

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  
(физика, астрономия, математика)»  
XI открытой юношеской  
научно-практической конференции  
**«БУДУЩЕЕ СИЛЬНОЙ РОССИИ —  
В ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ»***

*19-21 апреля 2017 года,  
Санкт-Петербург*

*Том 4*

Санкт-Петербург  
2017

*«Будущее сильной России — в высоких технологиях»  
сборник тезисов XI открытой юношеской научно-практической  
конференции, ГБНОУ «СПБ ГДТЮ», — СПб, 2017, 9 томов по секциям.*

*Том 4 — Секция «Фундаментальные науки»*

В сборнике представлены тезисы исследовательских работ участников XI Открытой юношеской научно-практической конференции «Будущее сильной России — в высоких технологиях», которая будет проводиться 19-21 апреля 2017 года в Государственном бюджетном нетиповом образовательном учреждении «Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных» (Санкт-Петербург).

Сборник представлен комплектом из 9 томов, в каждом из которых собраны тезисы по одной секции конференции.

Отпечатано в РИС ГБНОУ «СПБ ГДТЮ». Заказ Т134, тираж 26 экз.

*Сборник тезисов работ*  
**участников секции «Фундаментальные науки»**  
*XI 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 2017 году Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных в 11-й раз проводит Открытую юношескую научно-практическую конференцию «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.

Учредители и организаторы конференции: Комитет по образованию Санкт-Петербурга, Акционерное общество «Научно-производственное предприятие «Радар ммс», Санкт-Петербургский городской Дворец творчества юных, при поддержке Комитета по промышленной политике и инновациям Санкт-Петербурга, Северо-Западного банка ОАО «Сбербанк России».

## **Об изменениях свойств объектов и окружающей среды под воздействием электромагнитных волн радиочастотного диапазона**

*Борисов Вячеслав,  
Зекирьяев Руслан,  
ФГКОУ «Санкт-Петербургский кадетский военный корпус  
МО РФ», Санкт-Петербург*

### **Научный руководитель:**

*Петрова Светлана Федоровна, преподаватель физики,  
ФГКОУ «Санкт-Петербургский кадетский военный корпус  
МО РФ», Санкт-Петербург*

В данной проектно-исследовательской работе рассматривается проблема электромагнитного загрязнения окружающей среды. Искусственно созданные радиоволны находят в современной жизни массу применений: они используются для теле- и радиовещания, радионавигации, организации беспроводных компьютерных сетей и т.д. Интернет-ресурсы указывают, что 70% от общей электромагнитной нагрузки населения приходится на мобильные телефоны. Очевидна польза, которую приносят эти устройства, и в то же время, наверно, нет человека, который бы не слышал о постоянно ведущихся спорах об их вреде или безвредности.

Мы поставили перед собой цель: установить, в чем, с точки зрения физика, может заключаться причина вреда, который исправно работающий сотовый телефон может оказывать на человека. Для этого нам необходимо было решить следующие задачи:

1. Проанализировав литературные и интернет-источники, получить представление о современных взглядах на механизм взаимодействия электромагнитного поля (ЭМП) с биологическими объектами;
2. Запланировать и провести собственные эксперименты для того, чтобы понять, какие именно параметры окружающей среды могут локально изменяться вблизи работающего сотового телефона и приводить к негативным для здоровья абонентов последствиям.

Так как человек, с одной стороны, минимум на 70% состоит из воды, а с другой стороны, является белковым организмом, в качестве моделей мы использовали стеклянный стакан с водой или физиологическим раствором и свежие куриные яйца; реальными абонентами сотовой связи были авторы и руководитель работы. Основные эксперименты проводились в СПб КВК с помощью школьного оборудования: датчиков «Кобра 4», «Термодинамика» и «Магнитное поле» компании RHYWE. Максимальные погрешности измерения температуры и индукции магнитного поля составили соответственно 0,30 С и 0,01 мТл. Снимки изображений в тепловизоре были сделаны в Музее оптики НИУ ИТМО. Удельные коэффициенты поглощения (SAR) [3,5,6] наших телефонов составляют: 2,2; 15,9 и 8 мВт/10г

(допустимая норма – 20 мВт/10г). Мобильный радиотелефон представляет собой малогабаритный приемопередатчик. Он принимает и излучает электромагнитные волны 900 (и 1800) МГц.

Результаты свидетельствуют, о том, что: 1) магнитная индукция переменного магнитного поля вблизи работающего мобильного телефона сильно возрастает, особенно в момент вызова или длительной задержки ответа абонента; 2) в случае довольно сильной магнитной бури [4] изменение магнитной индукции в среднем в 500-1000 раз меньше, чем при использовании мобильного телефона. Возможно, поэтому, когда говорят о вреде сотовых телефонов, называют сходные симптомы болезненных состояний, которые уже точно зафиксированы для метеозависимых людей.

Сотовый телефон – самый быстро растущий рукотворный феномен всех времён: от нуля до 7,2 миллиарда за три десятилетия. Поэтому говорить об отдаленных последствиях влияния на здоровье трудно. Сравнение изменений магнитной индукции при работе других источников ЭМП, которые дольше используются, например, с телевизором с электронно-лучевой трубкой, говорит в пользу мобильного телефона.

В основе эффекта взаимодействия ЭМП с биологической средой лежит преобразование энергии в тепло. В нашей работе под воздействием работающего мобильного телефона наблюдалось превышающее погрешность измерений увеличение температуры всех объектов: стакана с водой, стакана с физиологическим раствором, белка куриного яйца, голов абонентов. Стоит отметить, что нагрев под действием ЭМП происходит быстрее по сравнению с возвращением системы в первоначальное состояние. Кроме того, можно сделать вывод, что под действием ЭМП прогревается весь объем: все термометры, независимо от того, ближе или дальше они располагались в стакане от мобильного телефона зарегистрировали одинаковое повышение температуры примерно на 10°C, что верно также для белковых моделей и для реальной головы абонента.

Сначала мы подумали, что такой объемный прогрев объектов может иметь отрицательные последствия. Известно, что незначительное повышение температуры может привести в живых организмах к ускорению многих физиологических и биохимических процессов [5,6]. Но вполне возможно, что мы наблюдали проявление защитной реакции, терморегуляции, которая осуществляется благодаря наличию молекул воды, образующих между собой водородные связи. Эти связи рвутся под действием получаемой энергии, а потом восстанавливаются. С другой стороны, водородные связи поддерживают и третичную, пространственную структуру белков, которая необходима для нормального функционирования клеток и организма в целом. Вот если водородные связи в белках не смогут восстановиться, это и вызовет цепочку необратимых негативных последствий.

### **Выводы:**

1. Вблизи работающего мобильного устройства наблюдаются значительные скачки магнитной индукции, превышающие аналогичные изменения магнитного поля при магнитных бурях.
2. При разговоре по сотовому телефону происходит нагрев всей головы, однако нельзя говорить об исключительном вреде такого

эффекта. Возможно, мы увидели как организм приспособился бороться с перегревом благодаря наличию в нем воды!

3. После выполнения количественных измерений, становится абсолютно понятным, почему следует придерживаться предупредительной политики по отношению к устройствам мобильной связи: не пользоваться сотовым телефоном без необходимости; не разговаривать непрерывно не более 3 - 4 минут; при покупке выбирать сотовый телефон с меньшей максимальной мощностью излучения [3,5,6].

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

1. Мякишев Г.Я. Физика, Углубленный курс.
2. <http://forecast.izmiran.ru/>
3. Уровень: учебник, Т.3,4, М.:Дрофа, 2015.
4. <http://ftemk.mpei.ac.ru/bgd/>
5. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03
6. [http://bez-emi.ru/my\\_predlagaem](http://bez-emi.ru/my_predlagaem)
7. <http://sar-mobile.blogspot.ru>

## **Исследование гравитационного поля южного побережья Финского залива**

*Борисов Вячеслав,*

*Зекирьяев Руслан,*

*ФГКОУ «Санкт-Петербургский кадетский военный корпус  
МО РФ», Санкт-Петербург*

### **Научный руководитель:**

*Петрова Светлана Федоровна, преподаватель физики, ФГКОУ  
«Санкт-Петербургский кадетский военный корпус МО РФ»,  
Санкт-Петербург*

В данной проектно-исследовательской работе рассматривается проблема существования зон с гравитационной аномалией.

Работа представлена на 21 машинописном листе, состоит из введения, содержания, выводов, списка литературы и интернет-источников, приложения, в котором представлено 8 таблиц, 8 фотографий и 9 рисунков, в том числе, составленная авторами гравитационная карта г. Петергоф. Компьютерная презентация содержит 38 слайдов.

В работе приведен литературный обзор, доказывающий, что изучение гравитационного поля, благодаря зависимости ускорения свободного падения от неоднородностей в распределении масс на поверхности и внутри Земли, находит многообразные практические применения: от корректировки траекторий искусственных космических объектов и поиска полезных ископаемых до предсказания катастрофических ситуаций (землетрясений, обильных весенних паводков и т.д.).

Показано что значения  $g$ , измеренные с помощью современного школьного оборудования (датчика «3D Ускорение» компании PHUWE), во-первых, в пределах погрешности совпадают, с результатами опытов по свободному падению, движению нитяного маятника и др., и, во-вторых, являются слегка завышенными по сравнению со стандартным значением  $g$ , что качественно согласуется с результатами самых современных исследований методом спутниковой гравиметрии.

Погрешность измерений достаточна велика ( $\Delta g = 0,3 \text{ м/с}^2$ ) для утверждения, что в Петергофе есть гравитационные аномалии, хотя геологическое строение региона делает весьма возможным отличие локального  $g$  от стандартного.

Погрешность, с которой измерили ускорение свободного падения =  $0,3 \text{ м/с}^2$ . Каждое значение  $g$  получено путем усреднения данных, полученных от 5 датчиков.

Кроме того, измерения свидетельствуют о том, что, двигаясь равномерно и прямолинейно по горизонтальной плоскости, преодолевая силу тяжести, вверх и вниз мы двигаемся с ускорением, примерно равным  $5 \text{ м/с}^2$ , что было абсолютно неожиданным.

Запись результатов измерения вертикальной составляющей  $az$  с помощью датчика ускорений производилась при спокойной медленной ходьбе по горизонтальной дорожке в Нижнем парке государственного заповедника «Петергоф», здесь  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ .

В ходе работы были приобретены практические навыки проведения физических экспериментов и значительно расширены знания по теме: «Сила тяжести» и физической географии.

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

1. Большая детская энциклопедия. Том 8. Астрономия 2009, Издательство: Астрель
2. Энциклопедия для детей. Том 16. Физика. 2006, Издательство: Аванта+
3. Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики: Учеб. для вузов.— 10-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 1986.— 416 с.
4. [http://www.gazeta.ru/science/2013/03/29\\_a\\_5120201.shtml](http://www.gazeta.ru/science/2013/03/29_a_5120201.shtml)
5. <http://elementy.ru/problems/5>
6. [http://studopedia.net/10\\_37897\\_gravitatsionnoe-pole-zemli-gravitatsionnie-protsessi-i-yavleniya.html](http://studopedia.net/10_37897_gravitatsionnoe-pole-zemli-gravitatsionnie-protsessi-i-yavleniya.html) история гравиметрии
7. <http://deloland.com/anoskow/20426>
8. <http://osmangravity.far.ru/>
9. <http://domna.org/node/79>
10. <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/80995/Гравиметрия>
11. [http://www.youtube.com/watch?feature=player\\_detailpage&v=3CQ-DQox5ek](http://www.youtube.com/watch?feature=player_detailpage&v=3CQ-DQox5ek)
12. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Ускорение\\_свободного\\_падения](https://ru.wikipedia.org/wiki/Ускорение_свободного_падения)
13. <http://www.nado5.ru/e-book/sila-yavlenie-tyagoteniya-sila-tyazhesti>
14. <http://www.freepatent.ru/patents/2504803>
15. [http://kik-sssr.ru/Navigation\\_\\_history\\_NPO\\_PM.htm](http://kik-sssr.ru/Navigation__history_NPO_PM.htm)
16. <http://gov.spb.ru/gov/otrasl/ecology/maps/>
17. <http://www.federalspace.ru/302/>

## Анализ влияния объемного рассеяния на измеряемый сигнал ГБО с учетом рельефного дна и затененных участков

Ворновских Полина,  
ДВФУ, г. Владивосток

Распространение акустического сигнала на частотах порядка десятков кГц может быть описано уравнением переноса излучения:

$$\frac{1}{c} \frac{\partial I}{\partial t} + k \nabla_r I + \mu I(r, k, t) = \frac{\sigma}{4\pi} \int_{\Omega} I(r, k', t) dk' + J(r, k, t). \quad (1)$$

Где  $r \in R^3$ ,  $t \in [0, T]$  и волновой вектор  $k$  принадлежат единичной сфере  $\Omega = \{k \in R^3: |k| = 1\}$ . Функция  $I(r, k, t)$  интерпретируется как плотность потока энергии волны в момент  $t$  в точке  $r$ , распространяющейся в направлении  $k$  с постоянной скоростью  $c$ . Коэффициенты  $\mu$  и  $\sigma$  обозначают затухание и рассеяние, соответственно. описывает плотность внутренних источников.

Распространение сигнала происходит в области  $G = \{r \in R^3: r_3 > -l + u(r_1, r_2)\}$  с границей  $\partial G = \{y \in R^3: y_3 > -l + u(y_1, y_2)\}$ . Таким образом, функция  $u(y_1, y_2)$  описывает небольшое отклонение рельефа дна от средней высоты  $l$ . Уравнение (1) дополняется начальными и граничными условиями:

$$I \vee_{\partial G} = \frac{\sigma_d}{\pi} \int_{\Omega(-k \cdot n) > 0} |n(y) \cdot k'| I(y, k', t) dk', \quad (2)$$

$$I \vee_{t=0} = 0,$$

где  $\sigma_d$  – коэффициент отражения от морского дна.

$$I(t) = \int_{\Omega} S(k) I(y, k, t) dk \quad (3)$$

где  $S(k)$  – диаграмма направленности приемной антенны.

Авторы изучают обратную задачу для определения функции  $u(y_1, y_2)$ , описывающей рельеф морского дна, из уравнения 1-3. Используя однократное приближение, они вывели интегральное уравнение для  $u(y_1, y_2)$ . Кроме того, авторы предполагают, что источник является импульсным. Таким образом, авторы получили явную формулу для  $u(y_1, y_2)$ . Авторы проводят численный анализ для определения влияния объемного рассеяния в среде и ширины диаграммы направленности на восстановление рельефа дна.



## Теоретический и практический методы расчета момента инерции

*Давидович Борис,  
ГБОУ СОШ № 111, Санкт-Петербург*

### Научные руководители:

*Опочанский Александр Аркадьевич, студент ИПММ ФГАОУ ВО СПбПУ,  
Подопригора Алена Владимировна, учитель физики ГБОУ СОШ  
№ 111, Санкт-Петербург*

Любой закон физики рождается после теоретического осмысления большого числа закономерностей, полученных опытным путем. Таким образом, в основе изучения любого физического явления лежит эксперимент.

Вращательное движение твердого тела вокруг неподвижной оси – это один из частных случаев механического движения. Как любое движение оно описывается различными характеристиками. Эти характеристики принято классифицировать на кинематические и динамические. К кинематическим характеристикам относятся такие понятия, как угловая скорость и угловое ускорение, линейная скорость, частота и период вращения.

Динамической характеристикой вращательного движения является момент инерции. Способность тела препятствовать изменению своей скорости называется инертностью. Момент инерции – это физическая величина, являющаяся мерой инертности тела при вращательном движении. Фактически момент инерции показывает, какое усилие необходимо приложить к телу, совершающему вращательное движение, чтобы изменить его скорость.

Одним из известных исследователей механического, в том числе вращательного, движения являлся голландский механик, астроном и математик Христиан Гюйгенс (1629-1695 гг.). Именно ему приписывают введение в науку самого понятия момента инерции [1; 8]. Другим ученым, внесшим значительный вклад в изучение вопроса о моменте инерции, является французский ученый Н. Перси (1834 г.).

В предлагаемой работе рассматриваются как теоретические, так и практические методы определения момента инерции при различных видах вращательного движения.

**Целью работы** являются разработка, изготовление и апробация установки, позволяющей рассчитать момент инерции полого толстостенного цилиндра при вращательном движении, а также исследование вопроса о соответствии практического результата данным, полученным аналитически.

**Объектом** исследования является полый толстостенный цилиндр.

**Предметом** исследования является практический метод, позволяющий рассчитать момент инерции полого толстостенного цилиндра, с помощью сконструированной установки для измерения и расчета момента инерции.

Для подготовки 3D-модели и чертежей установки была изучена и использована программа Solidworks. Детали установки изготовлены на лазерном станке StepDir 150250 и 3D-принтере MakerBot. Для считывания

полученных данных в установке использовался контроллер Arduino Uno, запрограммированный на языке программирования C++.

Работа выполнена на базе Фаблаб Политех.

### Теоретические основы расчета момента инерции полового толстостенного цилиндра

Задача расчета момента инерции полового толстостенного цилиндра решается при разработке многих инженерных проектов.

При расчетах момента инерции полового толстостенного цилиндра используется формула

$$J = m \cdot \frac{r_2^2 + r_1^2}{2} \quad (1),$$

где  $J$  – момент инерции полового толстостенного цилиндра,  $r_1$  – внешний радиус цилиндра,  $r_2$  – внутренний радиус цилиндра,  $m$  – масса цилиндра.

Найдём момент инерции, зная геометрические параметры тела и его массу. Для исследования был взят цилиндр с массой 1,8 кг, внешним радиусом 0,0575 м, внутренним радиусом 0,015 м.

Используя приведенную формулу (1), получаем момент инерции:

$$J \approx 0,0032 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 = 3,2 \text{ г} \cdot \text{м}^2$$

В ходе работы была сконструирована установка, позволяющая с помощью закрепленного датчика и контроллера, присоединенного к нему, получать данные для вычисления углового ускорения вращения цилиндра.

Для вычислений использована выведенная формула

$$J = \frac{2mgr}{\varepsilon_1 + \varepsilon_2},$$

где  $mg$  – сила тяжести,  $\varepsilon_1$  – угловое ускорение при движении груза, подвешенного на нить, вверх,  $\varepsilon_2$  – угловое ускорение при движении груза вниз.

### Описание эксперимента по расчету момента инерции полового толстостенного цилиндра

Для устройства установки на первом этапе были созданы чертежи и 3D-модель. На следующем этапе чертежи были переведены в формат DXF, позволяющий распечатку деталей на лазерном станке и 3D-принтере. Установка была собрана вручную.

Третий этап заключался в установке датчика и программировании контроллера Arduino Uno. Для работы использовался датчик, реагирующий на изменения яркости света. Датчик был подключен к контроллеру, программа для которого была написана на языке программирования C++.

Экспериментальным путем получен момент инерции, равный

$$J = \frac{2 \cdot 3,8 \cdot 0,0056}{3,7 + 7,5} = 0,0038 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 = 3,8 \text{ г} \cdot \text{м}^2$$

Полученный результат на  $0,6 \text{ г} \cdot \text{м}^2$  отличается от результата, полученного теоретически. Чтобы правильно оценить эту погрешность, по описанной выше методике был проведен эксперимент со снятым цилиндром, чтобы определить момент инерции установки. В результате опыта получен результат, равный  $0,3 \text{ г} \cdot \text{м}^2$ . Приняв во внимание этот результат, мы получаем относительную погрешность экспериментального результата, равную 9%.

Следует отметить, что в теоретическом расчете не учитывались погрешности измерений, связанные с силой трения, вибрацией установки, погрешностью датчика и т.д.

### Список использованной литературы и источников:

1. Гернет М.М. Курс теоретической механики, - М., Высшая школа, 1973. – 461 с.
2. Матвеев. А. Н. Механика и теория относительности. М.: Высшая школа, 1986. (3-е изд. М.: ОНИКС 21 век: Мир и Образование, 2003. — 432с.)
3. Трофимова Т. И. Курс физики. — 7-е изд. — М.: Высшая школа, 2001. — 542 с.

## Новая технология обучения школьников решению расчётных задач по химии

*Земерова Ксения,  
ГБУДО «СПб ЦД (Ю) ТТ» Санкт-Петербург*

### Научный руководитель:

*Давыдов Виктор Николаевич, д.п.н., педагог дополнительного образования ГБУДО «СПб ЦД (Ю) ТТ»,  
Пошехонов Игорь Сергеевич, аспирант, Санкт-Петербург*

Проблема обучения учащихся решению расчётных задач по химии приобрела особенную актуальность в последние десятилетия, когда было сокращено время, отводимое на изучение предмета в школе. Без дополнительных занятий, как правило, не удаётся сформировать у учащихся умения решать предусмотренные программой типы расчётных задач. Выход из создавшегося положения – создание более эффективной технологии обучения.

В основе нашей технологии лежит классификация задач, основанная на важнейших количественных отношениях первой и третьей концептуальных систем химии. В первой концептуальной системе химии (учение о составе) это расчётные отношения, связывающие количество вещества с их массами, объёмами, числом частиц (см. рис. 1). Каждое из этих отношений может рассматриваться в качестве алгебраического уравнения. Решить такое уравнение можно лишь тогда, когда оно содержит две известных и одну неизвестную величину. Соответственно, каждое отношение может породить базовые расчётные задачи трёх типов, как это показано на рисунке 1. Например, отношение  $n(B) = m(B) / M(B)$  порождает задачи 1,2,3. Каждая из этих задач может быть решена путём подстановки данных из условий задачи в приведённое отношение. Однако совокупность приведенных на рис. 1 базовых задач не исчерпывает всего их многообразия, которое может встретиться на практике. Образование более сложных задач происходит путем дифференциации базовых через выражение величин из их условий через использование дополнительных расчетных отношений. Рассмотрим такую дифференциацию на примере использования расчётного отношения «Массовая доля».

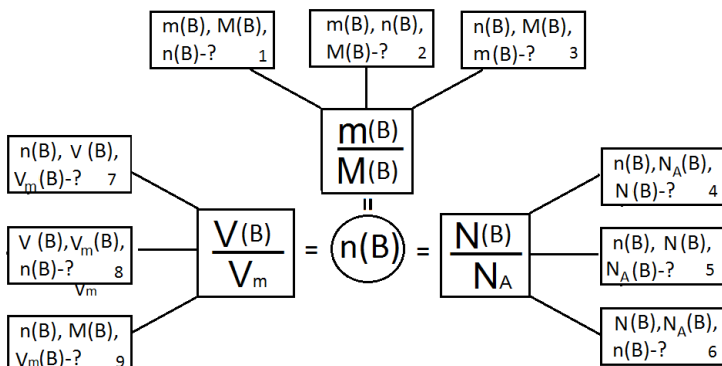


Рис. 1. Дерево базовых задач учения о составе

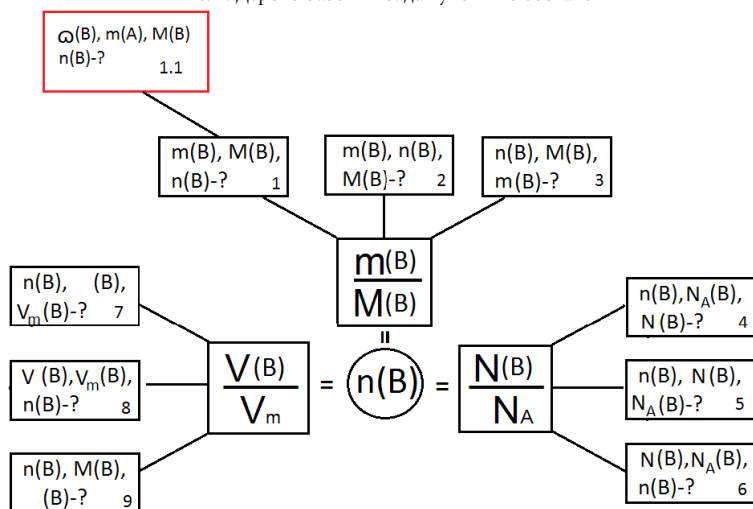


Рис.2. Развитие дерева задач о составе

Например, в условиях базовой задачи 1 масса вещества (В) может быть выражена через массу содержащего его раствора и массовую долю этого вещества (В) в растворе. При этом возникает задача 1.1 (см. рис. 2). Не трудно видеть, что она может быть решена преобразованием ее условий к виду условий задачи 1 и последующей прямой подстановкой данных условий в базовое отношение. Последовательно выполняя действия по опосредованному выражению данных условий задач, можно построить генеалогическое дерево, охватывающее целую задачу область. Знакомство со способами построения генеалогических деревьев расчетных задач позволяет составить обобщенное представление о их логико-математической структуре и способе решения. При этом отпадает необходимость в решении большого количества тренировочных задач.

## Изучение свойств магнитного пластилина

Калинина Юлия,  
ГБОУ СОШ № 296, Санкт-Петербург

### Научный руководитель:

Мудла Марина Михайловна, учитель физики ГБОУ СОШ № 296,  
Санкт-Петербург

### Вступление

Мы привыкли к магниту и относимся к нему чуточку снисходительно как к устаревшему атрибуту школьных уроков физики, порой даже не подозревая, сколько магнитов вокруг нас. В наших квартирах десятки магнитов: в электробритвах, динамиках, магнитофонах, в часах, в банках с гвоздями, наконец. Сами мы – тоже магниты: биотоки, текущие в нас, рождают вокруг нас причудливый узор магнитных силовых линий. Естественные магниты встречаются в природе в виде залежей магнитных руд. Искусственные магниты – это магниты, созданные человеком на основе различных ферромагнетиков. Встречаются и так называемые «порошковые» магниты (из железа, кобальта и некоторых других добавок). Но не так давно в Интернете мы встретили описание опытов с «магнитным пластилином».

**Цель работы:** изучить свойства магнитного пластилина и сравнить их со свойствами постоянных магнитов.

#### Задачи:

- 1) Найти в литературе и материалах Интернет информацию о магнитном пластилине.
- 2) Провести эксперименты по изучению свойств магнитного пластилина. Выяснить, можно ли из магнитного пластилина сделать полосовой магнит и какими магнитными свойствами он будет обладать.
- 3) Сравнить свойства магнитного пластилина и постоянных магнитов.

### 1. Описание магнитного пластилина

Магнитный пластилин сделан на базе силикона — не на базе глины или другого подобного материала, как другие массы для моделирования. Поэтому он никогда не высохнет и не начнет крошиться. Несмотря на это, рекомендуем хранить его в жестянке – защитите его таким образом от загрязнения, пыли и волос. [5]

### 2. Эксперименты с магнитным пластилином

#### Эксперимент 1.

Оборудование: постоянные магниты и магнитный пластилин.

Описание эксперимента. Мы взяли обычный магнит и магнитный пластилин. Мы сделали из магнитного пластилина шар и поднесли к магниту. Но шар не притянулся к магниту. Затем мы выбрали самые сильные магниты прямоугольный и кольцевой, но шар из магнитного пластилина не двинулся. Из магнитного пластилина мы вытянули «хвостик» и поднесли к этому «хвостик» магнит. Было заметно, как магнитный пластилин тянулся к магниту и отталкивался в зависимости от полюсов магнита.

Вывод: магнитный пластилин проявляет очень слабые магнитные свойства. Пластилин проявляет магнитные свойства только при его предварительном намагничивании.

#### **Эксперимент 2.**

Оборудование: магнитный пластилин, кольцевые магниты.

Описание эксперимента. Из магнитного пластилина мы сделали колечко и поднесли к нему магнит. Спустя время, приобретая магнитные свойства, пластилин начал тянуться к магниту. В результате кольцо вытянулось.

Вывод: часть кольца из магнитного пластилина намагничивается и взаимодействует с магнитом.

#### **Эксперимент 3.**

Оборудование: магнит в виде кольца, магнитный пластилин.

Описание эксперимента. Мы взяли кольцевой магнит и положили на него магнитный пластилин. Спустя некоторое время пластилин облепил магнит со всех сторон, и была заметна магнитная крошка, которую содержит пластилин.

Вывод: в состав магнитного пластилина входит металлическая крошка, которая намагничивается в магнитном поле постоянного магнита.

#### **Эксперимент 4.**

Оборудование: компас, полосовой магнит, магнитный пластилин.

Описание эксперимента: С помощью компаса мы установили направление магнитного поля Земли в кабинете. Сначала мы поднесли к компасу полосовой магнит, проверив его магнитные свойства и взаимодействие с компасом. Северный полюс стрелки притянулся к южному полюсу магнита, южный полюс стрелки – к северному полюсу магнита. Затем мы взяли магнитный пластилин и поднесли его к компасу. Магнитный пластилин при взаимодействии с компасом практически не действовал на него, т.е. не проявлял магнитных свойств.

Вывод: пластилин проявляет магнитные свойства только при его предварительном намагничивании. В ненамагниченном состоянии его магнитное поле не отличается от магнитного поля Земли.

#### **Эксперимент 5.**

Оборудование: магнитный пластилин, металлическая стружка, полосовой магнит.

Описание эксперимента. Сначала мы взяли магнит и положили на него поднос с металлической стружкой. Было заметно, как магнит проявлял свои магнитные свойства и металлические стружки выстроились в соответствии с магнитными линиями полосового магнита. Далее мы поднесли магнитный пластилин такой же формы вместо магнита и заметили, что он проявляет очень слабые магнитные свойства.

Вывод: магнитный пластилин проявляет очень слабые магнитные свойства. Его магнитное поле неоднородно и не сходно с магнитным полем полосового магнита.

#### **Эксперимент 6.**

Оборудование: магнитный пластилин, полосовой магнит, ЦЛ «Архимед», датчик магнитного поля.

Описание эксперимента. С помощью ЦЛ «Архимед» и датчика магнитного поля мы провели измерение индукции магнитного поля. Сначала мы измерили индукцию магнитного поля Земли в кабинете. Ее значение равно 0,2 мТл. Затем мы перевели датчик в режим измерения магнитного поля без учета магнитного поля Земли и измеряли индукцию магнитного поля пластилина.

Вывод: магнитный пластилин проявляет очень слабые магнитные свойства, связанные с неравномерным распределением намагниченности, полученной в результате предыдущих экспериментов. Его магнитное поле неоднородно и не сходно с магнитным полем полосового магнита. Затем мы положили магнитный пластилин на полосовой магнит и провели измерения через несколько дней.

Вывод: с течением времени происходит намагничивание пластилина. Сильнее всего намагничиваются области наиболее близкие к магниту. Т.к. пластилин не имеет определенной структуры, намагничивание происходит неравномерно.

## Заключение

В ходе выполнения работы я выяснила:

1) Исследование постоянных магнитов связано с их взаимодействием, поэтому первое, что было проведено, – это исследования с магнитными стрелками и металлическими стружками. Магнит притягивает другие магниты и предметы из магнитных материалов, не находясь в соприкосновении с ними. Такое действие на расстоянии объясняется существованием в пространстве вокруг магнита магнитного поля.

2) Магнитный пластилин проявляет магнитные свойства только после предварительного намагничивания. Области намагничивания в нем располагаются неравномерно.

3) Образование магнитных областей связано с намагничиванием металлической крошки, входящей в состав магнитного пластилина.

4) Сделать из магнитного пластилина полосовой магнит не удастся.

## Список использованной литературы и источников:

1. Перышкин, А. В. Физика. 8 кл. : учеб. для общеобразоват. учреждений / А. В. Перышкин. – 13-е изд., стереотип. – М. :Дрофа, 2010.
2. Учи уроки [http://uchiuroki.ru/teenager/mytask/postoyannie\\_magniti\\_magnitnoe\\_pole\\_postoyannih\\_magnitov\\_magnitnoe\\_pole\\_zemli/](http://uchiuroki.ru/teenager/mytask/postoyannie_magniti_magnitnoe_pole_postoyannih_magnitov_magnitnoe_pole_zemli/)
3. Википедия <https://ru.wikipedia.org/wiki/Магнит>
4. Класс!ная физика для любознательных [http://class-fizika.narod.ru/8\\_m4.htm](http://class-fizika.narod.ru/8_m4.htm)
5. Интернет магазин <https://zymba.ru/dlya-detey/magnitnyy-umnyy-plastilin.html>

## Автоматическое управление беспилотными транспортными средствами – судном на воздушной подушке

Лукашов Всеволод,  
ГБОУ «ЦДОД «Малая академия наук города Севастополя»,  
г. Севастополь

### Научный руководитель:

Канов Лев Николаевич, педагог дополнительного образования  
ГБОУ «ЦДОД «Малая академия наук города Севастополя», к.т.н.,  
доцент. СевГУ, г. Севастополь

Проблема автоматического управления БТС, способными автономно функционировать во взаимодействии с реальной дорожной средой, имеет несколько направлений. Одно из них связано с необходимостью организации самостоятельного движения по заданной траектории, ориентируясь на реперные точки (маячки) и сигналы локальных или глобальных навигационных систем.

Целью проекта является построение математических моделей транспортных средств различного вида и развитие методов автоматического управления их движением. Управление должно давать возможность перемещения по заданной траектории в условиях меняющейся обстановки и противодействия окружающей среды.

В данной работе представлено разработанное упрощенное математическое описание движения беспилотных транспортных средств в виде системы четырех уравнений в различных условиях движения.

В первой главе успешно была задана траектория двумя способами: задание уравнения траектории полиномиальной функцией

$$y = f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4$$

и задание траектории неявной функцией второго порядка

$$\varphi(x, y) = a_0 + a_1x + a_2y + a_3x^2 + a_4y^2 + a_5xy = 0.$$

Во второй главе обоснован выбор средств описания заданной траектории движения на плоскости в земной системе координат. Показано, что применение метода наименьших квадратов позволяет с достаточной точностью определять коэффициенты аппроксимации траектории, заданной опорными точками, а также был предложен метод объезда препятствий, используя так называемые репеллеры. Такой подход позволяет реализовать движение в средах с препятствиями без картографирования, в трехмерном пространстве, а также в среде с препятствиями, имеющими различные формы.

В третьей главе предложен способ управления, позволяющий удерживать движущееся транспортное средство на заданном пути. Траекторию на поверхности моря выберем в виде двух функций времени положения судна в ортогональных земных координатах



$\varphi_x(t)$   $\varphi_y(t)$ . Эти функции зададим следующим образом. На плоскости  $x, y$  построим график желаемой траектории и поставим на нем метки времени, за которое судно должно проходить желаемую траекторию:  $t_0, t_1, t_2, \dots, t_f$ , рис.3.1,а.

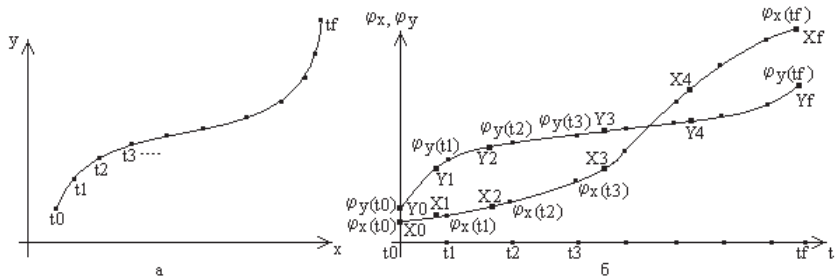
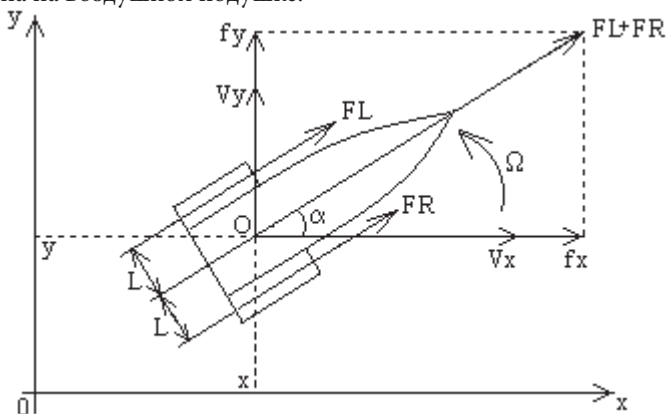


Рис.3.1 – Построение требуемой траектории движения

Координаты этих точек обозначим  $x_0, y_0; x_1, y_1; x_2, y_2; \dots, x_f, y_f$ . На чертеже графика по времени  $\varphi_x(t)$   $\varphi_y(t)$  (рис.3.1б) отметим заданные моменты времени и соответствующие значения координат. Две полученные таким образом кривые отражают не только расположение траектории, но и желаемую скорость ее прохождения.

Предложена реальная модель судна, рассчитаны управляющие силы двух вентиляторов, которые служат единственным источником движения для судна на воздушной подушке.



Численные эксперименты показали, что предложенные способы обеспечивают приемлемое качество движения по заданной траектории.

Далее описан метод имитации реальной акватории, по которой движется транспортное средство. Показано, что при движении по акватории возникают дополнительные силы то ускоряющие, то замедляющие движение. Предложенный метод управления позволяет свести к минимуму влияние этих сил.

**Список использованной литературы и источников:**

1. Дорф Р. Современные системы управления / Р.Дорф, Р.Бишоп. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 832 с.
2. Колесников А.А. Синергетические методы управления сложными системами. – М.: КомКнига, 2006. – 240 с.
3. Крутько П.Д. Задачи гашения энергии и алгоритмы управления движением динамических систем. Нелинейные модели //Изв. РАН. ТиСУ. – 1999. – № 6. – С.5–24.
4. Управление морскими подвижными объектами / Д.М.Лернер и др. – Л.: Судостроение. – 1979. – 272 с.
5. Химмельблау Д Прикладное нелинейное программирование / Д.Химмельблау. – М.: Мир, 1975. – 534 с.
6. Белоглазов Д.А. Интеллектуальное планирование траекторий подвижных объектов в средах с препятствиями / Д.А.Белоглазов, В.Ф. Гузик, Е.Ю.Косенко, В.А. Крухмалев [и др.]. – М.: Физматлит, 2014. – 300 с.
7. Андреев С.Д. Конструирование законов управления для транспортного средства на воздушной подушке / С.Д.Андреев, Л.А.Краснодубец – Современные технологии проектирования управляющих и мехатронных систем – 2013. Материалы международной научно – технической конференции. – Севастополь, 16–19 апреля 2013 г. – Из-во СевНТУ. – 2013. – С.55-60.
8. Понтрягин Л.С. Математический анализ для школьников / Л.С. Понтрягин. – М.: Наука, 1980. – 88 с.

**Исследование процесса формирования структур на поверхности кварцевого стекла с использованием лазерных технологий**

*Ноздрин Дмитрий,  
ГБОУ Гимназия № 73 «Ломоносовская гимназия»,  
Санкт-Петербург*

**Научный руководитель:**

*Екатерина Юрьевна Тигунцева, Университет ИТМО, магистрант  
кафедры ЛТИЛТ, Санкт-Петербург*

Обработка поверхности стекол плазменным факелом, когда обрабатываемый материал вплотную соприкасается с облучаемым материалом, лежит в основе множества технологий. Некоторые из них получили наибольшее распространение. Такие способы комбинированной обработки стекла, где используется лазерное излучение и химическое травление, позволяют создавать различные микроструктуры на поверхности и в объеме стекла (методы LIBWE, LIBDE, LIPAA, FLWE).

На кафедре лазерных технологий и лазерной техники (Университет ИТМО) был предложен способ обработки тыльной поверхности стекла,

известный под названием LIBBH (laser-induced black-body heating). Формирование микроструктур на поверхности происходит путем сканирования лазерным пучком по нижней поверхности стекла. Существенным недостатком данного метода обработки стекла является невозможность создания 3D структур с глубоким рельефом.

**Цель работы** – исследование особенностей формирования микро рельефа поверхности кварцевого стекла при лазерной обработки материала.

Были поставлены **следующие задачи**:

- Изучить теоретический материал по теме лазеры
- Изучить принцип работы лазера
- Определить влияние выбранного материала (металла) на качество формируемой структуры
- Определить влияние изменения характеристик излучения на качество записанной структуры
- Изучить формирование лазерной обработкой микро рельефа стекла методом LIBBH (laser inducted black-body heating)
- Создать структуры в стекле при помощи лазера

В качестве материала в данной работе использовалось кварцевое стекло. На первом этапе работы обрабатывалась нижняя поверхность кварцевого стекла, соприкасающаяся с твердым поглощающим материалом. В качестве поглощающего материала использовалась пластина меди, расположенная в непосредственном контакте с пластиной стекла. Каждый этап работы сопровождался фиксированием изменений рельефа на поверхности образца с помощью электронного микроскопа. В работе нам удалось изучить процесс формирования микро рельефа на поверхности стекла методом LIBBH.

Дальнейшим развитием данной работы является создание образцов-двойника и его химическое травление в ультразвуковой ванне в 10% растворе фторной кислоты (HF). По показаниям профилометра мы установим результат травления и его целесообразность.

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

1. М. М. Сергеев, Г. К. Костюк, Р. А. Заколдаев, Е. Б. Яковлев. Лазерная пассивация пористого стекла для защиты от химической деградации и старения // Физикохимия поверхности и защита материалов, 2015, том 51, № 3, с. 314
2. Костюк Г.К., Буркат Т.М., Яковлев Е.Б. // Физика и химия стекла. 1991. Т. 17. № 5. С.781.
3. G.K. Kostyuk, M.M. Sergeev, R.A. Zakoldaev, E.B. Yakovlev. Fast microstructuring of silica glasses surface by NIR laser radiation // Optics and Lasers in Engineering 68 (2015) 16–24
4. Roman Zakoldaev, Maksim Sergeev, Galina Kostyuk and Vadim Veiko. Laser-induced Black-body Heating (LIBBH) as a Method for Glass Surface Modification // JLMN-Journal of Laser Micro/Nanoengineering Vol. 10, No. 1, 2015

## Гидравлический разрыв пласта

*Олимпиаева Дарья,  
ГБОУ «Академическая гимназия № 56», Санкт-Петербург*

**Научный руководитель:** *Коблянский Лев Сергеевич, учитель физики  
ГБОУ «Академическая гимназия № 56», Санкт-Петербург*

**Цель:** изучить гидроразрыв пласта и провести анализ недавно проведенного ГРП (гидравлический разрыв пласта).

**Задачи:**

- Изучить историю появления и развития ГРП, найти причины появления ГРП
- Изучить принцип действия ГРП
- Изучить перспективы
- Провести анализ ГРП на основе реальных данных, практическая работа.

Выбранная тема очень актуальна, так как большая часть энергии и сырья в современном обществе, в особенности в России, получают из нефтепродуктов. Нефть является невозвращаемым продуктом, и скважины имеют свойство истощаться и/или иметь плохую пропускную способность. Благодаря ГРП возможно увеличить производительность скважины, что приведет в меньшим денежным затратам при получении больших объемов нефтепродукта.

### История ГРП, причины возникновения

Гидроразрыв пласта (гидравлический разрыв пласта) — формирование трещин в массивах газо-, нефте-, водонасыщенных и других горных породах под действием подаваемой в них под давлением жидкости. Операция проводится в скважине для повышения производительности за счет разветвленной системы движения потоков нефти, полученной в результате образования протяженных трещин.

Первые попытки интенсификации добычи нефти из нефтяных скважин были предприняты еще в 1890-х годах. В процессе первых кислотных обработок было выяснено, что под действием давления возможен разрыв пласта. Так зародилась идея гидравлического разрыва пласта, первая зафиксированная попытка которого была предпринята в 1947 году. Попытка оказалась неуспешной, но она вдохновила на дальнейшие изыскания в этой области.

Первый коммерчески успешный гидроразрыв пласта был осуществлен в 1949 году в США, после чего их количество стало резко возрастать. К середине 50-х годов количество проводимых ГРП достигло 3000 в год. В 1988 году общее количество проведенных ГРП перевалило за 1 млн. операций. И это только в США. В отечественной практике метод ГРП начали применять с 1952 года.

### Принцип действия ГРП

Сущность метода ГРП заключается в нагнетании в призабойную зону жидкости под высоким давлением, в результате чего происходит разрыв горной породы и образование новых или расширение существующих трещин. Для сохранения трещин в открытом состоянии при снижении

давления в них вместе с жидкостью закачивают закрепляющий агент – проппант. Жидкость, передающая давление на породу пласта, называется жидкостью разрыва. Трещина разрыва, образующаяся в результате ГРП, может быть горизонтальной или вертикальной. Разрыв горной породы происходит в направлении, перпендикулярном наименьшему напряжению.

### **Перспективы ГРП**

Технология ГРП высоко востребована, поскольку эффект от ее применения сопоставим с эффектом от бурения новой скважины, а иногда даже превышает его. При этом с точки зрения экономики проводить ГРП в два и более раза дешевле, чем бурить новую скважину. На сегодняшний день технология ГРП достаточно развита, и заказчика интересует уже не проведение гидроразрыва как такового, а проведение его применительно к конкретным условиям: геологическим, пластовым и т.п.

Одним из перспективных направлений считается добыча нефти из низкопроницаемых медным-доманиковых отложений. Так же при истощаемости многих скважин ГРП позволяет пользоваться ей намного дольше.

### **Подведение итогов:**

Проанализировав все достоинства и недостатки ГРП, можно с уверенностью заявить, что технология гидравлического разрыва пласта будет востребована еще долгое время и требует изучения, дальнейшего совершенствования.

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

1. [http://www.cttimes.org/kscms/uploads/editor/files/pdf-files/issue\\_57\\_32-40.pdf](http://www.cttimes.org/kscms/uploads/editor/files/pdf-files/issue_57_32-40.pdf)
2. <http://www.cttimes.org/technology/nashi-publikatsii-otekhnologiyah/perspektivy-razvitiya-grp/>
3. <http://vseonefti.ru/upstream/frac.html>
4. <https://ru.wikipedia.org/wiki/ГРП>
5. <https://www.youtube.com/watch?v=ZkxsVTbLJs4>
6. <https://www.youtube.com/watch?v=w-bVQj7Bedk>
7. <https://www.youtube.com/watch?v=bOYAS9g7ZsY>

## Цилиндрические линзы

*Пограницкая Ольга,  
ГБОУ СОШ № 296, Санкт-Петербург*

### **Научный руководитель:**

*Мудла Марина Михайловна, учитель физики ГБОУ СОШ № 296,  
Санкт-Петербург*

### **Вступление**

В 8 классе мы изучали свойства тонких линз. Такие линзы применяются во многих бытовых приборах. Это и очки, и бинокль, и просто лупа, служащая для рассматривания маленьких предметов. Обыкновенные линзы, увеличивая, не дают искажений – они увеличивают равномерно по всем направлениям. Но существуют линзы, которые увеличивают, например, только по горизонтальному направлению. По вертикальному же направлению они увеличения не дают. Это – цилиндрические линзы.

**Цель работы:** изучить свойства цилиндрических линз и сравнить их со свойствами тонких линз.

### **1. Устройство цилиндрической линзы**

Если взять обыкновенный стакан и налить в него воду получится цилиндрическая линза. Такая линза образована пересечением не сфер, а цилиндрических поверхностей.

#### **Эксперимент 1.**

Оборудование: тонкая линза  $F = 5$  см, стеклянная банка 250 мл, цилиндрический сосуд 500 мл, банка 3 л, лист бумаги, на котором нарисована стрелка.

Описание эксперимента. Расположить вертикально лист белой бумаги, на котором изображена стрелка. Если рассматривать стрелку через пустой сосуд, то положение стрелки будет строго определенным. Если в сосуд налить воду, то положение стрелки изменится на противоположное. Если рассматривать стрелку через тонкую линзу, то положение стрелки тоже изменится на противоположное. При наблюдении через цилиндрические линзы соотношение между длиной и шириной стрелки изменяется – стрелка вытягивается, что не происходит при наблюдении через тонкую линзу.

#### **Эксперимент 2.**

Оборудование: лист бумаги, на котором нарисованы вертикальная и горизонтальная линии.

Описание эксперимента. Расположить вертикально лист белой бумаги, на котором нарисованы вертикальная и горизонтальная линии одинаковой толщины, расположенные перпендикулярно. Если рассматривать линии через тонкую линзу, то изображение получится перевернутым и соотношение между длиной и шириной линий останется тем же. Если рассматривать линии через цилиндрические линзы, то изображение получается прямым, но при этом растягивается в горизонтальном направлении. Горизонтальная линия по толщине не изменилась, но стала длиннее вертикальной. А вертикальная линия не изменилась по длине, но зато стала толще.

**Эксперимент 3.**

Оборудование: лист бумаги, на котором нарисована сетка [9].

Описание эксперимента. Расположить вертикально лист белой бумаги, на котором нарисована сетка. Если рассматривать сетку через тонкую линзу, то изображение получится перевернутым и соотношение между длиной и шириной линий останется тем же. Если рассматривать линии через цилиндрические линзы, то изображение получается прямым, но при этом растягивается в горизонтальном направлении и расстояние между вертикальными линиями увеличивается.

Вывод: Цилиндрические линзы обладают свойствами собирающих линз, но дают искаженные изображения.

**2. Получение изображения светящейся точки**

Если на собирающую линзу направить узкий пучок параллельных лучей, то на экране лучи соберутся в точку. Выясним, каким будет изображение, полученное при помощи цилиндрической линзы.

**Эксперимент 5.**

Оборудование: источник света, экран.

Описание эксперимента. При помощи источника света получим узкий световой пучок. После прохождения через цилиндрические линзы, пучок не собирается в точку, на экране получается тонкая вертикальная линия.

Объяснение эксперимента. Цилиндрическая линза сжимает параллельный пучок лучей не в точку (как обычная сферическая), а в прямую линию. С точки зрения физики это означает, что в направлении, перпендикулярном оси, такая линза обладает вполне определённым фокусным расстоянием, а в направлении параллельно оси – ведёт себя как плоско-параллельная пластина (с фокусным расстоянием, равным бесконечности) [6].

**3. Каустика**

Подбирая информацию о цилиндрических линзах, я нашла описание эксперимента по изучению каустики [4]. Лучи света переходя из воздуха в стекло преломляются. Некоторые лучи отклонившись от своей траектории рассеиваются, а некоторые группируются на небольших площадях. При таком эффекте появляются яркие узоры на поверхности, где лучи преломляются, они и называются каустикой [10], [8].

**Эксперимент 6.**

Оборудование: источник света, лист белой бумаги.

Описание эксперимента. При помощи источника света получим узкий световой пучок. Наблюдение проводится на горизонтальном белом листе. После прохождения через собирающую тонкую линзу, лучи собираются в точке. После прохождения через цилиндрические линзы, лучи образуют светлую область – каустику. [4].

Объяснение эксперимента. Каустика образуется в результате того, что самые удаленные от главной оптической оси лучи, пересекают ее в точке F1, а приосевые лучи – в точке F2.

#### 4. Применение цилиндрических линз

К дефектам зрения относится не только близорукость или дальнозоркость, но и астигматизм, который проявляется как раз в том, что хрусталик глаза по-разному фокусирует «по горизонтали» и «по вертикали». И коррекция астигматизма очками делается как раз цилиндрическими линзами.

Второе применение – широкоэкранный киносъёмка. Наряду с широкоформатной, требовавшей специальной плёнки, существовала и широкоэкранный съёмка, где плёнка была стандартной, но на объектив кинокамеры надевалась специальная насадка, которая сжимала изображение по горизонтали. Такая насадка представляла собой цилиндрическую линзу. Изображение на плёнке оказывалось сжатым по горизонтали. Демонстрация широкоформатных фильмов велась через проекторы с такой же насадкой, тем самым на экране восстанавливались исходные пропорции

#### Заключение

В ходе выполнения работы я выяснила:

- Свойства цилиндрических линз отличаются от свойств тонких линз.
- С помощью цилиндрических линз можно получать удивительные оптические эффекты.
- Цилиндрические линзы также используются на практике.

#### Список использованной литературы и источников:

1. Степанова Г.Н. Физика. 11 класс. I полугодие: Учебник для общеобразовательных учреждений. – СПб.: ООО «СТП Школа», 2006. – 160 с., ил.
2. В. Шабловский. Занимательная физика. – Санкт-петербург, «Тригон», 1997 – 414 с.
3. Уокер Дж. Физический фейерверк: - 2-е изд. Пер. с англ./Под ред. И.Ш. Слободецкого. – М.: Мир, 1988. – 298 с., ил.
4. Каустика цилиндрической линзы [http://www.distedu.ru/mirror/\\_fiz/archive.1september.ru/fiz/1999/no16\\_2.htm](http://www.distedu.ru/mirror/_fiz/archive.1september.ru/fiz/1999/no16_2.htm)
5. Веселый физический опыт дома <http://www.diagram.com.ua/tests/fizika/fizika048.shtml>
6. Все о зрении <http://zreni.ru/print:page,1,1768-opticheskaya-sistema-i-staticheskaya-refrakciya-glaza.html>
7. Физическая энциклопедия [http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_physics/3429/%D0%9A%D0%90%D0%A3%D0%A1%D0%A2%D0%98%D0%9A%D0%90](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/3429/%D0%9A%D0%90%D0%A3%D0%A1%D0%A2%D0%98%D0%9A%D0%90)
8. Сообщество студентов Кировской ГИА [http://vmede.org/sait/?id=Medbiofizika\\_remizov\\_2012&menu=Medbiofizika\\_remizov\\_2012&page=34](http://vmede.org/sait/?id=Medbiofizika_remizov_2012&menu=Medbiofizika_remizov_2012&page=34)
9. Мир софта <http://softkumir.ru/it/articles/grafika/kaustika-v-realnom-vremeni.html>



## **Влияние магнитного поля на навигационные приборы, его воздействие на примере эффекта Холла**

*Румянцев-Александров Кирилл,  
ГБОУ Гимназия № 73 «Ломоносовская гимназия»,  
Санкт-Петербург*

### **Научные руководители:**

*Леонова Наталья Алексеевна, к.п.н., доцент Института физики, нанотехнологий и телекоммуникаций Политехнического университета имени Петра Великого,  
Ванина Светлана Евгеньевна, учитель физики  
ГБОУ № 73 «Ломоносовская гимназия».*

С 60-х годов прошлого века началась научно-техническая революция. Именно в то время были изобретены первые компьютеры, радиотелефоны, была разработана и запущена первая спутниковая связь. Параллельно с этими нововведениями увеличилось количество обычных на то время источников магнитного излучения: радиолокационные станции; радиорелейные станции; телевизионные вышки. Магнитные поля в природе чрезвычайно разнообразны как по своим масштабам, так и по вызываемым ими эффектам.

В современном мире нередко случается большое количество транспортных катастроф. Во многом причиной этого являются проблемы с навигацией, возникающие из-за воздействия источников сильного магнитного поля, находящихся поблизости.

Проблемы катастроф широко обсуждаются в Комитетах Всемирной Организации здравоохранения, на международных конгрессах, а также на ассамблеях, научных конференциях и т.д.

Именно поэтому, проблема воздействия магнитных полей на приборы навигации актуальна и на сегодняшний день.

**Цель:** изучение влияния магнитных полей на технологические устройства.

### **Задачи:**

1. Проанализировать литературу по данной теме.
2. Рассмотреть свойства магнитного поля.
3. Изучить характеристику технологических устройств (GPS навигатора).
4. Рассмотреть эффект Холла.
5. Изучить воздействие магнитного поля на технологические устройства (GPS навигатор).
6. Сделать выводы на основе эксперимента.

### **Методы:**

- Теоретический анализ информационных источников
- Экспериментальное исследование
- Анализ полученных данных

**Исследование:**

Для того, чтобы лично убедиться в существовании эффекта Холла, мы провели эксперимент на базе Санкт-Петербургского Политехнического университета имени Петра Великого. Сначала нужно было исследовать эффект Холла в лабораторных условиях, чтобы разобраться в чем заключается его суть.

Главным нашим экспериментом являлась проверка работоспособности GPS навигатора во внешнем магнитном поле. Сначала мы выдвинули гипотезу: «При внесении навигатора в сильное внешнее магнитное поле его работоспособность нарушится». Для этого мы вносили навигатор, установленный на телефоне, в магнитные поля нескольких постоянных магнитов: неодимового, ферритового, танкового и демонстрационного.

**Вывод:**

Мы экспериментально проверили Эффект Холла на примере работоспособности навигатора во внешнем магнитном поле. Попав в магнитное поле, навигатор нарушил свою работу, то есть наша гипотеза подтвердилась. Это объясняется тем, что при проходе заряженных частиц в проводнике, который находится в магнитном поле, разность потенциалов образуется не только по направлению движения, но и по сторонам данного проводника, что и нарушает работу устройства.

**Список использованной литературы и источников:**

1. Савельев И. В. Курс общей физики: Учеб. пособие. В 3-х т. Т. 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. — 3-е изд., испр. — М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. — 496 с
2. Физика. 11 класс: учеб. для общеобразоват. организаций с прил. на электрон. носителе: базовый и профил. уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, В. М. Чаругин; под ред. Н. А. Парфентьевой. — 23-е изд. — М.: Просвещение, 2014. — 399 с.
3. allRefs.net - Рефераты, курсовые, дипломные, конспекты, лекции... [Электронный ресурс] – Электронные текстовые данные. – Режим доступа: <http://allrefs.net/c31/3q4w8/p10/> 10.01.2017 13:00
4. Reshit.ru - Решение задач по математике, физике, химии, геометрии [Электронный ресурс] – Электронные текстовые данные. – Режим доступа: <http://reshit.ru/magnitnoe-pole-i-ego-svoystva/> 09.01.2017
5. Клуб 155 - собрание разнообразных материалов по программированию и схемотехнике [Электронный ресурс] – Электронные текстовые данные. – Режим доступа: <http://www.club155.ru/semiconductors-walk/> 22.02.2017 18:00
6. «StudFiles» — файловый архив для студентов [Электронный ресурс] – Электронные текстовые данные. – Режим доступа: <http://www.studfiles.ru/preview/1979261/> 07.02.2017 16:00
7. Учебно-методический центр КЭФ СПбПУ [Электронный ресурс] – Электронные текстовые данные. – Режим доступа: [http://lms.physics.spbstu.ru/pluginfile.php/2587/mod\\_resource/content/1/Lab\\_2\\_03\\_Tech.pdf](http://lms.physics.spbstu.ru/pluginfile.php/2587/mod_resource/content/1/Lab_2_03_Tech.pdf) 26.02.2017 10:00

## Нанотехнологии в военном деле

*Русинов Захар,  
НВМУ, Санкт-Петербург*

### **Научные руководители:**

*Одерова Светлана Александровна, преподаватель биологии НВМУ,  
Тимофеева Людмила Геннадьевна, педагог дополнительного образования, НВМУ, Санкт-Петербург*

В настоящее время большинство экспертов сходятся во мнении, что нанотехнологии определяют облик всего XXI века. Прогнозируемая сегодня революция в военном деле во многом связана с достижениями в области нанотехнологий. Развитие данной отрасли затронет все стороны вооруженных сил – от стрелкового оружия и экипировки до сложных военных систем и космических аппаратов.

Наши исследования в области нанонауки выразились в просветительском проекте, который способствует повышению интереса к ее изучению с учетом военной составляющей работы нашего учебного заведения.

**Цель просветительского проекта:** разработать занятие для расширения представления о направлениях, которые ведутся в области нанотехнологий.

### **Задачи:**

1. Структурировать занятие: с включением в него:

- плана-конспекта занятия со справочным материалом для педагогов – «роль нанотехнологий в современных вооруженных силах»;
- разработку практической работы «Исследование процесса пиролиза аэрозолей на стекло, как метода получения серебряных наночастиц, а также изучение свойств нанопленок серебра»;
- разработку практической работы «Важная роль наноструктуры поверхности на примере копоти»;
- презентацию «Нанотехнология в военном деле».

2. Ознакомить однокурсников с этим занятием и получить обратную связь в виде диагностических стартовой анкеты и итоговой анкеты.

В справочный материал для педагогов вошли следующие подтемы: исторические сведения о появлении нанотехнологий, классификация наноматериалов, важное практическое значение нанотехнологий, роль нанотехнологий в современных вооруженных силах.

Презентации по теме: «Роль нанотехнологий в военном деле» состоит из 21 слайда и рассчитана на 15 минут. Практические работы рассчитаны на 25 минут и представлены для работы в виде карточек.

**Карточка 1.** Карточка практической работы по получению наночастиц серебра методом пиролиза включает: ознакомление с техникой безопасности, информацию о получении наноразмерных частиц, основанных на восстановлении ионов металлов в растворах, сведения о реактивах и материалах, необходимых для работы и описание хода работы.

Ход работы. Получение аммиачного комплекса оксида серебра: пробирку или колбу, предназначенную для исследований, тщательно моют

раствором соды. К водному раствору нитрата серебра  $\text{AgNO}_3$  по каплям добавляют 25%-ный водный раствор аммиака, пока выпавший вначале бурый осадок оксида серебра  $\text{Ag}_2\text{O}$ , не перейдет в раствор в виде комплексной соли – катиона диаминосеребра.

Получение напыления наночастиц серебра на стекло: аликвоту раствора аммиачного комплекса объемом 0,1 мл разводят в 100 мл воды, при температуре + 100°С. Раствор помещают в ультразвуковой излучатель, для получения «тумана», направив аппарат на стекло. Затем рассматривают оптические свойства стекла с напылением наночастиц серебра. На белом фоне стекло имеет коричневатый оттенок, на черном фоне серебряный отблеск, а если смотреть сквозь стекло видимость обычная.

**Карточка 2.** Исследование наноповерхности стекла, покрытого сажей от сгорания свечи. Данная работа возможна к выполнению не только при наличии сканирующего электронного микроскопа SEM, но и при наличии оптического микроскопа с увеличением 10 x 10 и с увеличением 16 x 40.

Ход работы. Покрыть стекло сажей, образующейся при сгорании свечи и рассмотреть эту поверхность под оптическими микроскопами при разном увеличении и при возможности на SEM микроскопе. Выявить какую структуру имеет эта наноповерхность.

Диагностическая стартовая анкета содержит следующие вопросы: 1. Что обозначает приставка нано? 2. Отличаются ли свойства наночастиц от свойств более крупных объектов из того же материала? 3. Знакомы ли Вы с классификацией нано объектов? 4. Большинство из нас регулярно пользуются теми или иными достижениями нанотехнологий. Назовите те, которые Вам известны. 5. Знаете ли Вы, как используются нанотехнологии в вооруженных силах? 6. Стоит ли вопрос о запрещении гонки перспективных нановооружений? 7. Известно ли Вам, какие наночастицы вошли в список приоритетных на данный момент?

Диагностическая итоговая анкета содержит следующие вопросы: 1. Кто является пионером направления нанотехнологий? 2. Сколько атомов кислорода можно расположить на отрезке в 1 нанометр? 3. Какие свойства наночастиц отличаются от свойств более крупных объектов из того же материала? 4. Какова простейшая классификация нанообъектов? 5. Что такое нульмерные объекты? 6. Назовите семь основных направлений в применении нанотехнологий. 7. Приведите примеры использования нанотехнологий в вооруженных силах.

На вопросы стартовой анкеты, первые три из которых направлены на знания исторических сведений, правильно ответили 60% нахимовцев, на 4 и 5 вопросы, направленные на знания классификации наноматериалов правильно ответили 10% нахимовцев, на 6 и 7 вопросы, направленные на знания применения нанотехнологий в военном деле, правильно ответили 50% нахимовцев. Следовательно, информация, собранная для проведения нашего занятия должна помочь однокурсникам в получении знаний в нанонауке.

На вопросы итоговой анкеты правильно ответили от 90 до 95% нахимовцев, присутствовавших на занятии. Наши предположения оказались правильными, а интерес к изучению нанонауки возрос и выразился в вопросах ребят, и то с какой заинтересованностью они отвечали на вопросы анкеты и выполняли практические работы.

**Список использованной литературы и источников:**

1. Нанотехнологии. Азбука для всех. Под ред. акад. Ю.Д.Третьякова.- М.: Физматлит, 2008;
2. Ратнер М., Ратнер Д. Нанотехнология. Простое объяснение очередной гениальной идеи. М.: Вильямс, 2007;
3. Сергеев Г.Б. Нанохимия. М.: Книжный дом Университет, 2006;
4. Дроздов А., Еремин В. | Нанохимия и нанотехнология. Лекция № 1 him.1september.ru;
5. В.Н. Половинкин, А.Б. Фомичев, Нанотехнологии в военном деле. – М: Физматлит, 2016.

**Разработка композиционного материала для гидротехнических сооружений**

*Смоляков Алексей,  
ДВФУ, г. Владивосток*

**Научный руководитель:**

*Федюк Роман Сергеевич, старший преподаватель ДВФУ,  
г. Владивосток*

Актуальность разработки заключается в том, что современное развитие гидротехнических сооружений повышенной ответственности зависит от долговечности и надежности композиционного материала.

**Целью проекта** является разработка композиционного материала для обеспечения безопасности гидротехнических сооружений и объектов военного назначения при воздействии на них воды, мороза, агрессивных сред, увлажнения-высушивания и прочих разрушающих факторов.

**Задачи**, поставленные в работе, реализуются с помощью системного подхода в триаде «состав – структура – свойства». Исследования проводятся с использованием общепринятых физико-механических и физико-химических методов оценки качества сырьевых и синтезированных материалов, а также готовых изделий.

Научный задел проекта основан на исследованиях Федюка Р.С. и Лесовика В.С. Разработана технологическая схема производства сырья. Установлен характер влияния композиционного вяжущего, полученного совместным помолом с гиперпластификатором в варио-планетарной мельнице, на процесс структурообразования. При этом оптимизация структуры цементного камня способствует снижению усадочных деформаций, пористости и газо- и водопроницаемости системы. Это позволяет создавать материалы с пределом прочности при сжатии свыше 100 МПа, с низкой проницаемостью в реальных условиях эксплуатации, и используя при этом до 60% промышленных отходов.

Эффективные композиты позволят обеспечить стабильную защиту от разрушений, качество и долговечность современных зданий и сооружений.

## **Исследование и анализ проблем поршневых алюминиевых сплавов двигателей внутреннего сгорания и практические методы увеличения их теплостойкости**

*Тарасов Егор,  
МБОУ ООШ № 69, г. Киров*

### **Научный руководитель:**

*Скрябин Максим Леонидович, к.т.н., доцент ФГБОУ ВО Вятская государственная сельскохозяйственная академия, г. Киров*

Анализ условий работы поршней современных двигателей показывает, что в процессе работы они воспринимают значительные динамические нагрузки. Поршни автотракторных двигателей должны обеспечивать безаварийную работу двигателя в течении более 6000 ч, значит за время службы поршня напряжения в нем меняются по знаку более 4108 раз. Особенностью условий работы поршней является высокая температура продуктов сгорания. Образующиеся газы, температура которых может достигать 2000°C, обуславливает разогрев днища поршня при определенных режимах работы до 350-400°C [1].

Улучшение надежности двигателей внутреннего сгорания и совершенствование их конструкции является одной из самых актуальных задач. Эта задача решается как за счет совершенствования рабочего процесса двигателя, так и оптимизацией основных узлов и деталей, в том числе использовании современных методов упрочнения деталей цилиндропоршневой группы.

Представленная работа связана с практической проблемой выбора упрочняющего материала, способа его нанесения и контроля качества на всех этапах. Выполнение этой задачи не только закрепит теоретические знания, но и поможет приобрести практические навыки в работе с металлическими материалами.

**Цель работы:** провести упрочнение днища поршня с помощью тонкодисперсных порошков с помощью микродугового оксидирования.

**Задачи работы:** исследовать микроструктуру поверхности образцов; исследовать теплостойкость полученных образцов; исследовать глубину дисперсии порошков в глубь поршня; исследовать твердость полученных образцов.

Одним из распространенных способов упрочнения поверхностей деталей является технология электроосаждения композиционных электрохимических покрытий. Его суть заключается в том, что вместе с металлом из гальванической ванны на упрочняемую поверхность детали осаждаются различные неметаллические частицы: карбиды, оксиды, сульфиды, бориды, порошки полимеров и т. п. Присутствие этих материалов в покрытии изменяют его свойства, в том числе увеличивают их износостойкость. Микродуговое оксидирование (МДО) – сравнительно новый вид поверхностной обработки и упрочнения металлических материалов, берущий

свое начало от традиционного анодирования, и соответственно относится к электрохимическим процессам. Микродуговое окислирование позволяет получать многофункциональные покрытия с уникальным комплексом свойств, в том числе износостойкие, коррозионностойкие, теплостойкие, электроизоляционные и декоративные покрытия [2].

Отличительной особенностью МДО является участие в процессе формирования покрытия поверхностных микроразрядов, оказывающих весьма существенное и специфическое воздействие на формирующееся покрытие, в результате которого состав и структура получаемых оксидных слоев существенно отличаются, а свойства значительно повышаются по сравнению с обычными анодными пленками [2].

Днище является наиболее термически нагруженной частью поршня. С увеличением диаметра поршня температура днища повышается, так как возрастает путь отвода теплоты к стенкам цилиндра, а также отношение поверхности днища, воспринимающей теплоту, к поверхности, через которую она отводится в стенки цилиндра.

Для поршней двигателя ЗМЗ-402 (для автомобиля УАЗ-469, эксплуатирующегося в условиях бездорожья) на базе ФГБОУ ВО Вятская ГСХА было проведено МДО с использованием раствора КОН в концентрации 5 г/л. Кроме того, в состав электролита был включен тонкодисперсный оксид титана  $TiO_2$ .

Толстые покрытия на алюминии, полученные в силикатно-щелочном электролите, состоят из трех слоев: 1 – тонкого переходного; 2 – основного рабочего, с максимальной твердостью и минимальной пористостью, состоящего в основном из корунда и 3 – наружного технологического, обогащенного алюмосиликатами. После соответствующей подготовки были получены микрошлифы образцов до и после МДО-упрочнения.

В основном металле произошло формирование особого микроструктурного покрытия и модифицированного поверхностного слоя, состоящего из  $\alpha-Al_2O_3$  и интерметаллидов титана. Именно в силу особенностей своего химического состава и структуры, данный МДО-слой характеризуется высокими механическими свойствами, теплостойкостью, износо- и коррозионной стойкостью.

Кроме того, был сделан продольный разрез поршня и исследована микроструктура разреза упрочненного слоя. Пористость МДО-упрочненного слоя минимальна. Видна четкая граница разделения основного металла, интерметаллидов титана и  $\alpha-Al_2O_3$ .

Теплостойкость поршней характеризуется способностью материала поршня сохранять твердость поверхности при определенной температуре. Твердость измерялась на твердомере в условиях лаборатории Вятской ГСХА с помощью лупы Бриннеля. Твердость днища поршня, упрочненного порошками, сохранялась на уровне 118 НВ, даже при нагреве до температур 300°C. Твердость базовых поршней снижалась до 90 НВ уже при температурах 180°C.

При исследовании микроструктур при увеличении в 500 раз наблюдается четкая граница упрочнения. Упрочненные образцы поршней поставлены на автомобиль и проходят эксплуатационные испытания.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что дисперсионное упрочнение является одним из самых простых и эффективных методов упрочнения поршней, работающих в режиме перегрузки. Особенно эффективно упрочнение поршня наблюдается при использовании оксида титана.

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

1. Микродуговое оксидирование (теория, технология, оборудование) / И.В. Суминов, А.В. Эпельфельд, В.Б. Людин и др. — М.: ЭКОМЕТ, 2005. — 368 с.
2. Малышев В.Н. Упрочнение поверхностей трения методом микродугового оксидирования: Автореф. дис...докт. техн. наук / В.Н. Малышев. — Москва, 1999. — 53 с.

## **Стереометрия в архитектуре города Казани «Веков связующая нить»**

*Хайруллина Эльвира,  
МБОУ СОШ №167, г. Казань, Республика Татарстан*

### **Научные руководители:**

*Николаев Эдуард Николаевич, учитель математики и информатик, МБОУ СОШ «167»,  
Фаюрина Илюза Гарафиевна, учитель математики, МБОУ  
«СОШ 167, г. Казань, Республика Татарстан*

Однажды на уроке геометрии в 10 классе произошел интересный случай: при изучении стереометрических тел – призма, пирамида, цилиндр, конус и шар, учитель перед нами построил причудливый детский городок. Буквально на глазах у всех возникли и замок, и спортивный комплекс... И мы увидели, какое бы не было сложное архитектурное сооружение, оно состоит из этих самых стереометрических тел. Для многих это было чудо! А на уроках информатики чудеса продолжались...

**Цель исследования:** узнать насколько изучение стереометрических тел важно для построения сложных объектов градообразования.

### **Задачи:**

- изучить роль математики и информатики в строительстве объектов на практике;
- развитие интереса к окружающему миру.

**Гипотеза:** не секрет, что многие из нас не обладают достаточно развитым пространственным воображением. Проблема старая, но актуальная. Это совершенствуются в результате деятельности, и она должна чем-то стимулироваться и направляться. Мы решили, что, например, роль математики и информатики в строительстве объектов на практике важна и поможет нам в этом.

**Актуальность:** при изучении учебных предметов мы часто задаём вопрос и себе, и учителю: «А мне это нужно? Где это применяется?» И на деле



оказывается, что вся окружающая жизнь – это следствие воплощенных в действительности знаний, т.е. продукт умственной деятельности человека.

**Практическая значимость:** оригинальность нашей работы вызывает у наших учащихся интерес при работе на уроке и во внеклассной деятельности, а это является одним из необходимых условий успешного изучения предмета.

**Что исследовали:** структуру строительства ценных исторических сооружений и новостроек г. Казани. Проведено исследование Башни Сююмбике, здания КГУ, Цирка, сторожевых башен Казанского Кремля и комплекса спортивных сооружений, построенных в Казани в преддверии Универсиады 2013. В ЧМ-2018 будет задействовано 12 новых или глубоко реконструированных стадионов. Казань — уникальный город, один из самых «спортивных» в стране. В последние годы здесь проводилась масса спортивных соревнований мирового уровня, начиная с чемпионата мира по водным видам спорта и заканчивая Универсиадой. В процессе работы изучили: соответствующую литературу, геометрические тела – многогранники и тела вращения, искусство дизайнера, освоили новые компьютерные программы Google SketchUp.

**Вывод:**

- Наши молодые исследователи уже совершили ряд своих деяний и продолжают заниматься информационной археологией, что мы можем наблюдать на наглядных примерах «Архитектура современности – комплекс сооружений Универсиада 2013» (искусство дизайнера, освоили новые компьютерные программы Google SketchUp;)
- Мы узнали насколько изучение стереометрических тел важно для построения сложных объектов градостроения;
- Изучили роль математики и информатики в строительстве объектов на практике;

План дальнейшей работы - изучить перспективы техники использования многогранников и тел вращения в современном дизайне строительства парков, коттеджных поселков, садовых участков в городе и пригороде Казани.

**План дальнейшей работы в этом направлении:**

Какие геометрические знания могли использовать архитекторы для построения очень красивых и часто встречающихся чугунных обрамлений?

В связи с этим планируется проект «Металлические кружева. Симметрия в архитектуре города Казани».

**Список использованной литературы и источников:**

1. Я.И. Перельман, Занимательная геометрия. -М.: ВАП-1994.
2. Т.М. Алешина, Сборник задач с прикладным и практическим содержанием. -М.: Профиздат- 2006.
3. Л.С. Атанасян, Геометрия: Учебник для 7-9 классов средней школы [Текст] / Л.С. Атанасян, В.Ф. Бутузов.- М. : Просвещение, 2010 г.
4. С. В. Кульневич, Нетрадиционные уроки [Текст] : Современный урок : часть 2 / - ростов-н/Д : Учитель, 2005.
5. Математика ЕГЭ учебно-тренировочные тесты под редакцией Ф.Ф. Лысенко издательство «ЛЕГИОН-М» Ростов-на-Дону 2009.

## Гальваностегия

Чорноус Артем  
ГБОУ СОШ № 296, Санкт-Петербург

### Научный руководитель:

Мудла Марина Михайловна, учитель физики ГБОУ СОШ № 296,  
Санкт-Петербург

### Вступление

В 8 классе мы рассматривали химическое действие тока. Оно состоит в том, что в некоторых растворах кислот, солей, щелочей при прохождении через них электрического тока наблюдается выделение веществ. Вещества, содержащиеся в растворе, откладываются на электродах, опущенных в этот раствор. Например, при пропускании тока через раствор медного купороса на отрицательно заряженном электроде выделится чистая медь [1]. Я захотел получить чистую медь в домашних условиях. В материалах Интернет я нашел описание экспериментов «Гальванопластика дома». Но, изучая этот материал, я увидел, что используются два понятия «гальванопластика» и «гальваностегия». Я решил разобраться в этих понятиях.

**Цель работы:** выяснить, возможно ли провести эксперименты по осаждению металлов в домашних условиях.

#### Задачи:

- 1) Найти в литературе и материалах Интернет материал о гальванопластике и гальваностегии. Разобраться в этих понятиях.
- 2) Выяснить, возможно ли провести эксперимент в домашних условиях.
- 3) Подобрать оборудование для домашнего эксперимента и провести эксперимент по получению чистой меди.

### Гальванопластика и гальваностегия

Гальванопластика и гальваностегия – два вида гальванотехники, основанной на электролизе. Электролиз – это окислительно-восстановительная реакция, которая протекает под действием электрического тока на электродах, погруженных в раствор или расплав электролита.

Гальванопластика – электрохимический способ копирования (получение точных копий изделий). Широко используется в технике при изготовлении матриц в полиграфии, пресс-форм для прессования грампластинок и т.п. Этим способом изготавливают металлические сетки, ювелирные изделия, копии скульптур, гравюр, детали сложной конфигурации. Способ отличается высокой точностью воспроизведения рельефа изделия.

Гальваностегия – электрохимический процесс покрытия одного металла другим, более устойчивым в механическом и химическом отношении, например, стальные детали покрывают хромом, никелем; медные – никелем, серебром или другими металлами.

### Как провести гальваностегию в домашних условиях

В качестве гальванической ванны может быть использована любая

стеклянная банка такого размера, чтобы покрываемый металлом предмет свободно в ней размещался и при этом не находился слишком близко от анодных пластин. Удобнее всего пользоваться четырехугольными стеклянными банками. Из толстой медной проволоки или трубок делают поперечные перекладины, из которых две служат для подвешивания никелевых или медных пластин – анодов, а третья – для никелируемых или омедняемых предметов.

Покрываемые предметы подвешивают на медных проволоках. Анодных пластин должно быть две. Важно, чтобы покрываемые предметы были обращены к анодам своими наибольшими площадями и находились с ними примерно в параллельных плоскостях. Перекладины, к которым подвешиваются аноды и покрываемые предметы, необходимо снабдить клеммами для удобства и надежности соединения). Проволоки, которыми прикреплен анод к перекладине, должны находиться выше уровня электролита, особенно если они сделаны из другого металла. Анодные пластины включаются между собой параллельно и присоединяются обязательно к клемме «плюс» источника тока.

Аноды должны быть тщательно очищены от окислов, грязи и обезжирены, так же как и предметы, предназначенные для покрытия металлом. Важным условием успешного никелирования и меднения является чистота. Если в электролите появилась легкая муть или образовался осадок, электролит необходимо профильтровать [3].

### Подготовка источника тока

В качестве источников тока я использовал сначала элементы питания на 1,5 В – 3 шт. Затем я подобрал зарядные устройства от телефонов: 3, 7 В и 5, 2 В. Напряжение на выходе источника я измерял при помощи мультиметра.

### Подготовка раствора

Изначально я растворял медный купорос в воде в пропорции 1 к 4. Примерно 25 грамм медного купороса на 100 грамм воды (раствор № 1). Порошок медного купороса я приобрел в магазине для садоводов. Первые эксперименты я проводил с чистым раствором медного купороса.

Но со временем я стал добавлять 2-3 г разбавленной серной кислоты (15%) и 3-4 грамма этилового спирта для улучшения эффекта реакций (раствор № 2). Спирт необходим для повышения смачиваемости поверхности. Серная кислота добавляется для повышения электролитических свойств раствора. После того как вся поверхность «затянется» слоем меди, форму переносят в электролит, предназначенный для гальваностегии. Рабочая температура электролита 18-25°C.

### Подготовка электродов

Существует два типа электродов. Анод – это электрод, на котором происходит окисление. Катод – это электрод, на котором происходит восстановление. К аноду стремятся анионы, так как он имеет положительный заряд. К катоду стремятся катионы, потому что он заряжен отрицательно [4].

Для эксперимента нужен предмет (катод) тот на который будут осаждаться катионы меди и медная пластина (анод). Первым что я пытался омеднить был обыкновенный неоцинкованный гвоздь. Но при подаче на него электрического тока он не стал омедняться, вместо этого началась реакция воды в растворе и железа, что привело к образованию гидроксида железа (III).

После этой неудачи я попробовал омеднить оцинкованную поверхность. Последним моим опытом было омеднение алюминия. Что получилось достаточно удачно.

В материалах Интернет я нашел описание способа покрытия непроводящих деталей. Для этого деталь покрывается токопроводящим клеем или лаком. Его изготавливают из графитового карандаша, который измельчают при помощи напильника и клея. Этим составом покрывают деталь и проводят эксперимент так же как и в случае проводящей детали. Но медное покрытие получилось очень слабым.

### **Заключение**

В ходе выполнения работы я выяснил:

1. Гальванопластика и гальваностегия – это разные процессы, в основе которых лежат одинаковые закономерности.
2. Гальваностегию можно провести в домашних условиях.
3. Для получения стойкого покрытия необходимо тщательно подбирать состав раствора.
4. Возможно покрытие слоем металла как проводящих, так и непроводящих деталей.

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

1. Перишкин, А. В. Физика. 8 кл. : учеб. для общеобразоват. учреждений / А. В. Перишкин. – 13-е изд., стереотип. – М. :Дрофа, 2010.
2. Степанова Г.Н. Физика. 11 класс. II полугодие: Учебник для общеобразовательных учреждений. – СПб.: ООО «СТП Школа», 2006. – 224 с., ил
3. Энциклопедия Технологий и Методик (<http://patlah.ru/etm/etm-01/teh%20metall/galvanoplastika/galvanostegia/galvanostegia.htm>)
4. Школьные знания.com <http://znaniya.com/task/166558>
5. InternetUrok.ru <http://interneturok.ru/ru/school/chemistry/11-klass/bfazovye-sostoyaniya-vwestv-dispersnye-sistemy-chistye-vwestva-i-smesistinnye-rastvory-sposoby-v/elektroliz>
6. CHEMPORT.RU [http://www.chemport.ru/data/chemipedia/article\\_762.html](http://www.chemport.ru/data/chemipedia/article_762.html)
7. Е. Л. Немировский Изобретение Иоганна Гутенберга. Из истории книгопечатания. Технические аспекты
8. [http://vivovoco.astronet.ru/VV/BOOKS/GUTENBERG/ЧАПТ\\_16/ЧАПТ\\_16.HTM](http://vivovoco.astronet.ru/VV/BOOKS/GUTENBERG/ЧАПТ_16/ЧАПТ_16.HTM)

## Особенности голограмм жидкости

*Аль-Бош Элисар,  
ГБОУ СОШ № 10, ГБУ ДО ДДТ «На 9-ой линии», Санкт-Петербург*

### **Научный руководитель:**

*Климентьев Сергей Иванович, к.ф.-м.н., АО «ГОИ им. С.И. Вавилова»,  
Санкт-Петербург*

Широкое распространение устройств на основе жидкостей (ЖК дисплеи, кюветы с жидкостями, капилляры и т.д.) делает их привлекательными для исследования новыми, в т.ч. голографическими методом. Трудность исследования жидкостей голографическим методом обусловлена тем, что жидкость не стабильна. Внешние воздействия и внутреннее тепловое движение молекул приводит к изменениям формы поверхности жидкости. В работе были получены и исследованы обычные и двухэкспозиционные голограммы свободной поверхности жидкости, капилляров, капель, жидкостных и жидкокристаллических кювет и процесса полимеризации жидкости.

Для получения голограмм был использован метод Денисюка [1, 2]: пучок света от лазера проходил через фотопластинку и падал на голографируемый объект, где свет рассеивался и попадал снова на фотопластинку, отраженный свет интерферировал со светом от источника, образуя стационарную картину интерференции, которая регистрировалась в выскоразрешающей фотопластинке.

Двухэкспозиционная голография предполагает получение голографического изображения на одной фотопластинке в результате двух последовательных экспозиций. Во время первой экспозиции объект находится в состоянии покоя, во время второй или между экспозициями на него подается внешнее воздействие. На голограмме в этом случае видны интерференционные полосы, вид которых однозначно свидетельствует о направлении и величине изменений голографируемого объекта, вызванного воздействием.

Установка для получения голограмм включает в себя металлический стенд, на котором через виброизолирующее устройство установлен металлический каркас. На каркасе крепится He-Ne лазер непрерывного действия и металлическая опора для фотопластинки [3-5] и голографируемого объекта. На стенде располагается электромеханический затвор, перекрывающий излучение лазера.

Особенностями полученных голограмм являются следующие. 1. Свободная поверхность различных жидкостей не стабильна во времени. Ее голограмма получается черной. По-видимому, для получения такой голограммы нужен импульсный лазер. 2. На голограмме жидкостного капилляра видна поверхность жидкости. 3. Жидкость и жидкокристаллическая среда в кювете видны на голограмме. Пузырек воздуха в кювете на голограмме получается черным. 4. Голограммы процесса полимеризации позволяют измерить усадку клея и деформации деталей. 5. Двухэкспозици-

онная голограмма ЖК модулятора света показывает изменения, вызванные подачей напряжения на модулятор.

В ходе выполнения работы были получены голограммы нового класса объектов для голографии – жидкостей, и исследованы свойства таких голограмм.

Результаты работы могут быть использованы при разработке и контроле параметров приборов и устройств, содержащих жидкости.

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

1. Денисюк Ю. Н. Об отображении оптических свойств объекта в волновом поле рассеянного им излучения. Оптика и спектроскопия, т. 15, 522 с., 1963.
2. Федоров Б. Ф., Цибульский Л. М. Голография. М. Радио и связь, 1989.
3. Высокорастворяющие фотопластинки для голографии и процессы их обработки. М. Наука 1979г.
4. Гидрохиноновый проявитель для трехмерных голограмм. (В сборнике «Регистрирующие среды для изобразительного голографирования и кино голографирования») Л. Наука 1979 41-44.
5. “Журнал Научной и Прикладной Фотографии и Кинематографии” 1977, № 6, С. 447-448.



