

# **XVI КОЛМОГОРОВСКИЕ ЧТЕНИЯ**



**XVI KOLMOGOROV READINGS**

**ADVANCED EDUCATION AND SCIENCE CENTER**

**Proceedings of the  
XVI International Scientific Conference of students  
“Kolmogorov readings”  
May 3-7, 2016**

**PHYSICS**

**Moscow**

**2016**

**СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР  
(факультет) – школа-интернат имени А.Н. Колмогорова  
Московского государственного университета  
имени М.В. Ломоносова**

**Материалы  
XVI Международной научной конференции школьников  
“Колмогоровские чтения”  
3-7 мая 2016**

**ФИЗИКА**

**Москва  
2016**

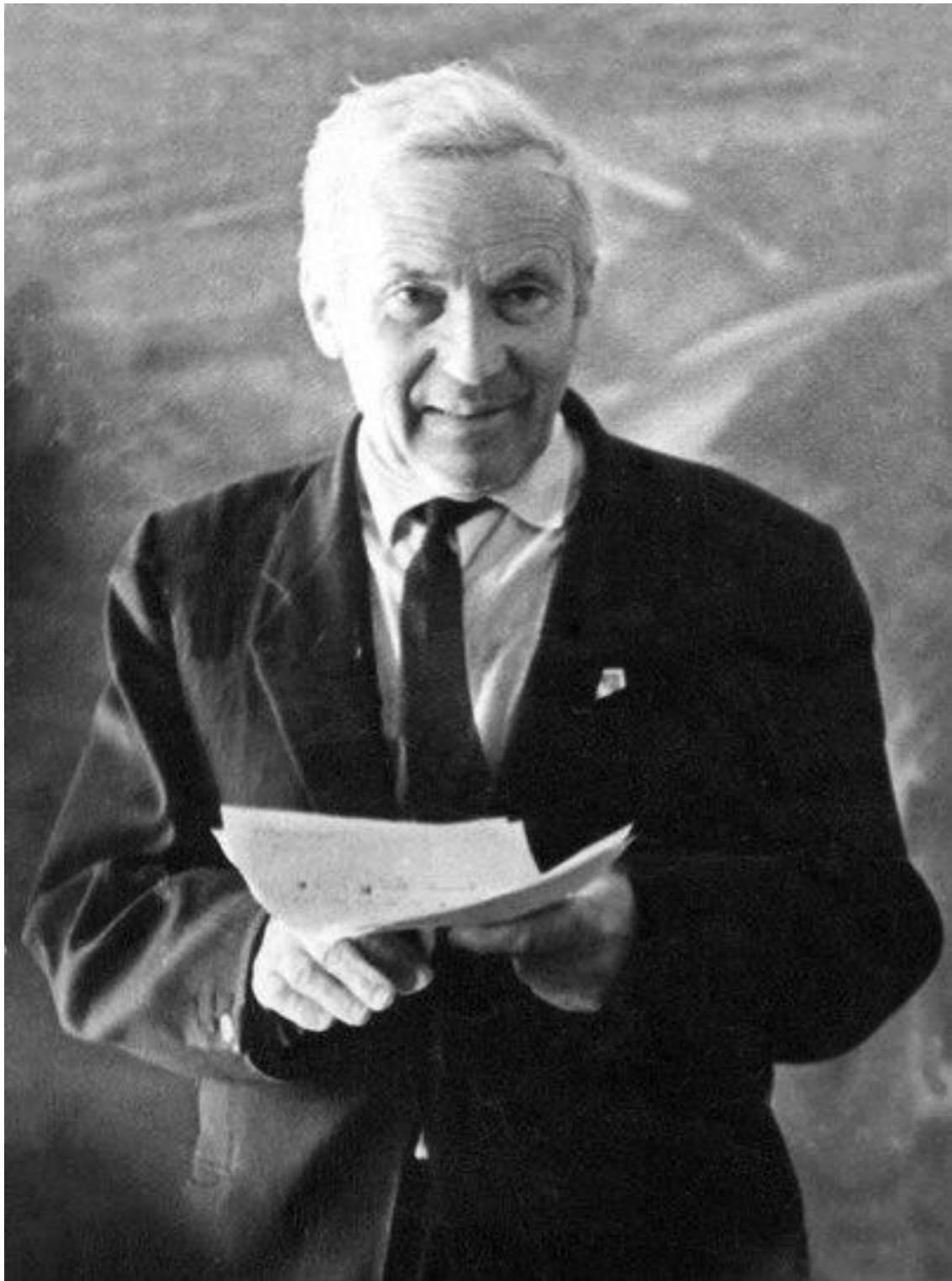
Председатель организационного комитета  
XVI Международной научной конференции школьников  
“Колмогоровские чтения”:  
**академик В.А. Садовничий**

Редакционный совет сборника тезисов “Физика”:  
**С. Н. Сергеев (председатель), М.А. Бакин, И.М. Баязитов,  
А.А. Дорофеева, Е.А. Котельников, К.Д. Сладков**

**Материалы**  
**XVI Международной научной конференции школьников**  
**“Колмогоровские чтения”**

В настоящий сборник вошли тезисы приглашённых докладчиков  
XVI Международной научной конференции школьников  
“Колмогоровские чтения” по секции  
“Физика”.

© Специализированный учебно-научный центр (факультет) –  
школа-интернат имени А.Н. Колмогорова  
Московского государственного университета имени  
М.В. Ломоносова, 2016 г.



*Қақ в спорте не сразу ставят рекорды, так и подготовка к настоящему  
научному творчеству требует тренировки.*

*А.Н. Колмогоров*

# ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Проверка применимости модели абсолютно чёрного тела к излучению<br>лампочки накаливания по критерию выполнения закона Стефана-<br>Больцмана.....          | 7  |
| Модуль для холодильника.....                                                                                                                              | 8  |
| Исследование влияния деформации неоднородного проводника на его<br>электрическое сопротивление.....                                                       | 9  |
| Разработка способа измерения температуры в камере для исследования<br>явления конденсации .....                                                           | 11 |
| Измерение концентраций растворов при помощи лазера.....                                                                                                   | 12 |
| Теплопроводность и огнеупорные свойства карбонатно-силикатных<br>покрытий .....                                                                           | 14 |
| Измерение температуры при помощи микросхемы и компьютера .....                                                                                            | 15 |
| Особенности диффузии в жидких средах.....                                                                                                                 | 17 |
| Роль пьезоэлектричества в жизнедеятельности биосистем.....                                                                                                | 18 |
| Изготовление солнечной батареи на основе модулей<br>монокристаллического кремния .....                                                                    | 20 |
| Термоэлектрический преобразователь.....                                                                                                                   | 21 |
| Выявление доступных способов исследования физических свойств<br>качественного меда .....                                                                  | 22 |
| Управление оптическими сигналами лазерной модуляцией<br>поверхностных световых волн.....                                                                  | 24 |
| Нелинейное сопротивление в цепи с источником постоянного напряжения ...                                                                                   | 25 |
| Лазерная арфа .....                                                                                                                                       | 27 |
| Зависимость вязкости магнитной жидкости от изменения температуры .....                                                                                    | 28 |
| Экспериментальное исследование использования «эффекта Коанда» для<br>создания летательных аппаратов.....                                                  | 29 |
| Mathematical model and simulation study of Grasshopper ( <i>Dichromorpha</i><br><i>viridis</i> (Scudder))'s jumping for application in jumping robot..... | 31 |
| Analyzing Fat Mass and Body Compositions via Wristbands.....                                                                                              | 32 |
| Изучение капиллярных волн в струе жидкости и вызванных ими «колец» .....                                                                                  | 33 |

# **ПРОВЕРКА ПРИМЕНИМОСТИ МОДЕЛИ АБСОЛЮТНО ЧЁРНОГО ТЕЛА К ИЗЛУЧЕНИЮ ЛАМПОЧКИ НАКАЛИВАНИЯ ПО КРИТЕРИЮ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАКОНА СТЕФАНА-БОЛЬЦМАНА**

**Алексейчева Мария, Фищенко Надежда**

*9 класс, ГБОУ ЦО №5, г. Москва*

Научный руководитель: Выродов Евгений Александрович, учитель физики  
ГБОУ ЦО №57, руководитель Московского Физического Центра

1) Целью работы была проверка выполнения закона Стефана – Больцмана для излучения обыкновенной лампы накаливания с вольфрамовой нитью.

2) В работе исследовалась зависимость мощности излучения лампы накаливания от температуры вольфрамовой нити. Для исследуемого диапазона температур основным механизмом теплопередачи является излучение, поэтому мощность излучения лампы, подключённой к сети постоянного тока, была получена из закона Ампера. По измеренной вольт-амперной характеристике лампы для каждого значения силы тока определялась мощность тепловых потерь и сопротивление нити, после чего по известной зависимости удельного сопротивления вольфрама от температуры определялась ее температура.

3) В результате было получено, что мощность излучения поверхности вольфрамовой нити лампы накаливания в пределах экспериментальной погрешности прямо пропорциональна четвёртой степени температуры. Эксперимент независимо проводился для двух ламп.

4) Работа также содержит вывод закона Стефана – Больцмана из термодинамических свойств равновесного излучения.

*Список литературы:*

1) Смородинский Я.А., «Рассказ о кванте», журнал «Квант», выпуск №1, М.: Наука, 1970 – 70 с.

2) Оптика. Сивухин Д.В. 3-е изд., стереот. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 792 с.

3) Зиновьев В.Е.. Теплофизические свойства металлов при высоких температурах : Справочник – М. : Металлургия, 1989 . – 382 с

4) Иллюстрации были взяты с сайта physics.ru работе исследованы явление радиоактивности и математическая модель радиоактивного распада, решено несколько задач методом изоклин.

# МОДУЛЬ ДЛЯ ХОЛОДИЛЬНИКА

**Болдин Дмитрий**

*9 класс, ГБОУ Многопрофильный лицей №1799 структурное подразделение  
«Плехановец», г. Москва*

Научный руководитель: Федотов Артем Александрович, преподаватель  
детского научного лагеря МГУ ЛАНАТ

Сохранение здоровья в условиях мегаполиса - важнейшая задача каждого человека. Правильное питание - основная часть этого процесса. Вашу жизнь может значительно облегчить модуль для холодильника, который поможет организовать сбалансированное питание. На экране своего телефона вы сможете увидеть, какие продукты хранятся в вашем холодильнике, какова их витаминная и энергетическая ценность.

Во время подготовки проекта я пользовался данными современных исследований. Такими, как, например, формула Маффина-Джеора. Формула выведена в 2005 году и по утверждению Американской Диетической Ассоциации (АДА) на сегодняшний день позволяет наиболее точно рассчитать, сколько калорий тратит организм здорового взрослого человека в состоянии покоя, а потом умножить на коэффициент активности и получить расход калорий человеком за день.

В проекте Intel Edison - это сервер, который собирает и хранит информацию о рационе и предпочтениях пользователей. На сервере хранится информация о пользователях (рост, вес, пол, возраст), которая нужна для составления рациона. С учетом информации в профиле модуль производит построение рациона пользователя. А также модуль проверяет соблюдение витаминного баланса всеми пользователями. Для расчета количества калорий, необходимых человеку ежедневно, была использована формула Маффина-Джеора. А для формирования списка продуктов, которые человек должен употребить за день, модуль показывает все продукты, имеющиеся в холодильнике, и среди них пользователь выбирает наиболее предпочтительные. Для этих продуктов модуль повышает приоритет внесения в список продуктов, которые человеку надо съесть, а также запоминает ответ пользователя. Чтобы добавить продукт в список, нужно сканировать его штрих-код. Теперь о технических моментах: есть модуль, где хранится информация о пользователях (рост, вес, пол, возраст), а также приложение, написанное под мобильную операционную систему Android. Мобильное приложение выводит информацию о наличии продуктов в холодильнике и



рекомендациях по рациону. Также оно напомнит вам, какие продукты желательно купить, чтобы соблюсти витаминный баланс и учесть ваши вкусы. Сервер, который находится на Intel Edison, написан на Python. Клиентская часть - приложение на Android устройстве - выполнена на Java. Взаимодействие клиента и сервера реализовано при помощи сокетов.

Сейчас сервер уже умеет передавать полный список продуктов, которые есть в холодильнике, на мобильное приложение. Также может считать количество калорий, которое нужно употребить пользователю, чтобы похудеть или оставить текущую массу тела, или набрать вес. Еще приложение на телефоне умеет строить график, показывающий насколько точно пользователь придерживается рекомендованного ему рациона за определенный период. Также сервер может сделать подборку рецептов из тех продуктов, которые рекомендованы вам с учетом их наличия в холодильнике.

*Список литературы:*

1. Github(<https://github.com/zxing/zxing>  
<https://github.com/douglascrockford/JSON-java> )
2. Habrahabr(<http://habrahabr.ru/post/232009/> <http://habrahabr.ru/post/265373/> )
3. Android developer (<http://developer.android.com>)
4. Startandroid (<http://startandroid.ru/ru/>)
5. формула Маффина-Джеора (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2305711>)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЕФОРМАЦИИ НЕОДНОРОДНОГО ПРОВОДНИКА НА ЕГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ**

**Гаврин Иван**

*9 класс, МБОУ «Гимназия №127», г. Снежинск, Челябинская обл.*

Научный руководитель: Капралов Александр Иванович, к.п.н., учитель МБОУ «Гимназия №127», руководитель физической лаборатории

Данная работа связана с решением проблем физики твердого тела, в частности, мы исследуем электрические свойства металлов от изменения его структуры при деформации.

Цель:

Разработать прибор для изучения влияния деформации кручения на электрическое сопротивление проводника.

В процессе работы были поставлены следующие задачи:

1.Выявить количественные закономерности между механической деформацией и изменением электрического сопротивления проводника.

2. Описать теорию, которая поясняет изменение электрических параметров проводника при его механической деформации.

Метод исследования: проведение экспериментов при помощи установки, описанной в следующем подпункте. Изучение его показаний. Также в работе составлены сравнительные таблицы и графики полученных нами результатов.

Установка представляет собой станину, на которой соосно закреплены диэлектрические цанги, в которых закрепляется цилиндрический образец. Одна из цанг имеет механизм кручения, благодаря которому можно фиксировать угловую деформацию. В точках, вблизи крепления цанг, к проводнику подводятся кольцеобразные медные токосниматели, от которых посредством медных проводов можно измерять электрическое сопротивление образца.

Результаты:

Был успешно разработан простой и надежный прибор, позволяющий определить зависимость между деформацией и сопротивлением проводника, проведены опыты, включающие использование канталовой проволоки. В ходе эксперимента было обнаружено, что с увеличением деформации проводника проявляется нелинейное увеличение сопротивления.

Вывод: Установка создана и готова к презентации.

*Список литературы:*

1.Физическая Энциклопедия. Том 3., Прохоров А.М., 1994. М: Большая российская энциклопедия

2.Электронная теория вещества, Свирский М.С., М.: Просвещение, 1980. — 288 с, ил.

3.Астахов А.В., Широков Ю.М. Курс физики. Том 2. Электромагнитное поле. М.: Наука, 1980.

# **РАЗРАБОТКА СПОСОБА ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В КАМЕРЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЯВЛЕНИЯ КОНДЕНСАЦИИ**

**Гончаров Евгений**

*10 класс, МБОУ Лицей №3, г. Саров*

Научные руководители: Базаров Юрий Борисович, начальник лаборатории,  
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»;  
М. Б. Голубев, ст. н. с. ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

Процессы испарения и конденсации воды играют определяющую роль во многих атмосферных явлениях - от появления тумана до формирования ураганов и торнадо.

Экспериментальное исследование процесса конденсации водяного пара - часть исследовательской работы по изучению причин возникновения и развития вихревых воронок, которая проводится на базе гидродинамической лаборатории СарФТИ НИЯУ МИФИ с участием старшеклассников школ г. Сарова с 2008 года [1,2].

В экспериментах исследовался процесс конденсации с помощью установки аналогичной установке Вильсона и Фольмера: при быстром расширении водяной пар охлаждается и становится пересыщенным. В работе [3] было показано, что процесс конденсации водяного пара в камере начинается через  $10 \div 20$  мс после сброса давления, и происходит за характерные промежутки времени  $5 \div 20$  мс. Целью работы была разработка способа измерения перепада температуры внутри камеры при сбросе давления.

Для измерения температуры внутри камеры с высоким временным разрешением была разработана схема на базе операционного усилителя DA13 и микросхемы AD8495. В качестве чувствительного элемента использовались термопары хромель-алюмель  $\varnothing 0,20$  мм и  $\varnothing 0,05$  мм. Для регистрации сигнала с термопары использовался осциллограф TDS3034.

Типичные осциллограммы, полученные при экспериментальной отработке схемы, приведены на рисунке 1.

Проведена проверка работоспособности схемы и определены ее параметры. Чувствительность схемы составляет  $50 \text{ мВ}/^\circ\text{C}$ . Время перепада температуры  $22^\circ\text{C} \div 0^\circ\text{C}$  на термопаре  $\varnothing 0,05$  мм составляют  $\approx 4$  мс.

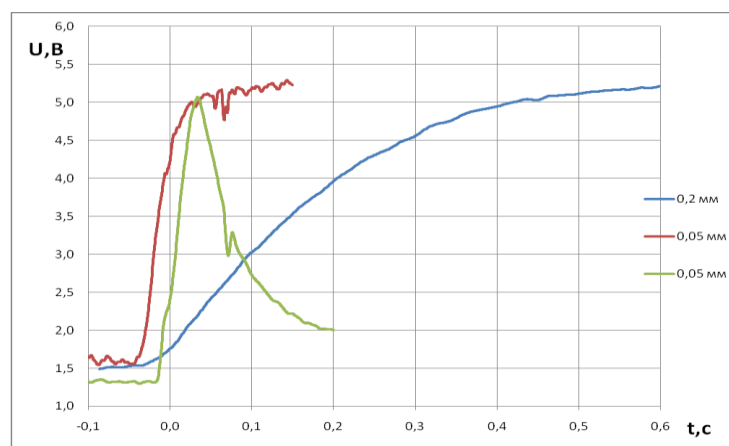


Рисунок 1 – сигнал с термопары при перепаде температур:  $23^{\circ}\text{C} \div 100^{\circ}\text{C}$  (воздух - воздух).

#### *Список литературы:*

1. Bazarov B.Yu., Bazarov Yu.B., Vorsina T.A., Golubev M.B., Kortuyukov A.E., Meshkov E.E., Orlov D.I. .INSTABILITY AS POSSIBLE CAUSE OF BATH-TUBE VORTEX INITIATION EXPERIMENT.// Selected Papers of the Intern. Confer. "Fluxes and Structures in Fluids: Physics of Geospheres-2009", Moscow, 2010. Editors Yu. Chashechkin & V. Baydulov, p.p.43-48.
2. M.Yu. Bazarov., Yu.B. Bazarov, M.B. Golubev, E.E. Meshkov. The whirlpool splitting.// Proc. of the IUTAM Symposium 12-3 "Waves in Fluids: Effects of nonlinearity, Rotation, Stratification and Dissipation", Moscow, June 18-22, 2012.
3. Базаров М.Ю. Экспериментальное исследование явления конденсации.// XIV Школьные Харитоновские чтения. Доклад.- Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2014.

## **ИЗМЕРЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИЙ РАСТВОРОВ ПРИ ПОМОЩИ ЛАЗЕРА**

**Деянков Данила**

*8 класс, школа №8, Московская область, г. Жуковский*

Научные руководители: А. В. Исаченко, преподаватель детского научного лагеря МГУ ЛАНАТ;

А. С. Гилёв, преподаватель детского научного лагеря МГУ ЛАНАТ

Краткая постановка задачи: в данной работе задачей ставится создание установки, с помощью которой можно измерять концентрации окрашенных или мелкодисперсных растворов, и написания программы для неё.

Дополнительными задачами являются: занесение в программу базы калибровочных растворов различных окрашенных соединений и написание улучшенной программы для установки.

Теория и методы решения: Измерение концентраций растворов различных соединений является важным инструментом в аналитической химии, имеющее большое практическое применение. Наиболее точными и быстрыми на сегодняшний день являются инструментальные методы анализа, которые можно разделить на:

1) Потенциометрия — метод определения различных физико-химических величин, основанный на измерении электродвижущих сил (ЭДС) обратимых гальванических элементов. Иначе говоря, зависимость равновесного потенциала электрода от активности концентраций определяемого иона, описываемая уравнением Нернста.

2) Масс-спектрометрический анализ — метод исследования вещества, основанный на определении отношения массы к заряду ионов, образующихся при ионизации представляющих интерес компонентов пробы. Один из мощнейших способов качественной идентификации веществ, допускающий также и количественное определение. Можно сказать, что масс-спектрометрия — это «взвешивание» молекул, находящихся в пробе.

3) Рентгеноспектральный анализ и методы, основанные на измерении радиоактивности — инструментальные методы элементного анализа, основанный на изучении спектра рентгеновских лучей, прошедших сквозь образец или испущенных им.

Для окрашенных растворов с невысокой оптической плотностью и мелкодисперсных коллоидных систем применяют спектрофотометрические методы. Спектрофотометрия — физико-химический метод исследования растворов и твёрдых веществ, основанный на изучении спектров поглощения в ультрафиолетовой (200—400 нм), видимой (400—760 нм) и инфракрасной (>760 нм) областях спектра. Основная зависимость, изучаемая в спектрофотометрии, — зависимость интенсивности поглощения (как правило измеряется оптическая плотность - логарифм светопропускания т.к. она зависит линейно от концентрации вещества) падающего света от длины волны

Основные результаты: разработан программно-аппаратный комплекс с использованием микроконтроллера Arduino Uno. Собрана натурная модель лазерной установки и написано программное обеспечение к ней с помощью инженерной среды программирования LabVIEW. Дополнительно получены общие навыки работы с микроконтроллерами. Таким образом, собрана

полностью функционирующая лазерная установка, способная измерять концентрации растворов медного купороса.

Заключение и возможные пути развития задачи:

Я создал портативное компактное устройство, которое при доработке сможет стать достойной, хоть и не более точной заменой спектрофотометру. Также на данный момент устройство имеет меньшую цену, чем спектрофотометр. Спектрофотометр стоит, начиная с 80 тыс. руб., и, заканчивая примерно 300 тыс. руб. Себестоимость моего устройства - 11 тыс. руб., что почти в три раза меньше минимальной стоимости конкурента, даже при торговой наценке ( $\approx 300\%$ ) мой аппарат будет стоить меньше стандартного спектрофотометра.

*Список литературы:*

1. <http://www.arduino.cc/>
2. <http://www.studfiles.ru/>

## **ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ И ОГНЕУПОРНЫЕ СВОЙСТВА КАРБОНАТНО-СИЛИКАТНЫХ ПОКРЫТИЙ**

**Зиатдинов Адель, Минвалеев Булат**

*8 класс, МБОУ «Лицей №110» Советского района г. Казани*

Научный руководитель: учитель физики МБОУ «Лицей №110» Г. В. Егоров

Для приготовления дешевой тары используются чаще всего картон, который обладает не очень хорошими теплоизоляционными свойствами и подвержен возгоранию. Для хранения продукции на складах используется лучше использовать материал, который защитит продукцию от резкого перепада температур и близости открытого огня (в случае возникновения пожара на складе). Для этих целей были специально разработаны (но ещё не доведены до производства) разные составы красок на силикатной основе. Покрытие этими красками не только снижает теплопроводность поверхности, но и делает её огнеупорной. Огнеупорность достигается не только тем, что покрытые этими составами картон или дерево становятся негорючими, но и тем, что слой краски при достижении температуры 190-230 С° вспенивается, резко увеличиваясь в объёме, что позволяет достаточно надёжно сохранить продукцию внутри упаковки, поскольку теплопроводность вспененной поверхности очень низка.

В работе исследовались теплопроводность окрашенных стенок картонных упаковок и их огнеупорные свойства (после вспенивания слоя краски при действии открытого огня). Для определения потерь тепла использовались металлические ёмкости, в которые наливалась горячая вода ( $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), эти ёмкости упаковывались в покрытые краской картонные упаковки и выставлялись на холод ( $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Построены кривые падения температуры воды с течением времени. Известное значение теплоёмкости воды позволяет рассчитать потери тепла в единицу времени. Таким образом, сравнивались теплопроводность окрашенных поверхностей и поверхностей после вспенивания краски с теплопроводностью промышленных образцов упаковок для тары. Огнезащитные свойства окрашенной тары оценивались по времени до возгорания бруска дерева, упакованного в покрытую краской тару, от момента помещения его под открытый огонь.

В результате исследований было установлено, что после покрытия картонных поверхностей огнеупорными красками их теплопроводность снижается в 1,2 – 1,6 раза. Вспененный слой краски ещё менее теплопроводен, его теплопроводность сравнима с теплопроводностью пробкового картона, хотя её значение больше чем у современных полимерных пористых материалов, но его преимущество в его негорючести. Картонная упаковка, покрытая огнеупорной краской, способна защитить упакованный в неё деревянный брусок от возгорания в течение 20 минут действия открытого огня.

*Список литературы:*

1. Детлаф А.А., Яворский Б.М., Курс физики. – М.: Высшая школа, 1989
2. Савельев И.В. Курс физики. – М.: Наука, 1989, Т.1
3. Епифанов Г.И., Физика твердого тела. – М.: Высшая школа, 1977.

## **ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ ПОМОЩИ МИКРОСХЕМЫ И КОМПЬЮТЕРА**

**Мадолинский Максим, Ковальчук Елизавета**

*9 класс, ГУО «Гимназия №5», г. Барановичи, Беларусь*

Научный руководитель: Любас Андрей Константинович,  
учитель информатики ГУО «гимназия №5»

Довольно часто на практике возникает задача термостатирования какого-либо объекта и измерения температуры. Раньше для решения этой задачи

требовалось довольно громоздкая аналоговая схема, содержащая десятки элементов. Эта задача может быть решена значительно проще. Если требуемая точность поддержания температур составляет 0.1 градусов, а рабочая температура не выходит из диапазона -50...+125 градусов Цельсия, то она может быть решена с помощью цифрового термометра В81820.

Целью нашей работы было создание схемы для подключения термометра к СОМ порту компьютера через собранный нами адаптер.

Задачи, которые мы ставили перед собой:

1. Изучить работу микросхемы В81820;
2. Собрать схему адаптера к микросхеме;
3. Изучить программу работы термометра;
4. Использовать термометр при проведении физического практикума в кабинете.

Для достижения поставленной цели мы изучили физику полупроводников, изучили принцип работы микросхемы, адаптировали программу работы термометра.

Рекомендации и выводы

- 1.Собрали и изучили литературные данные по основам теории и принципам работы по созданию программируемых моделей.
- 2.Спроектировали и создали плату-датчик.
- 3.Показали возможность повышения интереса к предметам физики и информатики с помощью использования практических приобретенных навыков.
- 4.Разработать и изучить наиболее оптимальные пути создания программируемых датчиков

Разработанный датчик позволяет оптимально решить проблему перегрева процессора компьютера.

В ходе проведенного исследования нам удалось собрать схему адаптера к термометру, отработать программу работы термометра, которая позволяет считывать и отображать показания термометра на экране.

Описанные адаптер и термометр применялись нами для измерения температур при проведении физического практикума. Термометр позволяет быстро и наглядно измерить температуру в труднодоступных для обычных термометров местах с большей точностью и малой инерционностью.



# ОСОБЕННОСТИ ДИФФУЗИИ В ЖИДКИХ СРЕДАХ

Минвалеев Тимур, Кормаков Никита

*8 класс, МБОУ «Лицей №110» Советского района г. Казани*

Научный руководитель: Г. В. Егоров, учитель физики МБОУ «Лицей №110»

В школьном курсе физики явление диффузии в жидкостях иллюстрируется опытом с медным купоросом и водой [1]. Но медный купорос представляет собой водный раствор твёрдого вещества в воде. Поэтому приведённый в учебнике пример – это пример диффузии растворённого вещества через границу раздела концентрированный раствор /чистый растворитель [2]. Эта граница раздела с течением времени размывается, и концентрация растворённого вещества по всему объёму выравнивается [3].

Цель работы сравнить процессы диффузионного переноса растворённого твёрдого вещества через размываемую границу (концентрированный раствор /чистый растворитель, граница двух разнородных смешивающихся сред, в одной из которых, йод растворён) с диффузией через границу двух несмешивающихся жидкостей. В качестве объектов выбран йод – твёрдое вещество, дающий хорошую окраску среды в которой он растворён. Были выбраны жидкости в которых йод растворяется (раствор этанола с добавлением йодида калия, пинен, гексан, ксилол, изопропанол). В ходе эксперимента была определена скорость переноса йода через размываемую границу (раствор этанола насыщенный йодом/ раствор этанола не содержащий йода), и эта скорость оказалась наиболее высокой. Также определены скорости переноса йода через границу раздела двух разных смешивающихся между собой жидкостей, в каждой из которых йод растворяется; это пинен/ изопропанол, гексан/ изопропанол. Проведены измерения скорости диффузии йода через границу двух несмешивающихся жидких сред: пинен/водный раствор этанола, гексан/ водный раствор этанола, ксилол/ водный раствор этанола. Возрастание концентрации йода над границей раздела контролировалось с помощью однолучевого спектрофотометра. Растворы, не содержащие йода, не окрашены и полностью прозрачны для излучения в видимой области, если в них присутствует йод, то они приобретают окраску и возникают пики поглощения в районе 450 нм и в области от 580 – 640 нм. Для контроля концентрации луч спектрофотометра пропусклся в 1мм над границей раздела, по мере проникновения йода в неокрашенную среду доля

поглощённого света увеличивалась. Результаты фиксировались во времени и строились кривые роста концентрации.

Эксперимент показал, что процесс диффузии в растворах зависит от природы растворителя, но наиболее быстро он проходит через границу двух смешивающихся жидкостей, особенно если это граница концентрированный раствор/ чистый растворитель. Значительно медленнее проходит перенос вещества через чёткую границу двух несмешивающихся между собой сред. В последнем случае результаты резко различаются, что позволяет сделать предположение о неоднородности поверхности раздела. Построен план для дальнейших исследований.

*Список литературы:*

1. Перишкин А.В. Физика. 7 кл. – 14-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2010.
2. Кошкин И.И, Ширкевич М.Г. Справочник по элементарной физике. - М.: Наука, 1980.
3. Трофимова Т.И Курс физики. - М.: Высшая школа, 1990.

## **РОЛЬ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСТВА В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ БИОСИСТЕМ**

**Кудинова Анна**

*8 класс, МБОУ «Физико-математический лицей», г. Сергиев Посад*

Научный руководитель: Классен Николай Владимирович,  
зав. Лабораторией ИФТТ РАН

**Цели:** Доказать роль пьезоэлектрического поля целлюлозы и коллагена в процессах питания растений и живых организмов экспериментально и теоретически.

**Теория:** Пьезоэлектрические свойства двух биополимеров - целлюлозы и коллагена хорошо известны из литературных источников. При деформации фрагментов растений, содержащих целлюлозу, в этих фрагментах возникают некомпенсированные электрические заряды и поля. Такие свойства древесины были подробно описаны в книге В.А.Баженова. Имеется много публикаций и о пьезоэлектрических свойствах коллагена. Но в просмотренной нами литературе о процессах питания растительных и живых систем, роль пьезоэлектричества этих биомолекул не упоминается. Однако наши эксперименты и теоретические оценки по этим вопросам показывают, что

взаимосвязь механических деформаций и электрических зарядов и полей в питательных и других процесса оказывается существенной.

Описания опытов: При деформации зеленых стеблей растений мы регистрировали электрическую разность потенциалов в доли вольта, знак которой изменялся при изменении направления деформирования. При наблюдениях с помощью оптического микроскопа поведения водной суспензии внутри микрокапилляров древесины мы обнаружили, что при приложении электрического поля величиной порядка 100 вольт/см пузырьки воздуха и микрочастицы в суспензии, передвигаются вдоль капилляров. Причем при изменении знака поля направление движения так же изменяется. Эти явления можно объяснить тем, что в поле за счет пьезоэлектрического эффекта, происходит деформирование. В зависимости от знака поля деформирование вызывает локальное сужение или расширение поперечных размеров капилляров. При этом пузырьки и микрочастицы вместе с водой выталкиваются из зон сужения. Если направление поля изменяется, сужение сменяется на расширение и движение пузырьков и микрочастиц происходит в обратном направлении

Результаты: Показана и обоснована роль пьезоэлектрического поля целлюлозы и коллагена в системах питания растений и живых организмов. На основе этих свойств биополимеров разработана схема энергосберегающего насоса, предложена методика корректирования патологий системы кровоснабжения организма, предложена схема нового типа ветряной электростанции.

#### *Список литературы:*

- 1.Баженов В.А. Пьезоэлектрические свойства древесины. –Москва, изд-во АН СССР, 1959 – 239 страниц.
- 2.Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения. Издательство МГУЛ, 2004 г.
- 3.Лесная энциклопедия: В 2-х т./Гл.ред. Воробьев Г.И.; Ред.кол.: Анучин Н.А., Атрохин В.Г., Виноградов В.Н. и др. - М.: Сов. энциклопедия, 1985.-563 с., ил.
- 4.Крамер П., Козловский Т., Физиология древесных растений, пер. с англ., М., 1963;
- 5.Слейтер Р., Водный режим растений, пер. с англ., М., 1970;

# **ИЗГОТОВЛЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ НА ОСНОВЕ МОДУЛЕЙ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ**

**Лис Владислав<sup>1</sup>, Хвалько Роман<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>10 класс, <sup>2</sup>9 класс, ГОУ «Гимназия №5», г. Барановичи, Беларусь*

Научный руководитель: Любас Андрей Константинович,  
учитель физики ГОУ «гимназия №5»

Реализация энергоэффективных проектов в области возобновляемой энергетики является очень важной темой для Беларуси и, соответственно, в области производства и проектирования становится все более актуальной. Нам необходимо идти в ногу со временем. Несмотря на небольшой потенциал развития возобновляемых источников энергии и дефицита инвестиционных ресурсов Беларусь является одной из немногих стран постсоветского пространства с подобным опытом. Развитие данного направления – правильный курс в политике развития энергетики нашей страны.

Ключевыми задачами нашего проекта являются:

- изготовление солнечной батареи на основе модулей монокристаллического кремния;
- расчет рентабельности и сроков окупаемости проекта;
- оценка энергоэффективности солнечной батареи.

В процессе реализации нашего проекта по энергосбережению пришли к следующим выводам:

- Исходя из анализа энергетической и экономической ситуации в нашей стране, внедрение альтернативной энергетики очень актуально на сегодняшний день.
- Собственное производство солнечных батарей, даже с учетом покупки солнечных модулей в других странах (например, в Китае), значительно удешевит стоимость готовых солнечных батарей.
- Апробация солнечной батареи показала отличные результаты мощности даже с учетом нашего географического положения и климатических условий. Исходя из этого, использование солнечной энергии является экономически обоснованным методом получения электрической энергии.
- Короткие сроки окупаемости говорят о высокой рентабельности проекта. Исходя из анализа опыта высокоразвитых стран, высокорентабельным является проект в том случае, если сроки его окупаемости находятся в пределах 3-4 лет.

- Существует способ удешевления солнечных электростанций, а именно – непосредственная передача солнечной электроэнергии в городскую электросеть через счетчик, что позволит отказаться от использования дорогостоящих высокочастотных аккумуляторов.

## **ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ**

**Некрасов Андрей**

*9 класс, ГБОУ Лицей №1502 при МЭИ, г. Москва*

Научный руководитель: А.С. Тикунов, инженер ГБОУ Лицей №1502 при МЭИ

Выбрасываемые в выхлопные трубы горячие отходящие газы несут в себе тепловую энергию, которую можно вторично использовать. Для этого я решил разработать термоэлектрический генератор. Для расчетов эффективности генератора в различных местах его применения нужно знать зависимость мощности термоэлектрического от разницы температур на его сторонах.

Термоэлектрический генератор работает на эффекте Зеебека – прямое преобразование теплоты в электричество при поддержании спаев разнородных проводников при разных температурах. Обратное явление называется эффект Пельтье. Существует два вида термоэлектрических элементов: элемент Пельтье и элемент Зеебека. Каждый из них лучше работает при одноименном с названием элемента эффекте, однако каждый из элементов обратим, т.е. в элементе Пельтье также можно наблюдать эффект Зеебека.

Для определения зависимости мощности термоэлектрического элемента от разницы температур я разработал экспериментальную установку, которая состоит из радиатора, элемента Пельтье, теплоизоляции, проводников тепла для равномерного распределения температуры и источника тепла. Измерив разницу температур между радиатором и проводниками тепла, ток и напряжение я получил зависимости мощности и напряжения от разницы температур и построил графики этих зависимостей.

Также мною была создана модель генератора на выхлопной трубе. Генератор состоит из двух радиаторов и двух элементов Зеебека. Я нашел информацию о местах применения генератора, таких, как конденсационные газовые котлы, дизельные и газовые котлы, выхлопные трубы автомобилей. Я рассчитал стоимость генератора, его мощность и время окупаемости для каждого из четырех рассматриваемых случаев.

Мною было установлено, что напряжение в зависимости от разницы температур изменяется по линейному закону, а мощность – по квадратичному.

Также я создал модель термоэлектрического генератора и провел необходимые расчеты, установив, что самые оптимальные места применения генератора – газовые и дизельные котлы, а самый дешевый вариант генератора – в выхлопной трубе автомобиля.

*Список литературы:*

1. Вейник А.И. Термодинамическая пара. Минск, 1973
2. <http://enc-dic.com/colier/Termojelektrichestvo-6415/>
3. <http://megabook.ru/article/%D0%97%D0%B5%D0%B5%D0%B1%D0%B5%D0%BA%D0%B0%20%D1%8D%D1%84%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82>
4. <http://www.rlocman.ru/shem/schematics.html?id=108429>

## **ВЫЯВЛЕНИЕ ДОСТУПНЫХ СПОСОБОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КАЧЕСТВЕННОГО МЕДА**

**Погребная Дарья**

*МБОУ Лицей №9, г. Белгород*

Научный руководитель: Щербакова Евгения Станиславовна

О том, что мед очень полезен и обладает целебными свойствами, знают уже на протяжении многих лет. 12 марта 2013 года вышло постановление правительства Белгородской области №695 «О включении натурального меда в рацион питания обучающихся в муниципальных общеобразовательных учреждениях города Белгорода».

Не все производители добросовестно соблюдают нормы ГОСТов и поэтому люди должны научиться самостоятельно, выявлять фальсифицированные продукты. При использовании химических методов, исследование не всегда дает точные показания. Именно поэтому мы сделали акцент на «физических» способах выявления качественного меда.

Целью данной исследовательской работы является выявление доступных способов исследования физических свойств качественного меда.

В ходе исследования решались следующие задачи: ознакомиться с видами, химическим составом и свойствами меда; ознакомиться с методами сертификации и способами фальсификации; провести исследования с помощью спектрометра ICPE-9000 и оптического микроскопа; проверить

время передачи теплового потока и время выделения влаги различных сортов меда.

Для исследования физических свойств меда применялись методы исследования: эмпирического уровня (наблюдение) и экспериментально-теоретического уровня (эксперимент, анализ и синтез).

На примере гречишного меда мы выяснили, что мед, содержащий сахарную патоку, быстрее выделял влагу в чашках Петри. Меда, содержащие сахарную патоку обладают большей скоростью передачи теплового потока. При исследовании структуры меда с различными примесями при помощи оптического микроскопа появляются прозрачные вкрапления различной формы, пятна серого цвета, небольшие кристаллы прозрачного цвета.

Таким образом, с помощью данной работы мы выявили доступные способы исследования физических свойств качественного меда. При исследовании одного сорта меда разных производителей можно составить сводную таблицу показателей «оптической чистоты», значений времени передачи теплового потока и времени выделения влаги, характерных для качественного меда. Данная работа позволяет использовать новые способы выявления качественного меда по его физическим свойствам и является интересным проектом для всей семьи.

#### *Список литературы:*

1. Мед натуральный. Технические условия. ГОСТ Р 54644-2011// Москва Стандартиформ 2012
2. Федорова Л. Медовая палитра — свойства разных сортов меда, URL:[http://tvoyaizuminka.ru/zdorove/poleznie\\_produkty/sorta-meda-svoistva-meda/](http://tvoyaizuminka.ru/zdorove/poleznie_produkty/sorta-meda-svoistva-meda/)
3. Хорн Х., Люльманн К. Все о меде. — М.:Изд-во Астрель,2011. — 316с.
4. Юраш Н.И. Пчелы и мед. — М.:Изд-во Феникс,2012. — 192с.
5. Какой мед любят в разных странах? //«Славная пчелка»,2015. URL: <http://nice-bee.ru/kakoj-med-lyubyt-v-raznyh-stranah-mira>

# УПРАВЛЕНИЕ ОПТИЧЕСКИМИ СИГНАЛАМИ ЛАЗЕРНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ ПОВЕРХНОСТНЫХ СВЕТОВЫХ ВОЛН

Полянин Константин

*10 класс, МБОУ «Физико-математический лицей», г. Сергиев Посад*

Научный руководитель: Классен Николай Владимирович,  
зав. Лабораторией ИФТТ РАН

В связи с быстрым расширением систем оптоволоконной связи актуальность разработок компактных и экономичных устройств управления оптическими сигналами непрерывно возрастает. Прежние системы основанные на объемных электрооптических или акустооптических явлениях. Поверхностные световые волны, образуемые при полном внутреннем отражении света от поверхности раздела оптически плотной среды с воздухом, формируются в тонкой приповерхностной области микронным объемом. Поэтому локальные воздействия на поверхностные волны оптическим излучением, электрическими полями или другими факторами, требуя совсем небольших объемов и энергозатрат, позволяют глубоко модулировать формируемые ими оптические сигналы. В нашей работе эксперименты по такой методике управления строились на использовании двух видов лазерного излучения – не поглощаемого кристаллом, в котором формировалось полное внутреннее отражение, и поглощаемого. В качестве оптических сред исследовались два типа монокристаллов – селенид цинка (ширина запрещенной зоны 2,7 эв, соответствующий край поглощения 460 нм) и сульфида кадмия (ширина запрещенной зоны 2,5 эв, край поглощения 496 нм). Непоглощаемое оптическое излучение создавалось зеленым (532 нм) и красным (633 нм) полупроводниковыми лазерами, поглощаемое – синим лазером (445 нм). Из образцов готовились треугольные равнобедренные призмы с прямым углом при вершине. Падающий свет входил в кристалл перпендикулярно катету, отражался от гипотенузы и выходил из кристалла через другой катет. На область гипотенузы, где формировался отраженный луч, направлялся для его модуляции луч поглощаемого синего света. Интенсивность отраженного луча регистрировалась фотодиодом. Под действием синего лазера в кристаллах наблюдалась красная люминесценция. В характеристиках отраженного луча были обнаружены два проявления воздействия синего лазера на область формирования отражения. Первое проявление – заметное уменьшение интенсивности отраженного зеленого луча



(в разных случаях это уменьшение составляло от 40 % до 3%). Второе – небольшое изменение направления отраженного луча (на несколько десятых градуса). Уменьшение интенсивности отраженного луча объясняется тем, что фотоны синего света переводят часть электронов приповерхностного слоя из валентной зоны в зону проводимости, а потом эти электроны, излучив фотоны красного света, захватываются приповерхностными точечными дефектами с энергетическими уровнями в запрещенной зоне, которые поглощают зеленое излучение, ослабляя отраженный луч. Изменение угла отражения объясняется тем, что неравновесные электроны, созданные в зоне отражения синим светом, за счет неоднородности пространственного распределения их концентрации изменяют морфологию приповерхностного показателя преломления, что и приводит к отклонению отраженного луча. Полученные результаты доказывают возможность оптического управления оптическими же сигналами через локальное воздействие на поверхностные световые волны.

## НЕЛИНЕЙНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ В ЦЕПИ С ИСТОЧНИКОМ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Сапронов Даниил

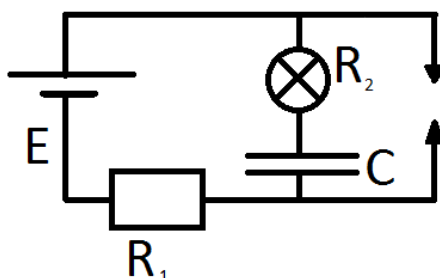
*11 класс, МБОУ «Физико-математический лицей», г. Сергиев Посад*

Научный руководитель: Забавин Валерий Николаевич, д. ф.-м. н.

В книге [1] описана такая ситуация: «Изобретатель» продемонстрировал цепь, состоящую из последовательно соединенных лампы накаливания, конденсатора и источника переменного напряжения. При последовательном включении в эту цепь нелинейного сопротивления (разрядника, искрового промежутка) лампа горит ярче. «Изобретатель» говорил, что энергия добывается из вакуума. В упомянутой книге это явление, конечно, объясняется с помощью известных законов физики.

Цель нашей работы - показать, что это явление можно воспроизвести и в цепи с источником постоянного напряжения.

Рассмотрим такую цепь:

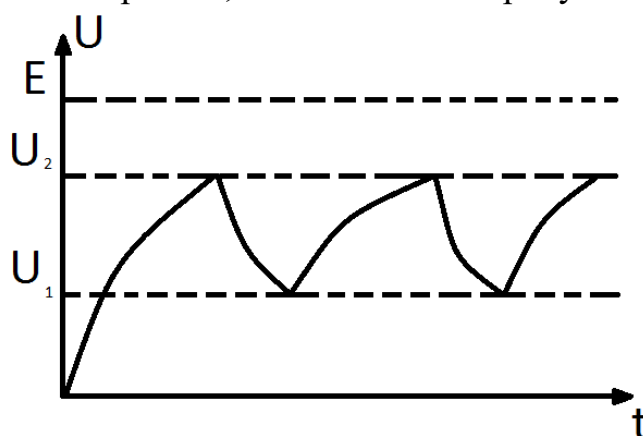


Искровой промежуток обозначим двумя стрелками, остальные обозначения общеприняты. Заметим, что если в этой цепи искровой промежуток заменить

постоянным сопротивлением, то при включении батареи возникает переходный процесс, только в течении которого лампа и будет гореть.

Но если искровой промежуток есть, то при увеличении разности потенциалов

на нём до некоторого значения  $U_2$  он становится проводником (возникает искровой разряд). Величина  $U_2$  характеризует искровой промежуток ; должно быть  $U_2 < E$ . Поэтому конденсатор начнет разряжаться через искровой промежуток, разность потенциалов на нем начнет уменьшаться, и при некотором значении  $U_2 < U_1$  искровой разряд погаснет. Далее этот процесс будет периодически повторяться, как показано на рисунке:



Таким образом, включение нелинейного сопротивления в цепь с источником постоянного напряжения приводит к возникновению в цепи периодических колебаний, значит, к постоянному горению лампы. В такой цепи обсуждаемое явление проявляется даже сильнее, чем в цепи с источником переменного напряжения, в которой лампа горит постоянно – либо ярко, либо тускло.

*Список литературы:*

1. Кругляков Э.П. «Ученые» с большой дороги. – М. : Наука, 2002.

# ЛАЗЕРНАЯ АРФА

Сенюков Александр

*6 класс, ГБОУ СОШ №285, г. Москва*

Научные руководители: Исаченко Андрей Валерьевич, Медведева Татьяна Андреевна, преподаватели детского научного лагеря МГУ ЛАНАТ

В данной работе ставится задача, создания музыкального инструмента «Лазерная арфа». Дополнительными задачами являются: изучение MIDI-протокола, сбор модели лазерной арфы и написание программы для контроллера Arduino.

Лазерная арфа – электронный музыкальный инструмент, состоящий из нескольких лазерных лучей, которые нужно перекрывать по аналогии с обычной арфой. Лазерные арфы бывают двух типов: фреймовые (закрытые) и открытые лазерные арфы. В своем проекте мы реализовали арфу закрытого типа.

Фреймовая лазерная арфа – замкнутая конструкция, у которой с одной стороны установлены источники лазерного излучения, а с другой – фотоприемники. При прерывании сигнала фотоприемник выдает сигнал о потере света и система воспроизводит звук.

Лазерная арфа лишь недавно начала набирать популярность. В основном ее используют для создания шоу на праздниках. Мы решили создать свой собственный аналог из доступных составляющих, основанный на принципе прерывания лазерного луча. Он состоит в том, что приемник – фоторезистор принимает сигнал от передатчика – лазера, и при прерывании луча рукой издается звук. Таким образом устроена каждая струна нашей арфы, причем каждая струна отвечает за свою ноту.

Конструкция и основные принципы работы арфы, разработанной в данном проекте, состоят в следующем. В «потолок» рамки установлены лазерные модули, а внизу на макетных платах собрана простейшая схема с фоторезисторами, которые в свою очередь подключены к микроконтроллеру. Для каждой пары лазер-резистор программируется отправка MIDI-сообщения со своей нотой. Таким образом при прерывании светового потока на фоторезисторе возрастает сопротивление, плата Arduino отправляет сигнал на звуковую карту с MIDI-входом. Со звуковой карты сигнал передается на компьютер, а компьютер, в свою очередь, с помощью виртуального синтезатора Native Instruments Massive обрабатывает MIDI-сообщения и воспроизводит звук. Устройством вывода могут служить как динамики

компьютера, так и подключенная отдельно акустическая система.

Разработан программно-аппаратный комплекс с использованием микроконтроллера Arduino Uno. Собрана натурная модель лазерной арфы и написано программное обеспечение к ней с помощью программного компонента, предоставляемого с данным микроконтроллером. Дополнительно получены общие навыки работы с микроконтроллерами.

В дальнейшем мы планируем усовершенствовать лазерную арфу, добавив возможность изменения звуков во время игры и придав ей более гармоничный вид.

*Список литературы:*

1. <http://www.arduino.cc/tutorial/midi>
2. <http://www.homeenglish.ru/othernote.htm>

## **ЗАВИСИМОСТЬ ВЯЗКОСТИ МАГНИТНОЙ ЖИДКОСТИ ОТ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ**

**Скрипкин Владимир**

*9 класс, МБОУ «Лицей №6 имени М. А. Булатова», г. Курск*

Научные руководители: Т.В. Шевердина, учитель физики МБОУ «Лицей №6 имени М. А. Булатова»; А.Е. Кузько, доцент каф. Нанотехнологии и инженерной физики ФБГОУ ВО «ЮЗГУ»

В работе проводится исследование зависимости вязкости магнитных жидкостей (МЖ), которые можно использовать в космических аппаратах, от температуры.

**Целью работы:** провести экспериментальные исследования по получению кривых зависимости вязкости МЖ от температур и обработать результаты посредством математических методов.

**Задачи,** которые решались для выполнения поставленной цели:

1. сборка установки, её отладка и проведение экспериментальных исследований по определению вязкости при помощи вискозиметра Brookfield DV2T на базе лаборатории наномасштабной акустики кафедры нанотехнологий и инженерной физики Юго-Западного государственного университета;
2. построение кривых зависимостей вязкости МЖ от температуры;
3. составление рекомендаций по использованию МЖ в летательных космических аппаратах при больших перепадах температур.

**Магнитные жидкости** - это коллоидные системы, состоящие из монокристаллических ферромагнитных или ферримагнитных частиц нанометровых размеров ( $\sim 9$  нм) [1], находящихся во взвешенном состоянии в несущей жидкости.

В работе исследовалась магнитная жидкость на основе керосина. Данные по вязкости выводились на дисплей вискозиметра DV2T в сантипуазах (сПз). Для построения зависимости вязкости от температуры, систему приводили к конкретной температуре с помощью адаптер TC-550SD маленьких образцов.

Результаты эксперимента показали: графическая зависимость вязкости от температуры имеет вид квадратичной функции. При неизменной температуре, но разной скорости сдвига значение вязкости различно. Предположительно, магнитную жидкость можно использовать в качестве уплотнителя или герметизатора в космических аппаратах.

*Список литературы:*

1. Такетоми С., Тикадзуми С. Магнитные жидкости — М.: Мир, 1993. — 272 с.;
2. Полунин В.М. Акустические свойства нанодисперсных магнитных жидкостей – М.:ФИЗМАТЛИТ, 2012. – 384с.

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ «ЭФФЕКТА КОАНДА» ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

**Столярова Екатерина**

*9 класс, МОУ лицей №14, г. Жуковский*

Научный руководитель: доцент МФТИ, к. т. н. М. Н. Осин

### **1.Цель работы.**

Экспериментальное исследование «эффекта Коанда» и возможность его применения для создания подъемной силы в летательных аппаратах.

### **2. Актуальность и значимость исследования**

В настоящее время, как правило, аппараты, обладающие способностью вертикального взлета и посадки, строятся по схеме несущего винта, что затрудняет их эксплуатацию в городской застройке, вблизи деревьев и линий электропередач. Указанное обстоятельство вынуждает изобретателей обращаться к созданию аппаратов, построенных по нетрадиционным схемам.

Одним из возможных направлений является создание летательного аппарата, использующего «эффект Коанда» для создания подъемной силы. Одно из преимуществ данной схемы – отсутствие движущихся частей на внешней поверхности аппарата

### 3. Полученные результаты

Изготовлена экспериментальная установка, представляющая собой полусферу, внутри которой в центральном канале расположен импеллер. Воздух, нагнетаемый импеллером, через кольцевую щель выдувается на внешнюю поверхность полусферы. Произведена визуализация потока методом аналогичным методу каолинового покрытия и определен характер возникающего течения вокруг установки при различных значениях ширины щели. Показана принципиальная возможность создания летательного аппарата, подъемная сила которого создается с использованием «эффекта Коанда». Сняты тяговые характеристики экспериментальной установки. Найден оптимальный размер щели, составляющий 3 мм для разработанной экспериментальной установки. Показана необходимость согласования параметров двигательной установки летательного аппарата и геометрии его соплового аппарата.

#### *Список литературы:*

1. Яворский Б. М., Пинский А. А. Основы физики: Учебн. В 2 т. Т. 1. Механика. Молекулярная физика. Электродинамика / Под ред. Ю.И. Дика. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003
2. Харитонов А.М. Техника и методы аэрофизического эксперимента. Ч.2. Новосибирск: НГТУ, 2007.
3. Шкуренок В. Эффект Коанда. Журнал «Юный техник» 1970-01, стр. 49

# **MATHEMATICAL MODEL AND SIMULATION STUDY OF GRASSHOPPER (DICHROMORPHA VIRIDIS (SCUDDER))’S JUMPING FOR APPLICATION IN JUMPING ROBOT**

**Mr. Chatpech Pornprasit, Mr. Pitchayut Panpattrapong,  
and Mr. Supparit Aieng-im**

*Mahidol Wittayanusorn, Bangkok, Thailand*

Научные руководители: Dr. Komsilp Kotmool

Recently, exploring robots have been invented with various movement abilities such as walking and jumping. Most of these robots imitate the movement of creatures. But, the jumping robot that imitates grasshoppers is still not designed and created. The advantage of the grasshoppers is their multi-function legs that play important role for both walking and jumping. The purpose of this project is investigating the motion of grasshoppers for developing the future jumping robot. The mathematical model considered by dividing the grasshopper into 3 parts - body, femur and tibia – gave us the equation of center of mass’ velocity and the conditional inequation for forward jumping as in term of “jumping factor”. This inequation was consistent with the videos of jumping short- winged green grasshoppers (*Dichromorpha Viridis* (Scudder)). Therefore, this mathematical model was implemented to simulate a grasshopper robot by Interactive Physics 5.0 under the conditions of constant angular velocity of each joint and constant angle between body and ground. According to the observation of simulated jumping model, we found that the angle between femur and tibia, when it took off, was  $79.7 \pm 1.9$  for every jumping. According to these results, Mathematica 9.0.1 and MATLAB R2015a were also performed to code the program that determines the angular speed of each joint by inputting the distance of jumping. This project might build the basic comprehension for grasshopper jumping. Moreover, it might be useful for developing the future jumping robot.

# **ANALYZING FAT MASS AND BODY COMPOSITIONS VIA WRISTBANDS**

**Poonnapa Chaichudchaval, Jirapa Manawongcharoen, Nichaparakarn**

**Sungkhachand and Min Medhisuwakul**

*Kamnoetvidya Science Academy, Rayong, Thailand*

The prevalence of fat-related diseases is well recognized. A number of devices, that are often expensive, are available to measure fat masses and body compositions. It is our belief that ways should be found to create small gadgets to assess those parameters quickly and conveniently. A wristband is such an alternative. It is aimed that the information of fat masses is conveyed via a smartphone application to users. It was proposed that the single frequency- BIA was to be used in the project. The proposed model of a wristband consists of an oscilloscope, an alternating current generator and an impedance. There are two main parts of the proposed device, the measurement part which is a wristband and the output part which is a smartphone application. The AC generator is incorporated in a wristband to provide the electricity, similar to the BIA method. Fats and bones are classified by the differences of their impedance values. The signal of frequencies and voltages are stored in the storage part before sending off to a smartphone via a transmitter, the Bluetooth. As for the smartphone application, personal information such as body height, body weight and gender are required. The device calculates the amount of fat mass by using the formula,  $\text{fat mass} = \text{wt} - \text{fat free mass}$ , while  $\text{fat free mass} = -4.104 + 0.518(\text{ht}^2 / R_{50}) + 0.231\text{wt} + 0.130X_{c,50} + 4.229\text{sex}$ , where (Ht) is body height, (R50) and (XC, 50) is resistance and reactance at 50 KHz, (Wt) is body weight. As for the sex values, if gender is male the input for sex = 1 but for female, the input for sex = 0. Other features can be added using formulas from published research data to provide additional information such as how much more fat that one can safely consume. It is hoped that this project will increase people awareness on taking care of their health by regularly monitoring their fat masses using wristbands.



# ИЗУЧЕНИЕ КАПИЛЛЯРНЫХ ВОЛН В СТРУЕ ЖИДКОСТИ И ВЫЗВАННЫХ ИМИ «КОЛЕЦ»

Риве Алина

*10 класс, Специализированный учебно-научный центр (факультет) – школа-интернат имени А.Н. Колмогорова МГУ имени М.В.Ломоносова*

Научный руководитель: А.А. Дорофеева, К.Д. Сладков,  
лаборанты каф. физики СУНЦ МГУ

Если вертикально направить струю жидкости на твердую поверхность и подсветить место удара лазерным лучом, можно заметить «световые кольца» вокруг струи. Нам нужно было выявить природу «колец», определить параметры, влияющие на характеристики колец, установить зависимости между этими параметрами и характеристиками колец. Проведя несколько опытов, мы пришли к выводу, что дело в капиллярных волнах. При падении струи жидкости на твёрдую поверхность образуются капиллярные волны. Капиллярные волны - это другое название известного всем явления ряби на поверхности жидкости. Образуются эти волны под влиянием небольших возмущений и их возникновение связано с силами поверхностного натяжения. Для упрощения расчетов, мы пренебрегли разностью поверхностных натяжений на максимумах и минимумах волн, а также взяли приближенные значения некоторых табличных значений, которые использовали.

Сначала мы проводили опыты со струями диаметром примерно 2 см, используя воронку, чтобы струя была ровной. Чтобы увидеть кольца, мы подсвечивали место удара струи о поверхность лазером. Позже мы увидели этот эффект при прохождении воды через фильтр, где диаметр был меньше (около 3 мм), но колец было гораздо больше, и их было видно без подсветки. Также мы пробовали подсвечивать лазером ножку бокала, которая имеет форму, похожую на струю жидкости. Но колец не наблюдалось. Так мы убедились, что они возникают из-за капиллярных волн, а не по другой причине.

Мы наблюдали кольца в струях различных диаметров, движущихся с различными скоростями. Выяснилось, что их появление обусловлено капиллярными эффектами. Оценили расстояние между кольцами, посчитав длину капиллярной волны. Полученные результаты соответствуют действительности. То есть мы определили три параметра: плотность жидкости, скорость падения струи и толщина струи.

*Список литературы:*

1. Anno, J. N. 1977 The Mechanics of Liquid jets. Lexington, Massachusetts: Lexington Books, D.C. Heath and company.
2. Hancock, Matthew J. and Bush, John W. M. 2002 Fluid pipes. The United Kingdom, Cambridge University Press.
3. Кикоин А.К., Кикоин И.К. Общий курс физики. Молекулярная физика (2-е издание). М.: Наука, 1976



Отпечатано 21 апреля 2016 года.  
Издательский центр СУНЦ МГУ,  
г. Москва, ул. Кременчугская, д.11, 107-Б.