

Государственное общеобразовательное учреждение  
средняя общеобразовательная школа №324  
Курортного района Санкт-Петербурга

III ежегодный районный Фестиваль ученических работ (проектов) в  
предметах естественнонаучного цикла для учащихся 8-11 классов

Номинация: «Проектная работа»

**«Электромагнитный ускоритель масс»**

Работу выполнили учащиеся 10 «А» класса:

Курчин Леонид,  
Соболев Даниил,  
Сухов Александр

Научный руководитель работы:

учитель физики  
Унгаров Роман Евгеньевич

Санкт-Петербург

2015 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	2
Цели и задачи проекта.....	2
Описание экспериментальной установки .....	3
Описание работы устройства .....	4
Описание элементов схемы .....	5
Испытания устройства .....	8
Заключение.....	9
Список используемой литературы.....	10

## ВВЕДЕНИЕ

Мы живём в эпоху стремительного научного прогресса, когда ежегодно совершаются открытия мировой значимости, развитие техники и технологий идёт ускоренными темпами. Одно из передовых направлений, о которых начинают задумываться лучшие мировые учёные и исследователи – это освоение и колонизация планет и спутников нашей солнечной системы.

Технология ускорителя масс (которая является основой разработанной нами экспериментальной установки) имеет большие перспективы в данной сфере. Несмотря на то, что в данный момент технология ускорителя масс не используется из-за ряда существенных недостатков, таких как, к примеру, невысокий коэффициент полезного действия, в космосе у неё есть множество преимуществ. Многие недостатки подобной системы в условиях вакуума и невесомости нивелируются.

Ускоритель масс Гаусса можно будет в будущем использовать как оборонительное вооружение для защиты космических аппаратов и грузов на орбите от нападений и провокаций (например, космическое пиратство или терроризм, часто упоминаемые в жанре научной фантастики), а также для выведения этих грузов на орбиту малых планет или их спутников. Подобную систему в 1926 г. впервые опубликовал в своей работе «Исследование мировых пространств реактивными приборами» К.Э.Циолковский.

## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

Мы поставили себе цель собрать опытный образец подобной установки исследовать с её помощью преимуществ и недостатков данной технологии.

Для решения проблемы были предложены и решены следующие задачи:

1. Анализ литературы об электромагнитных ускорителях масс и способах их применения в науке и технике.
2. Сборка самостоятельно спроектированной экспериментальной установки ускорителя масс
3. Исследование характеристик собранной установки в ходе экспериментов, выявление как сильных, так и слабых сторон такого устройства.

## ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

В процессе анализа существующей литературы об устройстве ускорителя масс по схеме «пушки Гаусса», а также с учётом доступного оборудования и материалов нами была предложена и собрана конструкция системы, состоящая из следующих основных элементов (рис. 1):

- цепь №1 конденсаторов, состоящая из последовательно соединённых источника тока (3 пальчиковые батареи 12 В) и электролитических конденсаторов (6 шт. по 2200 мкФ)
- цепь №2 катушки, включающая: стрелочный амперметр, регулирующий реостат 0-6 Ом и соленоид из толстого медного провода.
- трехпозиционный ключ.
- корпус установки, сделанный из гофрированного картона.

Также из материалов нам потребовался стальной шарик небольшого диаметра, который в дальнейшем исполнял роль снаряда.

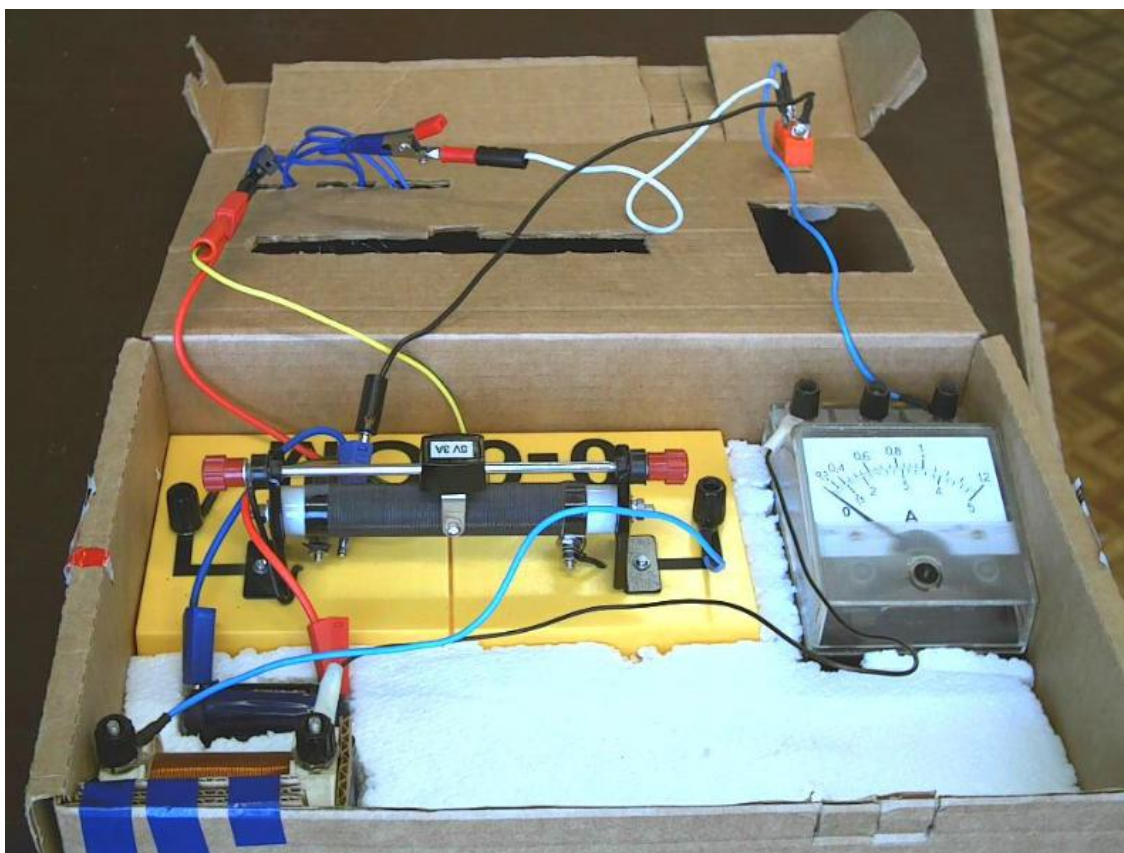


Рис. 1. Основные компоненты экспериментальной установки.

## ОПИСАНИЕ РАБОТЫ УСТРОЙСТВА

Работа установки основана на принципе втягивания с последующим разгоном металлического ферромагнитного тела магнитным полем катушки с током вследствие электромагнитной индукции. На концах снаряда при этом образуются магнитные полюса, ориентированные соответственно полюсам катушки, из-за чего далее происходит торможение тела по достижению противоположного полюса катушки, однако использование конденсаторов может решить эту проблему. Кратковременный ток от конденсаторов позволяет снаряду получить начальную скорость и покинуть полость катушки, не испытав магнитного торможения. Наибольший эффект достигается при высоких значениях мощности тока в катушке.

На рис. 2 изображена собранная нами установка в рабочем положении.



Рис. 2. Рабочий вид установки.

Изначально трёхпозиционный переключатель 1 находится в нейтральном положении. В момент его переключения в верхнее положение происходит замыкание цепи №1, конденсаторы 3 заряжаются от источника питания 36В до значения соответствующего напряжения. После чего переключатель переводят в изначальное положение и зарядка конденсаторов прекращается. При изменении положения переключателя в крайнее нижнее, замыкается исполнительная цепь №2, происходит разрядка конденсаторов на катушку и превращение накопленной

электрической энергии в магнитную энергию катушки с током, при этом сила тока электрического импульса в контуре регулируется реостатом 4 и измеряется амперметром 2. Далее магнитная энергия катушки, по закону сохранения энергии, превращается в кинетическую энергию вылетающего снаряда вследствие электромагнитной индукции. Затем тумблер 1 переводится в исходное положение.

### ОПИСАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СХЕМЫ

В устройстве электромагнитного ускорителя масс используются следующие основные элементы: источник тока, реостат, катушка и конденсаторы. Катушка и конденсаторы играют главную роль в этом устройстве.

#### *Реостат*

Реостат - устройство, служащее для регулирования силы тока в цепи и получения требуемой величины общего электрического сопротивления на участке.

Регулирующий реостат 4 (рис. 3) позволял выставить определенное значение общего сопротивления участка, тем самым изменяя силу тока в цепи №2.



Рис. 3. Регулирующий реостат

#### *Источник питания*

Источником питания конденсаторов послужило последовательное соединение трёх батареек, имеющих ЭДС, равную 12В. Для соединения батареек и для надежного их крепления был сконструирован пластмассовый корпус, путём модификации корпуса источника питания карманного фонарика (рис. 5)

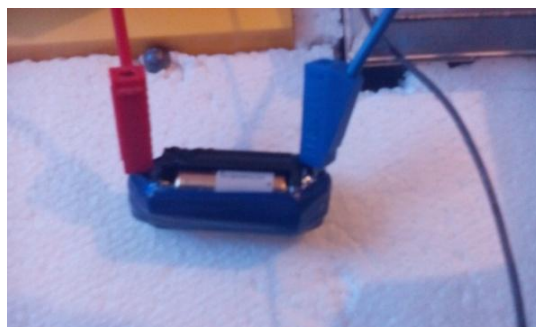


Рис. 5. Источник питания конденсаторов

### *Конденсаторы*

Электролитические конденсаторы - конденсаторы, которые в качестве диэлектрика используют тонкую оксидную пленку, нанесенную на поверхность одного из электродов (металлического) — анода, а в роли второго электрода — катода — выступает электролит.

Необходимые по характеристикам конденсаторы мы приобрели в магазине радиолюбителей. Для надежного неразъемного параллельного соединения конденсаторов нами была осуществлена пайка соединения конденсаторов в батарею под руководством научного руководителя (рис. 6).

Максимальная электрическая энергия конденсаторов была рассчитана по формуле

$$(1): \quad W = \frac{CU^2}{2} = \frac{6 * 2200 * 10^{-6} * 36^2}{2} = 8,55 \text{ Дж},$$

где  $c$  – емкость конденсатора, Ф,

$U$  – напряжение на конденсаторах, В.



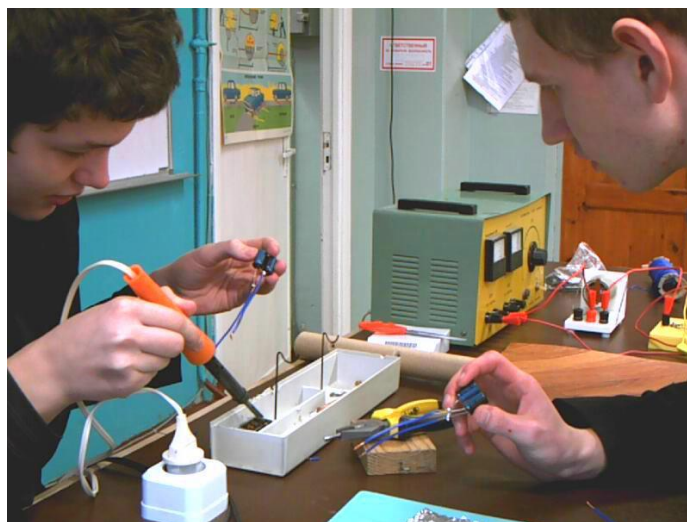


Рис. 6. Процесс пайки батареи конденсаторов

Катушка индуктивности — спиральная катушка из свёрнутого изолированного проводника, обладающая значительной индуктивностью.

Мы подобрали необходимый соленоид из перечня доступного в кабинете физики оборудования по заданным нами характеристикам (рис. 7). При расчете энергии магнитного поля различных катушек, мы нашли наиболее эффективную из них, при требуемой силе тока и рабочем напряжении.



Рис. 7. Катушка индуктивности



## ИСПЫТАНИЕ ОПЫТНОЙ УСТАНОВКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО УСКОРИТЕЛЯ МАСС

Для демонстрации возможностей описанного принципа электромагнитного ускорителя масс мы провели испытание нашей установки, а также произвели расчёт КПД полученной установки (рис. 8).

В момент выстрела измерялась сила тока, подаваемая на катушку при помощи амперметра, последовательно подключенного в цепь №2. Сила тока в ходе экспериментов варьировалась в пределах от 3 до 5 А.

Дальность полета мы измеряли при помощи следующего оборудования и материалов: линейка, миллиметровая и копировальная бумага. Мы приняли горизонтальную составляющую скорости шарика постоянной, пренебрегая сопротивлением воздуха. Масса шарика была измерена на электронных весах и составила 2,2 г.

Среднее значение дальности полета шарика после трёх измерений составило 25 см. Расчёт средней скорости вылета производился по формуле (3):

$$u = \frac{S}{\sqrt{\frac{2h}{g}}},$$

где  $h$  – высота исходного положения шарика,  $S$  – дальность полёта.

$$\text{Значение при этом составило } u = \frac{S}{\sqrt{\frac{2h}{g}}} = \frac{0,25\text{м}}{\sqrt{\frac{2*0,025}{9,8}}} = 3,5\text{м/с}.$$

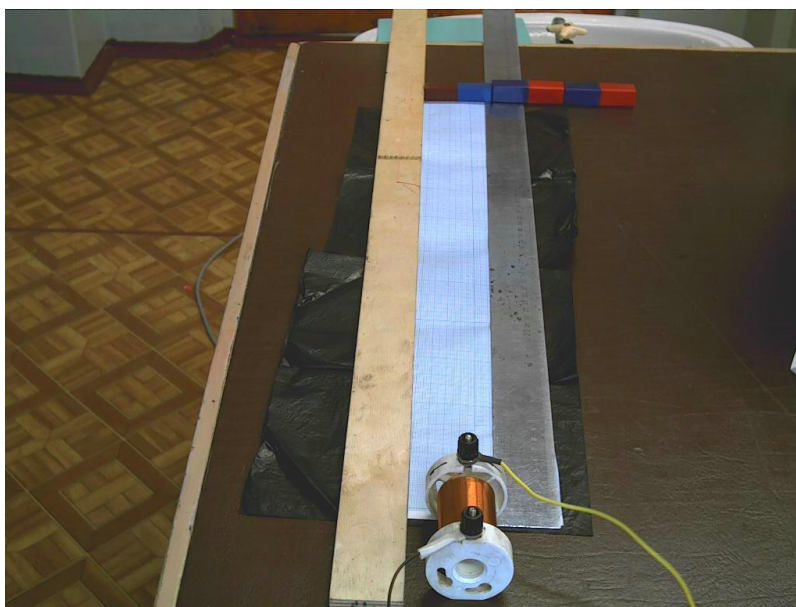


Рис. 8. Испытание экспериментальной установки

Был проведен расчет КПД нашей установки как отношение средней кинетической энергии вылета снаряда к максимальной электрической энергии конденсаторов:

$$\eta = \frac{E_{кин}}{W_{конд}} = \frac{mv^2}{cU^2} = \frac{0,002 \cdot 3,5^2}{6 \cdot 2200 \cdot 10^{-6} \cdot 36^2} \cdot 100\% = 0,14\%$$

Итак, значение КПД установки составило: 0,14%.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализируя полученные результаты и данные опытов, а также проанализировав найденную тематическую литературу по проблеме электромагнитных ускорителей, мы сделали следующие выводы по работе.

Преимущества описываемого устройства являются:

- 1) регулируемая начальная скорость снаряда. В работе с собранной нами экспериментальной установкой, мы получали скорость до 3,5 м/с.
- 2) возможность использования в вакууме
- 3) износостойкость (из-за отсутствия движущихся частей в механизме)

Недостатками являются:

- 1) низкий КПД преобразования энергии, который для нашей экспериментальной установки составил 0,14%.
- 2) большой вес и габариты установки при низкой эффективности.

Таким образом, по итогам работы над проектом мы установили, подобная система может быть эффективна в определенных отраслях науки и техники, например в космических системах, благодаря своим преимуществам. Одновременно с этим она имеет свои недостатки, который тоже обязательно нужно учитывать при проектировании.

В ходе работы также мы продолжили осваивать навыки проектно-исследовательской деятельности, использования средств цифровых и аналоговых лабораторий, делать выводы, исходя из поставленных нами целей и задач.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Портал «Сайт паяльник»  
URL: <http://схем.net/tesla/tesla24.php>  
Дата обращения 15.03.2015
2. Гаусс К.Ф. Сборник статей под ред. Виноградова, М: АН-1956
3. Журнал «Специальная техника», № 3-2009