



## Исследования

И. В. Гребенев	МЕТОДИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТИРУЮЩЕГО МЫШЛЕНИЯ .....	45
П. В. Зуев	ДИДАКТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ЦИТАТЫ АКАДЕМИКА П. Л. КАПИЦЫ О ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРА .....	55
В. В. Майер А. А. Перминов	ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ: ПРОВЕРКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ В ПРАКТИКУМЕ .....	59
АВТОРЫ ЖУРНАЛА .....		67
ABSTRACTS .....		68

---

---

### Редакция журнала:

В. В. Майер (главный редактор), Р. В. Акатов, Е. И. Вараксина, Л. С. Кропачева

### Редакционный совет:

И. В. Гребенев д.п.н., профессор, Нижний Новгород  
М. Д. Даммер д.п.н., профессор, Челябинск  
П. В. Зуев д.п.н., профессор, Екатеринбург  
Ю. А. Сауров д.п.н., профессор, член-корр. РАО, Киров

### Оргкомитет конференции:

Н. Я. Молотков д.п.н., профессор, Тамбов  
Г. Г. Никифоров к.п.н., доцент, ИСРО РАО, Москва  
А. Ю. Пентин к.ф.-м.н., доцент, ИСРО РАО, Москва  
Ф. А. Сидоренко д.ф.-м.н., профессор, Екатеринбург  
Я. А. Чиговская-Назарова к.филол.н., доцент, ректор ГГПИ, Глазов  
Т. Н. Шамало д.п.н., профессор, Екатеринбург

**Адрес редакции, издателя и типографии:** 427621, Удмуртия, Глазов,  
Первомайская, 25, Пединститут, Телефон: (341 41) 5-32-29.  
*E-mail: kropa@bk.ru*

---

---

**Учредитель:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Глазовский государственный педагогический институт имени В. Г. Короленко»

Журнал «Учебная физика» зарегистрирован Комитетом Российской Федерации по печати 4 февраля 1997 года, регистрационный № 015686, перерегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) 2 мая 2017 года, ПИ № ФС77-69506.

Использование и перепечатка материалов допускаются только по договоренности с редакцией журнала.

Сдано в набор 21.03.23. Подписано в печать 27.03.23. Дата выхода в свет: 29.03.23. Формат 60 × 90 1/16. Усл. печ. л. 4,25.

Заказ 157. Тираж 200 экз. Цена свободная.

**Первая страница обложки:** Модель электрофорной машины (Майер В.В., Вараксина Е.И., Корнев Ю.А. Физическое моделирование электрофорной машины // Учебная физика. — 2023. — № 1. — С. 43–44).

УДК 372.853

В. В. Майер, А. Н. Четкарев  
УЧЕБНАЯ МОДЕЛЬ ПУШКИ  
НА ПАРАХ СПИРТА

Для обучающихся 9 класса основной школы предлагается инженерно-физический проект, цель которого состоит в разработке и изготовлении действующей модели пушки, предназначенной для экспериментального изучения в 10 классе старшей школы отдачи орудия при выстреле.

*Ключевые слова:* ученический проект, модель пушки, отдача при выстреле, экспериментальное изучение.

Мы понимаем, что в современной школе немного найдется учителей физики, которые *детям*, обучающимся в 9 классе, предложат выполнить проект по созданию действующей учебной модели пушки, стреляющей снарядом благодаря взрыву спецзаряда. Но откуда тогда возьмутся смельчаки, которые так необходимы в этой жизни?!

### 1. Дидактическая проблема курса физики старшей школы

В школьном учебнике физики для усвоения закона сохранения импульса предлагается решить задачу об отдаче при стрельбе охотника с легкой лодки под углом к горизонту [1, с. 114]. Четыре варианта задачи о стрельбе пушки, находящейся на подвижной платформе, подробно разобраны в задачнике [2, с. 121, 194–195]. Однако воображаемые условия этих задач не допускают экспериментальную проверку полученных школьниками решений. Это означает, что необходимы натурные демонстрационные опыты, в которых моделируются условия реальных выстрелов и наблюдаются результаты, по крайней мере качественно подтверждающие теоретические выводы.

Пружинные пушки не производят большого впечатления на школьников. Значительно интереснее опыт, в котором пробирку с водой закрывают резиновой пробкой и нагревают на пламени горелки до тех пор, пока образующийся при бурном кипении воды пар не вытолкнет пробку. При этом пробирка получает импульс в противоположном направлении [3, с. 64]. На самом деле это

не самый удачный опыт для демонстрации школьникам потому, что он опасен: если пробирку слишком плотно закрыть пробкой, то пробирка будет разорвана горячим паром, а это представляет угрозу окружающим.

Учитывая, что повышенный интерес обучающихся вызывают пушки, в стволах которых происходит реальный взрыв заряда, приходим к выводу о необходимости такого учебного прибора, который наглядно показывает школьникам отдачу, приобретаемую пушкой при выстреле после взрыва заряда. Теоретический анализ и предварительные опыты показывают, что наименее опасны пушки, в которых в качестве взрывчатого вещества используются пары спирта.

## **2. Инженерно–физический проект для основной школы**

В 10 классе при изучении механики поздно выполнять проект по созданию учебного прибора для демонстрации физических явлений, происходящих при выстреле. Оптимально, если к такой внеурочной деятельности будут привлечены учащиеся выпускного 9 класса основной школы, планирующие продолжение обучения в старшей школе. Это должны быть школьники с четко выраженным интересом не только к физике, но и к технике.

Успешное выполнение проекта по созданию действующей модели пушки для качественных и количественных опытов требует решения целого ряда инженерных задач. Школьники под руководством учителя должны разработать такую конструкцию модели пушки, которая, безусловно удовлетворяя требованиям техники безопасности, позволяет на школьном уроке произвести выстрелы под разными углами к горизонту, пронаблюдать явление отдачи, определить начальную скорость снаряда, попасть в цель, определить дальность полета снаряда, проверить закон сохранения импульса и т. д. Исполнители в зависимости от глубины погружения в проект исследуют оптимальное соотношение между массами пушки с лафетом и снаряда, электрический поджиг заряда посредством пьезогенератора, химические процессы при сгорании паров спирта, условия надежного поджига горючей смеси и другие факторы.

## **3. Правила техники безопасности**

Кратко перечислим основные положения техники безопасности в учебных опытах со взрывами зарядов в моделях пушек и ракет.

1) Эксперименты с горючими и взрывчатыми составами имеет право готовить и проводить только учитель. Школьники могут

участвовать в этих опытах исключительно в присутствии учителя и лишь после предварительного полного усвоения требований техники безопасности.

2) В качестве взрывчатого вещества можно использовать только пары этилового спирта. Впрыск спирта в камеру сгорания или в ствол пушки необходимо производить специальным удобным в обращении пульверизатором, заправленным небольшим количеством спирта.

3) Элементы экспериментальной установки на демонстрационном столе должны быть расположены так, чтобы не мешать друг другу.

4) После впрыскивания горючего в ствол или в камеру сгорания пульверизатор нужно убрать на расстояние не менее метра от пушки или ракеты.

5) Выстрел производится пьезоэлектрическим взрывателем с расстояния не менее 0,5 м от пушки в сторону стены. Запрещается стрельба в сторону человека, двери или окна.

6) Наблюдающие за экспериментами школьники должны находиться на расстоянии не менее 2 м от демонстрационного стола. Главное: при постановке опытов необходимо полностью исключить баловство обучающихся.

#### 4. Возможная конструкция учебного прибора

На рис. 1 приведена фотография одного из возможных вариантов учебной модели пушки: на колесном лафете расположен кронштейн, на котором закреплен шарнирный механизм, позволяющий устанавливать ствол пушки под нужным углом к горизонту. Чтобы уменьшить массу тележки по сравнению с массой снаряда и облегчить поиск снаряда после выстрела, вместе со

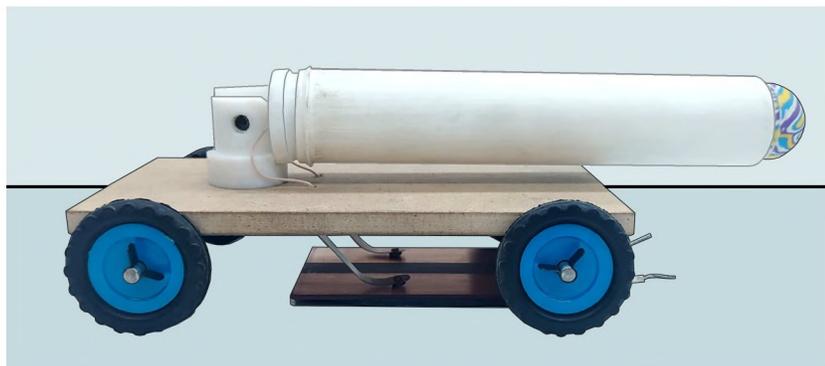


Рис. 1. Модель пушки на парах спирта

снарядом выстреливается ствол пушки. Внутри ствола находится электрический разрядник, посредством которого осуществляется поджиг горючей смеси. Под тележкой расположена контактная плата, которая соединяет разрядник с пьезогенератором.

На рис. 2 приведена фотография отдельных элементов прибора, подготовленного для проведения опытов: 1 — снаряд; 2 — легкоподвижная тележка; 3 — пушка с электрическим взрывателем; 4 — контакты на тележке для соединения с высоковольтным источником; 5 — контактная плата; 6 — пьезогенератор; 7 — пульверизатор с небольшим количеством спирта.

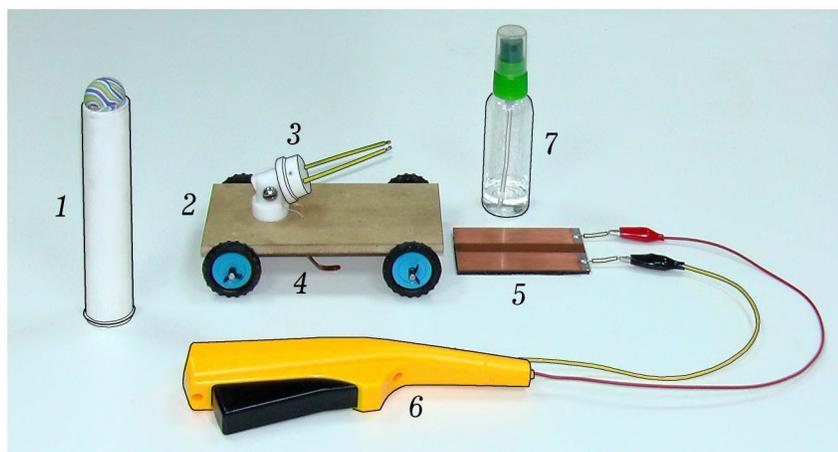


Рис. 2. Оборудование для сборки модели пушки на глазах учащихся

Снаряд представляет собой баночку из мягкой пластмассы диаметром 25 мм и длиной 140 мм (медицинская пробирка с пробкой от антигриппина или витамина С). В качестве обтекателя к снаряду приклеена полусфера, вырезанная из силиконового шарика диаметром 22 мм. Для утяжеления снаряда внутрь баночки залит силиконовый герметик на толщину примерно 20 мм. В итоге масса снаряда оказалась равной  $m = 30$  г. Такой снаряд можно рассматривать как ракету, поэтому прибор моделирует современную пушку, способную стрелять как обычными снарядами, так и ракетами.

Основание тележки изготовлено из куска древесноволокнистой плиты высокой плотности (ХДФ) размерами  $6 \times 75 \times 150$  мм. С нижней стороны к основанию на расстоянии 15 мм с каждого края прикручены металлические скобы длиной 60 мм от детского конструктора. В отверстия на скобах вставлены стальные оси, на которые установлены колеса диаметром 35 мм от того же кон-

структора. Между колесными парами к основанию прикручены два пружинистых контакта от старого электромагнитного реле.

На верхней стороне основания тележки закреплен шарнир, изготовленный из подходящей пластмассы (его можно напечатать на 3D-принтере). К шарниру винтом прикреплена пластмассовая пробка от медицинской пробирки, которая выполняет функцию пушки с укороченным стволом. В пушке закреплены электроды разрядника, которые гибкими многожильными проводами соединены с пружинистыми контактами, прикрученными к тележке снизу. Масса тележки без снаряда  $M = 180$  г. Шарнир позволяет устанавливать пушку со снарядом под углом от  $0$  до  $90^\circ$  по отношению к платформе.

Контактная плата, с которой при выстреле съезжают пружинистые контакты тележки, изготовлена из пластинки фольгированного гетинакса размером  $50 \times 80$  мм. К полоскам медной фольги припаяны короткие отрезки проводов, для соединения с источником высокого напряжения. В качестве такого источника использована безопасная бытовая пьезозажигалка, с выводами которой соединены многожильные провода с крокодилами. Контактная плата крепится к демонстрационному столу небольшим отрезком двухстороннего скотча.

### 5. Демонстрация явления отдачи при выстреле

Опыт проводят следующим образом. К демонстрационному столу подходящим способом прикрепляют контактную плату так, чтобы она была расположена параллельно направлению движения снаряда. Ставят тележку с пушкой так, чтобы ее пружинистые контакты касались медных полосок платы. В полость снаряда пульверизатором впрыскивают небольшую порцию спирта, снаряд надевают на укороченный ствол пушки, нажимают на клавишу пьезогенератора и производят выстрел. При этом снаряд летит в одну сторону, а тележка откатывается в противоположную.

Опыты с этим прибором показали, что тележка, имеющая вместе с пушкой массу  $M = 170$  г, при выстреле снарядом массой  $m = 31$  г в горизонтальном направлении, откатывается назад на расстояние  $l = 75$  см, в то время как дальность полета снаряда составляет  $S = 180$  см. Это близкие к оптимальным параметры для демонстрационных опытов с отдачей при выстрелах.

### 6. Заключение

Основная ценность рассмотренного в статье проекта состоит в том, что его реализация допускает многочисленные варианты,

которые обеспечивают развитие творческой научно-технической фантазии обучающихся. Например, на рис. 3 показана модель пушки, которая стреляет по горизонтали на 5 м и откатывается после выстрела на 50 см.

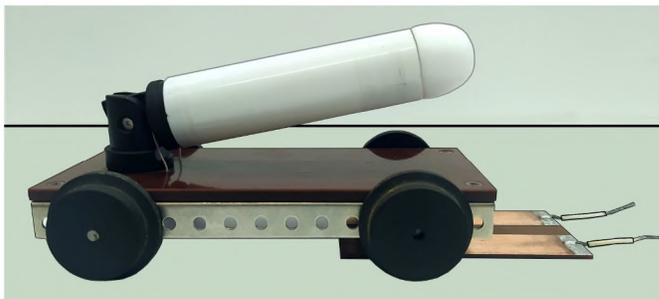


Рис. 3. Еще одна модель стреляющей пушки

Для школьников подобные проекты важны потому, что перед началом работы они должны выучить наизусть правила техники безопасности, а в процессе работы — неукоснительно соблюдать их, помня, что при малейшем нарушении этих правил они будут отстранены от проекта.

Наконец, последнее: проект имеет очевидную практическую значимость, так как созданный в результате его выполнения физический прибор будет применяться на уроках физики.

Авторы выражают благодарность И. А. Васильеву за помощь в работе.

*Исследование выполнено на базе Федеральной инновационной площадки «Школа учебного физического эксперимента» в рамках научного проекта «Методика проведения новых физических опытов в школе как средство формирования инженерных компетенций обучающихся», поддержанного Министерством Просвещения Российской Федерации в 2023 году.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мякишев Г. Я. Физика. 10 класс: учеб. для общеобразоват. организаций с прил. на электронном носителе: базовый и профил. уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский; под ред. Н. А. Парфентьевой. — М.: Просвещение, 2013. — 368 с.
2. Сборник задач по элементарной физике: Пособие для самообразования / Буховцев Б. Б., Кривченков В. Д., Мякишев Г. Я., Сараева И. М. — М.: Наука, 1987. — 416 с.
3. Шахмаев Н. М., Павлов Н. И. Физический эксперимент в средней школе. В 2 ч. Ч. 1.: пособие для учителя. — М.: Мнемозина, 2010. — 224 с.

Глазовский государственный  
педагогический институт

Поступила в редакцию 21.03.23.

## ABSTRACTS

**XXVIII All–Russia scientific and practical conference «The Educational Physics Experiment: Topical problems. Modern solutions».** A report on XXVIII All–Russian scientific and practical conference «The Educational Physics Experiment: Topical problems. Modern solutions» is presented. The conference was organized in Glazov on 27–28 January 2023. The names and abstracts of the reports are given. *Keywords:* didactics of physics, educational physics experiment, scientific and practical conference.

**Mayer V. V., Chetkarev A. N. Educational model of a gun on alcohol vapor.** For students of the 9th grade of the basic school, an engineering and physical project is proposed. The purpose of the project is to develop and manufacture a working model of a gun intended for experimental study in the 10th grade of high school of the recoil of the gun when fired. *Keywords:* student project, gun model, recoil when fired, experimental study.

**Faddeev M. A., Maslennikova Yu. V. Solving multilevel experimental problems in physics as one of the ways to prepare students for training in advanced engineering schools.** The article considers an approach to the development and use of multilevel experimental problems in physics in the educational process, which contributes to the effective preparation of students for training in advanced engineering schools. *Keywords:* school physics experiment, multilevel experimental tasks, advanced engineering schools.

**Mayer V. V., Vasiliiev I. A., Kornev Yu. A. High-voltage converter for experiments in electrostatics.** The article describes the schematic diagram, design, manufacturing technology and the results of an experimental study of a high-voltage converter on a field-effect transistor. *Keywords:* electrostatics, educational experiments, high voltage, electronic converter.

**Mayer V. V., Perminov A. A. Laboratory work of the workshop: an educational study of Newton's rings.** The article presents a manual on the laboratory work of a high-level school physics workshop on the study of Newton's rings. *Keywords:* physical workshop, advanced level, laboratory work, Newton rings, educational research.

**Mayer V. V., Varaksina E. I., Kornev Yu. A. Physical modelling of an electrophorical machine.** A working physical model of an electrophorical machine is proposed, intended for a lecture demonstration in the course of general and experimental physics of a pedagogical university. *Keywords:* electrophor, electric spark gap, high voltage capacitor.

**Grebenev I. V. The methodological significance of experimental thinking.** Some aspects of the influence of experimental thinking on the development of methods of teaching physics are considered. *Keywords:* experimental thinking, modeling, school physical experiment.

**Zuev P. V. Didactic value of academician P. L. Kapitsa's quote about engineer training.** Methodological techniques are offered to prepare students for engineering and technical activities. *Keywords:* engineer, engineering activity, activity approach, experiment, theory, model, level of training.

**Mayer V. V., Perminov A. A. Pedagogical experiment: testing the possibility of using new laboratory work in a workshop.** The article presents the conditions, results and analysis of a pedagogical experiment to test the possibility of using laboratory work «Educational study of Newton's rings» in the workshop of the physics and mathematics lyceum. *Keywords:* physics and mathematics lyceum, workshop, laboratory work, Newton rings, pedagogical experiment.