля вокруг ротора, то для усиления электрического поля необходимо изготовить электропроводящий кожух двигателя, подключенный к аноду высоковольтного источника питания. Форма кожуха представляет собой полый металлический цилиндр. Сама модель представляет собой ротор, находящийся внутри кожуха.

Нормальные условия работы двигателя:

- Напряжение: 5 000 вольт;
- Катод: ротор;
- Анод: кожух;

Настройкой устройства является нахождения положения ротора, когда происходит наименьшее количество искровых разрядов.

Для измерения скорости движения ротора я использовал самостоятельно сконструированный в лабораторных условиях стробоскопический излучатель - вспышку. Для измерения скорости необходимо выставить определенную частоту срабатываний вспышки. Эксперимент проводится в темной комнате. Подбирается частота срабатываний вспышки. Необходимо добиться эффекта стробоскопа: при совпадении частоты вспышки и частоты вращения ротора визуально ротор должен остановиться. Используя этот эффект вычислил скорость вращения ротора в оборотах в минуту.

Ввиду низкой скорости вращения ротора в одном из экспериментов было невозможно применить описанный выше метод измерения скорости, измерение в данном режиме проводилось вручную, с использованием хронометра. Измерялось время полного оборота, а далее вычислялась частота вращения ротора в оборотах в минуту.

Для вычисления силы тяги ротора я использовал нить, штатив и чувствительный динамометр. Измерения проводил следующим образом: установил на штатив динамометр, динамометр соединил с ротором при помощи диэлектрической нити и снял показания с динамометра.

Результаты измерений:

| Таблица экспериментов с измерением скорости ротора |            |       |       |     |            |          |           |           |
|----------------------------------------------------|------------|-------|-------|-----|------------|----------|-----------|-----------|
| № п/п                                              | Напряжение |       | Кожух |     | Полярность |          | Результат |           |
|                                                    | 5к В       | 25к В | Есть  | Нет | Норм.      | Ин-верт. | v, Гц     | v, об/мин |
| 1                                                  | •          |       | •     |     | •          |          | 48        | 2880      |
| 2                                                  | •          |       | •     |     | •          |          | 50        | 3000      |
| 3                                                  | •          |       | •     |     | •          |          | 47        | 2820      |
| 4                                                  | •          |       | •     |     |            | •        | 34        | 2040      |
| 5                                                  | •          |       | •     |     |            | •        | 36        | 2160      |
| 6                                                  |            | •     | •     |     | •          |          | 89        | 5340      |
| 7                                                  |            | •     | •     |     | •          |          | 84        | 5040      |
| 8                                                  |            | •     | •     |     |            | •        | 76        | 4560      |
| 9                                                  |            | •     |       | •   | •          |          | -         | 72        |
| 10                                                 |            | •     |       | •   | •          |          | -         | 69        |

| Таблица экспериментов с измерением тяги ротора |            |       |       |     |            |          |          |
|------------------------------------------------|------------|-------|-------|-----|------------|----------|----------|
| № п / п                                        | Напряжение |       | Кожух |     | Полярность |          | Тяга, мН |
|                                                | 5к В       | 25к В | Есть  | Нет | Норм.      | Ин-верт. |          |
| 1                                              |            | •     | •     |     | •          |          | 2        |
| 2                                              |            | •     | •     |     |            | •        | 1        |

Во время проведения экспериментов было замечено, что скорость ротора прямо пропорционально зависит от напряжения и от наличия кожуха, также было отмечено, что скорость зависит от полярности питания: когда катодом является ротор скорость заметно выше, чем при инвертированном питании. Анализируя результаты экспериментов, я предположил, что здесь проявляет себя автоэлектронная эмиссия.

В ходе проведенной работы были изучены, наглядно продемонстрированы физические явления, указанные в цели, также была создана модель электрореактивного двигателя (*Рис. на цветном развороте*), которая может найти применение в более детальном изучении демонстрируемых явлений, а также в качестве наглядного пособия в образовательных учреждениях. Для проведения экспериментов были самостоятельно разработаны методики измерений параметров двигателя, проводилась фото и видеорегистрация экспериментов.

## Изучение фракталов в ячейках Хеле-Шоу



Рис.1  
Жизнь  
одной  
кляксы



Рис.2 Ячейка Хеле-Шоу

## Химия растительных пигментов



Рис.1. Разделение спирторастворимых пигментов (за счет различной адсорбции на фильтрованной бумаге)



Рис.2 Разделение спирторастворимых пигментов (за счет различной растворимости пигментов в разных растворителях)



Рис.3 реакция взаимодействия хлорофилла со щелочью

## Модель электрореактивного двигателя



## Биоразлагаемые полимеры – упаковка будущего

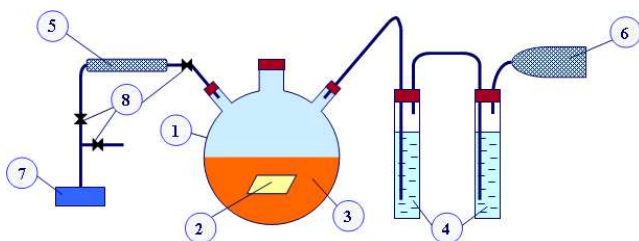


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

- 1 – трехгорлая колба ( $V = 250 \text{ см}^3$ );
- 2 – образец полимера;
- 3 – вода/почва/субстрат, имитирующий почву;
- 4 – поглотительные склянки с 1М раствором NaOH;
- 5, 6 – поглотительные трубки с твердым NaOH;
- 7 – микрокомпрессор;
- 8 – краны для регулирования потока продувочного воздуха.

## Экспериментальная проверка учета погрешности при съемке сферических объектов методом АСМ

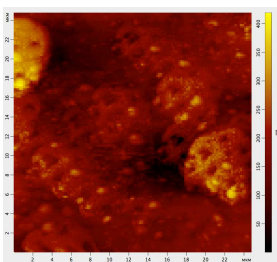


Рис.1 Полученное изображение образца F3435

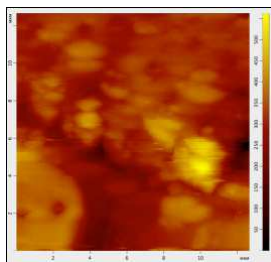


Рис.2 Полученное изображение образца F35340

## Определение длины электромагнитной волны в различных средах с помощью двухпроводной линии



Рис.1. Узлы и пучности в стоячей электромагнитной волне.



Рис.2 Установка для измерения длины электромагнитной волны в различных жидкостях.

## Просветление тумана электрическим полем

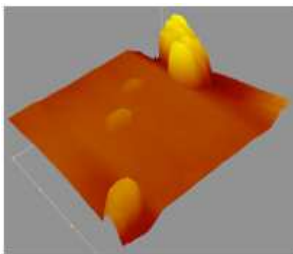
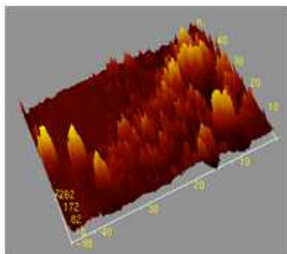


Рис.1. Экспериментальная установка

Рис.2. Пример возможной установки по рассеянию тумана



## Структурные превращения легкоплавких стекол на основе оксидов свинца, кремния и бора с добавками меди, железа и марганца на микроуровне

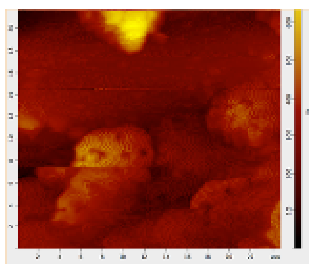


Образцы  
размером  
35x35 мкм  
с добавками  
меди  
и железа

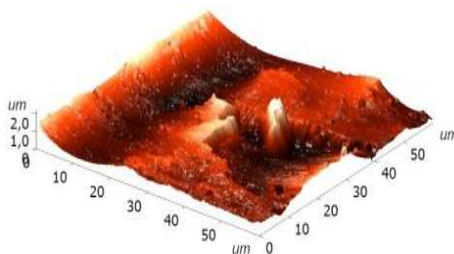


Образец  
размером  
1x1 см

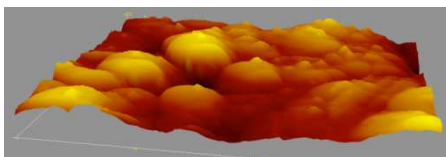
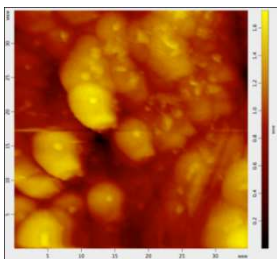
## Структурные волны на поверхности аморфных металлических лент $\text{Fe}_{67}\text{Co}_{10}\text{Cr}_3\text{V}_{15}\text{Si}_5$ после термической обработки



АСМ аморфных  
металлических лент после тер-  
мической обработки



## Наноархеология структурных доменов в аморфных металлических лентах состава $\text{Fe}_{67}\text{Co}_{10}\text{Cr}_3\text{V}_{15}\text{Si}_5$



Образец аморфных металлических лент, протравленный в медном купоросе в течение 1 мин

## Магнитные Жидкости



Рис.1. Полученная магнитная жидкость.

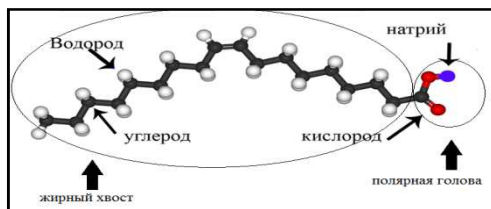


Рис. 2. Молекула олеата натрия.

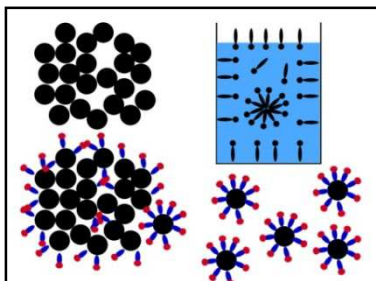


Рис. 3. Схема стабилизации частиц магнетита.

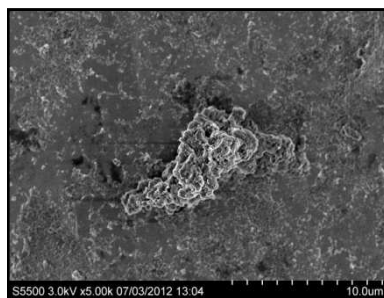


Рис. 4. Агрегат, образованный нестабилизированными частицами магнетита.

# Гидратация и фотокаталитические свойства слоистых перовскитоподобных титанатов

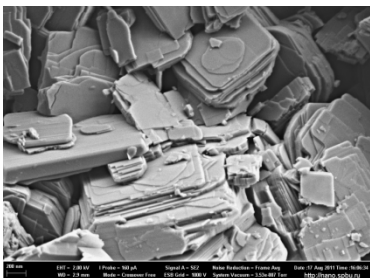


Рис.1 СЭМ фото графия образца  $K_2Nd_2Ti_3O_{10}$

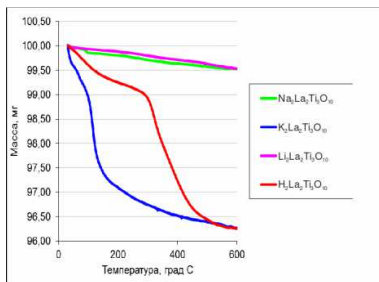


Рис.2 Результаты обработки термогравиметрического анализа образцов

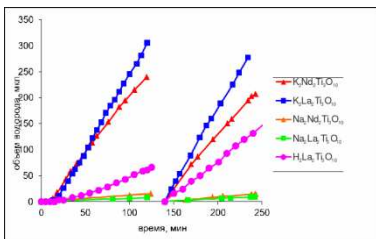


Рис.3 Фотокаталитическая активность образцов

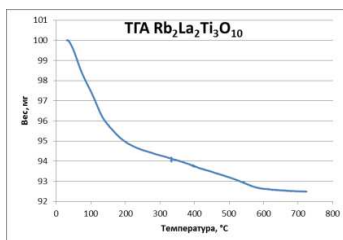


Рис.4 Результаты обработки термогравиметрического анализа образца  $Rb_2La_2Ti_3O_{10}$

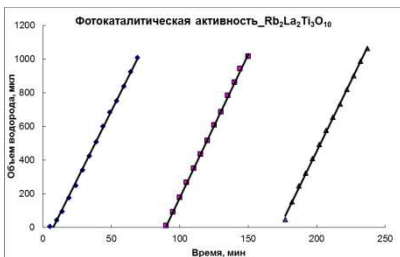


Рис.3 Фотокаталитическая активность образца  $Rb_2La_2Ti_3O_{10}$

| Фотокатализатор      | Скорость выделения водорода |
|----------------------|-----------------------------|
| $TiO_2$              | 96 мкл/ч                    |
| $Rb_2La_2Ti_3O_{10}$ | 996 мкл/ч                   |

Таблица 1 Скорости выделения водорода с  $TiO_2$  и  $Rb_2La_2Ti_3O_{10}$

## Экспериментальная проверка учета погрешности при съемке сферических объектов методом АСМ

Автор: **Зеленцов Иван Александрович**, 10 класс

Научный руководитель: **Зеленцов Никита Александрович**, аспирант физического фак-та ИГУ

Учреждение: **МБОУ г. Иркутска лицей № 2**

*Меня привлекли фуллерены, как только я увидел их с помощью СЗМ NanoEducator и познакомился с их строением, формой свойствами. Делая эту работу, я понял, что заниматься научной деятельностью очень трудно. Но результаты меня впечатлили: формула не просто работает, а работает со всеми объектами, которые имеют сферическую форму или форму цилиндра.*

В настоящее время сканирующие зондовые микроскопы нашли применение практически во всех областях науки. В физике, химии, биологии используют в качестве инструмента исследования АСМ. В частности, такие междисциплинарные науки, как биофизика, материаловедение, биохимия, фармацевтика, нанотехнологии, физика и химия поверхности, электрохимия, исследование коррозии, электроника, фотохимия и многие другие. Но, принимая во внимание недостатки АСМ, такие как неточность определения рельефа поверхности при наличии на ней объектов с радиусом закругления (например, нанотрубки, фуллерены, фуллериды и т.д.) актуальным является вопрос о методе определения более точного радиуса закругления данных объектов. В данной работе были исследованы образцы фуллеридов и определены более точно их размеры. Целью данной работы является оценка более точно диаметра фуллерида, а также научиться более точно определять диаметр закругленных объектов с помощью АСМ на примере фуллеридов.

Методы исследования: использован метод оценки радиуса закругления острой зонда, сканы получены при помощи СЗМ NanoEducator, для более точного определения диаметра фуллеридов применена одна формула.

Основные результаты: с помощью предложенной компанией NT-MDT методикой оценен примерный радиус закругления зонда, просканированы и исследованы два образца фуллеридов F3435 (*Рис.1 /на цветном развороте/*) и F35340 (*Рис.2 /на цветном развороте/*), оценен примерный диаметр фуллеридов, более точно определен реальный средний диаметр фуллеридов.

**Заключение:** просканирован образец TGT1 при помощи заточенного зонда и с оценен радиус закругления его острия – примерно 75нм. Также исследованы два образца фуллеридов F3435 и F35340. Для каждого образца найден примерный средний диаметр фуллерида (F3435 – 1,4мкм, F35340 – 2,2мкм) и с помощью формулы посчитан действительный диаметр (F3435 – 1,25мкм, F35340 – 2,05мкм). Видно, что диаметр, рассчитанный, меньше, чем диаметр, полученный с помощью АСМ. Из этого можно сделать вывод, что результат верный. В перспективах есть идея придумать простую систему со сферами для того, чтобы в будущем ее применить в лабораторных работах по нанотехнологиям

## **Получение тонких пленок выпариванием раствора**

Авторы: **Габидулин Андрей, Трифонов Дмитрий**, 10 класс

Научный руководитель: **Широков Валентин Владимирович**, аспирант физического факультета ФГБОУ ВПО «ИГУ»

Учреждение: **МБОУ г. Иркутска лицей № 2**

Мы пытаемся изучать распространение электрических зарядов и «молний» в сегнетовой соли.

Для того, чтобы приступить к этому, нам сначала понадобилось получить гладкие поверхности кристаллов соли и тонкие пленки толщиной порядка 100 нм. В травлении поверхностей кристаллов достаточно преуспел наш предшественник в исследовании сегнетовой соли — Владимир Сидоров, ныне студент МФТИ. В получении тонких пленок полтора года назад много достигли Мария Малютина и Екатерина Холодилова. Мы попытались развить их метод с тем, чтобы получать плёнки с более контролируемыми параметрами и равномерностью.

Нами получены следующие результаты:

Мы количественно оценили требования к ингредиентам пленки, которые нужно соблюдать, чтобы был хотя бы шанс приблизиться к успеху.

Подобраны способы исключения влияния пыли на получаемые образцы. При помощи использования вакуумной сушилки мы сумели значительно снизить неровности пленки, образующиеся при ее высыхании. В рамках погрешности измерений, 20%, задаваемая толщина получаемых нами пленок совпадает с действительной в исследованном диапазоне от 100 до 1000 нм. Работа подведена к проверке гипотезы о механизме образования пленок, от ответа на которую принципиально зависит возможность или невозможность получения тонких равномерных пленок методом осаждения.

## Определение длины электромагнитной волны в различных средах с помощью двухпроводной линии

Автор: **Емелин Егор**, 10 класс

Научный руководитель: **Пигалицын Лев Васильевич**, учитель физики  
МБОУ СОШ № 2, Народный учитель РФ

Учреждение: **МБОУ «СОШ № 2 с углубленным изучением предметов физико-математического цикла» г. Дзержинска Нижегородской области.**

*Я учусь в 10 математическом классе, в круг моих интересов входит математика, физика, астрономия и информатика. Несколько лет занимаюсь в школьном клубе юных физиков. Первая работа «Исследование физических принципов ионолетов». После переключился на датчики Холла. Второй работой бала «Датчик Холла в школьном физическом эксперименте». В прошлом году заинтересовался визуализацией электромагнитных волн. Неоднократно был победителем в конкурсах исследовательских работ для школьников.*

Исследовательская работа «Определение длины электромагнитной волны в различных средах с помощью двухпроводной линии» посвящена визуализации электромагнитных волн и определению длины электромагнитных волн в различных средах, с помощью двухпроводной линии для использования на уроках физики при изучения свойств электромагнитных волн»

В процессе работы был собран генератор электромагнитных колебаний частотой 430 МГц. Это официально разрешённая частота для любительской радиосвязи и физических экспериментов. За основу был взят генератор ультравысокой частоты, предложенный профессором Глазовского пединститута В.В. Майером.

Для получения стоячей электромагнитной волны была создана двухпроводная линия Лехера. Получив стоячую волну в двухпроводной линии Лехера, с помощью лампы накаливания и неоновой лампы можно определять расположение узлов и пучностей в стоячей волне. Но самым эффективным экспериментом с электромагнитными волнами является опыт с длинной люминесцентной лампой, связанной с двухпроводной линией.

При возбуждении стоячей электромагнитной волны в двухпроводной линии люминесцентная лампа загорается, но не равномерно, как в обычных условиях, а с чередованием светлых и темных областей, которые соответствуют пучностям и узлам стоячей электромагнитной волны (*Рис.1/на цветном развороте/*). По этим узлам и пучностям с помощью обычной школьной линейки была определена длина волны

в воздухе и в разных жидкостях, и по формуле  $c = \lambda\nu$  была вычислена скорость электромагнитной волны в исследуемых средах.

Для исследования свойств электромагнитных волн был разработан приемный диполь с усилителем, который позволяет демонстрировать и беспроводную передачу энергии на расстояние (*Рис.2/на цветном развороте/*).

Работа по визуализации электромагнитной волны и измерению длины волны и скорости распространения волны в различных средах имеет большую практическую значимость для школьных и вузовских кабинетов физики, так как в настоящее время промышленность не выпускает демонстрационных генераторов электромагнитных волн и приспособлений к ним для демонстрации на уроках свойств электромагнитных волн.

## Просветление тумана электрическим полем

Автор: **Широкова Екатерина** 10 класс,

Научный руководитель: **Пигалицын Лев Васильевич**, учитель физики  
МБОУ СОШ № 2, Народный учитель РФ

Учреждение: **МБОУ «СОШ № 2 с углубленным изучением предметов физико-математического цикла» г. Дзержинска Нижегородской области.**

Различные атмосферные явления оказывают большое влияние на деятельность людей. В частности, образование тумана приводит к повышению аварийности на автомобильных дорогах и многочисленным нарушениям в графиках работы аэропортов. Поэтому сейчас, когда жизнь людей неотъемлемо связана с транспортом, очень важной становится проблема удаления тумана со взлетно-посадочных полос и автострад.

Целью данной работы является исследование возможности удаления тумана с помощью электрического поля.

В соответствие с целью были поставлены следующие задачи:

- разработать экспериментальную установку для рассеивания тумана с помощью электрического поля;
- в ходе экспериментов исследовать зависимость плотности тумана от времени рассеивания тумана при различных напряженности и направлении электрического поля и начальной плотности тумана;
- построить графики, отражающие данную зависимость, сначала вручную, а затем с помощью подключаемого к компьютеру микро модуля «Fourier» и программы «MultiLab».

Экспериментальная установка представляет собой небольшой стеклянный сосуд (аквариум), конденсатор, одна из пластин которого (металлический лист) размещается под аквариумом, а другая (кусок плотной фольги) накрывает его сверху и оптопару, точнее, лампу накаливания и фоторезистор, соединенный с блоком сопротивлений Туман создается следующим образом. Сначала внутрь аквариума ставятся 2 емкости с горячей водой. Она служит источником водяного пара. Затем в воду бросается несколько спичек. Когда они попадают в воду, выделяется дым. Аквариум быстро накрывается фольгой, которая слегка изогнута и не дает смеси водяного пара и дыма улетучиться. Поверх фольги кладется лед. В результате этого водяной пар при охлаждении конденсируется на частицах дыма. Образуется туман (*Рис. 1/на цветном развороте/*).

В ходе первой серии опытов фоторезистор подключается к вольтметру. Установлен фоторезистор так, что на него направлен свет лампы, стоящей с другой стороны аквариума. К блоку сопротивлений, связанному с фоторезистором, подключается вольтметр. По мере рассеивания тумана фоторезистор освещается все сильнее, и напряжение на блоке сопротивлений увеличивается. Показания вольтметра в ходе эксперимента записываются.

Затем строится график зависимости напряжения на блоке сопротивлений от времени. Итак, были получены следующие результаты: - чем выше напряженность электрического поля, тем меньше время рассеивания тумана; - время рассеивания тумана не зависит от полярности подключения пластин; - чем больше начальная концентрация тумана, тем больше время его рассеивания. На основании этого можно сделать вывод о том, что рассеивание тумана с помощью электрического поля возможно. В качестве одной пластины конденсатора можно использовать земную поверхность (она заряжена отрицательно), а другая пластина может представлять собой графеновый или тонкий металлический лист, подвешенный на некоторой высоте с помощью аэростатов (*Рис2. /на цветном развороте/*) Таким образом, в ходе работы, экспериментальным путем была доказана возможность рассеяния тумана с помощью электрического поля.

## Материаловедение

### **Структурные превращения легкоплавких стекол на основе оксидов свинца, кремния и бора с добавками меди, железа и марганца на микроуровне**

Авторы: **Хребтов Илья Игоревич**, 9 класс, **Просекина Алена Михайловна**, 6 класс

Научный руководитель: **Просекина Ирина Геннадьевна**, преподаватель лаборатории, кандидат физико-математических наук

Учреждение: **МБОУ г. Иркутска лицей № 2**

*Работа оказалась настолько интересной и завлекательна, что данную работу мы сделали в короткие сроки. В отличии от прошлой работы в ней было много практики, я доволен результатами нашей работы, так как научился создавать стекла и сделал для себя много открытий. А еще больше возникло планов и идей.*

Стекла на основе оксидов свинца, бора и кремния относят к легкоплавким стеклам (температура размягчения которых находится ниже 600 градусов С) и они имеют множество технических применений. С их помощью спаивают различные металлы, герметизируют приборы и улучшают краски и эмали. Легкоплавкие стекла выдерживают воздействие более высоких температур, по сравнению с органическими диэлектриками.

Именно получению и исследованию таких стекол посвящено наше исследование. При помощи СЗМ «Nanoeducator» были исследованы структуры поверхности 17 образцов, полученных при разных концентрациях компонентов, с разными добавками, в разных условиях остывания. Поскольку стекла аморфные, то полученные изображения поверхности говорят не только о структуре поверхности, но и расположении атомов во всем материале, расположении зон аморфности и кристалличности.

*Целью нашей работы* являлось изучение структурных превращений легкоплавких стекол на основе оксидов свинца, кремния и бора с добавками меди, железа и марганца на микроуровне (*Рис. на цветном развороте*). Полученные стекла являются аморфными материалами, однако их механические свойства, хрупкость, цвет и другое определяют минералообразующие добавки, образующие микро и нано кристаллы в аморфной матрице.

Были решены следующие частные задачи:

- Задача 1.** Рассмотрены превращения структур при изменении концентрации свинца, бора и кварца
- Задача 2.** Изучено изменение морфологии в зависимости от содержания оксидов меди, марганца и железа
- Задача 3.** Проверено влияние скорости охлаждения на кристалличность структур

### **Основные полученные результаты:**

#### **Вывод 1**

Чем больше оксида кремния, тем более аморфным получается стекло, однако при этом растет и температура размягчения. При составе оксид свинца, оксид бора и оксид кремния происходит кристаллизация именно свинца, что подтверждают косвенно три фактора

- ✓ Именно используемая модификация свинца - глет оказывается неустойчивым при высоких температурах и разлагается
- ✓ Цвет стекол близок к металлическому и слабо прозрачен

#### **Вывод 2**

- ✓ Наилучший результат по изменению цвета получился с добавками оксидов меди. Цвет изменяется от ярко зеленого до темного болотного. На сканах видны частицы похожей формы, что позволяет предполагать их именно медьсодержащими частицами. На цвет основное влияние оказывают их количество и размер.
- ✓ Изменение окраски с введением оксидов марганца практически не наблюдалось.
- ✓ Небольшая добавка оксидов железа заметно влияет на структуру аморфных стекол. Образовавшиеся кристаллики на поверхности занимают большой объем. Формы этих образований заметно отличаются от образований образцов без добавок и с добавками других металлов.

#### **Вывод 3**

- ✓ Образцы стекла, охлажденные при комнатной температуре успели кристаллизоваться, а те же образцы, охлажденные быстро при помощи азота не кристаллизовались и образовали более аморфную структуру с меньшими размерами кристаллических зерен.

## **. Структурные волны на поверхности аморфных металлических лент $Fe_{67}Co_{10}Cr_3V_{15}Si_5$ после термической обработки**

Автор: **Холодилова Екатерина Васильевна**, 10 класс

Научный руководитель: **Просекина Ирина Геннадьевна**, преподаватель лаборатории, кандидат физико-математических наук

Учреждение: **МБОУ г. Иркутска лицей № 2**

*Я Холодилова Екатерина, ученица 10 класса лицея №2. Свою научную деятельность я начала в прошлом году, когда в моем лицее создали лабораторию нанотехнологий, в которой установили 2 атомно-силовых микроскопа. Это меня очень заинтересовало – ведь всегда увлекательно исследовать то, что невозможно увидеть невооруженным глазом. И вот хочу представить Вам свою вторую работу.*

Игры порядка и беспорядка окружают нас повсюду. Чаще всего человек стремится упорядочить то, что его окружает, и хотя термодинамически равновесная система стремится к беспорядку, все в природе далеко от этого состояния и находится в различных интересных состояниях.

С начала 60-х годов придумали способ получать металлические сплавы, не имеющие кристаллической структуры с беспорядочным расположением атомов, которые могут содержать кристаллические области. Примером таких сплавов являются аморфные металлические ленты, о которых и пойдет речь.

Эти ленты в зависимости от их состава имеют разнообразные свойства, но в моем проекте мы занялись только структурными исследованиями, используя сканирующую зондовую микроскопию и различную термическую обработку металлических лент состава  $Fe_{67}Co_{10}Cr_3V_{15}Si_5$ .

**Целью моей работы** являлось изучение закономерностей кристаллизации и структурных превращений аморфных и кристаллических областей в металлических лентах, а так же найти закономерности изменений структуры поверхности металлических лент, прошедших термическую обработку, и наглядно продемонстрировать различия внешней стороны ленты и той, которая прилегала к барабану при ее создании.

### ***Полученные результаты:***

✓ Изучение особенностей областей аморфности и кристалличности при отжиге позволило нам ясно представить себе процессы кристаллизации сложных металлических сплавов и всю силу стремления к порядку в металлах.

✓ Теоретически и практически были исследованы области кристалличности в аморфных металлических сплавах.

✓ С помощью атомно-силовой микроскопии удалось рассмотреть рельеф поверхности на микро-уровне (*Рис. на цветном развороте*) и наблюдать визуально поверхностные структуры кристаллов и их изменения в зависимости от способа термического воздействия.

✓ Было доказано, что в зависимости от исследуемой стороны образца (внешняя и сторона барабана) меняется структура поверхности при кристаллизации в ходе термической обработки.

✓ С повышением температуры обработки внешняя сторона и сторона барабана перестают отличаться, то же происходит и при двойной температурной обработке.

✓ Найдено объяснение повышения упругих и прочностных качеств ленты, что связано с тем, что при высокой температурной обработке внешняя сторона и сторона барабана перестают отличаться, т.е. весь объем образца становится более однородным, и это уменьшает внутреннее напряжение всего материала.

Поверхностные явления на микро- и нано-уровнях представляют значительный интерес с точки зрения развития технологий. Ведь незначительно изменяя некоторые параметры системы, можно добиться совершенно других реакций и изменений в структуре и свойствах. А для того, чтобы это делать эффективно, нужно много работать и хорошо представлять, что и как происходит в природе.

## **Наноархеология структурных доменов в аморфных металлических лентах состава $\text{Fe}_{67}\text{Co}_{10}\text{Cr}_3\text{B}_{15}\text{Si}_5$**

Автор: **Малютина Мария Вячеславовна**, 10 класс

Научный руководитель: **Просекина Ирина Геннадьевна**, преподаватель лаборатории, кандидат физико-математических наук

Учреждение: **МБОУ г. Иркутска лицей № 2**

*Изучение аморфных лент, сочетающие в себе и области кристалличности, и области аморфности, добавили новых знаний, которые были получены не столько из научной литературы, сколько из наглядного визуализирования сканов образцов. Это очень интересно - делать свои маленькие открытия, а потом подтверждать их теорией.*

В настоящее время ближний порядок в аморфных металлических сплавах таит в себе еще гору загадок и возможностей. Один из современных сплавов с разумными скоростями охлаждения и с

устойчивой аморфной структурой имеет состав  $\text{Fe}_{67}\text{Co}_{10}\text{Cr}_3\text{B}_{15}\text{Si}_5$ . Этот материал уникальным образом сочетает в себе отличные упругие и магнитные характеристики и предоставляет богатые возможности обработки для придания ему исключительных свойств.

Наиболее простыми способами воздействия на характеристики материалов были и остаются отжиг, повторный отжиг, способ охлаждения (быстрое или медленное) и поскольку материалы магнитные, то наличие магнитного поля в ходе этих процессов. При этом измерение новых свойств обработанных материалов не вызывает затруднений. Однако что именно происходит с атомами, составляющими образец, как они перестраиваются, как перемещаются и разрастаются области кристалличности выяснить не так однозначно. Еще более трудно согласовать одно с другим и найти принципы самоорганизации материи. От этого уже в свою очередь зависят свойства.

Поэтому образцы мы стали подробно изучать с помощью СЗМ, и возникла идея посмотреть на то, что творится не только на их поверхности, но и в объеме образцов. Так появилась наноархеология. Ведь при толщине в 25 мкм располагается примерно около 25000 различных атомов, и как мы увидели отнюдь не беспорядочно, а образуя определённые зоны кристалличности в зависимости от вида обработки. Для этого мы использовали травление, интересуясь с одной стороны местонахождением атомов железа, хрома и кобальта, а с другой расположением островков кристалличности. Анализ около 20 снимков рельефа поверхности образцов без травления и около 30 снимков того, что происходит в глубине при травлении медным купоросом и хлоридом железа, позволил нам разобраться со структурой данного материала не только поверхностно, но и в объеме.

**Целью исследования** являлось детальное изучение структурного упорядочения в аморфных металлических лентах, подвергнутых различным видам обработок (отжиг при заданных температурах без/с магнитным полем, двойной отжиг без/с магнитным полем).

Для достижения поставленной цели решались **следующие задачи**:

1. Исследование образцов частично кристаллизованных в магнитном поле с помощью СЗМ NANOEDUCATOR в режиме атомно - силовой микроскопии.
2. Детальное сравнение особенностей кристаллизации в присутствии магнитного поля и без него.
3. Травление образцов медным купоросом и хлоридом железа, описание результатов травления и получение изображений в объеме структур с помощью СЗМ NANOEDUCATOR (*Рис. на цветном развороте*).
4. Изучение петлей гистерезиса данных образцов.

Все они были успешно решены. Сканы образцов, полученных при кристаллизации в магнитном поле позволили выявить несколько необычных особенностей возникающих структур и сформулировать новую гипотезу - магнитная доменная структура и области кристалличности в аморфных металлических лентах, подвергнутых термообработке, связаны. Факт того, что границы магнитных доменов проходят в местах дефектов кристаллических структур, хорошо известен, это означает, что наиболее выгодная конфигурация доменов в реальном кристалле подстраивается под жёсткую кристаллическую структуру. Мы же предполагаем существование противоположного явления: подстройка кристаллической структуры под магнитные домены.

## Магнитные Жидкости

Автор: **Шестаков Евгений Николаевич**, 9 класс

Научный руководитель: **Фрейдман Александр Леонидович**

Учреждение: **КГОАУ «Школа Космонавтики»**

*Меня зовут Шестаков Евгений, я обучаюсь в КГОАУ «Школа космонавтики», Красноярский край, г.Железногорск. В этой школе моим увлечением стали нанотехнологии. Моя работа заключалась в приготовление магнитных жидкостей. Получив данную жидкость на водной основе, наша следующая задача была получить магнитную жидкость в неполярной среде.*

**Цель работы:** получение магнитных жидкостей (*Рис.1 на цветном развороте*) в неполярных средах, пригодных для сбора тонких пленок нефтепродуктов с поверхности воды.

### **Задачи:**

1. Синтезировать частицы магнетита;
2. Провести стабилизацию частиц магнетита в воде;
3. Провести пептизацию магнетита в неполярной среде;
4. Провести магнитные эксперименты с целью выяснения магнитных свойств полученных образцов.

В ходе работы была апробирована и отработана методика синтеза частиц магнетита с последующей стабилизацией. Стабилизированные частицы проявили более сильное взаимодействие с магнитным полем по сравнению с нестабилизированными (*Рис. 3 и Рис.4 на цветном развороте*), что свидетельствует о уменьшении размеров агрегатов. В пользу этого также выступает отсутствие седиментации раствора стабилизированных частиц магнетита в гравитационном поле, того что при изменении размеров агрегатов уменьшается их масса, а значит они

в большей степени подвержены броуновскому движению, что и препятствует седиментации. Однако эффекты седиментации присутствуют в магнитном поле, что объясняется их обратной агрегацией.

Магнитные жидкости на водной основе обладают рядом недостатков, таких как: быстрый приход в ввиду негодность из-за высыхания жидкости-носителя, подвергание металлических деталей механизмов коррозии, малый эффект смазки и др. В то время как магнитные жидкости полученные на основе неполярных носителей (керосин, масла и т.д.) этими недостатками не обладают. И кроме того для таких жидкостей открывается перспектива их использования для сборки тонких пленок нефтепродуктов с поверхности воды. По этой причине в данной работе была проведена химическая реакция над адсорбированными молекулами олеата натрия (*Рис.2 на цветном развороте*), что привело к гидрофобизации частиц и их полной агрегации. Таким образом, полученная система оказалась нерастворимой в воде, однако, частицы легко диспергировались в неполярных жидкостях.

В ходе работы был поставлен лабораторный эксперимент по сбору нефти с поверхности воды, который показал высокую эффективность данного метода.

## **Гидратация и фотокаталитические свойства слоистых перовскитоподобных титанатов**

Автор: **Соколова Юлия**, 11 класс

Научные руководители: **Родионов Иван Алексеевич, Силуков Олег Игоревич**, аспиранты Химического факультета СПбГУ

Учреждение: **Аничков лицей**

*Химия понравилась мне сразу, с самого первого урока. Постепенно она стала одним из моих любимых предметов в лицее, поэтому после 9 класса я решила проводить исследование именно по химии. Моя первая работа заключалась в исследовании влияния внешних условий на формирование карбонатных ядер, используемых для инкапсулирования лекарственных препаратов. На следующий год я решила заняться чем-то новым, и мне предложили сделать работу в области фотокатализа.*

Мое исследование посвящено изучению фотокатализаторов, позволяющих разлагать воду на кислород и экологически чистое топливо – водород под действием света. В качестве фотокатализаторов здесь использованы слоистые перовскитоподобные титанаты, представляющие

большой интерес благодаря своим свойствам и пока что мало исследованные.

*Целью* данной работы являлось исследование фотокаталитической активности и процессов гидратации трехслойных перовскитоподобных титанатов.

Для этого керамическим методом необходимо было синтезировать титанаты  $A_2Ln_2Ti_3O_{10}$  (где  $A = Li, Na, K, Rb, Cs$ ;  $Ln = La, Nd$ ), после чего из K-содержащих соединений методом ионного обмена получить H-замещенные, а также определить фотокаталитическую активность синтезированных веществ и характер их взаимодействия с водными растворами.

В результате данной работы:

- Синтезированы сложные слоистые титанаты;
- Методом ионного обмена получены твердые кислоты  $H_2La_2Ti_3O_{10}$  и  $H_2Nd_2Ti_3O_{10}$ ;
- Проведено исследование гидратации и протонирования образцов в водной среде;
- Измерена фотокаталитическая активность соединений. Для данного ряда соединений подобное сравнительное исследование было проведено впервые;
- Впервые синтезировано соединение  $Rb_2La_2Ti_3O_{10}$ , ставшее наиболее эффективным фотокатализатором. Изучены механизм и кинетика его образования.

По результатам выполненного исследования можно сделать вывод, что интеркаляция воды в межслоевое пространство является одним из решающих факторов, приводящих к высокой фотокаталитической активности слоистых перовскитоподобных титанатов.

*(Рисунки к работе приведены на цветном развороте)*