

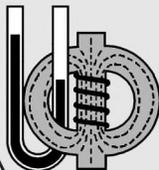
ISSN 2307-5457

*Primum  
inter pares*

Материалы XXVIII Всероссийской  
научно-практической конференции

„Учебный физический эксперимент:  
Актуальные проблемы. Современные  
решения“

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ОБРАЗОВАНИЯ



**УЧЕБНАЯ  
ФИЗИКА**

Январь - март 2023 №1

Издается с января 1997 года

## СОДЕРЖАНИЕ

### Хроника

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

### Основная школа

В. В. Майер                    УЧЕБНАЯ МОДЕЛЬ ПУШКИ НА ПАРАХ СПИРТА.... 13  
А. Н. Четкарев

### Старшая школа

М. А. Фаддеев                МНОГОУРОВНЕВЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ  
Ю. В. Масленникова        ЗАДАЧИ КАК СРЕДСТВО ПОДГОТОВКИ  
    К ОБУЧЕНИЮ В ПЕРЕДОВЫХ  
    ИНЖЕНЕРНЫХ ШКОЛАХ ..... 19

В. В. Майер                    ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ  
И. А. Васильев                НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ОПЫТОВ  
Ю. А. Корнев                    ПО ЭЛЕКТРОСТАТИКЕ ..... 25

В. В. Майер                    ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА ПРАКТИКУМА:  
А. А. Перминов                УЧЕБНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕЦ НЬЮТОНА ..... 33

### Высшая школа

В. В. Майер                    ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
Е. И. Вараксина                ЭЛЕКТРОФОРНОЙ МАШИНЫ ..... 43  
Ю. А. Корнев

## 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, 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 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. А. Перминов  
**ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ:  
ПРОВЕРКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
НОВОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ В ПРАКТИКУМЕ**

В статье представлены условия, результаты и анализ педагогического эксперимента по проверке возможности использования лабораторной работы «Учебное исследование колец Ньютона» в практикуме физико-математического лица.

*Ключевые слова:* физико-математический лицей, практикум, лабораторная работа, кольца Ньютона, педагогический эксперимент.

Подготовка и проведение педагогического эксперимента по проверке возможности и целесообразности применения современных достижений науки, техники и технологии в физическом практикуме повышенного уровня подробно рассмотрены в работе [1]. Поэтому здесь мы кратко перечислим ожидаемые и полученные школьниками результаты выполнения лабораторной работы «Учебное исследование колец Ньютона» [2], а также сделаем общие выводы из проведенного педэксперимента.

**1. Ожидаемые результаты выполнения  
лабораторной работы**

Рабочую гипотезу педагогического эксперимента мы формулируем следующим образом: мотивация школьников к изучению физики возрастет, а соответствующие знания и умения расширятся и углубятся, если: 1) предметом экспериментирования в физическом практикуме станут яркие запоминающиеся явления; 2) обучающимся будет предоставлен максимум самостоятельности в сборке экспериментальных установок, объеме и глубине исследования физических явлений; 3) в лабораторном эксперименте будут использованы смартфон, компьютер и иная доступная школьникам бытовая техника.

Перед началом педэксперимента мы несколько раз выполнили учебное исследование колец Ньютона на предлагаемом обучающимся оборудовании и получили результаты, с которыми можно сравнивать итоги работы школьников.

## Выполнение заданий

1. Нарисуйте и заполните таблицу по результатам выполненной серии опытов.

Таблица 1  
Результаты измерений и вычислений

$k$	$x_1$ , мм	$x_2$ , мм	$r$ , мм	$r^2$ , мм <sup>2</sup>	$R$ , м	$\Delta R$ , м
0	21,5	21,5	0	0	–	–
1	15,5	27,5	6,0	36,0	55,4	7,0
2	13,5	29,5	8,0	64,0	49,2	0,8
3	11,5	31,0	9,8	96,0	49,2	0,8
4	10,5	32,5	11,0	121,0	46,5	1,9
5	9,0	33,5	12,3	151,3	46,6	1,8
6	8,5	34,5	13,0	169,0	43,3	5,1
Средние значения					48,4	2,9

2. Запишите результат измерения радиуса кривизны линзы с абсолютной погрешностью, вычисленной по среднему значению. Найдите относительную погрешность результата.

Радиус кривизны линзы  $R = (48 \pm 3)$  м. Относительная погрешность  $\varepsilon = \Delta R/R = (3/48) \cdot 100\% = 6\%$ .

3. По результатам эксперимента постройте график зависимости радиуса темного кольца  $r$  от его номера  $k$ :  $r = r(k)$ . Какой вывод следует из анализа построенного графика? Запишите его на свободном поле графика.

Зависимость радиуса кольца от его номера нелинейна. Можно предположить, что радиусы темных колец Ньютона прямо пропорциональны квадратным корням порядковых номеров этих колец (рис. 1).

4. По результатам эксперимента постройте график зависимости квадрата радиуса темного кольца  $r^2$  от его номера  $k$ :  $r^2 = r^2(k)$ . Что доказывает полученный график? По графику проверьте найденное значение радиуса кривизны линзы.

Полученный график (рис. 2) показывает, что квадраты радиусов темных колец Ньютона прямо пропорциональны порядковым номерам этих колец. Радиус кривизны  $R = 150/(5 \cdot 6,5 \cdot 10^{-4}) = 46,2$  (м).

5. По формулам (8) и (9) пособия [2] вычислите относительную и абсолютную погрешности радиуса кривизны и запишите полученные результаты. Сравните со значением, полученным в задании 2, и сделайте выводы.

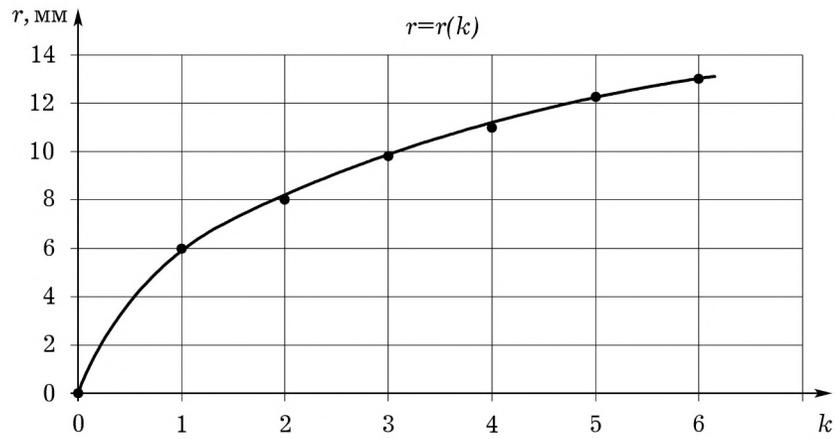


Рис. 1. Нелинейная зависимость радиусов темных колец от их номеров

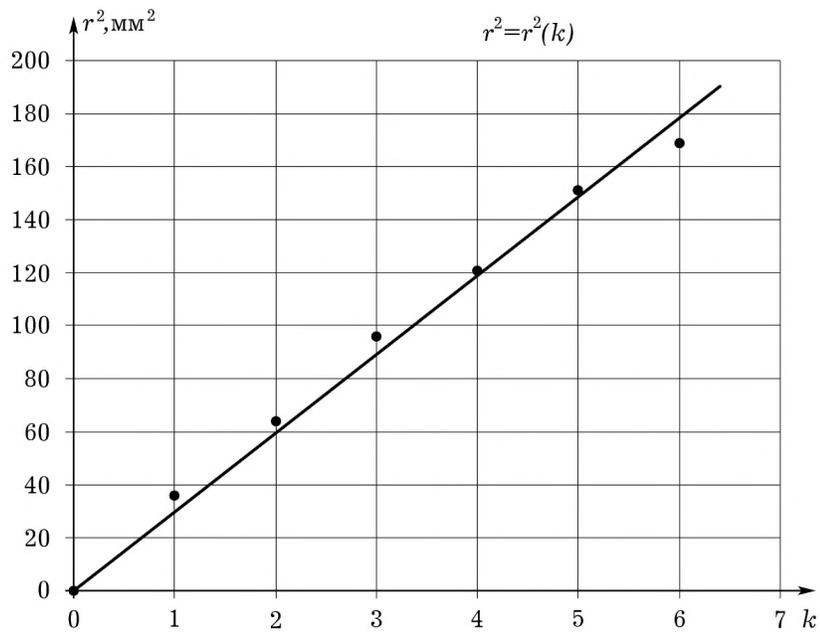


Рис. 2. Линейная зависимость квадратов радиусов темных колец от их номеров

Относительная погрешность четвертого измерения, вычисленная по формуле (8) [2]:

$$\varepsilon = \left( \frac{2 \cdot 0,5}{11} + 0 + \frac{10}{645} \right) \cdot 100\% = 11\%.$$

Абсолютная погрешность четвертого измерения радиуса кривизны, вычисленная по формуле (9) [2]:

$$\Delta R = 0,11 \cdot 46,5 = 5,1 \text{ (м)}.$$

Абсолютные и относительные погрешности, вычисленные по результатам отдельного измерения, больше абсолютной и относительной погрешности, вычисленной методом среднего.

#### Ответы на контрольные вопросы

1. *Какое физическое явление называется интерференцией света?*

Интерференция света — это явление наложения двух или нескольких световых пучков, при котором результирующая интенсивность не равна сумме интенсивностей каждого из пучков по отдельности

2. *Почему интерференция не наблюдается при большой толщине воздушной прослойки между стеклянной пластинкой и линзой?*

Интерференция не наблюдается при большой толщине воздушной прослойки, поскольку оптическая разность хода между когерентными пучками должна быть меньше их длины.

3. *Почему в центре интерференционных колец Ньютона в отраженном свете получается темное пятно?*

В центре интерференционных колец в отраженном свете расположено темное пятно, так как геометрическая разность хода между световыми волнами вблизи точки соприкосновения линзы и стеклянной пластинки практически равна нулю; оптическая разность хода равна половине длины волны, которая теряется при отражении света от оптически более плотной среды.

4. *Почему в теории колец Ньютона не учитывается отражение света от верхней поверхности линзы?*

Лучи, отраженные от верхней поверхности линзы, не влияют на интерференцию потому, что оптическая разность хода между этими лучами и лучами, отраженными от воздушной прослойки, значительно превышает длину соответствующих цугов волн.

5. Как изменится интерференционная картина, если радиус кривизны линзы увеличить в 4 раза?

Так как радиусы колец Ньютона пропорциональны корню квадратному из радиуса кривизны линзы, то интерференционная картина увеличится в 2 раза.

## 2. Проведение педагогического эксперимента

Педагогический эксперимент, как и любой другой (физический, химический, социальный, технологический и т.д) эксперимент включает три взаимосвязанных компонента *условия* → *результат* → *анализ*.

### Условия педэксперимента

В педагогическом эксперименте приняли участие 14 учащихся из 11 «А» и 11 «Б» классов МБОУ «ФМЛ» г. Глазова. Наблюдения и анализ оценок за самостоятельные и лабораторные работы по физике показывают, что успеваемость в среднем хорошая, присутствует стремление к новым знаниям, высокая познавательная активность. Педагогический эксперимент проводился в течение 8 уроков лабораторного физического практикума длительностью по 45 минут каждый.

К началу проведения физического практикума были подготовлены пособия объемом 8 страниц формата А5 для каждого ученика. Содержание пособия по работе «Учебное исследование колец Ньютона» представлено в статье [2], опубликованной в этом номере журнала. Это пособие учащиеся получили за неделю до лабораторного занятия. В течение недели школьники изучали теоретический материал и знакомились с предстоящим экспериментальным исследованием, самостоятельно определяя объем и глубину необходимой для них подготовки.

В начале лабораторного занятия каждый школьник получал распечатанную заготовку отчета по работе объемом 4 страницы формата А5, в которой были сформулированы 5 заданий и оставлены места для внесения результатов выполнения каждого из этих заданий. В той же заготовке отчета перечислены 5 контрольных вопросов, для ответов на которые также предусмотрены пустые места.

Таким образом, на лабораторном занятии практикума школьники должны были выполнить экспериментальное исследование, оформить полученные результаты в выданной им заготовке отчета и письменно ответить там же на несколько контрольных вопросов. При этом они были лишены каких бы то ни было источников информации кроме пособий и могли использовать только те знания, которые самостоятельно получили при подготовке

к работе. Помощь учителя допускалась только в форме советов по фотографированию интерференционной картины на смартфон.

#### Результат педэксперимента

Экспериментальное исследование начиналось с заготовки таблицы (табл. 1) для результатов непосредственных измерений и необходимых вычислений. Основные трудности школьники испытывали при фотографировании интерференционной картины: первые фотографии получались искаженными, нерезкими и неконтрастными. После нескольких попыток экспериментаторы начали понимать, что от них требуется, и им удавалось расположить смартфон горизонтально так, чтобы объектив его камеры находился на вертикали, проходящей через центр колец Ньютона.

Таблица 2

Результаты педагогического эксперимента:  
оценки ответов на контрольные задания и вопросы

№	Имя учащегося	Задания/Вопросы					Итого
		1	2	3	4	5	
1	Дамир А.	2/2	2/0	2/2	2/2	2/2	10/8
2	Мисирхан Б.	2/2	2/2	1/2	1/2	1/2	7/10
3	Савелий Б.	1/2	2/2	0/0	1/2	1/2	5/10
4	Александра В.	1/2	2/2	0/2	2/2	2/2	7/10
5	Алексей Г.	2/2	1/2	0/2	1/2	2/2	6/10
6	Татьяна Д.	2/2	2/2	2/2	1/2	1/2	8/10
7	Илья Д.	2/2	2/0	1/2	2/1	2/2	9/7
8	Софья Ж.	2/2	2/0	1/0	1/0	0/0	6/2
9	Михаил И.	2/2	2/0	2/2	2/1	2/2	10/7
10	Артемий М.	2/2	2/2	1/2	1/2	1/2	7/10
11	Глеб Р.	2/2	2/2	0/2	1/2	2/2	7/10
12	Полина С.	2/2	2/2	2/2	1/2	1/0	8/8
13	Мария С.	2/0	2/0	1/2	1/0	0/2	6/4
14	Анна Ч.	2/2	2/2	2/0	1/0	2/0	9/4
Итого		26/26	27/18	15/24	18/20	19/22	105/110

Получив качественную фотографию колец Ньютона вместе с измерительной линейкой, испытуемые без особых затруднений измеряли их радиусы. К концу лабораторного занятия каждый школьник сделал все необходимые вычисления и сдал учителю пособие [2]. Отчет по лабораторной работе учащиеся оформляли в домашних условиях, завершая выполнение заданий и записывая ответы на контрольные вопросы.

**Анализ результатов педэксперимента**

**Критерии оценивания.** Правильные и развернутые ответы оценивались в 2 балла. Ответы, имеющие небольшие недочеты, оценивались в 1 балл. Ответ, содержащий грубые ошибки, оценивался в 0 баллов.

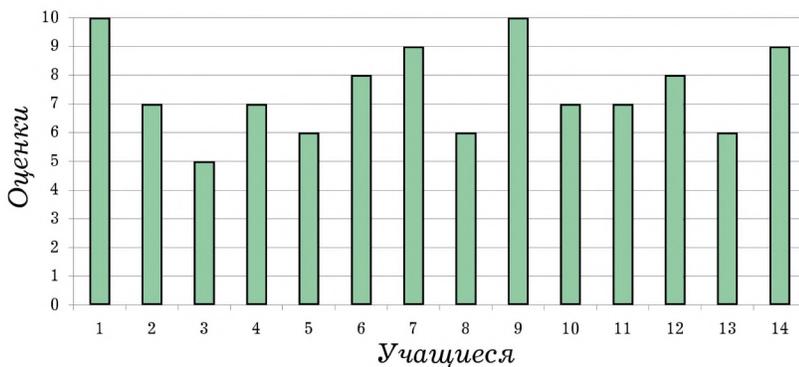


Рис. 3. Диаграмма оценок за выполнение экспериментальных заданий

Результаты педагогического эксперимента представлены в табл. 2. На рис. 3 приведена диаграмма оценок за экспериментальные задания, а на рис. 4 дана диаграмма оценок за ответы на контрольные вопросы.

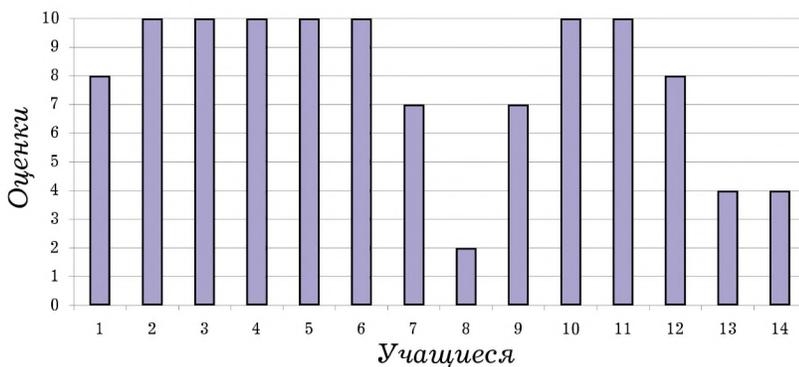


Рис. 4. Диаграмма оценок за ответы на контрольные вопросы

Полученные результаты педагогического эксперимента позволяют сделать следующие выводы:

1) с экспериментальными заданиями справились 71% учащихся, которые по итогам проверки набрали от 7 до 10 баллов;

2) с контрольными вопросами справились 79% учащихся, получив от 7 до 10 баллов;

3) наибольшее затруднение вызвал вопрос об отсутствии интерференции при большой толщине воздушного слоя между стеклами в приборе для наблюдения колец Ньютона; неправильные ответы на этот вопрос обусловлены невнимательным прочтением учащимися теоретического материала пособия;

4) задания, связанные с построением графиков, также вызвали затруднения; это объясняется тем, что у учащихся недостаточно сформированы соответствующие умения, а межпредметные связи математики и физики мало способствуют умениям строить графики физических зависимостей.

### 3. Заключение

Педагогический эксперимент показал возможность и целесообразность постановки в физическом практикуме старшей школы лабораторной работы по экспериментальному исследованию колец Ньютона с применением личных смартфонов обучающихся. Разработанная педагогическая технология включает: 1) подготовку специального учебного пособия к каждой лабораторной работе практикума; 2) предоставление пособия каждому учащемуся за неделю до лабораторной работы; 3) составление заготовок отчетности по лабораторной работе; 4) выдачу заготовок отчетностей в начале лабораторного занятия; 5) самостоятельное выполнение обучающимися физического эксперимента и оформление полученных результатов; 6) сдачу пособий учителю в конце лабораторного занятия; 7) завершение оформления отчетности по работе и защиту исследования на следующем лабораторном занятии. Эта технология гарантирует успешное выполнение сложного для обучающихся экспериментального исследования в течение обычного школьного урока, развитие умений самостоятельной учебно-исследовательской деятельности и повышение интереса к физике благодаря самостоятельному экспериментированию школьников с использованием доступного оборудования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Майер В. В., Вараксина Е. И., Иванов Ю. В. Современные достижения науки, техники и технологии в физическом практикуме // *Учебная физика*. — 2020. — № 4. — С. 50–55.
2. Майер В. В., Перминов А. А. Лабораторная работа практикума: учебное исследование колец Ньютона // *Учебная физика*. — 2023. — № 1. — С. 33–42.

Глазовский государственный  
педагогический институт

Поступила в редакцию 14.03.23.

## 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.