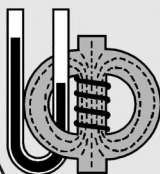


ISSN 2307-5457

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ОБРАЗОВАНИЯ

*Primum
inter pares*



**УЧЕБНАЯ
ФИЗИКА**

Материалы XXVIII Всероссийской
научно-практической конференции

Январь - март 2023 №1

„Учебный физический эксперимент:
Актуальные проблемы. Современные
решения“

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. Четкарёв

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, 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

И. В. Гребенев
МЕТОДИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ
ЭКСПЕРИМЕНТИРУЮЩЕГО МЫШЛЕНИЯ

Рассмотрены некоторые аспекты влияния экспериментирующего мышления на развитие методики обучения физике.

Ключевые слова: экспериментирующее мышление, моделирование, школьный физический эксперимент.

*Урок без физических опытов — это урок не по физике, а по какому-то другому предмету.
В. В. Майер*

В работах В. В. Майера и Ю. А. Саурова введено новое понятие для методики физики — экспериментирующее мышление. С помощью экспериментирующего мышления понимание реальности происходит через создание (проектирование, изобретение) новой реальности в виде новой экспериментальной установки. Выдвинутая гипотеза предполагает построение новой, не существовавшей до этого модели изучаемого явления [1, 2].

Идеальное построение в виде новой модели предполагает ее материальную реализацию, конструирование не только нового оборудования, но, и это принципиально важно, нового методического подхода, методической реализации разработанной модели. С этой точки зрения феномен экспериментирующего мышления есть существенный шаг в методике обучения физике по сравнению с простой фиксацией: «Повышение эффективности уроков за счет того, что его главной частью является изучение нового материала на основе демонстрационного и лабораторного эксперимента». Тезис бесспорный, но малоэффективный на практике, поскольку визуально удивить наших учащихся, пресыщенных видеофокусами интернета, невозможно. Подобно тому, как законы Ньютона верны, но малоэффективны в микроскопических масштабах. Статичность эксперимента — одна из причин его малой методической эффективности. Поэтому учебный физический эксперимент

под влиянием экспериментирующего мышления уже не статичен, не ограничен одномоментной демонстрацией как иллюстрацией к рассказу учителя. Логика его развития на уроке подчинена логике развертывания физического содержания. Поэтому же эксперимент завершается тогда, когда учитель извлек из него все доступное учащимся на этом этапе физическое содержание [3].

Экспериментирующее мышление по отношению к увиденному факту, явлению осуществляет две мыслительные операции, кроме поверхностного отражения факта в сознании. Во-первых, это «укладка» факта в существующую в сознании теоретическую матрицу, трактовка увиденного в рамках усвоенной модели, теории эмпирического уровня — горит лампочка, значит, в цепи течет ток. Не имея понятий электрического тока и цепи, вы ничего, кроме светящейся лампочки, не увидите на эмпирическом уровне, может там «уголек засунут» (А. П. Чехов). Во-вторых, этот факт должен быть истолкован, объяснен в рамках модельных представлений, теории более высокого уровня. Наблюдая факт свечения лампочки при включении ее в цепь *переменного тока*, содержащую конденсатор, мы можем, по крайней мере на уровне гипотез, двояко истолковать это явление — как пробой конденсатора в рамках прежних представлений, постоянного тока, и как явление перезарядки его, как новое явление, для которого надо создать новую модель. Это будет математическая модель процесса протекания переменного тока через конденсатор. Работа с этой моделью приведет нас к выводу о зависимости сопротивления конденсатора от частоты переменного тока. Модель пробитого конденсатора этого явления не предсказывает. Конструируем необходимую новую экспериментальную установку, реализующую новую модель, проводим серию опытов при различных частотах переменного напряжения источника, и делаем вывод в пользу одной из гипотез. В этом и есть проявление экспериментирующего мышления — необходимость планирования и проведения дополнительных экспериментальных исследований в рамках выдвинутых гипотез, исследование новых разработанных теоретических моделей, их адекватности, чтобы прийти к выбору правильной модели наблюдаемого явления (или их совместного проявления — конденсатор с утечкой).

Мы приходим к пониманию методической значимости эксперимента как реализованной модели. Не сам эксперимент и не существующая модель является объектом экспериментирующего мышления, а процесс моделирования новой реальности. Итогом деятельности в форме экспериментирующего мышления является реализация «в железе» построенной новой модели, приводящей

к ответу на созданную ситуацию познавательной неопределенности. Таким образом, экспериментирующее мышление, становясь системообразующим феноменом педагогической деятельности, соединяет в себе два основных компонента учебного процесса по физике — моделирование и экспериментирование. Совершенный, идеализированный учебный процесс предполагает их дидактическое (методическое) единство. **Моделирование как эксперимент со знаниями**, ответ на вопрос — «что будет, если ...», предполагающее далее **конструирование новой реальности под гипотезу**, то есть **экспериментирование**, понимаемое как **реализация модели «в железе»**.

Экспериментирующее мышление должно, прежде всего, быть присуще преподавателям, для того, чтобы они могли передавать этот опыт познавательной деятельности учащимся. До тех пор, пока стереотипом деятельности преподавателей будет копирование готовых опытов из методических указаний, никакого экспериментирующего мышления не будет. Вначале надо привить учителям стереотип самостоятельного поиска, модификации и разработки эксперимента под конкретную методическую ситуацию урока.

Необходимость привития учителям алгоритма единства деятельности моделирования и экспериментирования поясним на следующих примерах.

В ноябре 2022 г. ННГУ проводил небольшой курс повышения квалификации преподавателей физики г. Н. Новгорода и области. Группе из 18 слушателей была предложена известная экспериментальная задача: «Имеется небольшой деревянный брусок, гирька массой 2 г и деревянная ученическая линейка 25 см. Требуется определить массу бруска». Все (!) 18 учителей начали строить рычаг и определять массу бруска без учета массы линейки. Пришлось оборвать этот процесс, и предложить рассмотреть задачу ЕГЭ аналогичной конструкции, в которой заранее была указана масса рычага (рис. 1).

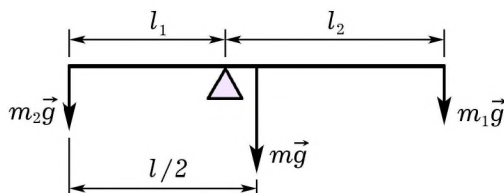


Рис. 1. Модель экспериментальной задачи на правило моментов

После записи уравнения моментов было обращено внимание слушателей на то, что задача представляет собой модель предложенной экспериментальной задачи. Вернувшись к эксперименту, слушатели без труда определили массу линейки, далее нужное значение массы бруска, на основе применения модели к реальному эксперименту. Таким образом, и в деятельности преподавателей физики обращение к эксперименту без разработанной модели приводит как к методическим, так и лежащим в их основе предметным ошибкам.

Следующий пример иллюстрирует изложенный выше тезис о появлении нового методического подхода, новой методической реализации модели в ходе проявления экспериментирующего мышления педагога.

При изучении фотоэффекта чаще всего демонстрируется разряд отрицательно заряженной цинковой пластины. Столь же убедительным являлось бы наблюдение возникновения положительного заряда при фотоэффекте на нейтральном теле, но наблюдать его на школьном электрометре не удастся. Между тем в задачке А. П. и П. А. Рымкевичей имеется задача № 1133: «Как зарядить цинковую пластину, закрепленную на стержне электрометра, положительным зарядом, имея электрическую дугу, стеклянную палочку и лист бумаги? Палочкой прикосаться к пластине нельзя» [4]¹. Как показал наш опрос, эта задача совершенно (100%) не используется учителями, поскольку сама физическая ситуация и физические основы ее решения им непонятны.

Из условия задачи следует, что можно зарядить цинковую пластину положительно и, возможно доказать наличие этого заряда в эксперименте?! Интересно, что ни в одном пособии по школьному физическому эксперименту опыт с наблюдаемым положительным зарядом тела в результате фотоэффекта не описан (или мы не нашли).

Нейтральную цинковую ($A_{\text{вых}} = 5,6 \cdot 10^{-19}$ Дж) пластину, помещенную на электрометр, освещают ультрафиолетом с длиной волны $\lambda = 0,23$ мкм.

Это вполне реальные числа, соответствующие проведению первой части нашего эксперимента — освещению нейтральной цинковой пластины УФ не обнаруживает ее заряда². Электрометр ничего не показывает. Фотоэффекта нет?

¹Приведено решение: «Освещая пластину, поднести к ней положительно заряженную палочку».

²Источник излучения в виде прибора «Фотон», входящий в набор оборудования для изучения фотоэффекта КПФ-1, имеет минимальную длину волны $\lambda = 0,23$ мкм. Аналогичные параметры имеет более распространенный сейчас медицинский прибор ОУФК-01 «Солнышко» с лампой ДРТ 125-1.

Применяя уравнение Эйнштейна для этой ситуации, определим максимальную кинетическую энергию фотоэлектрона $E_{\text{макс}} = 3 \text{ эВ}$.

Рассмотрим **модель** поведения эмитированных электронов при фотоэффекте (рис. 2).

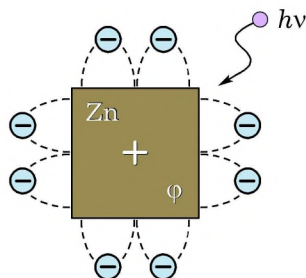


Рис. 2. Эмиссия электронов из цинковой пластины

Пластина приобретет положительный заряд вследствие фотоэффекта, однако эмитированные электроны будут возвращаться к ней за счет кулоновского притяжения. Образуется состояние динамического равновесия между числом эмитированных и возвращенных электронов, причем величина положительного потенциала пластины φ может быть определена из соотношения $E_{\text{макс}} \sim e\varphi$ (e — заряд электрона) и составит единицы вольт, что не может быть обнаружено электрометром.

Переходим к обсуждению предлагаемой **новой версии эксперимента**³. Для того, чтобы потенциал пластины возростал, нужно сдвинуть это динамическое равновесие в сторону преобладания эмиссии, удаляя электроны из окружающего пластину пространства. Вот тут нам понадобятся палочка и бумага, при натирании которых друг о друга возникнет положительно заряженное тело.

Судя по приведенному ответу авторов задачника, поднеся положительно заряженную палочку, мы сделаем вывод о возникновении заряда на пластине вследствие фотоэффекта по отклонению стрелки электрометра. Но здесь надо быть осторожным. Без всякого излучения поднесенная заряженная палочка вызовет отклонение стрелки вследствие электростатической индукции. Следовательно, в наблюдаемом эффекте надо разделить два явления:

а) электростатическую индукцию, вызвавшую отрицательный заряд пластины и положительный заряд индикаторной системы электрометра;

³Автор эксперимента — И. Ю. Зворыкин.



Рис. 3. Эксперимент по обнаружению положительного заряда тела при фотоэффекте:

1 – облучение незаряженного цинка ультрафиолетом не приводит к отклонению стрелки электрометра; 2 – наэлектризованная положительно стеклянная палочка вызывает электростатическую индукцию так, что на цинке собирается отрицательный заряд, на стрелке – положительный; если стеклянную палочку сразу после приближения к цинку убрать, стрелка электрометра возвращается на нуль; 3 – примерно за полминуты фотоэффект вызовет значительное уменьшение отрицательного заряда цинка; если теперь стеклянную палочку убрать, то на электрометре остается лишь положительный заряд.

б) фотоэффект, т. е. эмиссию электронов и возникновение положительного заряда на электрометре.

Существенная разница этих явлений в их обратимости. Убрав заряженную палочку от незаряженного электрометра, мы увидим нулевые показания, если не произошло перетекания заряда вследствие пробоя воздуха. Если же фотоэффект вызвал положительный заряд пластины, то и после удаления заряженной палочки электрометр будет показывать наличие заряда (рис. 3).

Приведенный пример иллюстрирует еще один методический аспект — единство задачи, как основы создания модели, и эксперимента как **реализации модели в процессе решения задачи**. Таким образом, создается методическое единство задачи, модели и эксперимента в учебном процессе по физике.

Еще один пример методической эффективности экспериментирующего мышления. В профильном обучении уровень изложения теории порой смыкается с содержанием общего курса физики вузов — теорема Гаусса в электростатике, равномерное распределение энергии по степеням свободы, квантовая природа излучения и т. п. Здесь необходимость поддержки учебной деятельности учащихся понятным и убедительным экспериментом особенно велика, учитывая преобладание еще конкретных типов восприятия учащимися физического содержания. Однако число применяемых опытов и методическая проработка экспериментов в старшей школе заметно уступает таковым для базового физического образования.

В современной образовательной ситуации каждый учитель вправе сам выбирать уровень и методику изложения учебного материала. Для нас кажется очевидным, что и экспериментальную основу обучения для конкретного урока учитель обязан разрабатывать самостоятельно. В том числе, если для текущей темы нет понятного и убедительного эксперимента, высококвалифицированный преподаватель разрабатывает его сам или подбирает и модифицирует из обширного арсенала методики физики.

Иллюстрируем этот тезис. Последний и весьма важный вопрос раздела молекулярной физики профильного академического курса физики для средней школы — это теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы, в том числе в твердом теле, из которой следует, в частности, закон Дюлонга–Пти [5, с. 184].

Напомним, что этот закон основан на классических представлениях о колебаниях частиц в атомных кристаллах, и утверждает, что молярная теплоемкость этих веществ $C_M = 3R$, где R — универсальная газовая постоянная. Теоретически этот закон по-

дробно обоснован в учебнике (с. 184). В ходе доказательства используется выражение для удельной теплоемкости атомных кристаллов C_p :

$$C_p = 3R/M, \quad (1)$$

где M — молярная масса вещества.

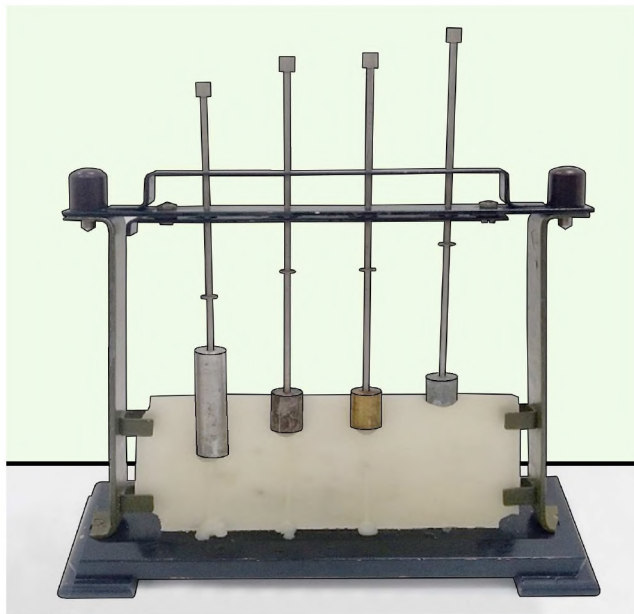


Рис. 4. Опыт с прибором Тиндаля

Поиск эксперимента, который мог бы использоваться для подтверждения изучаемого закона, и тем самым послужил бы экспериментальным подтверждением применимости теоремы о равномерном распределении энергии для твердых тел, привел нас к известному опыту с прибором Тиндаля, используемому в базовой школе (рис. 4).

Напомним, что опыт показывает отношение величин удельной теплоемкости веществ по количеству расплавленного парафина горячими телами одинаковой массы (см., например [6, с. 287]). В данном случае по результатам эксперимента удельная теплоемкость уменьшается слева направо для следующих веществ — алюминий, железо, медь, свинец.

Возникает предложение повторить этот опыт для учащихся в 10 классе сразу после получения формулы (1), для того, чтобы качественно убедиться в ее справедливости, поскольку на этом

рисунке молярная масса (атомный вес) веществ слева направо возрастает. Обсуждение результатов опыта и его совпадение с теоретическим результатом (1) позволяет учащимся с большей достоверностью воспринять далее как сам закон Дюлонга–Пти, так и все положения МКТ в целом, поскольку получено еще одно экспериментальное подтверждение ее справедливости в качестве модели строения вещества.

В качестве домашнего задания для учащихся рекомендуем провести вычисления теоретических теплоемкостей по формуле (1) и сравнить их с табличными значениями (табл. 1). Как видим, опять в учебный процесс вместе с моделью и экспериментом включаем решение задачи, пусть в этом случае и простейшей расчетной.

Таблица 1
Результаты опыта Тиндаля

Металл	Плотность, 10^3 кг/м ³	Атомный вес, а. е. м.	C_p , табл. значение, кДж/кг·К	C_p , по формуле (1), кДж/кг·К
Al	2,70	27	0,88	0,92
Fe	7,8	56	0,46	0,45
Cu	8,9	64	0,39	0,39
Sn	7,3	117	0,23	0,21
Pb	11,3	207	0,13	0,12

Отметим, что убывающая монотонная зависимость теплоемкости от плотности металлов, которую часто ошибочно считают главным результатом этого наблюдения, нарушается для олова, как отмечено в работе [7], от атомного веса остается справедливой и в этом случае. Если выдвинуть начальную гипотезу о роли плотности веществ в значении удельной теплоемкости, а затем обнаружить ее нарушение для олова, создается полезная проблемная ситуация. Нельзя также оставить незамеченным возрастание отклонения C_p от теоретического для алюминия, как элемента с наименьшим атомным весом. Можно предложить учащимся продолжить этот ряд в сторону еще меньших значений M , и в общих чертах поискать объяснение. Занятие полезное с точки зрения понимания границ применимости моделей.

Подведем итог. Экспериментирующее мышление является эффективным инструментом методического творчества педагога-физика. Печальная судьба физического эксперимента в школе с неизбежностью ведет нас к мысли о необходимости перестрой-

ки методики его применения таким образом, чтобы эксперимент был частью единого образовательного процесса, вместе с решением задач и моделированием физических процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Майер В. В., Сауров Ю. А. Экспериментальное мышление: смыслы, ценности, черты, технология формирования // Учебная физика. — 2018. — № 4. — С. 45–65.
2. Майер В. В., Сауров Ю. А. Экспериментирующее мышление в методике обучения физике // Физика в школе. — 2018. — № 7. — С. 3–11.
3. Полушкина С. В. Учебный эксперимент как средство усвоения физических знаний учащихся // Учебная физика. — 2015. — № 1. — С. 45–49.
4. Рымкевич А. П., Рымкевич П. А. Физика. Задачник. 10–11 кл.: пособие для общеобразоват. учреждений. — М.: Дрофа, 2006. — 188 с.
5. Физика. 10 класс: учебник для общеобразоват. учрежд. и шк. с углубл. изучением физики: профил. уровень / [О. Ф. Кабардин, В. А. Орлов, Э. Е. Эвенчик и др.]; под ред. А. А. Пинского, О. Ф. Кабардина; Рос. акад. наук, Рос. акад. образования, изд-во «Просвещение». — М.: Просвещение, 2011. — 431 с.
6. Демонстрационный эксперимент по физике в старших классах средней школы: Т. 1. Механика. Теплота / В. А. Буров, Б. С. Зворыкин, А. А. Покровский, И. М. Румянцев; под ред. А. А. Покровского. — М.: Просвещение, 1971. — 366 с.
7. Тихоненко И. Г. О приборе для демонстрации теплоемкости тел // Физика в школе. — 1984. — № 5. — С. 8.

Национальный исследовательский
Нижегородский государственный
университет им. Н. И. Лобачевского

Поступила в редакцию 17.01.23.

ABSTRACTS

XXVIII All–Russia scientific and practical conference «The Educational Physics Experiment: Topical problems. Modern solutions». A report on XXVIII All–Russia 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.