



## СОДЕРЖАНИЕ

### Хроника

XXVII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «УЧЕБНЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ. СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ» .....	3
--	---

### Основная школа

В. В. Майер К. М. Курбоналиев	ПОЛНОЕ ВНУТРЕННЕЕ ОТРАЖЕНИЕ СВЕТА И СОВРЕМЕННАЯ ГРАДИЕНТНАЯ ОПТИКА НА ШКОЛЬНОМ ВНЕУРОЧНОМ ЗАНЯТИИ .....	9
----------------------------------	---	---

### Старшая школа

В. Н. Бакулин М. И. Толмачева	ВЕРЕВКА — ВЕРВИЕ НЕ ПРОСТОЕ .....	14
Ш. Г. Зиятдинов	ЗАДАЧИ-ЛОВУШКИ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ФИЗИКИ .....	22

### Высшая школа

Б. А. Мукушев	ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА, МОДЕЛИРУЮЩАЯ СИЛУ ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ .....	27
А. А. Сабирзянов	ПОСТРОЕНИЕ СИЛОВЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ ПО МЕТОДУ МАКСВЕЛЛА .....	33
С. А. Герасимов	ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В ЖИДКОСТИ И ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ МАГНИТОСОПРОТИВЛЕНИЕ ...	41

А. П. Коваленко	ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕННОГО	
С. В. Симукова	ТОКА НА ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ	
	ПО ФИЗИКЕ .....	48

### Компьютер в эксперименте

В. В. Майер	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СМАРТФОНА	
А. А. Перминов	ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАДИЕНТА	
	ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ .....	53

АВТОРЫ ЖУРНАЛА .....	67
ABSTRACTS .....	68

---

#### 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
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, Пединститут, Телефон: (341 41) 5-32-29.

*E-mail: krova@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 12.05.22. Подписано в печать 15.06.22. Дата выхода в свет: 27.06.22. Формат 60 × 90 1/16. Усл. печ. л. 4,25.

Заказ 151. Тираж 200 экз. Цена свободная.

**Первая страница обложки:** Современный вариант эксперимента Г.Герца, в котором обнаруживается электромагнитное излучение, распространяющееся от полуволнового вибратора с искровым промежутком.

УДК 372.853:537

А. П. Коваленко, С. В. Симукова  
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ  
ПЕРЕМЕННОГО ТОКА НА ЛАБОРАТОРНОМ  
ПРАКТИКУМЕ ПО ФИЗИКЕ

В статье рассмотрено исследование зависимости коэффициента пульсаций, а также переменной и постоянной составляющих выпрямленного напряжения от силы тока нагрузки для однополупериодного и двухполупериодного выпрямителей.

*Ключевые слова:* однополупериодный и двухполупериодный выпрямители, постоянная и переменная составляющие напряжения, коэффициент пульсаций.

На лабораторном практикуме по физической электронике студенты изучают выпрямители переменного тока. Как правило, особое внимание уделяют механизму преобразования переменного тока в пульсирующий и сглаживанию пульсаций. Изучению характеристик выпрямленного напряжения отводится мало времени, что не позволяет обучающимся сформировать полное представление о выпрямлении переменного тока.

Коэффициент пульсаций характеризует качество выпрямления. Мы предлагаем исследовать зависимость коэффициента пульсаций, а также переменной и постоянной составляющих выпрямленного напряжения от силы тока нагрузки. Для этого мы используем схемы, представленные на рис. 1 и 2.

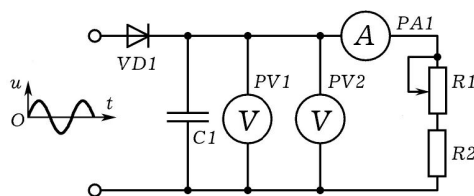


Рис. 1

Для эксперимента выберем однополупериодный выпрямитель и двухполупериодный выпрямитель, собранный по мостовой схеме.

Одним из вольтметров измеряют постоянную составляющую, а вторым — переменную составляющую выпрямленного напряжения. Амплитуду первой гармоники можно приблизительно определить, умножив показания для переменной составляющей на  $\sqrt{2}$ .

Методика проведения эксперимента следующая. Включают источник, подав напряжение, необходимое для работы диодного моста. Меняя сопротивление переменного резистора  $R1$ , измеряют ток нагрузки и напряжение на ней, получая контрольные точки.

Резистор  $R2$  должен иметь такое сопротивление, чтобы при  $R1 = 0$  не был превышен максимально допустимый ток через диоды.

Мы использовали следующие приборы и принадлежности: диоды  $D226$ , источник тока В-24, вольтметр для измерения постоянной составляющей Ш4313, вольтметр для измерения переменной составляющей ВЗ-38, амперметр Ш4313, переменный резистор — магазин сопротивлений Р33.

Результаты исследования и соответствующие графики приведены на рис. 3.

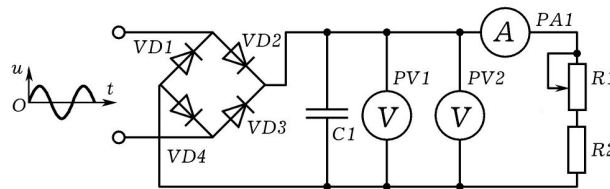


Рис. 2

Исследование удобно дополнить наблюдением осциллограмм выпрямленного напряжения для разных сопротивлений нагрузки. По полученным осциллограммам также можно определить постоянную и переменную составляющие и коэффициент пульсаций.

Для этого на экране осциллографа получают диаграмму выпрямленного сигнала, при открытом входе  $Y$ . Такая диаграмма включает в себя переменную и постоянную составляющие выпрямленного напряжения. Измерим амплитуду такого сигнала, обозначив ее как  $U_{\sim}$ .

Далее измерим амплитуду переменной составляющей исследуемого напряжения, предварительно перейдя от открытого входа  $Y$  осциллографа к закрытому. Величину амплитуды первой

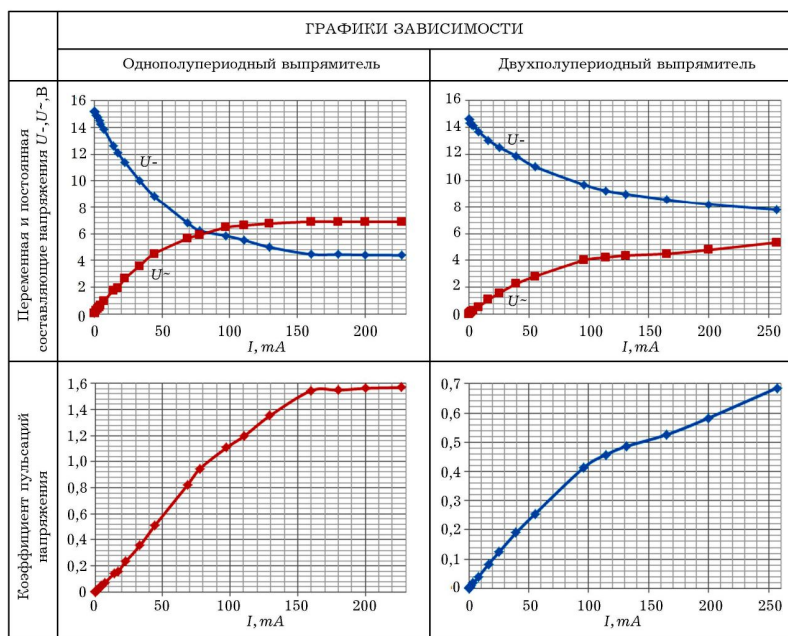


Рис. 3

гармоники будем считать примерно равной амплитуде переменной составляющей  $U_{\sim}$ .

Рассчитаем коэффициент пульсаций  $k$  по формуле:

$$k = \frac{U_{\sim}}{U_{-} - U_{\sim}}.$$

Результаты исследований приведены на рис. 4. Здесь  $U_{\sim}$  — примерная амплитуда первой гармоники,  $U_{-} = U_{\sim} - U_{\sim}$  — постоянная составляющая данного напряжения.

Для исследования мы использовали генератор ФГ-100 и подключенную к компьютеру приставку *DIGITAL STORAGE SCOPE FOR PC* в режиме осциллографа. Амплитуда входного напряжения — 6 В. Коэффициент отклонения  $Y$  — 1,5 В/дел.

Результаты проведенных исследований позволяют обучающимся сделать следующие выводы.

При малых значениях токов с увеличением силы тока нагрузки постоянная составляющая выпрямленного напряжения уменьшается, а переменная составляющая и коэффициент пульсаций

Номиналы элементов на выходе цепи	ВРЕМЕННЫЕ ДИАГРАММЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫПРЯМЛЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ	
	Однополупериодный выпрямитель	Двухполупериодный выпрямитель
$R=68 \text{ Ом}$	<p><math>U_+ = 3,15\text{В}; U_- = 1,95\text{В}; k = 1,62</math></p>	<p><math>U_+ = 1,80\text{В}; U_- = 2,40\text{В}; k = 0,75</math></p>
$R=68 \text{ Ом}, C=50 \text{ мкФ}$	<p><math>U_+ = 1,35\text{В}; U_- = 3,45\text{В}; k = 0,39</math></p>	<p><math>U_+ = 0,50\text{В}; U_- = 3,25\text{В}; k = 0,15</math></p>
$R=200 \text{ Ом}, C=50 \text{ мкФ}$	<p><math>U_+ = 0,60\text{В}; U_- = 4,20\text{В}; k = 0,14</math></p>	<p><math>U_+ = 0,225\text{В}; U_- = 3,825\text{В}; k = 0,059</math></p>
$R=6200 \text{ Ом}, C=50 \text{ мкФ}$	<p><math>U_+ = 0,06\text{В}; U_- = 4,74\text{В}; k = 0,01</math></p>	<p><math>U_+ = 0,025\text{В}; U_- = 4,475\text{В}; k = 0,006</math></p>

Рис. 4

увеличиваются. При этом в однополупериодном выпрямителе изменения всех величин при одинаковом изменении тока нагрузки более значительны, чем в двухполупериодном выпрямителе.

С увеличением тока изменения переменной и постоянной составляющих и коэффициента пульсаций в однополупериодном выпрямителе значительно уменьшаются. При дальнейшем увеличении тока они практически не изменяются, стремясь к определенной величине, что свидетельствует о достижении на выходе состояния максимально возможных пульсаций.

В случае двухполупериодного выпрямителя не удалось добиться стабилизации постоянной и переменной составляющих и коэффициента пульсаций, т. к. дальнейшее увеличение тока может привести к выводу диодов из строя.

Качество выпрямления гармонического сигнала однополупериодным выпрямителем значительно ниже по сравнению с двухполупериодным выпрямлением.

Данное исследование можно проводить как в высших и средне-профессиональных образовательных учреждениях, так и в средней школе, в классах с углубленным изучением физики.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Балакший В. И., Белов А. А. Амплитудное детектирование. Методическая разработка к одноименной задаче «Практикума колебаний» кафедры физики колебаний. — М.: Изд. физического факультета МГУ, 2006. — 19 с.
2. Иноземцев В. А., Иноземцева С. В. Введение в электронику / Под ред. В. А. Иноземцева. — Брянск: Издательство БГПУ, 2000. — 150 с.
3. Коваленко А. П., Симукова С. В. Лабораторный эксперимент по исследованию ВАХ полупроводниковых диодов // Проблемы учебного физического эксперимента: Сборник научных трудов. Выпуск 32. — М.: ИСРО РАО, 2020. — 112 с.
4. Мякишев Г. Я. Физика. 10 класс: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый и углубл. уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский; под ред. Н. А. Парфентьевой. — М.: Просвещение, 2019. — 432 с.
5. Спектры периодических сигналов. <http://ets.ifmo.ru/osipov/os1/21.htm>.

Брянский государственный  
университет имени академика  
И. Г. Петровского

Поступила в редакцию 17.01.22.

## ABSTRACTS

**XXVII All–Russia scientific and practical conference «The Educational Physics Experiment: Topical problems. Modern solutions».** A report on XXVII All–Russian scientific and practical conference «The Educational Physics Experiment: Topical problems. Modern solutions» is presented. The conference was organized in Glazov on 28–29 January 2022. The names of the reports are given. *Keywords:* didactics of physics, educational physics experiment, conference.

**Mayer V. V., Kurbanaliev K. M. Total internal reflection of light and modern gradient optics at school optional lesson.** The content of an optional lesson for 8th grade students has been developed. The lesson is devoted to the phenomena associated with the total internal reflection of light in optically homogeneous and inhomogeneous media. *Keywords:* optional lesson, basic school, total internal reflection, gradient optics.

**Bakulin V. N., Tolmacheva M. I. Rope is not an easy verve.** Different methodological approaches to solving problems with rope are compared. The reasons for discrepancies in the results of solving problems by different methods are analyzed: dynamic and energetic. The results of the application of various approaches by senior physics students to solving rope movement problems are discussed. *Keywords:* educational task, motion models, dynamic and energetic approaches.

**Ziyatdinov Sh. G. Trap tasks in the school physics course.** The necessity of drawing students' attention to tasks requiring an unconventional approach to their solution is discussed. *Keywords:* school physics course, workshop on solving physical problems, trap tasks.

**Mukushev B. A. Experimental setup simulating the force of universal gravity.** The article presents the principles of operation and structure of the experimental setup necessary to simulate the movement of a body in a field of central force similar to the force of universal gravity. *Keywords:* electrical circuit of the installation, alternating current coil, magnetic field, Wood proof, conical motion of a steel ball.

**Sabirzyanov A. A. Construction of electrostatic field lines by Maxwell's method.** Maxwell's method of constructing force lines for a system of two point charges is considered. The force lines are represented by approximating polylines. The equation of force lines is derived in trigonometric form through the functions of two guiding angles. The pictures of force lines for several cases differing in the values and signs of charges are given. *Keywords:* electrostatic field, force lines, construction, Maxwell's method.

**Gerasimov S. A. Electric current in liquid and negative magnetoresistivity.** Not to confirm, but to understand — that is the purpose of this work. The magnetic field should reduce the current in the substance. This is the result of the so-called magnetoresistivity. It turned out the opposite. The electric current in the electrolyte increases under the influence of a magnetic field. *Keywords:* magnetic field, electric current, temperature, electrolyte, magnetoresistivity.

**Kovalenko A. P., Simukova S. V. Research of alternating current rectifier at a laboratory workshop in physics.** The article considers the research of the dependence of the ripple ratio, as well as the variable and steady components of the rectified voltage on the load current strength for single-half-period and two-half-period rectifiers. *Keywords:* single-half-period rectifier, two-half-period rectifier, steady component, variable component, ripple ratio.

**Mayer V. V., Perminov A. A. Using a smartphone to determine the gradient of the refractive index.** For the undergraduate physics workshop of a pedagogical university, a laboratory work is proposed to determine the gradient of the refractive index in the layer between a solution of table salt and pure water. The main measuring device is a smartphone with the program «Radius of curvature of the beam». *Keywords:* laboratory work, refractive index gradient, smartphone, software, photographing curved light beam.