

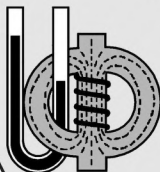
ISSN 2307-5457

*Primum  
inter pares*

Материалы XXVI Всероссийской  
научно-практической конференции

„Учебный физический эксперимент:  
Актуальные проблемы. Современные  
решения“

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ОБРАЗОВАНИЯ



# УЧЕБНАЯ ФИЗИКА

Октябрь - декабрь 2021 №4

Издается с января 1997 года

## СОДЕРЖАНИЕ

### Основная школа

- В. В. Майер            ПРОСТОЕ И НАДЕЖНОЕ КОЛЕСО ФРАНКЛИНА ..... 3  
Ю. А. Корнев

### Старшая школа

- В. В. Майер            УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ  
Е. И. Вараксина        ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА ..... 8

- В. В. Майер            ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ УЧЕБНЫХ  
Е. И. Вараксина        ОПЫТОВ ПО КРИВОЛИНЕЙНОМУ  
И. А. Васильев         РАСПРОСТРАНЕНИЮ СВЕТА ..... 20  
К. М. Курбоналиев

### Высшая школа

- В. В. Майер            ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ  
Е. И. Вараксина        ПРИНЦИПА ГЮЙГЕНСА ..... 24  
К. М. Курбоналиев

- В. В. Майер            ПРЕВРАЩЕНИЕ ЭЛЛИПСА В ПАРАБОЛУ ..... 31  
А. А. Попова

### Компьютер в эксперименте

- С. В. Марков            ПРИМЕНЕНИЕ ДАТЧИКА ХОЛЛА  
                                  ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ  
                                  В НАТУРНОМ КОМПЬЮТЕРНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ ..... 36

- Е. И. Вараксина        ПРОБЛЕМА ФОРМИРОВАНИЯ НАГЛЯДНОГО  
О. Л. Соколова         ОБРАЗА ИНТЕРФЕРЕНЦИИ МЕХАНИЧЕСКИХ ВОЛН ... 44

## Науковедение

Ю. А. Сауров	О СОВРЕМЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ (к 50-летию защиты докторской диссертации В. Г. Разумовским) . . . . .	49
--------------	---	----

## Исследования

Е. И. Вараксина	ИЛЛЮСТРАТИВНЫЙ И ДОКАЗАТЕЛЬНЫЙ УЧЕБНЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ . . . . .	58
-----------------	---	----

АВТОРЫ ЖУРНАЛА . . . . .	68
--------------------------	----

ABSTRACTS . . . . .	69
---------------------	----

СТАТЬИ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ В ЖУРНАЛЕ В 2021 ГОДУ . . . . .	71
--	----

---

---

### Редакция журнала:

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

### Редакционный совет:

В. Е. Антонов	д.ф.-м.н., с.н.с., ИФТТ РАН, МГУ, Москва
Л. Д. Григорьева	к.ф.-м.н., доцент, МГУ, Москва
С. С. Назин	к.ф.-м.н., доцент, МГУ, Москва
Г. Г. Никифоров	к.п.н., доцент, ИСРО РАО, Москва
А. Ю. Пентин	к.ф.-м.н., доцент, ИСРО РАО, Москва
Ю. А. Сауров	д.п.н., профессор, член-корр. РАО, Киров
Э. В. Суворов	д.ф.-м.н., профессор, ИФТТ РАН, МГУ, Москва
Я. А. Чиговская–Назарова	к.филол.н., доцент, ректор ГГПИ, Глазов

### Оргкомитет конференции:

М. Д. Даммер	д.п.н., профессор, Челябинск
П. В. Зуев	д.п.н., профессор, Екатеринбург
Ю. В. Иванов	к.п.н., доцент, Глазов
Н. Я. Молотков	д.п.н., профессор, Тамбов
Ф. А. Сидоренко	д.ф.-м.н., профессор, Екатеринбург
Т. Н. Шамало	д.п.н., профессор, Екатеринбург

**Адрес редакции, издателя и типографии:** 427621, Удмуртия, Глазов, Первомайская, 25, Педагогический институт, Телефон: (341 41) 5–32–29.

*E-mail:* [kropa@bk.ru](mailto: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 01.12.21. Подписано в печать 09.12.21. Дата выхода в свет: 17.12.21. Формат 60 × 90 1/16. Усл. печ. л. 4,5.

Заказ 148. Тираж 200 экз. Цена свободная.

**Первая страница обложки:** Установка для фотографирования дисперсионной кривой (Майер В. В., Вараксина Е. И. Нормальная дисперсия света в демонстрационных и лабораторных экспериментах // Учебная физика. — 2021. — № 3. — С. 26–37).

УДК 372.853:537

В. В. Майер, Ю. А. Корнев  
ПРОСТОЕ И НАДЕЖНОЕ КОЛЕСО ФРАНКЛИНА

Описан простой способ изготовления колеса Франклина, доступный даже тем учащимся, которые только начинают изучать физику. Идея этого способа может стать основой ученического проекта, завершающим этапом которого является демонстрация колеса Франклина на школьном уроке.

*Ключевые слова:* электростатика, колесо Франклина, ученический проект, демонстрационный опыт.

**1. Краткая историческая справка.** В 1747 году Бенджамин Франклин, портрет которого в наши дни известен каждому, кто держал в руках стодолларовую купюру, в письме к своему европейскому коллеге Питеру Коллинсону описал первый электрический двигатель [1, с. 32–35]. Но это не было «колесо Франклина», к которому все привыкли. Спустя 14 лет Франклин получает письмо от своего друга Э. Кинерслея, в котором содержится следующая информация.

«Взяв тонкую кедровую лучину, длиной около 18 дюймов, и укрепив в центре ее латунный капсюль, я проткнул ее на обоих концах в горизонтальном направлении под прямым углом булавами (остриями в противоположном направлении) и подвесил это приспособление, хорошо уравновесив, подобно стрелке компаса, на штыре, длиной около шести дюймов, укрепленном в центре электрической скамьи. Затем, наэлектризовав скамью, я получил удовольствие наблюдать то, что мной ожидалось: деревянная стрелка стала вращаться головками булавок вперед. Наэлектризовав вслед за этим скамью отрицательно, я ожидал, что стрелка начнет вращаться в обратном направлении, но испытал горькое разочарование, так как она продолжала вращаться в прежнем направлении» [1, с. 191].

В этом описании нетрудно узнать прототип учебного прибора под названием «колесо Франклина».

**2. Колесо Франклина, которое выпускала советская промышленность.** В книге [2, с.208–209], посвященной учебному оборудованию школьного кабинета физики, приведена фотография колеса Франклина, подобная показанной на рис. 1, и говорится, что это *самодельный прибор*, который в физическом кабинете нужен только в одном экземпляре. На самом деле колесо Франклина в советский период выпускало какое-то предприятие Главучтехпрома, и его имели физические кабинеты всех школ. Этот учебный прибор представляет собой отштампованную из жести полоску с ребром жесткости, в центре которой расположен подшипник скольжения для установки на острие, а концы отогнуты вниз и заострены в противоположные стороны (рис. 1). Демонстрационные опыты с колесом Франклина описаны практически во всех пособиях по школьному эксперименту [3–6]. Но сейчас колесо Франклина только в редкой школе можно встретить, а на демонстрацию его на уроке обычно не хватает времени.



Рис. 1

**3. Для чего колесо Франклина нужно в школе.** Дело в том, что подавляющее большинство современных школьников ничего не умеет делать собственными руками. Ученический проект, материальным продуктом которого является простой физический прибор, предназначенный для использования на школьном уроке, развивает *практические умения* обучающихся и создает ситуацию успеха. Демонстрация и объяснение физического явления на уроке посредством самостоятельно изготовленного прибора развивает *интеллектуальные умения* школьника и резко повышает его самооценку. Поэтому так важно учителю физики иметь исчерпывающую информацию о самостоятельном изготовлении простых физических приборов.

**4. Колесо Франклина, которое может быстро сделать каждый.** Для изготовления простого и надежного колеса Франклина нужно подобрать толстую алюминиевую фольгу (толщиной не менее 0,15–0,20 мм) и вырезать из нее полоску шириной 15 мм и длиной 180 мм (рис. 2.1). От концов полоски ножницами отрезают прямоугольные треугольники, длина больших катетов которых равна удвоенной ширине полоски, то есть 30 мм (рис. 2.2). Перегибают концы полоски по сплошным линиям от нас, накладывают отогнутые концы на полоску и поджимают их к ней (рис. 2.3). Изгибают полоску на  $90-120^\circ$  по сплошным линиям от нас, по пунктирным к нам (рис. 2.4). Помещают внешнюю поверхность П-образной части полоски на ровную податливую подложку и шариком стержня шариковой ручки продавливают в алюминиевой фольге углубление. Колесо Франклина готово (рис. 3).

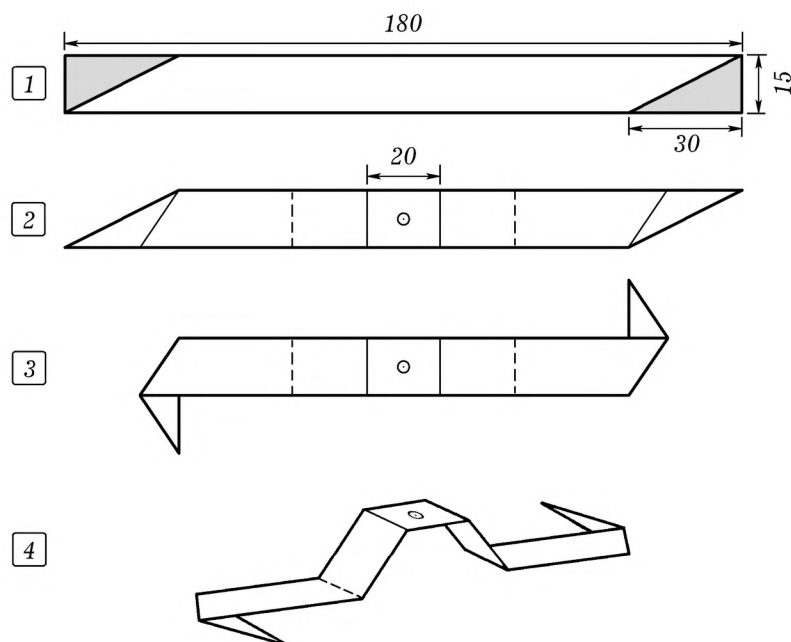


Рис. 2

Помещают его углублением на не слишком острый конец гвоздя или металлической спицы, соединяют их с одним из полюсов электрофорной машины или другого высоковольтного источника и демонстрируют вращение колеса. Если потенциал колеса относительно Земли не превышает 20–30 кВ, то колесо быстро вращается.

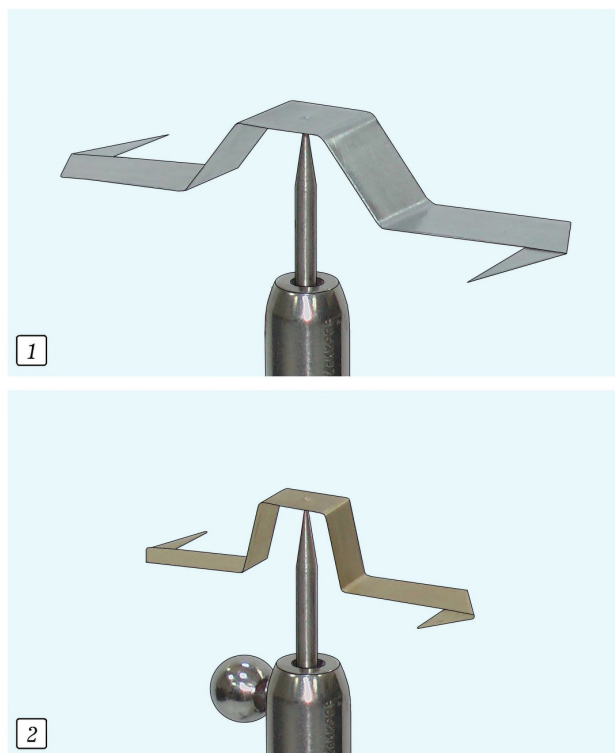


Рис. 3

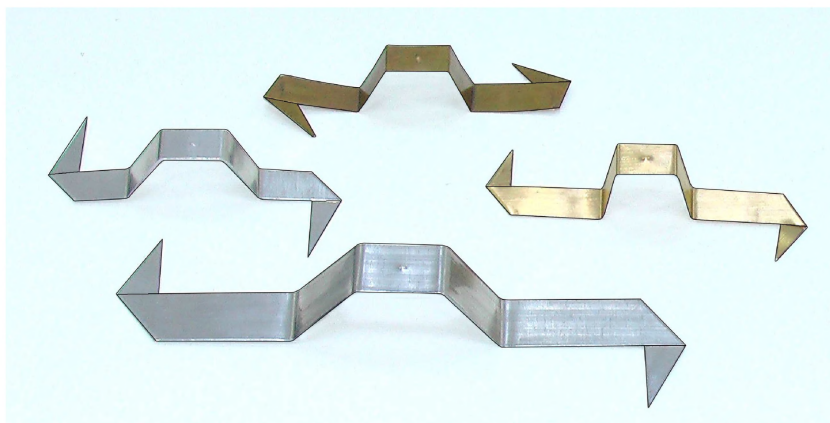


Рис. 4

При более высоких потенциалах помимо вращения наблюдаются колебания, амплитуда которых при резонансе возрастает настолько, что колесо нередко сбрасывается с конца спицы.

**5. Заключение.** Чтобы убедиться в эффективности сделанных в статье рекомендаций, мы провели педагогический эксперимент в группе из 6 студентов 3 курса, обучающихся по профилям «Физика и Дополнительное образование (Робототехника)», «Математика и Физика». Испытуемым были предоставлены необходимые материалы, инструменты, острое на изолирующей стойке, электрофорная машина и краткая инструкция по изготовлению колеса Франклина. В течение примерно 15 минут все студенты самостоятельно справились с заданием и продемонстрировали вращение изготовленных ими приборов (рис. 4). Это свидетельствует о доступности предложенной технологии изготовления колеса Франклина будущим учителям физики, которые смогут показать, как это делается, и своим ученикам.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Франклин В. Опыты и наблюдения над электричеством. — М.: Изд-во АН СССР, 1956. — 272 с.
2. Учебное оборудование по физике в средней школе. Пособие для учителей / Под ред. А. А. Покровского. — М.: Просвещение, 1973. — 480 с.
3. Демонстрационный эксперимент по физике в старших классах средней школы: Т. 2. Электричество. Оптика. Физика атома / В. А. Буров, Б. С. Зворыкин, А. П. Кузьмин и др.; под ред. А. А. Покровского. — М.: Просвещение, 1972. — 448 с.
4. Шахмаев Н. М., Каменецкий С. Е. Демонстрационные опыты по электродинамике. Пособие для учителей. — М.: Просвещение, 1973. — 352 с.
5. Шахмаев Н. М., Шилов В. Ф. Физический эксперимент в средней школе: Механика. Молекулярная физика. Электродинамика. — М.: Просвещение, 1989. — 255 с.
6. 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 30.11.21.

## ABSTRACTS

**Mayer V. V., Kornev Yu. A. A simple and reliable Franklin wheel.** A simple method of making a Franklin wheel is described, accessible even to those students who are just starting to study physics. The idea of this method can become the basis of a student project, the final stage of which is the demonstration of the Franklin wheel in a school lesson. *Keywords:* electrostatics, Franklin wheel, student project, demonstration experiment.

**Mayer V. V., Varaksina E. I. Arrangement and operating principle of piezoelectric generator.** The arrangement and the principle of operation of the piezoelectric generator are considered. A series of simple experiments on the educational study of a piezoelectric high voltage source is described. The article is a didactic resource of project activity intended for high school students and teachers. *Keywords:* piezoelectric generator, electrometer, simple experiments, educational research, didactic resource.

**Mayer V. V., Varaksina E. I., Vasiliev I. A., Kurbonaliev K. M. Equipment for educational experiments on curved light propagation.** The equipment and procedure for preparing a demonstration experiment on the curvilinear propagation of light in an optically inhomogeneous medium formed by a layer between two miscible liquids are described. *Keywords:* glass cuvette, water, saturated salt solution, fluorescein, semiconductor laser.

**Mayer V. V., Varaksina E. I., Kurbonaliev K. M. Experimental substantiation of the Huygens principle.** A series of demonstration experiments on the propagation of light in an optically homogeneous and inhomogeneous liquids is described. In experiments, estimates of the radius of curvature of a light beam are compared in two ways: by direct measurement of the parameters of a curved beam and calculation based on the Huygens principle. *Keywords:* Huygens principle, optically inhomogeneous medium, refractive index gradient, radius of curvature of the light beam.

**Mayer V. V., Popova A. A. Transformation of an ellipse into a parabola.** The transition from the ellipse equation in canonical form to the parabola equation is considered. This makes it possible to implement a unified approach when studying the optical properties of an ellipse and a parabola. *Keywords:* equation of ellipse in canonical form; equation of second-order curve related to its vertex; equation of parabola.

**Markov S. V. Scientific research of the magnetic fields using the Hall generator in a full-scale computer experiment.** The electromagnetic induction research was examined. A graph of the magnetic induction and the resulting EMF of induction in the loop were built. The experiment was worked for lab out of the quantitative study of the law of electromagnetic induction. *Keywords:* a full-scale computer experiment, an electromagnetic induction, a lab, Hall generator, to visualize electromagnetic processes.

**Varaksina E. I., Sokolova O. L. The problem of forming a visual image of interference of mechanical waves.** The existence of the problem of forming a visual image of interference is substantiated. The possibility of creating such an image by means of an educational physical experiment, graphic and photographic illustrations in school textbooks is analyzed. At the initial stage of studying interference, it is proposed to supplement the educational physical experiment with interactive computer animation simulating the superposition



of circular waves propagating from two point sources. *Keywords*: interference, wave theory of light, visual aids, educational physical experiment.

**Saurov Yu. A. On the modernity of the development of creative abilities (to the 50th anniversary of the defense of the doctoral dissertation by V. G. Razumovsky).** Memory is our great and eternal resource. It sets and preserves patterns of activity in the past for the present and the future. The defense of the dissertation is not only personally significant, but socially and socially significant. The defense of the doctoral dissertation by V. G. Razumovsky has so far directly or indirectly influenced the development of methods of teaching physics. This article outlines the essential features of this study. *Keywords*: creativity, dissertation, history of physics teaching methods.

**Varaksina E. I. Illustrative and evidential educational physical experiment.** Our articles published in the journals «Educational Physics» No. 1 and No. 3 show the need for systematic research activities of subjects of physical education in the field of educational physical experiment. To formulate the purpose of this activity, we propose to turn to the concepts of *illustrative* and *evidential* experiment. *Keywords*: educational physical experiment, research, conclusiveness, illustrativity.