

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Педагогический институт  
Кафедра физики и методики ее преподавания

**ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ  
ШКОЛЕ**

АВТОРЕФЕРАТ  
БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ  
студентки 4 курса 452 группы  
Направления подготовки бакалавриата 44.03.01 Физика

Едиевой Гулчемен

Научный руководитель:  
профессор, д.ф-м.н.



.Г. Бурова

Зав. кафедрой:  
профессор, д.ф-м.н.



Т.Г. Бурова

## **Введение**

Изучение электрических цепей является одним из фундаментальных вопросов в электротехнике, электронике и соответствующих областях, играя ключевую роль в построении надежных в использовании электрических цепей. Работа большинства современных электронных устройств, систем энергоснабжения и даже сложных вычислительных архитектур основана на принципе параллельного включения. В отличие от последовательного соединения, параллельное подключение обеспечивает независимость работы компонентов, что существенно важно для повышения гибкости системы.

Актуальность изучения данной темы обусловлена ее применением в инженерной практике. В электрических сетях пользователи подключаются параллельно для обеспечения стабильного напряжения независимо от количества включенных устройств. Параллельное соединение в электронике позволяет гибко регулировать общее сопротивление, емкость или мощность.

Несмотря на дидактическую тематику, на практике часто наблюдается поверхностное понимание основных законов расчета электрических цепей, особенно в части расчета эквивалентного сопротивления (уменьшение сопротивления при добавлении ветвей) и распределения токов. Существующие методы не всегда предусматривают прозрачность для перехода от абстрактного понимания к прочному компетентному применению. Следовательно, разработка дидактических материалов, посвященных изучению электрических цепей в общеобразовательной школе, не теряет своей актуальности.

**Цель работы** - разработка дидактических материалов по изучению электрических цепей в общеобразовательной школе.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд **задач**:

- изучить теоретический материал по теме работы;
- провести сравнительный анализ различных подходов к изучению электрических цепей;

- рассмотреть психолого-педагогические аспекты изучения темы;
- разработать дидактический материал, включающий планы-конспекты уроков, подборку задач различного уровня сложности, описание лабораторной работы.

Выпускная квалификационная работа имеет традиционную структуру и включает введение, два раздела, заключение, список использованных источников.

### **Краткое содержание**

Первый раздел работы посвящен теоретическим основам изучения электрических цепей в средней школе.

В рамках первого раздела последовательно рассмотрены:

- 1) физическая сущность базовых понятий и их связь с законом Ома,
- 2) психолого-педагогические аспекты изучения темы;
- 3) основные трудности и заблуждения, с которыми сталкиваются учащиеся;
- 4) принципы построения дидактических материалов.

Во втором разделе приведены разработанные дидактические материалы по теме. Разработанный дидактический комплекс по изучению электрических цепей для обеспечения системности и применимости включает три основных блока, ориентированных на поддержку всех видов учебной деятельности: концептуального понимания, расчетных принципов и аналитической модели.

#### ***Разработка теоретического и наглядного блока (схемы, модели, инфографика)***

Этот блок нацелен на обеспечение высокого уровня прозрачности и преодоление психологических барьеров, границ с абстрактностью понятий.

*Разработанные материалы.*

**1. Концептуальная инфографика «Параллельность VS Последовательность».**

- Содержание: двухсекционная схема, соединяющая две цепи.
- Визуальные акценты: в параллельной секции выделяется цвет, напряжение одинаковое (одна линия цвета), ток разделяется (две

разные стороны). В последовательной секции выделено, что ток везде одинаков, напряжение секционно.

- Цель: быстрое закрепление фундаментальных преобразований.

## 2. Гидравлическая модель-схема.

- Содержание: схема, где электрическая цепь заменена на гидравлическую (трубы, насос, системы управления).

- Обозначения: насос → источник питания (создает напор  $U$ ); препятствие → носители сопротивления ( $R$ ); скорость потока воды → сила тока ( $I$ ).

- Цель: создание прочного чувственного якоря для понимания понятий эквивалентного сопротивления (добавление нового пути) → увеличение общего потока).

## 3. Визуальный алгоритм “Расчет $R_{\text{экв}}$ ”

- Содержание: пошаговая инфографика, демонстрирующая переход от формул сопротивлений ( $\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ ) к формуле, основанной на проводимости ( $G_{\text{экв}} = G_1 + G_2$ ).

- Цель: Отработка системного понимания, почему сопротивление происходит через введение проводимости.

***Создание разноуровневого практического блока ( алгоритмы, задачи, лабораторная работа)***

Практический блок разработан для стимулирования расчетной и аналитической деятельности, следуя принципу «от простого к сложному».

*Разработанные материалы.*

### 1. Систематизированные алгоритмы (для работы с формулами).

- Алгоритм 1 (базовый): пошаговая инструкция для нахождения,  $U$ ,  $I$ ,  $R$  по закону Ома для одного элемента.

- Алгоритм 2 (комплексный): четкая последовательность действий для расчета цепей с комбинированным (смешанным) соединением, требующая сначала расчета  $R_{\text{экв}}$  — применение закона Ома.

## 2. Набор разноуровневых задач (3 уровня).

○ Уровень 1 (Базовый): задачи на прямые вычисления,  $U$ ,  $R$  для одного элемента.

○ Уровень 2 (Аналитический): задачи анализа графиков  $I(U)$  для определения сопротивления по наклону, а также задач по качественному прогнозированию изменения тока при изменении сопротивления ветви.

○ Уровень 3 (Комплексный): задачи на смешанные соединения (параллельно-последовательные) и задачи с учетом внутреннего сопротивления источника.

### ○ ***Задачи первого уровня (базовый уровень)***

Задачи этого уровня направлены на проверку знаний базовых определений, формул закона Ома и простых правил суммирования параметров для идеальных последовательных и параллельных соединений.

### ***Задачи второго уровня (аналитический уровень)***

Задачи второго уровня направлены на развитие аналитических навыков, требующих от обучающегося интерпретировать графики, работать с пропорциональностями и прогнозировать изменения в цепях без прямого использования числовых данных.

### ***Раздел А: Анализ графиков и зависимостей***

***Задача 2.1.2. Анализ наклона при рассмотрении двух элементов.*** Даны два графика, отображающих зависимость силы тока ( $I$ ) от напряжения ( $U$ ) для двух резисторов,  $R_A$  и  $R_B$ . График А имеет более крутой наклон к оси  $U$ . Сделайте вывод о том, какой из резисторов имеет большее сопротивление, и объясните этот вывод, используя понятие проводимости.

### ***Раздел Б: Анализ последствий изменений параметров***

***Задача 2.2.1. Анализ последствий в последовательной цепи (Качественный анализ).*** Два резистора ( $R_1$  и  $R_2$ ) соединены последовательно и подключены к источнику  $U$ . Если сопротивление  $R_1$  увеличить втрое, сопротивление  $R_2$  оставить неизменным, как изменится напряжение,

падающее на резисторе  $R_2$ ? Выразите изменение в долях от общего напряжения.

### **Задачи третьего уровня**

Задачи третьего уровня требуют от обучающихся синтеза знаний о законе Ома и правилах соединений (последовательном и параллельном). Они ориентированы на продуктивное мышление.

#### **Задача 3.1.1. Анализ смешанного соединения.**

Найти сопротивление цепи АВ, изображенной на рисунке:

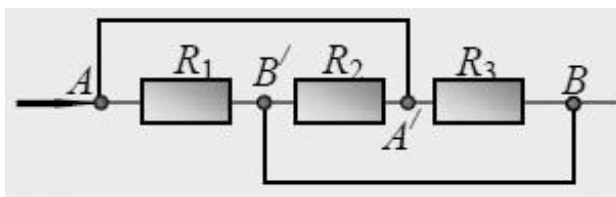


Рисунок 1 – Схема к задаче 3.1.1

**Решение.** Если перерисовывать схему начиная с клеммы А, можно заметить что в этой точки происходит ветвление сразу на три участка  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_3$ . В таком случае их можно нарисовать симметрично расходящимися из точки А. В Точке В они соединяются. Таким мы соединили точки А и А', В и В' (на уровне 10 класса можно будет отмечать, что они есть попарно равнопотенциальные точки). Получим простую схему из трех параллельных резисторов, расчет сопротивления которой очевиден:

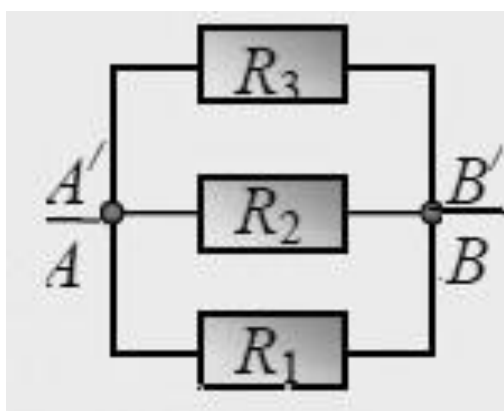


Рисунок 2 - Схема к задаче 3.1.1

### ***Задачи с учетом внутренних параметров источника***

**Задача 3.2.1. Закон Ома для полной цепи.** Источник тока с электродвижущей силой (ЭДС)  $E=18\text{В}$  и внутренним сопротивлением  $r=2\text{Ом}$  подключен к внешней цепи, состоящей из двух параллельных резисторов  $R_1=10\text{Ом}$  и  $R_2=15\text{Ом}$ . Определите:

- 1) общее внешнее сопротивление нагрузки.
- 2) силу тока, протекающего через резистор  $R_1$ .

**3. Лабораторный практикум «Исследование закона Ома и определение  $R$ ».**

Содержание: детальный протокол, который требует от учащихся не только снять показания, но и построить график  $I$  от  $U$ , определить сопротивление по наклону и сравнить его с номинальным значением (введение элемента погрешности).

Для оценки знаний разработан **модульный тест**.

В разделе 2.4 представлены **разработанные методические материалы** в виде планов-конспектов трех уроков.

В качестве примера приведен план-конспект урока, ориентированный на начальное обучение и сравнение последовательного и параллельного соединений.

#### ***2.4.1 План-конспект урока №1: «Сравнение и сопоставление: последовательное и параллельное соединения»***

<b>Предмет</b>	Физика
<b>Тема урока</b>	Последовательное и параллельное соединение проводников. Сравнительный анализ.
<b>Тип урока</b>	Урок освоения новых знаний
<b>Оборудование</b>	Источник питания, реостат, 3-4 лампочки, амперметр, вольтметр, соединительные провода, .
<b>Время</b>	45 минут

#### **Ход урока**

## I. Организационный момент (2 мин)

- Приветствие, проверка подготовки к уроку.

## II. Актуализация опорных знаний (5 мин)

- **Фронтальный опрос:**

- i. Что такое сила тока и как ее измерить?
- ii. Каким законом описывается связь между  $U$ ,  $I$ ,  $R$ ? (Закон Ома).
- iii. Как изменится общее сопротивление, если мы вставим резисторы последовательно ?

## III. Изучение новых материалов и начальное обучение (25 минут)

**Задача этапов:** понять принципиальные различия двух схем, используя наглядность.

### 1. Введение понятий параллельного соединения (10 мин)

- **Постановка проблемы:** Почему в квартире все приборы работают независимо друг от друга? (Мотивация к изучению параллельного соединения).

- **Демонстрация:** Сборка цепи с двумя лампочками параллельно.

- *Наблюдение 1 (Надежность):* Перегорает одна лампочка — вторая продолжает гореть.

- *Наблюдение 2 (Напряжение):* Измерение вольтметром напряжения на каждой лампочке. Вывод: напряжение на всех ветвях одинаковое

- **Объяснение (теоретический блок):** Введение определения параллельного соединения. Акцент на постоянстве напряжения.

- **Свойство тока:** Демонстрация, что общий ток в неразветвленной части больше, чем ток в ветви.  $I_{\text{общ}}=I_1+I_2$ .

### 2. Сравнительный анализ (10 мин)

- **Предварительный просмотр:** выводится Инфографика «Параллельность VS Последовательность».

- **Сопоставление:** учащиеся за составлением сравнительной таблицы в тетрадях (или на доске):

Параметр	Последовательное соединение	Параллельное соединение
Напряжение (U)	$U = U_1 + U_2$	$U = U_1 = U_2$
Сила тока (I)	$I = I_1 = I_2$	$I = I_1 + I_2$
Общее сопротивление ( $R_{\text{экв}}$ )	$R = R_1 + R_2$	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

- **Вывод:** учитель направляет внимание на то, что при параллельном соединении складываются обратные к сопротивлениям величины.

### 3. Введение формулы $R_{\text{экв}}$ для параллельной цепи (5 мин)

- Введение понятия проводимости ( $G=1/R$ ) как величины, которая суммируется:  $G_{\text{экв}}=G_1+G_2$ .
- Формальное введение формулы для последовательного соединения:  $R_{\text{общ}}=R_1+R_2$ .

### IV. Первичное закрепление (10 мин)

- **Решение типовых задач уровня 1:** решение 2–3 базовых задач (1 последовательно, 1 параллельно соединению) с применением только изученных правил суммирования и закона Ома.

- *Пример:* Задача 1.1.1 и 1.2.1 разработанного практического блока.

### V. Подведение итогов и домашнее задание (3 мин)

- **Рефлексия:** что нового мы узнали о токе и напряжении в параллельных цепях?
- **Домашнее задание:** выучить правила соединений. Решить задачу уровня 1 (из практического блока). Подготовиться к следующему уроку, где будет построен ВАХ для параллельных цепей.

## Заключение

Настоящая выпускная квалификационная работа была посвящена актуальной задаче повышения эффективности изучения электрических цепей в курсе физики посредством разработки комплекта дидактических материалов.

Актуальность исследования обусловлена как фундаментальным значением данной темы в электродинамике и её широким практическим применением, так и наблюдаемыми сложностями в её освоении обучающимися, что подтверждается типичными концептуальными заблуждениями.

В ходе исследования были успешно решены все поставленные задачи.

Проведен глубокий теоретический анализ физического смысла ключевых понятий (напряжение, ток, сопротивление, проводимость) и их роли в параллельных цепях.

Изучены психолого-педагогические аспекты усвоения абстрактных понятий электричества, определены типичные заблуждения и предложены методы их коррекции. Проведен обзор традиционных, проблемно-поисковых и симуляционных подходов к обучению, что легло в основу методологических принципов проектирования дидактических материалов.

В работе представлен комплект дидактических материалов по изучению электрических цепей.. Он включает теоретический и наглядный блок с гидравлическими аналогиями и визуальными алгоритмами расчета, что обеспечивает высокую степень наглядности и облегчает понимание. Разноуровневый практический блок, состоящий из систематизированных алгоритмов и задач трех уровней сложности, обеспечивает пошаговое освоение от базовых вычислений до комплексного анализа схем. Также была предложена лабораторная работа “Исследование свойств параллельного соединения” для эмпирического подтверждения теоретических зависимостей и развития экспериментальных навыков. Эффективность обучения

контролируется разработанным модульным тестом и детальными критериями оценки практической работы, обеспечивающими объективность диагностики. Для использования этих материалов в учебном процессе были представлены планы-конспекты трех уроков.

Таким образом, разработанный комплект дидактических материалов является удобным инструментом для изучения электрических цепей в общеобразовательной школе, обеспечивая глубокое концептуальное понимание, уверенное владение расчетными навыками и способность к анализу электрических цепей.

### **Список использованных источников**

1. Abdulgalimov, G.L. A new model of Russian professional education // World Applied Sciences Journal, 2013. Т. 27. № 7. Р. 826-829.
2. Абдулгалимов, Г.Л., Косино, О.А., Субочева, М.Л. Основы образовательной робототехники (на примере Ардуино). М.: Издательство Перо, 2018. 148 с.
3. Ахутин А. В. История принципов физического эксперимента от античности до ХУИ в. М. : Наука, 1976.
4. Бальва, О.П. ЕГЭ. Физика: универсальный справочник. М.: Эксмо, 2018. 304 с.
5. Борисов, В.Г. Юный радиолюбитель. 8-е изд., перераб. и доп. М.: Радио и связь, 1992. 416 с.
6. Вербицкий, А.А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход. — М.: Высш. шк., 1991. — 207 с.
7. Губернаторова Л.И. Визуализация учебной информации по физике как фактор повышения качества знаний в условиях // Вестник Владимирского государственного университета им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. Серия: Педагогические и психологические науки. — 2015. — № 20 (39). — С. 27-37.

8. Дубенский Ю. П. Структурный анализ // Физика в школе. 1990. № 6.
9. Дубенский Ю. П. Исследование методологического различия терминов «мнения», «понятия», «знания» // Научные понятия в учебновоспитательном процессе школы и вуза : тез. докл. межвуз. науч.-практ. семинара. Челябинск : ЧГПУ, 1995.
10. Ермилова Е.Б. Визуализация обучения как средство формирования учебных способностей: дис. кандидат педагогических наук: 13.00.01 — Общая педагогика, история педагогики и образования. — Казань. 1999. — 194 с.
11. Залесский М.Л., Скобло М.Р. К вопросу о преподавании физики студентам гуманитарных специальностей: теория и практика // Известия Уральского федерального университета. Серия 1: Проблемы образования, науки и культуры. — 2014. — Т. 132. № 4. — С. 147-153.
12. Залесский М.Л., Григорян М.Э. Стресс ученика. Хорошо это или плохо? // Школьные технологии. — 2017. — № 3. — С. 62-68.
13. Залесский М.Л., Григорян М.Э. Учёт индивидуальных особенностей ученика как условие вовлечения его в учебную деятельность // Школьные технологии. — 2017. — № 6. — С. 54-59.
14. Концепция модернизации российского образования на период до 2010 года // Официальные документы в образовании. 2002. № 4.
15. Кротова И., Камоза Т., Донченко Н. Метод визуализации в системе инновационного обучения // Высшее образование в России. — 2008. — № 4. — С. 164-167.
16. Ларионова Г.А. Формирование готовности студента вуза к применению знаний в профессиональной деятельности (на материале математики и физики для специальности 03050001 “Профессиональное обучение”): Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. Челябинск, 2005.
17. Мякишев Г. Я., Буховцев Б. Б. Физика : учеб. для 10 кл. общеобразовательных учреждений. 6-е изд. М. : Просвещение, 1998.

18. Начала электроники: Электронный ресурс (программа) / Учебная лаборатория Казахского государственного национального университета им. аль-Фараби. Алма-Ата, 2000.

19. Перышкин, А.В. Физика. 8 класс : учебник / А.В. Перышкин. - Москва : Экзамен, 2019. - 271с. : ил. - Текст : непосредственный.

20. Теоретико-методологические основы совершенствования естественнонаучного и технологического образования в школе и педвузе: Материалы международной научно-практической конференции. Челябинск, 2006.

21. Усова А.В. Задачи и задания, требующие комплексного применения знаний по физике, химии и биологии : Учебно-методическое пособие. Челябинск, 2000.

22. Шефер О.Р. Методика формирования у учащихся умений комплексно применять знания для решения физических задач (на материале физики X класса): Автореф. дис. ... канд. пед. наук. Челябинск, 1999.

