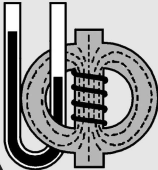


ISSN 2307-5457

*Primum
inter pares*

Материалы XXX Всероссийской
научно-практической конференции

„Учебный физический эксперимент:
Актуальные проблемы. Современные
решения”



НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ОБРАЗОВАНИЯ

**УЧЕБНАЯ
ФИЗИКА**

Январь - март 2025 №1

Издается с января 1997 года

СОДЕРЖАНИЕ

Хроника

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

Основная школа

В. В. Майер	ПРЕПАРАТЫ ИЗ ЛИКОПОДИЯ ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОГО	
Е. И. Вараксина	НАБЛЮДЕНИЯ И ДЕМОНСТРАЦИИ ДИФРАКЦИИ	
И. А. Васильев	СВЕТА В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ	15
Е. А. Широбокова		

Старшая школа

С. И. Официн	МЕТОДИКА ПОСТАНОВКИ ОПЫТОВ	
О. В. Кирьяков	С КАТУШКОЙ ИНДУКТИВНОСТИ	28

И. Ю. Зворыкин	УЧЕБНЫЙ ПРОЕКТ ПО СОЗДАНИЮ	
М. Р. Каткова	ВЫСОКООМНОЙ ПРИСТАВКИ К ВОЛЬТМЕТРУ	34

Высшая школа

Е. И. Вараксина	УЧЕБНЫЕ ОПЫТЫ ПО ДИФфуЗИИ НА УРОЧНЫХ	
В. В. Майер	И ВНЕУРОЧНЫХ ЗАНЯТИЯХ ПО ХИМИИ И ФИЗИКЕ	39
Л. В. Шиляева		

И. В. Гребенев	ЭКСПЕРИМЕНТ ПРИ РЕШЕНИИ ФИЗИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ....	56
П. В. Казарин		
Е. В. Чупрунов		

Исследования

А. П. Усольцев	РАЗВИТИЕ МЫШЛЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ СРЕДСТВАМИ	
Т. Н. Шамало	УЧЕБНОГО ФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА	66
Б. М. Игошев		

От редакции

АКТИВНЫЙ ДЕЯТЕЛЬ ФИЗИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ (в память о Геннадии Григорьевиче Никифорове)	74
---	----

АВТОРЫ ЖУРНАЛА	76
----------------------	----

Редакция журнала:

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

Редакционный совет:

С. В. Барышников	д.ф.-м.н., профессор, Благовещенск
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
О. В. Лебедева	д.п.н., доцент, Нижний Новгород
Ю. А. Сауров	д.п.н., профессор, член-корр. РАО, Киров
А. П. Усольцев	д.п.н., профессор, Екатеринбург
А. А. Шаповалов	д.п.н., профессор, Барнаул

Оргкомитет конференции:

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

Перечень ВАК: Журнал «Учебная физика» включен Высшей аттестационной комиссией (ВАК) Минобрнауки России в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук».

Адрес редакции, издателя и типографии: 427621, Удмуртия, Глазов, Первомайская, 25, ФГБОУ ВО «ГИПУ», Телефон: (341 41) 5–32–29.
E-mail: uch-fiz@mail.ru, kropa@bk.ru

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Глазовский государственный инженерно-педагогический университет 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.

Подписной индекс: 79876.

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

Сдано в набор 03.03.25. Подписано в печать 27.03.25.

Дата выхода в свет: 31.03.25.

Формат 60 × 90 1/16. Усл. печ. л. 4,75.

Заказ 169. Тираж 200 экз. Цена свободная.

Первая страница обложки: Демонстрация натурной модели сердца доцентом А. В. Долженко на XXX Всероссийской научно-практической конференции «Учебный физический эксперимент: Актуальные проблемы. Современные решения».

Научная статья
ББК 74.262.23
УДК 372.853

И. Ю. Зворыкин, М. Р. Каткова

УЧЕБНЫЙ ПРОЕКТ ПО СОЗДАНИЮ ВЫСОКООМНОЙ ПРИСТАВКИ К ВОЛЬТМЕТРУ

Описаны этапы и результаты выполнения учебного проекта по изготовлению электронной приставки, увеличивающей внутреннее сопротивление демонстрационного вольтметра. Приставка собрана на базе операционного усилителя и повышает дидактический потенциал указанного прибора. Рассмотрен учебный процесс, включающий деятельность учащихся на уроке физики, при выполнении лабораторной работы практикума и внеурочного исследовательского проекта.

Ключевые слова: операционный усилитель, вольтметр, внутреннее сопротивление, учебный физический эксперимент, учебный проект по физике.

I. Y. Zvorykin, M. R. Katkova

A STUDY PROJECT ON CREATING A HIGH-RESISTANCE EXTERNAL DEVICE FOR A VOLTMETER

The stages and results of a training project on the manufacture of a set-top box for a voltmeter are described. The set-top box expands the voltmeter's capabilities for conducting experiments that were previously impossible due to its insufficiently high internal resistance. The device is built on the basis of an operational amplifier. The educational process, including project activities and the work of a physical workshop, is described.

Ключевые слова: operational amplifier, voltmeter, internal resistance, educational physics experiment, educational physics project.

DOI: 10.62957/2307-5457-2025-1-34-38

1. Введение

Стрелочный вольтметр магнитоэлектрической системы [1] удобен для демонстрационных экспериментов, однако на уроках электродинамики далеко не все опыты могут быть осуществлены с его помощью.

В нашей практике невыполнимым оказалось фронтальное экспериментальное решение задачи по определению напряжения на двух соединенных конденсаторах. Конденсаторы исходно имели разные емкости и были заряжены до разных напряжений, а затем соединены, по

условию задачи, определенным образом. Оказалось, что демонстрационный вольтметр не позволяет измерить напряжение на конденсаторах емкостью порядка единиц микрофард, заряженных до напряжения в несколько вольт, просто потому, что его стрелка не успевает отклониться до нужного значения.

Проблема заключается в недостаточном внутреннем сопротивлении вольтметра, которое «включает величину сопротивления катушек прибора и величину добавочного сопротивления, расширяющего предел измерения для данной шкалы» [2, с. 219].

Возникает методическая проблема, неразрешимая в рамках урока.

Очевидно, требуется модернизация самого демонстрационного вольтметра. Увеличить внутреннее сопротивление вольтметра можно изменением катушки и добавочного сопротивления. В нашем случае такой вариант модернизации не выполним. Однако возможно создание электронной приставки к вольтметру, обладающей высоким входным и низким выходным сопротивлениями. Подобная приставка позволит использовать демонстрационный вольтметр с имеющимися в комплекте прибора дополнительным сопротивлением и шкалой.

Создание такой приставки и есть задача проектной работы школьника. Учебный проект по физике должен практически решить возникшую на уроке проблему с проведением физического эксперимента и расширить учебные возможности демонстрационного прибора. В журнале «Учебная физика» представлено немало публикаций, содержащих описания и результаты проектной деятельности учащихся по физике, важным следствием которой является совершенствование учебного физического эксперимента для школьных уроков [3, 4].

Учебный процесс может быть организован как сочетание урока физики, проектно-ориентированного физического практикума и проекта по физике [5–7]. Проектная работа рассчитана на учащихся 10–11 классов.

2. Проектно-ориентированный физический практикум

Преподаватель, проводящий занятия физического практикума, напоминает учащимся о том, какая именно проблема возникла на уроке при попытке провести измерение напряжения на конденсаторе.

Нам удалось собрать для выполнения данной работы практикума несколько различных демонстрационных вольтметров, поставившихся в разное время в учебные заведения, и способных измерить напряжение до 4–6 В. Внутренние сопротивления данных приборов различаются в несколько раз.

Учащиеся убеждаются, что ни один из имеющихся у них стрелочных вольтметров магнитоэлектрической системы не способен измерить напряжение в 4 В на конденсаторе емкостью 10 мкФ потому, что такой конденсатор быстро разряжается через небольшое внутреннее сопротивление прибора.

Далее учащиеся выполняют лабораторную работу по определению внутреннего сопротивления имеющихся у них вольтметров по методике, схожей с указанной в учебном пособии [8].

В завершение работы практикума преподаватель совместно с учащимися формулирует вывод о том, что у вольтметра имеется внутреннее сопротивление, и его значение определяет возможности прибора по корректному измерению напряжения на различных элементах электрической цепи.

Однако исходная практическая проблема, выявленная учителем на уроке, так и не решена, хотя пути ее решения обозначены. Педагог предлагает любому из группы выполнить под его руководством проект по созданию прибора — приставки к стрелочному вольтметру, которая будет содержать электронную схему с высоким входным и низким выходным сопротивлениями. При этом пределы измеряемого вольтметром напряжения должны быть сохранены.

3. Проектная деятельность

На наш взгляд, самый простой и доступный в настоящее время способ расширения учебных возможностей демонстрационного вольтметра состоит в использовании широко распространенного и недорогого операционного усилителя (ОУ) типа LM358, который применяется, например, в работе [9]. У него достаточно большое входное сопротивление, и он способен поддерживать работу с нагрузкой сопротивлением в несколько сотен Ом.

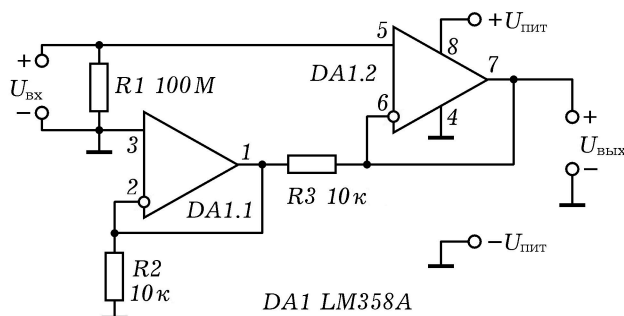


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема приставки, увеличивающей входное сопротивление демонстрационного вольтметра

Микросхема LM358 выпускается в корпусе, который позволяет разместить ее на плате для макетирования электронных схем без пайки. Это облегчает сборку приставки учащимся, еще не умеющим паять.

Для изучения принципов и особенностей работы операционных усилителей (ОУ) можно обратиться к современной литературе, среди которой есть издания, адаптированные для широкого круга читателей [10].

В начале выполнения проекта про ОУ учащемуся достаточно знать то, что схема на базе ОУ может иметь высокое входное сопротивление (до нескольких миллионов Ом), к ее выходу можно подключать нагрузку сопротивлением в несколько сотен Ом (стрелочный электроизмерительный прибор), и схема на основе ОУ может иметь коэффициент усиления равный единице.

Подходящую схему можно найти в одном из множества технических описаний на саму микросхему [11, с. 5]. Схема, реализованная нами, разработана на основе справочного руководства [12, с. 101] и приведена на рис. 1. Она представляет собой высокоомный дифференциальный усилитель постоянного тока, состоящий из двух повторителей с коэффициентом передачи, равным единице. Питание усилителя для демонстрации удобно осуществлять от доступной батареи типа 6F22 («Крона») напряжением 9 В.

Учащийся должен самостоятельно провести испытания приставки с вольтметром и источником регулируемого стабилизированного напряжения с целью убедиться в том, что приставка не искажает измерения напряжения вольтметром. После этого можно, если это требуется, изготовить более надежный вариант прибора с использованием пайки, разместить электронную схему в подходящем корпусе и еще раз провести его испытания.

На рис. 2 приведен общий вид экспериментальной установки для измерения напряжения на конденсаторе с использованием приставки и демонстрационного вольтметра (напряжение на двух конденсаторах общей емкостью в 10 мкФ составляет 5 В).

Приставка работает также с другими стрелочными вольтметрами, схожими по параметрам с демонстрационным вольтметром.

Итогом выполнения проекта является эффективное решение поставленной экспериментальной задачи по соединению заряженных конденсаторов.

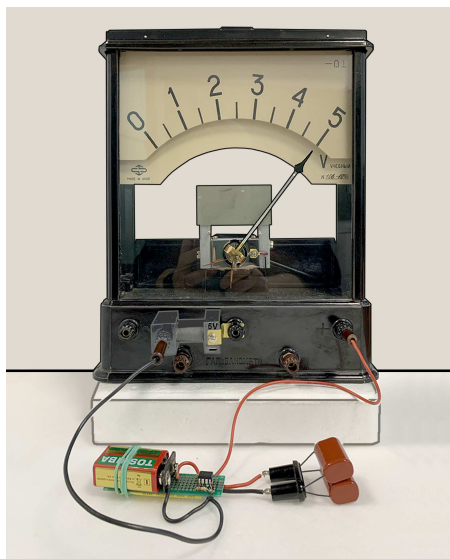


Рис. 2. Экспериментальная установка по измерению напряжения на конденсаторе с использованием приставки

4. Выводы

Нами предложен вариант организации учебного процесса, ориентированного на проектную деятельность, который начинается на уроке физики в виде эксперимента по измерению напряжения на конденсаторах стрелочным прибором. Этот процесс имеет продолжение на занятиях проектно-ориентированного физического практикума по определению внутреннего сопротивления стрелочных приборов и приводит к выполнению проекта по созданию устройства (приставки), подключаемого к вольтметру и имеющего высокое входное сопротивление.

Успешное выполнение проекта демонстрирует перспективность использования современной электроники в проектной деятельности по физике, и необходимости изучения учащимися основ электроники в старших классах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амперметр и вольтметр с гальванометрами (демонстрационные). — М.: Просвещение, 1974.
2. Справочник радиолюбителя / Под общ. ред. А. А. Куликовского. — Москва; Ленинград: Госэнергоиздат, 1955. — 256 с.
3. Вараксина Е. И. Совершенствование демонстрационных опытов в проектной деятельности учащихся // Учебная физика. — 2017. — № 3. — С. 3–11.
4. Майер В. В., Вараксина Е. И., Корнев Ю. А. Абсолютный метод измерения напряжения в физическом практикуме бакалавриата // Учебная физика. — 2021. — № 1. — С. 13–25.
5. Гребенев И. В., Чупрунов Е. В., Зворыкин И. Ю. Модель проектно-ориентированного обучения физике // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. — 2021. — № 3 (63). — С. 165–172.
6. Гребенев И. В., Зворыкин И. Ю. Проектно-ориентированное обучение в системе основного и дополнительного образования // Физика в школе. — 2021. — № 7. — С. 9–16.
7. Гребенев И. В., Зворыкин И. Ю., Морозов О. А., Лозовская Л. Б., Полушкина С. В. Проектно-ориентированное обучение физике. — Н. Новгород: ННГУ, 2024. — 115 с.
8. Артеменков Д. А. и др. Физика. Тетрадь-практикум. 8 класс: Учеб. пособие для общеобразоват. организаций / Под ред. Ю. А. Панебратцева. — М.: Просвещение, 2020. — 64 с.
9. Майер В. В., Вараксина Е. И. Усилитель постоянного тока для школьного гальванометра // Учебная физика. — 2018. — № 2. — С. 22–24.
10. Картер Б., Манчини Р. Операционные усилители для всех. — М.: ДМК Пресс, 2016. — 528 с.
11. LM358. Low power dual operational amplifiers. Document number: DS35167. Rev. 2–2. February 2011. Diodes Incorporated. <https://www.diodes.com/assets/Datasheets/LM358.pdf> (дата обращения: 06.03.2025).
12. Рутковски Дж. Б. Интегральные операционные усилители: Справ. руководство. — М.: Мир, 1978. — 323 с.

Национальный исследовательский
Нижегородский государственный
университет имени Н. И. Лобачевского

Поступила в редакцию 22.01.25.
После доработки 07.03.25.