

# **ХІХ КОЛМОГОРОВСКІЕ ЧТЕНІЯ**



**The 19th KOLMOGOROV READINGS**

**ADVANCED EDUCATION AND SCIENCE CENTER**

**Proceedings of  
the 19th International Scientific Conference of students  
Kolmogorov readings  
May 5-8, 2019**

**PHYSICS**

**Moscow**

**2019**

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

**Материалы  
XIX Международной научной конференции школьников  
«Колмогоровские чтения»  
5-8 мая 2019**

**ФИЗИКА**

**Москва  
2019**

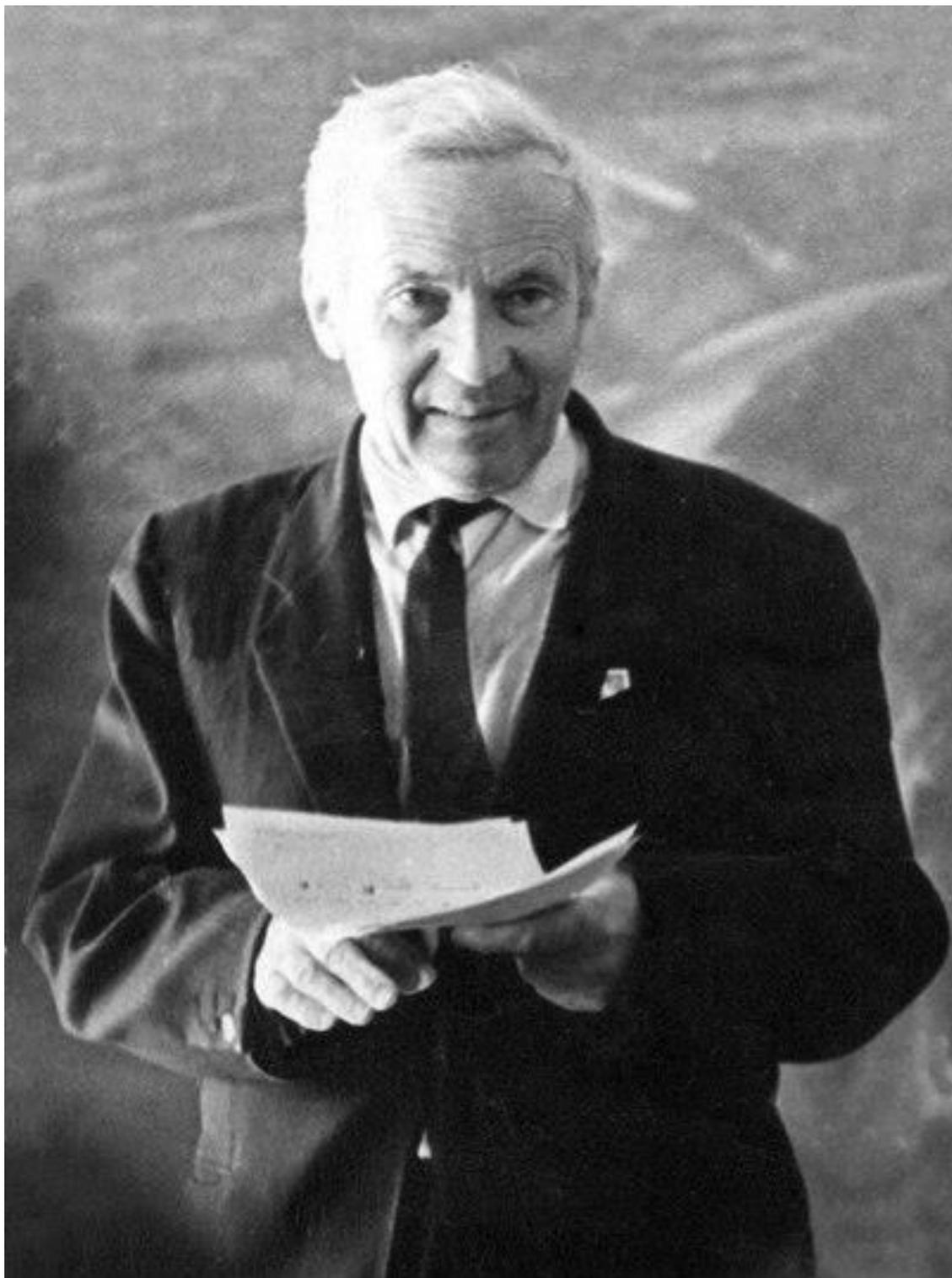
Председатель организационного комитета  
XIX Международной научной конференции школьников  
«Колмогоровские чтения»:  
**академик В.А. Садовничий**

Редакционный совет сборника тезисов «Физика»:  
**С.Н. Сергеев, С.А. Панков, И.М. Баязитов, Д.А. Байгушев**

**Материалы**  
**XIX Международной научной конференции школьников**  
**«Колмогоровские чтения»**

В настоящий сборник вошли тезисы приглашённых докладчиков  
XIX 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, 2019 г.



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

*А.Н. Колмогоров*



# **SOUND INTENSIFICATION BY AMPLIFYING WITH PARABOLIC REFLECTOR**

**Theeranai Pullarp (participant), Pattharat Soontharanurak,  
Noppanat Wadlom**

*Grade 11, Kamnoetvidya Science Academy, Rayong, Thailand*

Scientific advisor: Min Medhisuwakul, Ph.D., Kamnoetvidya Science Academy

Sound is important for everyone's life because sound is the medium using for communication between each other. In some situations, communication needs privacy between two people or avoids disturbing others around the talk; that the sound volume is still big enough to make the listener heard the information clearly and correctly. This project is willing to find the process and invent an equipment that can increase the sound pressure in a fixed point. The methodology began at studying on sound dispersion to find the relation between the sound pressure and the distance between a point to sound source by having different amplitudes, frequencies, and dimensions of sound source as factors. After that, designed on dimension and shape to build a parabolic reflector for intensifying sound [1], using many types of material for changing in reflective part of reflector to compare the efficiency of it [2]. Then, doing experiment by measuring the amplitude of sound pressure, from sound that is reflected from the reflector. From the result, there is no significant peak in the focal point as expected, but the trend shows that the sound is gathered denser in the middle line from the sound source than usual. For the next process, find the best reflective material for reflector, then set up a new apparatus by increasing the number of parabolic reflectors and using sound interference principle to intensify the sound in constructive interference. Finally, in developing process, modify the product to be suitable and easy to use in any situation.

## *Bibliography:*

1. Ryosuke KONABE<sup>1</sup>, Tadashi MATSUI<sup>1</sup>, Daisuke IKEFUJI<sup>1</sup>, Masato NAKAYAMA<sup>2</sup>, Takanobu NISHIURA<sup>2</sup>. "A design of reflective audio spot with parabolic reflector for sound pressure improvement on separating emission of carrier and sideband waves", College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University, Japan, Physics, 2014.
2. Maria A. Kuczumarski, James C. Johnston. "Acoustic Absorption in Porous Materials", Glenn Research Center, Cleveland, Ohio Physics, 2011.

# NANOCELLULOSE-CARBON SUPERCAPACITOR PREPARED FROM CORN WASTES

**Methasit Tantiplubtong (participant), Mancharat Tangtrongkijcharoen,  
Chayutapon Punyaratyuenyong**

*Grade 10, Kamnoetvidya Science Academy, Rayong, Thailand*

Scientific advisor: Panuphong Pootawang, Ph.D., Kamnoetvidya Science Academy

Nowadays energy storage is mainly focusing on Li-based batteries, e.g. Li-ion, Li-sulfur, Li-polymer, and Li-air batteries due to their good storage performances. However, the developments of many Li-based batteries are still getting stuck due to the long lists of problems, for instance lower charge-discharge rate, poor chemical resistance of electrodes, and bad retention time when long-time used. The alternative energy storages have been increasingly discovered and developed. One of the alternative energy storages is supercapacitor which can be the promising candidate since it provides ultrafast charge-discharge rate, great chemical resistance, good retention time when used repeatedly, and superhigh storage efficiency per size. Nevertheless, supercapacitors of storing electricity are still not clean, since the materials used to build supercapacitors are mostly non-biodegradable which create the pollution. This inspires to perform the herein research with two main objectives which are 1) to develop and create a biodegradable supercapacitor from carbon incorporated nanocellulose from local corn wastes and 2) to test and enhance the performance of a biodegradable supercapacitor for potential application in energy storage. This research used the corn cobs and corn husks to synthesize cellulose and carbon. The corn husks were gone through many steps of process to create nanocellulose and the corn cobs were burned to create carbon. To find the most optimal ratio between nanocellulose and carbon, the amounts of carbon used in the nanocellulose were varied. The composites of various ratios were characterized in terms of physical and chemical properties. The button cells of carbon-nanocellulose (CNC) were assembled to test and capacitance performance. Not only that the value of the wastes was increased, but this had influence on the study of nanomaterials to further improve the world's nanotechnology in energy storage.

## *Bibliography:*

1. Abderrahim, B., Abderrahman, E., Mohamed, A., Fatima, T., Abdesselam, T., & Krim, O. (2015). Kinetic Thermal Degradation of Cellulose, Polybutylene Succinate and a Green Composite: Comparative Study. *World Journal of Environmental Engineering*, 3, 95—110.

# **PLASMA SEPARATION BY MICROFLUIDIC DEVICE**

**Manomai Thaweerat (participant), Phiriwit Sakjarak, Tharit Sinsuntorn**  
*Grade 10, Mahidol Wittayanusorn School, Nakhon Pathum, Thailand*

Scientific advisors:

Physics teacher at Mahidol Wittayanusorn School Mr. Anucha Pratumma,  
Asst. Prof. Chamras Promptmas

Our blood consists of red blood cell and plasma. For separating blood, scientists and doctors often use the centrifugation method. Centrifuge is a necessary equipment for this method. It is expensive and requires large amount of blood from patients. To separate blood with less cost, less time and less blood we use technology of microfluidic. The technology of manipulating and controlling fluids, usually in the range of microliters. Using hydrodynamic properties of fluid flowing in microchannel. We added blood in 2 types of microchannels made from PDMS and each has 2 regions which have different surface characteristics. First is hydrophilic-hydrophobic surface and second is smooth-rough surface. These different surface properties affect to flow rate of blood components. Whole blood (plasma and red blood cells) can flow well in hydrophilic region or smooth surface, in the other hand red blood cells have low efficiency to flow through hydrophobic property. Red blood cell will stuck and accumulate over the patch of these 2 regions but plasma still flowing. The result is that plasma is separated from red blood cell in time less than 30 minutes and use blood in volume below 10 microlitres. The finding from the research can develop the experimental design for blood diagnosing by miniaturized medical technologies which is save time and source.

# ЭЛЕМЕНТ МЕЙДИНГЕРА, КАК ИСТОЧНИК ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА В 21 ВЕКЕ

**Айваседо Ксения, Хмура Милана**  
*10 класс, МБОУ «Центр естественных наук»*  
*г. Тарко-Сале, Ямало-Ненецкий АО*

Научный руководитель: педагог дополнительного образования МБОУ ДО  
«ЦЕН» г. Тарко-Сале М.Н. Бажутов

**Проблема:** выяснить возможно ли применение элемента Мейдингера в качестве источника тока для получения дешевого, экологически чистого и работающего длительное время источника энергии, что особенно актуально для туристов, геологов и коренных народов Севера.

**Актуальность работы.** В нашей стране существует достаточно большое количество регионов, где энергоснабжение затруднено в силу удаленности от централизованных электросетей.

Так же существуют категории людей, такие как геологи, туристы, коренные народы Севера, которые проживают обособленно и перед ними стоит остро проблема получения электроэнергии.

**Цель:** исследовать возможность применения элемента Мейдингера в качестве альтернативного источника энергии.

Для сборки элемента Мейдингера нам понадобились следующие компоненты: мерный стакан, воронка, медный купорос, медный провод диаметром 1 мм и алюминиевая пластина.

Цель моего проекта достигнута, задачи в ходе работы выполнены полностью.

Приобретены навыки работы создания гальванического элемента и работы с мультиметром.

Получены навыки практического проведения научно-исследовательской работы.

В ходе проведения работы мы выявили слабые стороны имеющегося элемента Мейдингера, которые будут учтены в будущем.

*Список литературы:*

1. В.А. Кудряшов. Телеграф, железная дорога и обеспечение безопасности движения поездов //Автоматика на транспорте. – 2016. – Т. 2. – №. 2.
2. Д. Гаврилов, Н. Латыпов, С. Ёлкин. Инженерная эвристика. – Litres, 2017.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ КАЛЬДЕР

**Антохина Ксения**

*10 класс, СУНЦ НГУ, Новосибирск*

Научные руководители: вед. инж. ИГМ СО РАН Е.А. Крук

За время существования Земли произошло множество извержений. Самые разрушительные из них, сопровождающиеся большим количеством жертв, часто связаны с образованием вулканических кальдер. Огромная мощность и опасность кальдерообразующих извержений делает необходимым искать способы предсказания места и времени образования таких кальдер. По форме и размерам кальдеры, можно предполагать, какой вулкан был раньше на этом месте и возможно ли его извержение в будущем.

Цель работы — смоделировать образование кальдеры, установить, какие изменения будут происходить на поверхности вмещающих пород при её образовании, проанализировать возможные причины, а также научиться решать обратную задачу: по форме и размерам магматического очага предсказывать, какая кальдера может образоваться в результате извержения в будущем.

В ходе работы была создана установка, позволяющая имитировать образование вулканической кальдеры, проведена серия экспериментов, позволяющих охарактеризовать возможный процесс формирования кальдеры и структурные нарушения, происходящие на поверхности в моменты формирования магматического очага и извержения, а также изучены факторы, влияющие на морфологию кальдер.

Основным результатом работы стали полученные модели кальдер разного типа, а также найдены факторы, влияющие на формирование кальдер:

- размера магматического очага;
- глубины его залегания;
- скорость опустошения магматической камеры;

*Список литературы:*

1. Г. Макдоналд. «Вулканы». М.: Мир, 1975.
2. Х. Раст, «Вулканы и вулканизм». М: Мир, 1982.
3. А.Я. Святловский, «Структурная вулканология», 1971.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДНОГО МОСТИКА В СИЛЬНОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

**Багнова Полина**

*11 класс, МАОУ Лицей №38, г. Нижний Новгород*

Научный руководитель: учитель физики высшей категории Н.Б. Тукова

Новизна нашей работы заключается в получении данных с помощью экспериментальной установки с проведённого эксперимента. Получены кадры возникшего в водном мостике электрического разряда.

Методы решения поставленной задачи: сбор и анализ информации, анализ и синтез экспериментальных данных.

Методы исследования: эксперимент, наблюдение, видеосъёмка, сравнение, измерение, работа с источниками Интернета и электронными ресурсами.

Выводы и формулировка результатов.

1. Была изучена теория по возникновению явления «водного мостика»
2. Создана экспериментальная установка.
3. Освоена работа в графических программах и программах обработки видео.
4. Измерена максимальная длина, зафиксировано время существования полученных мостиков двух жидкостей: мостик дистиллированной воды существует дольше, в экспериментах достиг большей длины, чем мостик глицерина.
5. Получены результаты, которые показывают, что температура повышается с увеличением времени существования мостика.
6. Построены графики зависимости температуры от геометрических параметров мостика.
7. Проведено сравнение изменения температуры в разных опытах с дистиллированной водой, получены выводы о распределении температуры в водном мостике.
8. Сделаны кадры с появлением разряда в мостике дистиллированной воды.

*Список литературы:*

1. В.В. Кузнецов. О возможной причине устойчивости водного мостика 2009
2. Зацепина Г.Н. – Физические свойства и структура воды. М. 1987. 170с.
3. Б.В. Булюбаш. Статья «Антуан Анри Беккерель» в журнале Потенциал. — (выпуск №12, 2012)

# ПРОЕКТ «ПНЕВМОПУШКА»

**Белашов Егор**

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

Научный руководитель: лаборант каф. физ. СУНЦ МГУ С.А. Панков

Цель проекта.

Создать пневматическое устройство, способное просчитывать различные траектории с учётом различных условий и совершать наводку.

Актуальность.

Это устройство способно помочь спасателем или экстренно доставить груз в ограниченной зоне. Например, при помощи этой разработки, специализированного снаряда со спасательным жилетом или надувным кругом внутри, а также метода определения координат утопающего человека станет возможным осуществлять спасение утопающих людей.

Результаты.

В ходе выполнения работы удалось собрать механическую часть пушки (механизмы наведения), а также разработать большую часть программного кода: управление двигателями, позиционирование, расчёт оптимальной траектории, модуль, работающий с периферией, требует доработки. Были проведены необходимые теоретические расчеты по определению характеристик установки. Основная ценность установки заключается в том, что в процессе её проектирования и сборки были получены знания в различных инженерных программах: SolidWorks, DipTrace, а также навыки работы с ручными инструментами и станками. Были получены навыки в создании технического описания устройств.

Таким образом мы имеем пневматическое устройство, способное выбирать оптимальную траекторию полёта снаряда с учётом различных данных (сопротивления воздуха, скорость и направление ветра), а также осуществлять наводку.

# ВЕБ-ШАХМАТЫ

**Бритенков Егор**

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

Научный руководитель: лаборант каф. физ. СУНЦ МГУ И.М. Баязитов

Цель работы: разработать и собрать механическую систему, которая позволит играть в шахматы с человеком, находящимся на расстоянии.

Задачи:

разработать механизм захвата и перемещения фигур на шахматном поле, использующий электромагнит;

создать систему, позволяющую фиксировать перемещение фигур на шахматном поле с помощью герконов;

разработать алгоритм перемещения фигур по доске без столкновений и создать работающую программу.

Актуальность: люди со слабым зрением — основные предполагаемые пользователи системы. Они не могут пользоваться мониторами, поэтому система — единственный способ для них играть в шахматы с людьми, находящимися на расстоянии. Также система может быть удобна тем людям, которые хотят играть непосредственно на шахматной доске, при этом не находясь рядом с оппонентом.

Для проектирования и создания системы было использовано 3D моделирование в программе Autodesk Inventor. Также была использована 3D печать, что позволило создать нестандартные детали, пригодные лишь для создания моей системы. Для управления системой перемещения и отслеживания перемещений фигур была использована программная среда Arduino.

В ходе работы была создана система для передвижения фигур по шахматной доске без участия человека, использующая плату Arduino для управления и электромагнит как движущую часть. Также на базе платы Arduino был реализован алгоритм, который использует герконы и позволяет отслеживать перемещения фигур с помощью фиксации магнитом.

Результаты: была создана система, позволяющая играть в шахматы с человеком, находящимся на расстоянии, и при этом не использовать мониторы для визуализации информации. В будущем планируется уменьшить габариты и вес доски, сделав систему более компактной. Также предполагается создать алгоритм связи между двумя досками для проведения игр через сеть Интернет.

# **ВЛИЯНИЕ МАГНИТНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ НА ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В СИСТЕМЕ «ЖЕЛЕЗО-МЕДЬ-ВОДА»**

**Бурова Дарья**

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

Научные руководители:

зав. лабораторией института физики твердого тела РАН Н.В. Классен,  
мл. науч. сотрудник института физики твердого тела И.С. Цебрук

Цели и задачи:

изучить поведение железа и меди в различных условиях;

изучить влияние магнитного поля на химические процессы в водных растворах с участием железа для подготовки методик антикоррозионной защиты и формирования микрорельефов для устройств микроэлектроники и спинтроники.

Новизна и заключение:

измерены количественные зависимости замедления скорости восстановления меди железом магнитным полем;

обнаружено уменьшение растворимости сульфата железа в воде и смачивания его водой при наложении магнитного поля, объясняемые сближением атомов железа в магнитном поле;

предложена новая методика формирования микрорельефов поверхности для микроэлектроники, оптоэлектроники и спинтроники вытравливанием междоменных границ ферромагнитных подложек в регулируемом магнитном поле;

предложена новая методика восстановления изношенных участков контактных проводов непосредственно по месту их службы;

получены новые формы соединений железа;

предложена методика формирования периодических структур из ферромагнитных и диамагнитных частиц.

*Список литературы:*

1. Г.С. Ландсберг. Элементарный учебник физики. Том 2. Электричество.
2. И.В. Семенова. Коррозия и защита от коррозии. Москва, ФИЗМАТЛИТ, 2010.
3. Б.А. Лапшинов. Технология литографических процессов. МИЭМ. 2011.
4. А.Н. Глебов, А.Р. Буданов. Магнетохимия, магнитные свойства и строение вещества. Соросовский образовательный журнал, 1997, № 7.

# РОБОТ-РАЗМЕТЧИК

**Гончаренко Иван, Фомин Григорий**

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

Научный руководитель: лаборант каф. физ. СУНЦ МГУ С.А. Панков

Цель: разработать и собрать установку, способную наносить различные изображения на горизонтальные поверхности. Разработать алгоритм для управления перемещениями и нанесением разметки. Адаптировать систему под задачи нанесения разметки на дорожное полотно.

Описание методов решения задачи: для проектирования установки были использованы 3Д-технологии. В качестве программы для 3Д-моделирования использовалась система автоматизированного проектирования SolidWorks, которая позволяет создавать объемные детали и компоновать сборки в виде трехмерных электронных моделей. В данной программе была спроектирована вся механическая часть установки.

Установка представляет собой робота на колесах. Два передних крепятся к двум независимым шаговым двигателям, которые позволяют точно отслеживать количество оборотов, и соответственно — пройденное расстояние. Это нужно для повышения качества нанесённых изображений, что необходимо, когда приходится рисовать знаки сложной формы или маленького размера. Если вращать колеса с разной скоростью, то осуществится поворот. Задние колеса помимо обычного вращения, могут оборачиваться вокруг горизонтальных осей, что позволяет им поворачивать на нужный угол. На задней части установки стоит рейка, к которой крепится подвижная часть — каретка. Для нанесения изображений на ней установлено два маркера разного размера: большой и маленький. Одновременно пользоваться можно только одним. Все изображения разделяются на два типа: простые и сложные. Простые — линии. Сложные — закрашенные фигуры. Основное отличие: для последних, помимо создания контура, нужно также сделать заливку. Для выполнения вышеперечисленного написана программа в среде Arduino IDE. Она загружается в программируемую плату Arduino UNO, которая контролирует процесс.

Результаты: собрана установка способная наносить простые и сложные изображения любой длины на разные горизонтальные поверхности. Написана программа, контролирующая перемещения каретки и платформы так, что робот может нарисовать контур изображения и его заполнение.

# КОБРА ИЗ ПАЛОЧЕК

**Домажирова Валерия**

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

Научные руководители: асс. каф. физ. СУНЦ МГУ К.Д. Сладков

«Кобра из палочек» — это конструкция, состоящая из переплетённых между собой деревянных палочек. Если из цепи таких палочек вытащить крайнюю, система выйдет из равновесия, и палочки начнут вылетать в разные стороны, начиная с того края, где достали палочку. Целью данной работы является изучение распространения волнового фронта в цепи, лежащей в плоскости пола, на боку и подвешенной над поверхностью пола.

Оборудование: медицинские шпатели, скрещенные под углом  $90^\circ$ , видеочамера. В литературе исследовалась «кобра», расположенная на полу, при которой палочки лежат на нём своей широкой частью. В каждом эксперименте крайние палочки вынимались из цепи так, чтобы кобра оставалась неподвижной, до самостоятельного вылета палочек из цепи. Исследовались экспериментальные значения скорости распространения волнового фронта и амплитуды волны в каждом случае при помощи программы Tracker. Обработка данных проводилась в программе Excel.

Явление «кобры» возникает вследствие высвобождения накопленной энергии упругой деформации изогнутых палочек при роспуске цепи. Нами было обнаружено, что волновой распад «кобры» происходит и при повороте кобры на  $90$ , когда «кобра» стоит на торцевых частях палочек, и даже если подвесить «кобру» за один из её концов. При этом было показано, что изгиб цепи происходит в обе стороны от начального положения «кобры». Были установлены и исследованы скорость волны и её амплитуда.

*Список литературы:*

1. Jérémy Sautel et al., The physics of a popsicle stick, American Journal of Physics. —2017.
2. Athanasios Papastathopoulos-Katsaros, Savvas Sardelis, A physical model for the popsicle stick cobra. Emergent Scientist. — 2017.
3. Jean-Philippe Boucher et al., The popsicle-stick cobra wave. HAL. —2017.

# КОМПЬЮТЕРНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ В АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТРУБЕ

**Завьялова Софья**

*11 класс, МАОУ Лицей № 38, Нижний Новгород*

Научный руководитель: учитель физики и астрономии высшей категории  
Н.Б. Тукова

Цель: провести компьютерное моделирование давления потока воздуха и его скорости для пластиковых моделей и исследовать изменение их аэродинамических свойств при нанесении лакировки.

Было произведено компьютерное моделирование скорости и давления воздушного потока при помощи программы обработки данных, разработанной в Лаборатории математического моделирования социально-экономических и экологических систем, написанной на языке Matlab. Новизна работы заключается в способе получения данных об аэродинамических свойствах при помощи моделирования наледи в виде лакировки на простейшей модели летательного средства и простейшей модели аэродинамической трубы. Была произведена визуализация воздушных вихрей и измерена подъемная сила.

Методы: сбор и анализ информации, в том числе, экспериментальных данных, эксперимент, наблюдение, видеосъемка, сравнение, измерение, работа с интернет-ресурсами.

Выводы: было проведено компьютерное моделирование давления потока воздуха и его скорости, была собрана экспериментальная установка аэродинамической трубы. Подъемная сила самолетиков с напылением оказалась меньше, чем без напыления. При напылении образование аэродинамических вихрей происходило выше.

*Список литературы:*

1. М.И. Ништ. Особенности аэродинамики маневренных самолетов. 1988. 70 с.
2. А.Л. Стасенко. Физика полета. 1988, 144 с.
3. Чернов Л.Г., Милованов А.Г. Основы методологии аэродинамического проектирования маневренного многорежимного самолета истребителя. М.: МАИ-ПРИНТ, 2008. 236 с.
4. Б.А. Землянский. Конвективный теплообмен летательных аппаратов. 2014 380 с.

# КАПЕЛЬНИЦА КЕЛЬВИНА КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ

**Касьянов Даниил, Чусовитина Полина**  
*10-11 классы, МБОУ «Центр естественных наук»,  
г. Тарко-Сале, Ямало-Ненецкий АО*

Научные руководители: педагог дополнительного образования  
МБОУ ДО «ЦЕН» М.Н. Бажутов

**Проблема:** изучить возможность использования капельницы Кельвина в качестве генератора электрического тока, энергии которого достаточно для условий автономного проживания, что актуально для коренных народов Севера туристов и геологов.

**Актуальность работы:** в нашей стране существует достаточно большое количество регионов, где энергоснабжение затруднено в силу удаленности от основных энергетических сетей.

**Цель:** исследовать возможность применения капельницы Кельвина в качестве альтернативного источника энергии.

Для создания экспериментальной установки были использованы банки, рама из фанеры.

Для измерения электричества использовался осциллограф UNI-T UTD2052L. Максимальное полученное напряжение 800В.

Цель моего проекта достигнута, задачи в ходе работы выполнены полностью, были приобретены навыки работы с осциллографом. В ходе проведения работы мы выявили слабые стороны имеющейся капельницы Кельвина, которые будут учтены в будущем.

*Список литературы:*

1. Ф.П. Гросу, М.К. Болога. Преобразование энергии в условиях электроизотермической конвекции //Электронная обработка материалов. – 2010. – №. 5 (265).
2. Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев. Физика: Учеб. Для 10кл. общеобразоват. учреждений.-6-е изд.- М.: Просвещение, 1998-222 с.: ил.
3. В.А. Архипов и др. Исследование деформации капли при малых числах Рейнольдса. – 2014.
4. Ю.А. Селезнев. Основы элементарной физики. Учебное пособие. Издательство «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, М., 1974 г.

# ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАКЛИЗМИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ ЗВЁЗД С СИЛЬНЫМ ИК-ИЗЛУЧЕНИЕМ

**Ларин Иван**

*8 класс, ГБОУ Школа №57, г. Москва*

Научный руководитель: вед. инж. отдела изучения галактики и переменных звёзд ГАИШ МГУ Д.В. Денисенко

Цель исследования — провести сравнительный анализ свойств открытой мной катаклизмической переменной Larin 2 и её аналога DDE 158.

Оба эти объекта выпадают из общего ряда катаклизмических переменных по своим экстремальным показателям цвета в ИК и УФ-диапазонах, а также ВР-РР. Они входят в 0,5% ближайших катаклизмических переменных Нашей Галактики, при этом обладают исключительно низкой абсолютной звездной величиной и малой амплитудой вспышки. Используя наблюдения на дистанционном телескопе T17 обсерватории Siding Spring в Австралии, я измерил яркость объекта в эмиссионной линии водорода H $\alpha$  и построил сравнительную диаграмму звездных величин в фильтре H $\alpha$  и усредненной величины (I+R)/2. Линия H $\alpha$  — это главный индикатор присутствия в двойной системе процесса аккреции. Снимки заказывались на сайте itelescope.net и обрабатывались с помощью ПО MaximDL. Диаграммы были построены в ПО SigmaPlot.

Результаты: подтверждено, что открытая мной переменная звезда Larin 2 выделяется среди всех прочих катаклизмических переменных в том числе и сильнейшей эмиссией в линии H $\alpha$ . На основании этого, а также положения звезды на диаграмме Герцшпрунга-Рассела можно прийти к выводу, что Larin 2 является представителем нового, ранее неизвестного типа катаклизмических переменных звезд.

*Список литературы:*

1. Н.Н. Самусь. Переменные звезды. Учебное пособие МГУ. Heritage.sai.msu.ru
2. К. Геллиер. Cataclysmic variables: How and why they vary, 2001
3. Д.В. Денисенко, И.М. Ларин. Search for Nearby Ultracool Compact Binaries in Gaia DR2, 2018. arXiv:1807.04574

# ГУСЕНИЧНАЯ ПЛАТФОРМА ВЫСОКОЙ ПРОХОДИМОСТИ

**Ляхов Егор**

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

Научный руководитель: лаборант каф. физ. СУНЦ МГУ С.А. Панков

Гусеничная платформа — это мобильная роботизированная установка, имеющая высокую проходимость, на которую устанавливается камера, которая передает информацию об ее окружении. Платформа предназначена для исследовательски-поисковых работ. Таких, как исследования пустот, образовавшихся в результате природных обвалов или разрушения зданий, для поиска пострадавших людей. Установка имеет герметичный корпус, что позволяет спокойно преодолевать местности с повышенной влажностью, а также лужи. Проходимость платформы обеспечена за счет следующих ее особенностей:

- 80% площади поверхности занимают гусеницы, проходящие по всему периметру установки;
- боковые части платформы имеют округленную форму, что позволяет при «бортовании» перевернуться обратно на гусеницы;
- установка имеет относительно небольшие размеры, что повышает количество мест, которые она может преодолеть.

В мире постоянно происходят катастрофы, в которых гибнут люди. Часто результатом таких трагедий становятся обрушение построек и завалы, под которыми могут находиться выжившие. Чем быстрее будет найдено место нахождения пострадавшего человека, тем больше шансов его спасти. Основная проблема заключается в том, что исследование завалов, используя существующие методы, занимает много времени и сил. А местонахождение людей под завалами определяют, в основном, в процессе разбора обломков здания. Предлагаю использовать данную платформу для детектирования людей в подобных ситуациях. Как будут происходить поисковые работы? С камеры, установленной на платформе, будет транслироваться видео на мобильное устройство оператора, а последний, в свою очередь, анализирует получаемое изображение.

Платформа была протестирована и исправно выполняла свою работу. В сумме на разработку платформы было потрачено меньше 100\$, что значительно дешевле своих аналогов.

# ОПЕРАТИВНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ИНДИКАЦИЯ УГЛА ПОДЪЕМА СОЛНЦА НАД ГОРИЗОНТОМ НА БОРТУ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

**Сарсикеев Куаныш, Пархомчук Алина**

*8 класс, интеллектуальная школа Назарбаев, г. Павлодар, Казахстан*

Научные руководители:

к.т.н., доц. Павлодарского гос. ун. А.В. Мануковский,  
магистр естественных наук А.Б. Билялова

Многие исследования и эксперименты, выполняемые борту орбитальных космических станций над заданной точкой земной поверхности, требуют для успешной реализации не только знания текущего положения Солнца, но и его прогнозирования на момент подлёта к этой точке. Но, как известно, за время земных суток обитаемые космические аппараты, запущенные на околоземную орбиту, совершают около 16 оборотов вокруг Земли, и космонавты, находящиеся на их борту, каждые 45 минут переживают смену дня и ночи. Поэтому задача оперативного определения угла подъёма Солнца над горизонтом представляет определённые трудности для исследователя, находящегося на борту космического аппарата, перемещающегося с большой скоростью на большом удалении от заданной точки.

Авторами настоящей работы на основе применения астрономических алгоритмов и современной электронной элементной базы разработан микропроцессорный прибор, позволяющий космонавтам, находящимся на борту космического аппарата, летящего по орбите спутника Земли, в режиме реального времени оперативно определять текущую высоту Солнца над горизонтом в заданной географической точке на пути следования аппарата при беглом взгляде на переднюю панель прибора.

Натурные испытания прибора показали, что при полной массе прибора около 250 граммов погрешность расчёта и индикации времени восхода и захода Солнца не превышает 5 минут, а время непрерывной работы прибора от одной зарядки аккумулятора составляет 40 часов.

Такие показатели в сочетании с простотой и удобством использования дают разработанному прибору неоспоримые преимущества в сравнении с вариантом реализации подобного индикатора на базе смартфона.

*Список литературы:*

1. М.Ю. Беляев, В.В. Рязанцев. Эксперимент «Ураган» документация, ФГБУ «Институт географии РАН» 2000.

# ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУР КУБИЧЕСКОЙ СИНГОНИИ

**Скиба Владислав, Смирнов Александр**  
*ГБОУ школа №1748 «Вертикаль», г. Москва*

Научный руководитель: педагог д.о. ГБОУ №1748 С.А. Васильева

Рентгеноструктурный анализ — один из важнейших методов исследования структуры вещества. Он применяется во многих науках — геологии, материаловедении, физической химии и позволяет исследовать внутреннее устройство кристаллов, расположение атомов.

В данной работе мы исследовали особенности структуры нескольких кристаллов, принадлежащих к типу NaCl, и изучили структуру флюорита.

Кристаллическое вещество — дифракционная решетка, на которой рассеивается рентгеновское излучение. Дифракционные максимумы указывают на положение атомных плоскостей в кристалле (метод Лауэ) и расстояние между ними (метод Дебая-Шеррера).

С помощью метода Лауэ на рентгеновском дифрактометре XR 4.0 expert RHYWE мы получили снимок структуры NaCl и подтвердили наличие осей симметрии 3 и 2 порядка. Методом Дебая-Шеррера мы получили и рассчитали дебаеграммы следующих изоструктурных веществ: NaCl, KCl, NaF и получили параметры элементарных ячеек равными: KCl — 6,31 Å, NaCl — 5,63 Å, NaF — 4,64 Å, что хорошо согласуется с результатами подсчета исходя из плотности, и сходится с эмпирическими (из таблицы Менделеева) данными о соотношении радиусов элементов. По расчету подтвердилось, что все они принадлежат к гранецентрированному типу кубической ячейки.

Далее мы выяснили, к какому типу кубической ячейки принадлежит флюорит. В зависимости от типа решетки, происходит погасание отражений с определенными индексами на дифракционной картине. Мы сделали снимок CaF<sub>2</sub> по методу Дебая-Шеррера и произвели расчёт данных, подставив все возможные комбинации погасаний. Цифры для всех рефлексов сошлись в расчете для также гранецентрической ячейки, они согласовываются с результатом расчета из плотности. Параметр элементарной ячейки флюорита оказался равен 5,43 Å. Обнаружилось, что, несмотря на иное соотношение катион/анион, флюорит принадлежит к тому же типу элементарной ячейки, что и структурный тип NaCl.

*Список литературы:*

1. Пущаровский Д.Ю. Рентгенография минералов, ЗАО «Геоинформмарк», Москва, 2000.

# ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПИРГЕЛИОМЕТРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ПОСТОЯННОЙ В ЗЕМНЫХ УСЛОВИЯХ

**Хакимов Данис**

*10 класс, МОУ «Введенская средняя общеобразовательная школа»,  
д. Введенское, Московская область*

Научный руководитель: учитель физики «Введенская СОШ» И.Ф. Косяченко

Актуальность. Для изучения процессов теплообмена в земной атмосфере, а также для исследования процессов, происходящих на Солнце, очень важно знание точного значения солнечной постоянной. Оно имеет большое значение для климатологии и геофизики. А также солнечная постоянная определяет развитие альтернативных способов получения энергии. Однако приборы, используемые для ее измерения очень дороги, поэтому самостоятельное изготовление прибора актуально.

Цель. Конструирование пиргелиометра для измерения солнечной постоянной в земных условиях.

Измерение солнечной постоянной в земных условиях — очень сложная задача, требующая проведения целой серии тщательных наблюдений с приборами такими как пиргелиометрами. Но таких приборов в школьной лаборатории нет. Поэтому мы решили создать собственные установки для решения поставленной проблемы. Проектирование и измерение проходило в условиях летней экспедиции на Крымскую астрономическую станцию ГАИШ МГУ имени М.В. Ломоносова. В ходе работы был собран материал по истории измерения солнечной постоянной и о приборах, используемых для ее измерения. Описаны этапы конструирования пиргелиометра, проанализированы ошибки прототипных приборов, проведены измерения.

Для проверки реальности полученных данных, полученная солнечная постоянная использована для вычисления температуры Солнца.

Разработаны упрощенный пиргелиометр и методическое пособие для проведения лабораторной работы по астрономии «Измерение солнечной постоянной».

*Список литературы:*

1. Е.А. Макарова, А.В. Харитонов. Распределение энергии в спектре Солнца и солнечная постоянная, М., 1972;
2. Поток энергии Солнца и его изменения, под ред. О. Уайта, М., 1980;
3. А.А. Кмито, Ю.А. Скляр. Пиргелиометрия, Л., 1981.

# ТЕНЕВОЙ МЕТОД УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Чирьев Егор**

*9 класс, МАОУ Гимназия №13 г. Томск*

Научный руководитель: д.т.н. профессор Национального исследовательского Томского политехнического университета А.И. Солдатов

Композитные материалы в последнее время находят очень широкое применение в народном хозяйстве. Качество этих материалов влияет на их основные характеристики, в первую очередь на долговечность, надежность, прочность и т.д. Поэтому оперативное выявление дефектов является важнейшей задачей. Наиболее информативным и простым методом контроля композитных материалов является акустический теневой метод контроля.

С учетом ограничений на применение иммерсионной смазки, контроль проводился бесконтактным методом на частоте 40 кГц. По обе стороны образца на одной вертикальной оси расположили два ультразвуковых датчика. Расстояние между датчиками 25 мм. В качестве датчиков использовали ультразвуковые сенсоры фирмы MURATA MA40S4S/MA40S4R. Система сканирования обеспечивала диапазон перемещения датчиков 150X180 мм. В качестве информативного параметра использовалась амплитуда сигнала, пришедшего на приемник, которая кодировалась градациями серого.

Контролю подвергся испытательный плоский образец размером 200X250 мм, толщиной 15 мм с нанесенными глухими плоскодонными отверстиями, имитирующими дефекты типа расслоения. Дефекты в образце располагались следующим образом; 3 ряда, и в каждом ряду по 3 дефекта, всего 9 дефектов. В первом ряду дефекты имели диаметр 5,6 мм; во втором 6,2 мм; в третьем 9 мм. Расстояние между дефектами 50 мм по вертикали и 70 мм по горизонтали. Первый ряд дефектов (по горизонтали) был на глубине 5 мм, второй 10 мм, третий 15 мм.

В результате тестирования испытательного образца были выявлены все дефекты. Акустические образы дефектов превышают реальные размеры дефектов от 5 до 20%. На изображении дефектов наблюдаются дифракционные кольца, полученные от краев отверстий, которые затрудняют измерение размеров дефектов. Количество дифракционных колец зависело от глубины отверстия. В тоже время при достаточной квалификации персонала бесконтактный теневой метод имеет преимущества по сравнению с контактным методом и может успешно применяться для решения специфических задач контроля.

# ПРОБЛЕМЫ ГИДРО- И ПНЕВМОСИСТЕМ В ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМАХ

**Шаров Григорий**

*8 класс, МАОУ СОШ № 43, г. Челябинск*

Научные руководители: учитель физики высшей категории  
МАОУ «СОШ № 43» Т.П. Костицына

В ходе работы был создан действующий макет установки гидросистемы.

В работе представлены и проведены эксперименты с пневматическими и жидкостными системами. Модель прибора представлена разветвленной системой трубопроводов с поршнями. Обнаружены проблемы при выполнении экспериментов в тот момент, когда создавалось «отрицательное» давление в системе от системы первичного движения главного поршня. Результаты в экспериментах повторялись, если начальное положение исполнительных поршней было постоянным. Если такая система будет установлена на транспортном средстве, то может снизиться управляемость и увеличиться время аварийного движения.

Выводы.

В настоящее время гидросистемы нашли широкое применение в различных областях человеческой деятельности (транспорте, технике, биологических системах и др.).

Наблюдается различие в описании гидро- и пневмосистем, так как рабочим телом являются разные по своим физическим свойствам вещества, но наиболее существенным и значимым для обеих систем является вязкость вещества.

В разветвленных гидро- и пневмосистемах особое значение играет число Рейтнгольтса.

Дальнейшее решение обнаруженных проблем в распределении давления газов в объемах разного сечения, на наш взгляд, позволит разработать систему неэлектрического управления в гидродинамических системах, например, газопроводов и компрессоров.

*Список литературы:*

1. Т.М. Башта. Гидропривод и гидропневмоавтоматика. –Москва.: Изд-во Машиностроение, 1972. – С. 320.
2. В. Левин. Мускулы из воздуха /В. Левин // Наука и жизнь. журнал. - № 5. – С.41–45.

# ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНО – ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

**Шахбанов Шамиль**

*9 класс, ГАОУ № 1306, г. Москва*

Научный руководитель: доктор педагогических наук И.К. Садеков

МГД-генератор — энергетическая установка, в которой энергия рабочего тела (жидкой или газообразной электропроводящей среды), движущегося в магнитном поле, преобразуется непосредственно в электрическую энергию. Название МГД-генератор связано с тем, что движение таких сред описывается магнитной гидродинамикой.

В модельном эксперименте мы исследовали зависимость тока, индуцированного при помощи МГД-эффекта от величины индукции магнитного поля, создаваемого при помощи электромагнитов. Для этого мы собрали экспериментальную установку, в которую вошли: газовая горелка, прибор Labquest с датчиками для измерения индукции магнитного поля, температуры и силы тока, проводники, сопло,

**Выводы.**

Значение ЭДС индукции и силы тока в цепи генератора увеличивается с увеличением индукции магнитного поля электромагнитов, что согласуется с гипотезой исследования.

Для эффективного использования модели МГД-генератора и получения напряжения сопоставимого с гальваническим элементом рекомендуется:

создавать при помощи газовой горелки и щелочного металла низкотемпературную плазму с ионами щелочного металла;

создать условия для максимальной скорости движения плазмы относительно электродов (применять специальные воронки);

создать однородное магнитное поле по всей высоте столба движения плазмы.

*Список литературы:*

1. Д.А. Франк–Каменецкий. Плазма – четвертое состояние вещества. М., Атомиздат, 1993.
2. Л.А. Арцимович. Элементарная физика плазмы. М., Атомиздат, 1969.
3. Б.М. Смирнов. Введение в физику плазмы. М., Наука. 1975.
4. Д.В. Сивухин. Общий курс физики. Том 3 – Электричество и магнетизм. Москва, 2016.

# ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ РАЗМЕРОВ РЕЗОНАТОРОВ СТРУННЫХ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ОДНОГО РЯДА ОТ ИХ ЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА

**Шеин Матвей, Шахова Арина**

*11 класс, ГБОУ РМ Республиканский лицей, г. Саранск*

Научный руководитель: доцент, кандидат ф.-м.н. С.Н. Сабаев

Звук — это распространяющиеся в упругих средах (газах, жидкостях, твердых телах) механические колебания. В музыкальных инструментах источником этих колебаний могут являться струны, пластины и т.д. Акустической системе нужны резонаторы. Резонатор усиливает звучание определенных частот, определяемых собственной частотой резонатора, которая зависит от его размеров. Это имеет значение, поскольку помимо основной частоты (наиболее сильно выраженной, определяющей тон слышимого звука) существуют также и другие, не менее выраженные частоты спектра – обертона. Они имеют, как правило, частоту выше основной, и именно различие в обертонах определяет различия в звучании одной и той же ноты на различных инструментах (тембр). Кроме того, наблюдая за музыкальными инструментами одного ряда, можно обнаружить, что чем выше частотный диапазон инструмента, тем меньше его габариты при сохранении громкости (примером такого ряда может являться ряд инструментов от скрипки до контрабаса). Это обосновывается тем, что собственная частота резонатора вносит вклад не только в тембр, но и в громкость звучания инструмента в определенном диапазоне, и целью данной работы является исследование зависимости этой частоты от линейных размеров резонатора.

В исследовании использовалась модель резонатора Гельмгольца, для которой были выведены теоретические зависимости, подтверждаемые экспериментом. Полученные зависимости позволили сделать некоторые выводы, и, как и теоретические расчеты, подтвердили изначальную гипотезу: собственная частота резонатора уменьшается при увеличении линейных размеров, что и является одной из причин изменения размеров в ряду струнно-смычковых инструментов.

# ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКОЕ РАСПОЗНАВАНИЕ ДВИЖЕНИЙ МЫШЦ ЧЕЛОВЕКА

**Шумицкая Екатерина**

*11 класс, МБОУ «Гимназия №2», г. Курчатов, Курская область*

Научные руководители: учитель физики «Гимназии №2» Л.Н. Горбулина

Электромиография — метод регистрации электрической активности мышц, возникающей в результате их возбуждения. Актуальность данной темы заключается том, что в последние годы активно развиваются биоэлектрические системы управления. Настоящая работа посвящена важной проблеме использования генерируемых биопотенциалов мышцами.

Цель: реализовать принцип биоэлектрического управления сервоприводом с помощью платформы Arduino и модуля AD8232.

Для того, чтобы разработать устройство для контроля осанки мы зафиксировали значение ЭМГ-сигналов в согнутом и выпрямленном положениях и задали интервал значений, при котором осанка является удовлетворительной. При расслаблении мышц значение электромиограммы выходит за пределы допустимых, после чего срабатывает звуковой сигнал.

Таким образом, цель работы достигнута, задачи выполнены, гипотеза подтверждена. Мы приходим к выводу, что каждое устройство, реализующие принцип биоэлектрического управления, нужно подбирать и настраивать индивидуально, так как место съема сигнала существенно влияет на полученные результаты.

*Список литературы:*

1. Антропоморфные биороботы и биопротезы, электронный научно-технический журнал «Инженерный вестник», №6, 2015.
2. И.В. Гайворонский, Г.И. Ничипорук. Анатомия мышечной системы, — Спб: ЭЛБИ-СПб, 2005.
3. <https://radioprogram.ru/shop/merch/60>
4. Джереми Блум — Изучаем Arduino. Инструменты и методы технического волшебства, — Спб: БВХ-Петербург, 2018.

# РОГАТОЧНЫЙ ПЕЙНТБОЛ

**Щукин Владимир**

*9 класс, ГБОУ Школа №1741, г. Москва*

Научный руководитель: к.ф.-м.н. С.Д. Варламов

Идеей данной работы было создание игры на основе пейнтбола, но без использования большого количества различного оборудования, заменяя его таким стрелковым орудием, как рогатка

Целью данной проектной работы было проверить техническую сторону вопроса, а именно измерить кинетическую энергию пейнтбольного шарика, выпущенного из рогатки и сравнить с энергией шарика, выпущенного из маркера, попутно исследовав какие факторы надо соблюсти, чтобы это было возможно.

В теоретической части я исследовал на жесткость различные резинки, для чего был использован закон Гука. Это было сделано для того, чтобы понять необходимые свойства энергетического накопителя, в качестве которого выступает резина. В этих расчетах фигурировала формула потенциальной запасенной энергии резины. Также для обработки результатов практической части была использована формула расчета кинетической энергии тела. Для измерения кинетической энергии шарика метод баллистического маятника не был признан мной рабочим, т.к. в нем шарик разобьется, а это большие потери энергии. Я придумал другой метод: на определенном расстоянии друг от друга ставятся два экрана, один из которых это лист фольги. Ровно посередине между ними кладется диктофон с высокой частотой записи. После чего производится выстрел такой, чтобы шарик, пробив фольгу, врезался во второй экран. После чего в звуковом редакторе открыть эту запись, где в замедленном режиме на диаграмме будут явно видны моменты пробития фольги и столкновения со вторым экраном, таким образом, я нахожу время, за которое шарик пролетел расстояние между экранами, а, зная эту величину, я могу найти его скорость и, соответственно, кинетическую энергию. Приемлемой частотой звукозаписи будет от 40 кГц.

Все таблицы и графики, используемые для обработки данных, были составлены в Microsoft Excel 2013.

В результате проведенной исследовательской деятельности я узнал, что кинетическая энергия при выстреле из рогатки меньше примерно в 3.5 раза по сравнению с пейнтбольным маркером, но, как показывают эксперименты, шарик разрывается на приемлемых дистанциях, так что это потребует лишь незначительной корректировки правил игры и общая идея работы достижима.

## Оглавление

Sound intensification by amplifying with parabolic reflector. <i>Theeranai Pullarp, Pattharat Soontharanurak, Noppanat Wadlom</i> .....	7
Nanocellulose-carbon Supercapacitor prepared from corn wastes. <i>Methasit Tantiplubtong, Mancharat Tangtrongkijcharoen, Chayutapon Punyaratyuenyong</i> .....	8
Plasma Separation by Microfluidic Device. <i>Manomai Thaweerat, Phiriwit Sakjarak, Tharit Sinsuntorn</i> .....	9
Элемент Мейдингера, как источник электрического тока в 21 веке. <i>Айваседа Ксения, Хмура Милана</i> .....	10
Моделирование и исследование процесса формирования кальдер. <i>Антохина Ксения</i> .....	11
Исследование водного мостика в сильном электрическом поле. <i>Багнова Полина</i> .....	12
Проект «Пневмопушка». <i>Белашов Егор</i> .....	13
Веб-шахматы. <i>Бритенков Егор</i> .....	14
Влияние магнитных взаимодействий на фазовые превращения в системе «железо-медь-вода». <i>Бурова Дарья</i> .....	15
Робот-разметчик. <i>Гончаренко Иван, Фомин Григорий</i> .....	16
Кобра из палочек. <i>Домажирова Валерия</i> .....	17
Компьютерная визуализация процессов в аэродинамической трубе. <i>Завьялова Софья</i> .....	18
Капельница Кельвина как альтернативный источник энергии. <i>Касьянов Даниил, Чусовитина Полина</i> .....	19
Исследование катаклизмических переменных звёзд с сильным ИК-излучением. <i>Ларин Иван</i> .....	20
Гусеничная платформа высокой проходимости. <i>Ляхов Егор</i> .....	21
Оперативное определение и индикация угла подъема Солнца над горизонтом на борту космического аппарата. <i>Сарсикеев Куаныш, Пархомчук Алина</i> .....	22
Исследование структур кубической сингонии. <i>Скиба Владислав, Смирнов Александр</i> .....	23
Изготовление пиргелиометра для измерения солнечной постоянной в земных условиях. <i>Хакимов Данис</i> .....	24
Теневой метод ультразвукового контроля композитных материалов. <i>Чирьев Егор</i> .....	25
Проблемы гидро- и пневмосистем в исполнительных механизмах. <i>Шаров Григорий</i> .....	26
Исследование магнитно – газодинамического эффекта. <i>Шахбанов Шамиль</i> .....	27
изучение зависимости размеров резонаторов струнных музыкальных инструментов одного ряда от их частотного диапазона. <i>Шеин Матвей, Шахова Арина</i> .....	28
Электромиографическое распознавание движений мышц человека. <i>Шумицкая Екатерина</i> .....	29
Рогаточный пейнтбол. <i>Щукин Владимир</i> .....	30

Отпечатано 15 апреля 2019 года.  
Издательский центр СУНЦ МГУ,  
г. Москва, ул. Кременчугская, д.11, 107-Б.