

Научная статья
УДК 004.77
ББК 22.18
ГРНТИ 20.53.23
БАК 1.2.3.
PACS 01.40.Di
OCIS 000.2060
MSC 00A79

Разработка онлайн-курса по учебной дисциплине «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи»

Ю. А. Новикова  ¹

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», 432071,
Ульяновск, Россия

Поступила в редакцию 27 мая 2025 года

После переработки 29 мая 2025 года

Опубликована 14 июня 2025 года

Аннотация. Представлены результаты разработки онлайн-курса по учебной дисциплине «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи».

Ключевые слова: курс, онлайн-курс, практикум, электрическая цепь, решение задач

Введение

В условиях растущего интереса к олимпиадам по физике и необходимости подготовки конкурентоспособных участников возникает потребность в систематизации методов решения сложных физических задач. В настоящее время существует дефицит учебно-методических материалов для обучения решению олимпиадных задач на электрические цепи. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения уровня подготовки обучающихся к олимпиадам по физике, где физические задачи на электрические цепи являются одними из наиболее сложных физических задач.

Целью исследования является разработка эффективной методики обучения решению олимпиадных задач по электрическим цепям для повышения качества подготовки обучающихся к олимпиадам по физике.

Задачи исследования:

1. составить обзор литературы по существующим методикам обучения решению задач на электрические цепи, методам и алгоритмам решения задач на электрические цепи,
2. разработать элементы методики преподавания курса по решению олимпиадных задач по физике с применением различных методов к конкретным олимпиадным задачам на электрические цепи, включающие универсальные алгоритмы и подходы к решению олимпиадных задач на электрические цепи,

¹E-mail: ulian1499@gmail.com

3. создать систему физических задач для отработки навыков решения олимпиадных задач на электрические цепи в составе курса в виде практикума по решению олимпиадных задач по физике,
4. разработать и апробировать методику обучения решению физических задач на электрические цепи,
5. оценить эффективность предложенной методики обучения решению физических задач на электрические цепи на практике через её апробацию.

Объектом исследования является процесс обучения решению олимпиадных задач по электрическим цепям.

Предметом исследования является формирование умений решать олимпиадные задачи по физике на электрические цепи с применением современных методов, приёмов и алгоритмов решения олимпиадных задач.

Гипотеза научного исследования состоит в том, что применение подхода к обучению решению физических задач на электрические цепи, включающего правила Кирхгофа, метод контурных токов и анализ баланса мощностей, позволит существенно повысить эффективность решения олимпиадных задач на электрические цепи в курсе практикума по решению олимпиадных задач по физике.

Методы исследования включают в себя всесторонний анализ существующих методик решения задач на электрические цепи, проектирование процесса решения олимпиадных задач на электрические цепи, экспериментальную проверку эффективности разработанной методики преподавания курса по решению олимпиадных задач по физике. Материалы исследования включают в себя научную литературу по теории электрических цепей, сборники олимпиадных задач по физике, печатные пособия и электронные учебные пособия по решению олимпиадных задач на электрические цепи.

Научная новизна исследования заключается в том, что создана комплексная методика, объединяющая различные подходы к решению олимпиадных задач по физике на электрические цепи с применением современных методов и алгоритмов решения олимпиадных задач.

Теоретическая значимость научного исследования состоит в том, что исследование вносит вклад в развитие методической базы преподавания олимпиадной физики, предлагая систематизированный подход к решению сложных олимпиадных задач на электрические цепи для углубления понимания процессов решения сложных задач на электрические цепи.

Практическая значимость научного исследования состоит в том, что разработанная методика может быть использована учителями физики для подготовки обучающихся к олимпиадам по физике различного уровня и повышения результативности обучающихся на олимпиадах по физике.

Базой исследования для создания дистанционного курса по дисциплине «Практикум решения олимпиадных задач по физике» является образовательный портал ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И. Н. Ульянова».

Обзор методик обучения решению задач на электрические цепи

Обучение студентов решению задач в электрических цепях является важнейшим компонентом образования в области электротехники. Были разработаны и внедрены различные методики для улучшения навыков решения задач у студентов, начиная от традиционных подходов до инновационных, технологически обоснованных решений. В этом разделе рассматриваются различные методы обучения решению задач в электрических цепях с использованием соответствующих исследовательских работ.

Одним из эффективных методов является подход перевёрнутого класса, который меняет традиционный формат лекций и домашних заданий. Студенты должны смотреть предварительно записанные лекции и решать простые задачи перед посещением занятий. Это даёт больше времени для занятий по решению задач в классе, где студенты могут работать над более сложными задачами под руководством преподавателей. В статье [1] было показано, что этот подход улучшает навыки решения задач и вовлечённость студентов. В статье [1] описываются постоянные усилия по внедрению подхода перевёрнутого класса для преподавания курса электрических цепей, чтобы выделить больше времени на решение проблем в классе и, следовательно, улучшить навыки решения проблем у студентов. В статье [1] описывается модифицированный подход перевёрнутого класса для преподавания электрических цепей, подчеркивающий навыки решения проблем. Студенты смотрят записанные лекции и динамически решаемые задачи перед занятиями. Занятия в классе сосредоточены на сложных проблемах, способствуя обсуждениям и командной работе. Подход поощряет определение типов проблем и применение соответствующих концепций. Кроме того, использование подробных презентаций PowerPoint и пошаговых решений поддерживает понимание студентов.

Другой метод заключается в использовании методики обучения в мастерской, где студенты работают в небольших группах для решения задач. Этот подход поощряет сотрудничество и активное обучение, поскольку студенты обсуждают и делятся своими решениями. Исследования показали, что этот метод может привести к лучшему пониманию и запоминанию концепций анализа цепей по сравнению с традиционными методами индивидуального решения проблем [2]. В работе [2] рассматриваются два основных метода обучения решению проблем электрических цепей: традиционная «система доски» и альтернативная «система командной работы». В традиционном методе учащиеся индивидуально решают примерные схемы у доски, в то время как в методе командной работы учащиеся сотрудничают в небольших группах для поиска решений. В работе [2] исследование сравнивает эффективность этих подходов при обучении методу тока сетки и методу напряжения узла, делая вывод, что традиционный метод обеспечивает больший прогресс в обучении среди учащихся. В работе [2] был проведён дидактический эксперимент с целью сравнения традиционного метода обучения, основанного на индивидуальной работе учащихся у доски, с альтернативным методом, использующим методы командной работы, связанные с представлением достигнутых результатов.

Обучение на основе исследования является методом, который побуждает студентов исследовать и открывать концепции с помощью направляемых вопросов и задач. Было показано, что этот подход улучшает критическое мышление и навыки решения проблем, поскольку студенты активно вовлечены в процесс обучения. Виртуальные приложения и практические занятия часто используются для поддержки этого метода, предоставляя студентам практический опыт анализа цепей [3]. В работе [3] исследование выявило различные методики обучения решению проблем в электрических цепях, включая лекции, демонстрации, эксперименты, задания по решению проблем, обсуждения и использование образовательных технологий, таких как симуляции и виртуальные лаборатории. Эти разнообразные методы направлены на поощрение активного обучения, повышение вовлечённости студентов и содействие более глубокому пониманию сложных концепций. В работе [3] исследование подчёркивает важность интеграции практического опыта с теоретическими знаниями для развития всестороннего концептуального понимания электрических цепей среди студентов.

Уникальный метод подразумевает использование подхода, похожего на головоломку, для обучения анализу цепей. Этот метод представляет студентам простые схемы и постепенно вводит более сложные задачи, позволяя им шаг за шагом развивать свои навыки решения проблем. Использование примеров с отрицательными случаями, таких

как разделы «Когда что-то идёт не так», помогает студентам учиться на распространённых ошибках и понимать практические последствия анализа цепей.

Использование инструментов виртуального моделирования, таких как программные пакеты MATLAB и MULTISIM, становится все более популярным в обучении электрическим цепям. Эти инструменты позволяют студентам анализировать и моделировать цепи виртуально, обеспечивая визуальный и интерактивный опыт обучения. Этот метод не только улучшает понимание студентами поведения цепей, но и готовит их к реальным приложениям в электротехнике [4]. В статье [4] сочетание анализа электрических цепей со специализированным математическим программным обеспечением, которое использует преимущества виртуального анализа в обучении электротехнике, повышает интерес студентов, не только облегчая восприятие учебного материала, но и создавая возможности для дальнейших экзаменов, объясняющих физические процессы. В статье [4] подчёркивается инновационное сочетание MATLAB и MULTISIM для обучения анализу электрических цепей. Такой подход повышает вовлечённость и понимание студентов, облегчая виртуальный анализ, который помогает в восприятии сложного учебного материала. В статье [4] предлагается использование MULTISIM вместе с Electronics Workbench для визуализации и проверки различных типов электрических цепей, тем самым создавая возможности для более глубоких экзаменов физических процессов в обучении электротехнике.

Веб-симуляторы цепей, такие как симулятор цепей CirSim, предоставляют студентам интерактивную платформу для решения задач цепей онлайн. Эти инструменты предлагают удобный интерфейс для моделирования цепей постоянного и переменного тока и позволяют студентам графически отображать реакции цепей. Было показано, что использование таких симуляторов улучшает навыки решения задач у студентов и вовлечённость в изучение концепций электрических цепей [5]. В статье [5] представлен интерактивный веб-инструмент симулятора цепей (CirSim), разработанный для улучшения навыков решения проблем в электрических цепях. Он использует инновационные методики обучения, позволяя студентам создавать и редактировать схемы в удобном графическом интерфейсе. В статье [5] показано, что симулятор облегчает анализ цепей постоянного и переменного тока, позволяя студентам визуализировать сложные концепции с помощью графических выходных данных. Кроме того, инструмент поддерживает критическое мышление и навыки проектирования, решая проблемы, с которыми сталкиваются в традиционном инженерном образовании, предоставляя увлекательную мультимедийную среду обучения. Интерактивный веб-инструмент симулятора цепей (CirSim) представлен для улучшения навыков обучения студентов и помощи им в понимании основных концепций подготовительных курсов по электротехнике, предоставляя инновационные методы интерактивного обучения и тестирования.

Метод оригинальных задач заключается в представлении студентам реальных задач, требующих применения концепций анализа цепей. Этот метод побуждает студентов критически мыслить и применять свои знания в практических сценариях. Метод состоит из пяти этапов: характеристика, абстрагирование, моделирование, интерпретация и оценка. Этот подход не только улучшает навыки решения проблем, но и способствует инновациям и сотрудничеству между студентами [6]. В статье [6] представлен метод исходных проблем в курсе электроразведки и предложили процедуры его применения, которые состояли из пяти шагов, включая характеристику, абстрагирование, моделирование, интерпретацию и оценку. В статье [6] представлен метод исходных проблем для обучения электроразведке, который состоит из пяти шагов: характеристика, абстрагирование, моделирование, интерпретация и оценка. Этот подход побуждает студентов анализировать исходные явления и применять свои знания в практических проектах, повышая их инновационность, сотрудничество и активное обучение. Интегрируя

реальные проблемы, студенты учатся оптимизировать предложения и проводить все-сторонний анализ, выходя за рамки простого обучения на основе упражнений к более глубокому пониманию электрических цепей и их применения в геофизической разведке.

Цифровые обучающие платформы, такие как STACK, предоставляют студентам персонализированные упражнения по решению проблем и мгновенную обратную связь. Эти платформы позволяют студентам практиковаться и осваивать концепции анализа цепей в своем собственном темпе, с возможностью отслеживать свой прогресс. Было показано, что использование таких платформ улучшает результаты обучения и вовлечённость в курсы электротехники [7]. В статье [7] представлена текущая ситуация и основное внимание уделяется поиску различных возможностей, которые могли бы решить наблюдаемые проблемы обучения и могут осуществляться небольшими шагами обучения для улучшения возможностей учащихся в достижении необходимых знаний и навыков. В статье [7] освещаются несколько эффективных методов обучения решению проблем в электрических цепях. Один из успешных подходов заключается в том, что учащиеся представляют и объясняют свои решения с помощью документ-камеры или Zoom, способствуя взаимному обучению. Кроме того, использование цифровых учебных материалов и платформы STACK позволяет учащимся решать персонализированные задачи в режиме онлайн, получая мгновенную обратную связь. Этот метод поощряет независимую практику, повторение и тестирование, что помогает развивать математические навыки и улучшает понимание, в конечном итоге улучшая результаты обучения в области анализа цепей.

Веб-приложения, такие как $U = RI\text{solve}$, предоставляют студентам комплексный инструмент для изучения метода напряжения узла. Эти приложения выходят за рамки традиционных симуляторов цепей, объясняя методологию, уравнения и фундаментальные законы, лежащие в основе анализа цепей. Они особенно полезны для новичков, поскольку предоставляют пошаговое руководство по решению проблем цепей [8]. $U = RI\text{solve}$, как обсуждается в работе [8], представляет собой веб-фреймворк для обучения и самостоятельного изучения метода напряжения узла для анализа электрических цепей, который может использоваться для изучения анализа цепей для студентов бакалавриата по электротехнике. В статье [8] представлено веб-приложение, разработанное для обучения методу напряжения узла для анализа электрических цепей. Оно решает общие проблемы, с которыми сталкиваются студенты бакалавриата, предоставляя подробные выходные данные фундаментальной информации о схеме, методологии, уравнения и результаты. В отличие от традиционных симуляторов цепей, $U = RI\text{solve}$ делает акцент на понимании базовых принципов и процессов, задействованных в анализе цепей, тем самым улучшая навыки самостоятельного обучения и решения проблем в электрических цепях. Будущие реализации также обсуждаются для дальнейшего улучшения процесса обучения.

Результаты разработки структуры курса «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи»

Программа курса «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи» состоит из следующих шести тем. Первая тема курса «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи» посвящена изучению законов Ома, Кирхгофа, Джоуля–Ленца, правила Кирхгофа. Вторая тема курса «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи» посвящена изучению методов и приёмов решения задач на электрические цепи с конденсаторами (электроёмкость, параллельное и последовательное соединение, эквивалентная ёмкость): анализ и решение олимпиадных задач по физике. Третья тема курса «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи» посвящена изучению методов и приёмов решения задач на электрические цепи.

ские цепи с диодами (вольт-амперная характеристика, прямое и обратное включение диодов, стабилитроны). Четвёртая тема курса «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи» посвящена изучению методов и приёмов решения задач на электрические цепи с транзисторами (биполярные и полевые транзисторы, принцип работы, характеристики). Пятая тема курса «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи» посвящена изучению методов и приёмов решения задач на электрические цепи с конденсаторами, диодами и транзисторами: анализ и решение комбинированных олимпиадных задач по физике. Шестая тема курса «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи» посвящена изучению методов и приёмов решения задач экспериментального тура олимпиад по физике, включающие сборку электрических схем.

Результаты разработки семинаров курса «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи»

Семинар 1 по законам Ома, Кирхгофа, Джоуля–Ленца, правила Кирхгофа для курса в виде практикума по решению олимпиадных задач по физике. Объясните закон Ома и его применение для расчёта электрических цепей. Что такое узел электрической цепи и как применяется первое правило Кирхгофа? Объясните понятие ветви электрической цепи и второго правила Кирхгофа. Расскажите о применении правил Кирхгофа для расчёта сложных цепей. Объясните закон Джоуля–Ленца и его применение для определения мощности и работы тока. Как определить общее сопротивление электрической цепи, состоящей из последовательно соединённых резисторов? Как рассчитать общее сопротивление электрической цепи, состоящей из параллельно соединённых резисторов? Объясните применение правил Кирхгофа для расчёта сложных цепей с источниками ЭДС. Расскажите о применении закона Ома для определения напряжения на участке цепи с источником ЭДС. Объясните понятие эквивалентного генератора и его применение для упрощения расчётов сложных цепей. Расскажите о применении правил Кирхгофа для расчёта разветвлённых цепей с источниками ЭДС и несколькими узлами. Объясните понятие эквивалентного источника и его применение для упрощения расчётов сложных цепей.

Семинар 2 по задачам на электрические цепи с конденсаторами (ёмкость, параллельное и последовательное соединение, эквивалентная ёмкость): анализ и решение олимпиадных задач по физике для курса в виде практикума по решению олимпиадных задач по физике. Определите ёмкость конденсатора, если его заряд составляет 10 мкКл, а напряжение составляет 100 В. Два конденсатора соединены параллельно. Ёмкость первого конденсатора составляет 10 мкФ, а второго конденсатора составляет 20 мкФ. Найдите общую ёмкость системы. Два конденсатора соединены последовательно. Ёмкость первого конденсатора составляет 10 мкФ, а второго конденсатора составляет 20 мкФ. Найдите общую ёмкость системы. Определите эквивалентную ёмкость двух параллельно соединённых конденсаторов, если их ёмкости равны 10 мкФ и 20 мкФ. Определите эквивалентную ёмкость двух последовательно соединённых конденсаторов, если их ёмкости равны 10 мкФ и 20 мкФ. Два конденсатора соединены параллельно, и их общая ёмкость составляет 10 мкФ. Определите ёмкость каждого конденсатора. Два конденсатора соединены последовательно, и их общая ёмкость составляет 10 мкФ. Определите ёмкость каждого конденсатора. Два конденсатора имеют ёмкости 10 мкФ и 20 мкФ. Найдите общую ёмкость системы, если конденсаторы соединены параллельно. Два конденсатора имеют ёмкости 10 мкФ и 20 мкФ. Найдите общую ёмкость системы, если конденсаторы соединены последовательно. Определите ёмкость конденсатора, если его заряд составляет 10 мкКл, а напряжение составляет 100 В. Два конденсатора соединены параллельно. Ёмкость первого конденсатора

составляет 10 мкФ, а второго конденсатора составляет 20 мкФ. Найдите общую ёмкость системы. Два конденсатора соединены последовательно. Ёмкость первого конденсатора составляет 10 мкФ, а второго конденсатора составляет 20 мкФ. Найдите общую ёмкость системы.

Семинар 3 по задачам на электрические цепи с диодами (вольт-амперная характеристика, прямое и обратное включение диодов, стабилитроны) для курса в виде практикума по решению олимпиадных задач по физике. Что такое полупроводниковый диод и как он работает? Объясните принцип прямого и обратного включения диода. Что такое вольт-амперная характеристика диода и как она выглядит? Опишите работу стабилитрона и его применение в схемах стабилизации напряжения. Объясните, почему диод имеет нелинейную вольт-амперную характеристику. Как построить вольт-амперную характеристику диода? В чём разница между прямым и обратным включением диода? Что такое стабилитрон и как он работает? Приведите пример использования стабилитрона в схеме ограничения амплитуды сигналов. Объясните физический принцип работы параметрического стабилизатора напряжения на основе стабилитрона. Какие параметры диода влияют на его вольт-амперную характеристику? Как определить напряжение стабилизации стабилитрона и выбрать подходящий стабилитрон для схемы?

Семинар 4 по задачам на электрические цепи с транзисторами (биполярные и полевые транзисторы, принцип работы, характеристики) для курса в виде практикума по решению олимпиадных задач по физике. Что такое транзистор и какие типы транзисторов существуют? Объясните принцип работы биполярного транзистора и его основные характеристики. Опишите работу полевого транзистора и его преимущества перед биполярным транзистором. Что такое коэффициент усиления транзистора и как он определяется? Объясните принцип работы транзистора в режиме усиления и режиме переключения. Какие параметры определяют работу транзистора и как они влияют на его характеристики? Что такое напряжение отсечки и как оно связано с работой транзистора? Объясните принцип работы транзистора в схеме с общим эмиттером и общим коллектором. Что такое обратная связь в транзисторе и какие её виды существуют? Опишите работу транзистора в схеме с общей базой и объясните преимущества и недостатки этой схемы. Что такое h -параметры транзистора и как они используются для анализа его работы? Объясните принцип работы транзистора в схеме Дарлингтона и какие преимущества она даёт перед одиночным транзистором.

Семинар 5 по задачам на электрические цепи с конденсаторами, диодами и транзисторами: анализ и решение комбинированных олимпиадных задач по физике для курса в виде практикума по решению олимпиадных задач по физике. Как определить ёмкость конденсатора, если известно напряжение на его обкладках и заряд? Что такое эквивалентная схема электрической цепи и как она используется для анализа сложных цепей? Как рассчитать сопротивление диода в прямом и обратном направлении? Что такое вольт-амперная характеристика диода и как она связана с его свойствами? Как определить ток через диод при различных напряжениях на его выводах? Что такое стабилитрон и как он работает? Как рассчитать напряжение стабилизации стабилитрона? Что такое биполярный транзистор и как он работает? Как определить ток коллектора и ток базы биполярного транзистора? Что такое коэффициент усиления транзистора и как он связан с его свойствами? Как рассчитать сопротивление базы и сопротивление коллектора биполярного транзистора? Что такое полевой транзистор и как он работает?

Семинар 6 по заданиям экспериментального тура олимпиад по физике, включающие сборку электрических схем для курса в виде практикума по решению олимпиадных задач по физике. Сборка электрической схемы с источником питания, резистором и лампой накаливания. Проверка работы схемы при изменении сопротивления резистора. Сборка электрической схемы с источником питания, двумя резисторами и лампой нака-

ливания. Проверка правила Кирхгофа для определения токов в ветвях схемы. Сборка электрической схемы с источником питания, конденсатором и лампой накаливания. Проверка зависимости времени зарядки конденсатора от его ёмкости. Сборка электрической схемы с источником питания, катушкой индуктивности и лампой накаливания. Проверка зависимости времени разрядки конденсатора от его индуктивности. Сборка электрической схемы с источником питания, диодом и лампой накаливания. Проверка работы схемы при прямом и обратном включении диода. Сборка электрической схемы с источником питания, транзистором и лампой накаливания. Проверка работы схемы при изменении напряжения на базе транзистора. Сборка электрической схемы с источником питания, микросхемой и лампой накаливания. Проверка работы схемы при изменении входных сигналов микросхемы. Сборка электрической схемы с источником питания, переменным резистором и лампой накаливания. Проверка зависимости яркости лампы накаливания от сопротивления резистора. Сборка электрической схемы с источником питания, фотоэлементом и лампой накаливания. Проверка работы схемы при освещении фотоэлемента светом разной интенсивности. Сборка электрической схемы с источником питания, реле и лампой накаливания. Проверка работы схемы при замыкании и размыкании контактов реле. Сборка электрической схемы с источником питания, мультивибратором и лампой накаливания. Проверка работы схемы при изменении параметров элементов мультивибратора. Сборка электрической схемы с источником питания, логическими элементами (И, ИЛИ, НЕ) и лампой накаливания. Проверка работы схемы при различных комбинациях входных сигналов.

Результаты разработки задач курса «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи»

Электрическая цепь состоит из идеального источника напряжения, двух одинаковых вольтметров и двух одинаковых амперметров. Известны показания трёх приборов: первого амперметра ($I_1 = 1.5 \text{ мА}$) и двух вольтметров ($U_1 = 0.2 \text{ В}$ и $U_2 = 2.4 \text{ В}$). Найдите показания второго амперметра и напряжение источника.

Решение:

Поскольку электрический ток, текущий через вольтметр, последовательно соединённый с амперметром (будем далее называть его первым вольтметром), больше тока, текущего через вольтметр, соединённый с амперметром параллельно (второй вольтметр), то показание $U_1 = 0.2 \text{ В}$ относится ко второму вольтметру, показание $U_2 = 2.4 \text{ В}$ относится к первому вольтметру. Пусть сопротивление амперметров равно r_A , вольтметров равно r_V . Так как вольтметр показывает напряжение на самом себе, и через него течёт тот же ток, что и через первый амперметр, из закона Ома для первого вольтметра имеем:

$$r_V = \frac{U_2}{I_1}. \quad (1)$$

Поскольку сопротивление вольтметров одинаково, то ток, текущий через второй вольтметр, в U_1/U_2 раза меньше тока, текущего через первый. Поэтому ток, текущий через второй амперметр, равен:

$$I_2 = I_1 - I_1 \frac{U_1}{U_2}. \quad (2)$$

Вычисляя численное значение, получим: $I_2 = 1.375 \text{ мА}$. А поскольку отношение токов, текущих через элементы цепи на участке параллельного соединения, обратно отношению их сопротивлений, для отношения сопротивлений амперметра и вольтметра и

сопротивления амперметра имеем:

$$U_0 = \frac{U_1 U_2}{U_2 - U_1} + U_1 + U_2. \quad (3)$$

Вычисляя численное значение, получим: $U_0 = 2.82 \text{ В}$.

Ответ: $I_2 = 1.375 \text{ мА}$, $U_0 = 2.82 \text{ В}$.

Результаты разработки структуры электронного образовательного ресурса для курса «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи»

Электронный образовательный ресурс по решению олимпиадных задач на электрические цепи представляет собой информационную платформу, которая помогает обучающимся развивать навыки анализа и решения сложных олимпиадных задач на электрические цепи. Такой электронный образовательный ресурс включает теоретические материалы, примеры решения олимпиадных задач, алгоритмы решения олимпиадных задач, интерактивные симуляции, видеоуроки, тесты и форумы для общения с преподавателями. Опишем этапы создания электронного образовательного ресурса по решению олимпиадных задач на электрические цепи. Первым этапом создания электронного образовательного ресурса по решению олимпиадных задач на электрические цепи является определение целевой аудитории: изучение потребностей и уровня подготовки пользователей (школьники, студенты, слушатели курсов). Вторым этапом создания электронного образовательного ресурса по решению олимпиадных задач на электрические цепи является сбор и анализ контента, включающий подбор олимпиадных задач по физике, теоретического материала, решений и методических рекомендаций. Третьим этапом создания электронного образовательного ресурса по решению олимпиадных задач на электрические цепи является разработка структуры ресурса, включающее формирование логической схемы разделов, включая разделы для теории, физических задач, практических упражнений и тестирования. Четвёртым этапом создания электронного образовательного ресурса по решению олимпиадных задач на электрические цепи является создание контента, включающее написание текстов, создание видеоуроков и разработка интерактивных элементов (например, симуляторов). Пятым этапом создания электронного образовательного ресурса по решению олимпиадных задач на электрические цепи является выбор платформы, включающий определение технической базы и инструментов для создания и размещения электронного образовательного ресурса (CMS, LMS и т.д.). Шестым этапом создания электронного образовательного ресурса по решению олимпиадных задач на электрические цепи является дизайн интерфейса, включающий разработка удобного и привлекательного пользовательского интерфейса, который будет способствовать эффективному обучению. Седьмым этапом создания электронного образовательного ресурса по решению олимпиадных задач на электрические цепи является тестирование электронного образовательного ресурса, включающее проверку функциональности, удобства использования и корректности представленного материала с привлечением целевой аудитории. Восьмым этапом создания электронного образовательного ресурса по решению олимпиадных задач на электрические цепи является запуск электронного образовательного ресурса, включающий открытие доступа пользователям и запуск рекламной кампании для привлечения аудитории. Девятым этапом создания электронного образовательного ресурса по решению олимпиадных задач на электрические цепи является сбор отзывов и анализ эффективности электронного образовательного ресурса, включающий оценку обратной связи от пользователей для выявления сильных и слабых сторон электронного образовательного ресурса. Десятым этапом создания электронного образовательного ресурса по решению олимпиа-

адных задач на электрические цепи является обновление и поддержка электронного образовательного ресурса, включающая регулярное обновление контента, добавление новых физических задач, улучшение функционала и устранение возможных ошибок электронного образовательного ресурса.

Результаты разработки элементов электронного образовательного ресурса для курса «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи»

Опишем избранные результаты разработки элементов электронного образовательного ресурса для курса «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи».

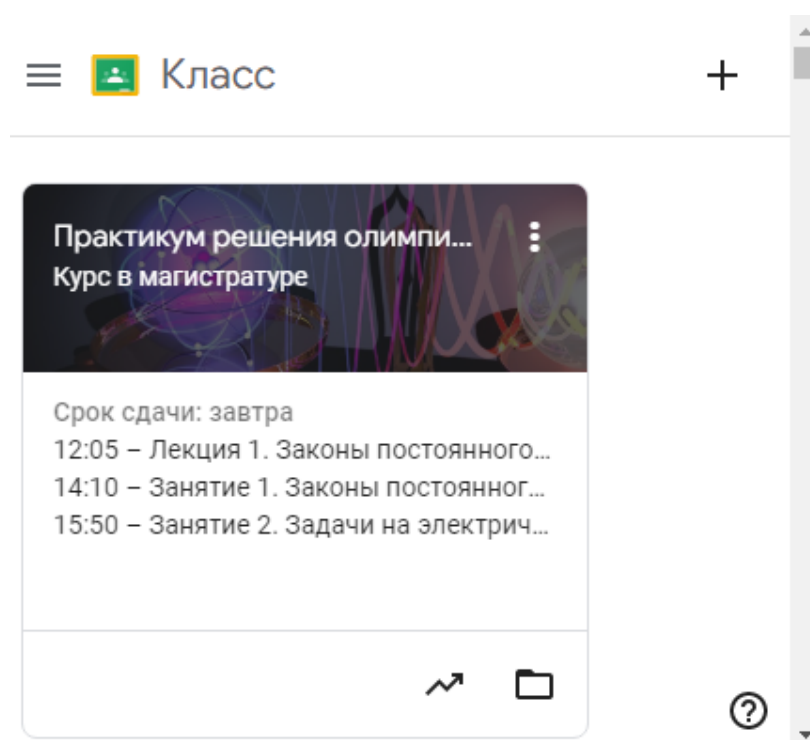


Рис. 1. Входная страница электронного образовательного ресурса для курса «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи».

На рис. 1 приведено изображение входной страницы электронного образовательного ресурса для курса «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи».

На рис. 2 приведено изображение страницы с лентой электронного образовательного ресурса для курса «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи».

На рис. 3 приведено изображение страницы с элементами первой темы электронного образовательного ресурса для курса «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи».

На рис. 4 приведено изображение страницы с элементами второй темы электронного образовательного ресурса для курса «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи».

На рис. 5 приведено изображение страницы с элементами третьей темы электронного образовательного ресурса для курса «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи».

На рис. 6 приведено изображение страницы с элементами четвертой темы электронного образовательного ресурса для курса «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи».

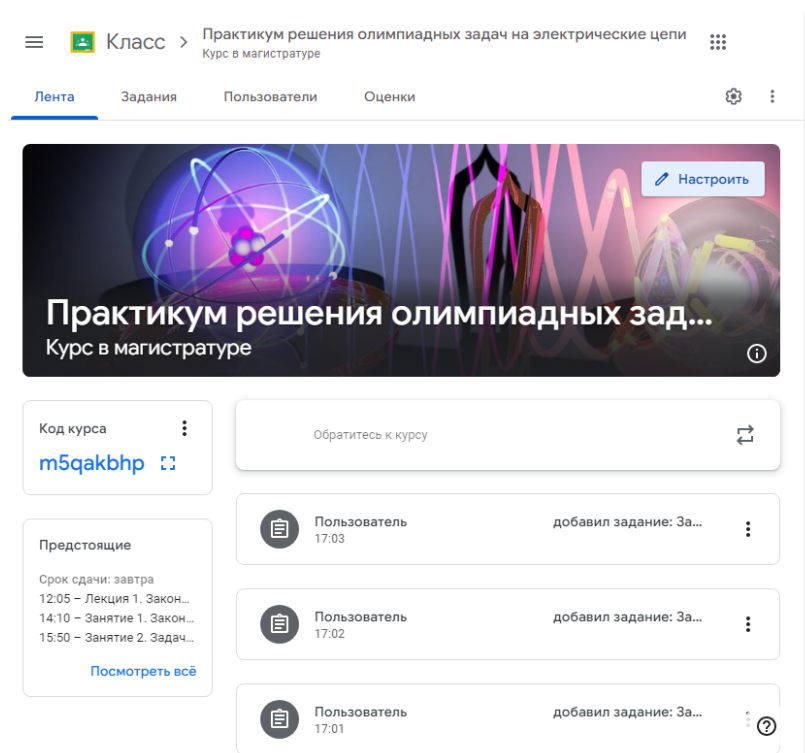


Рис. 2. Страница с лентой электронного образовательного ресурса для курса «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи».

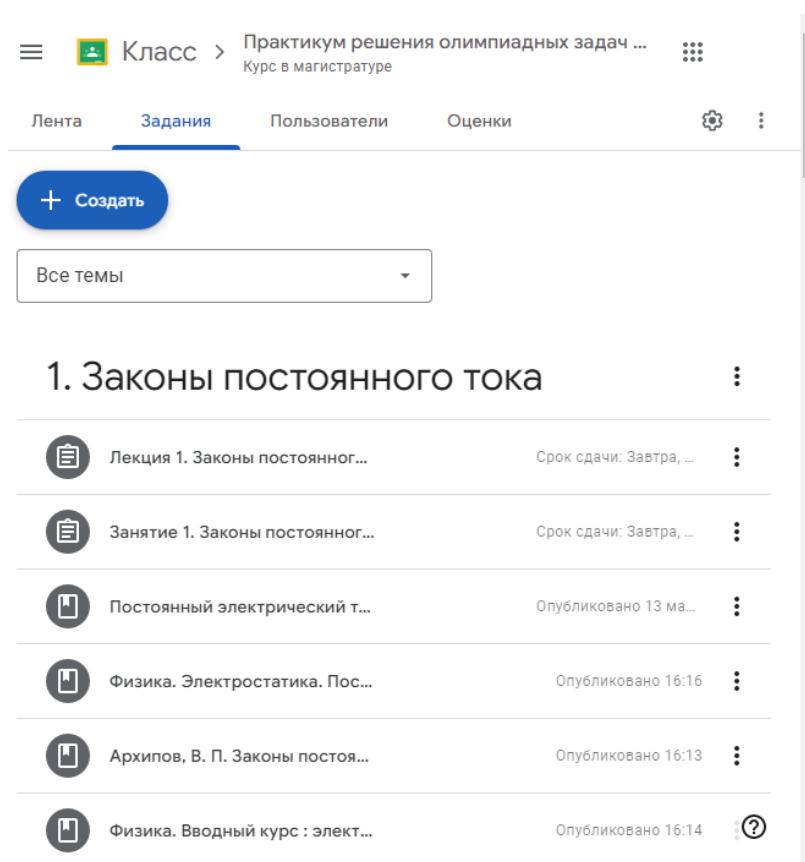


Рис. 3. Страница с элементами первой темы электронного образовательного ресурса для курса «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи».

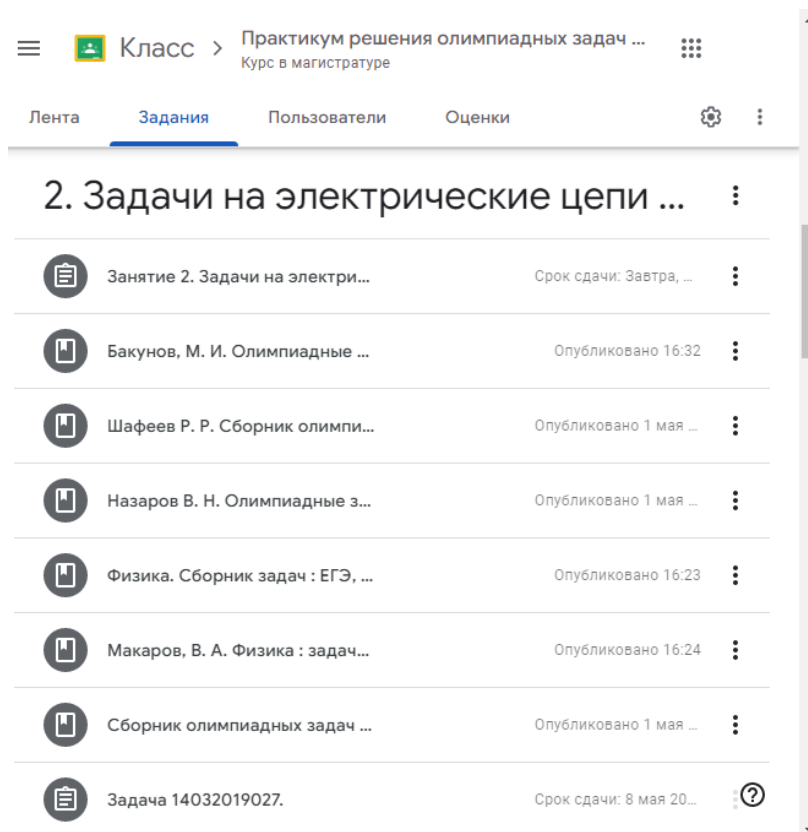


Рис. 4. Страница с элементами второй темы электронного образовательного ресурса для курса «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи».

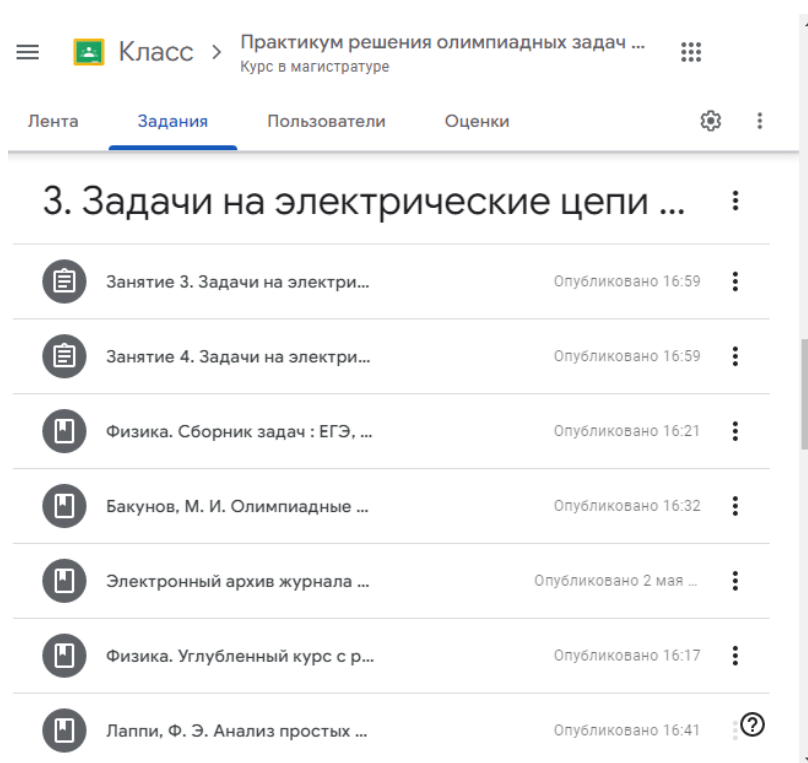


Рис. 5. Страница с элементами третьей темы электронного образовательного ресурса для курса «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи».

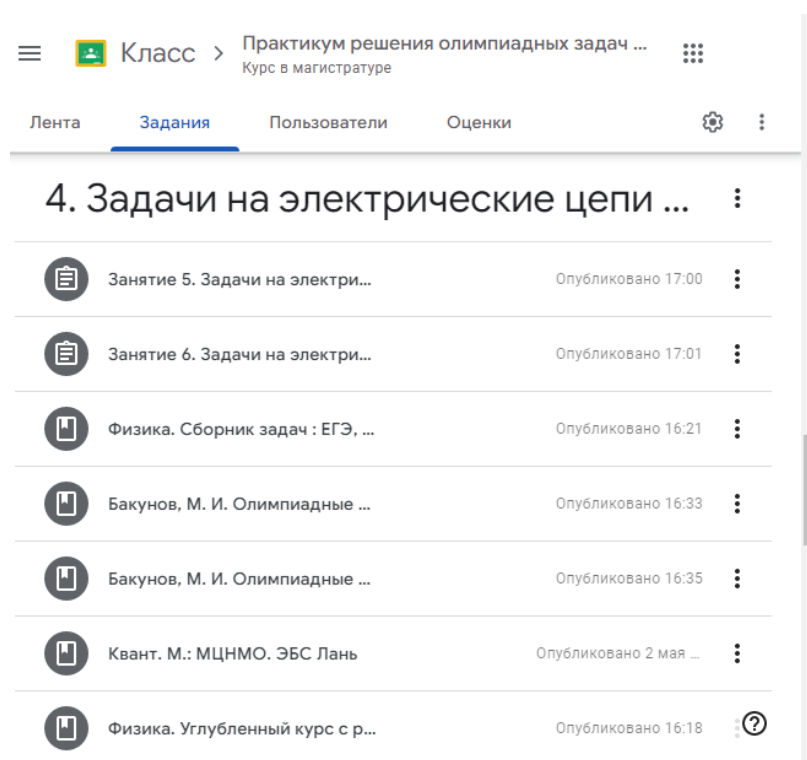


Рис. 6. Страница с элементами четвертой темы электронного образовательного ресурса для курса «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи».

электрические цепи».

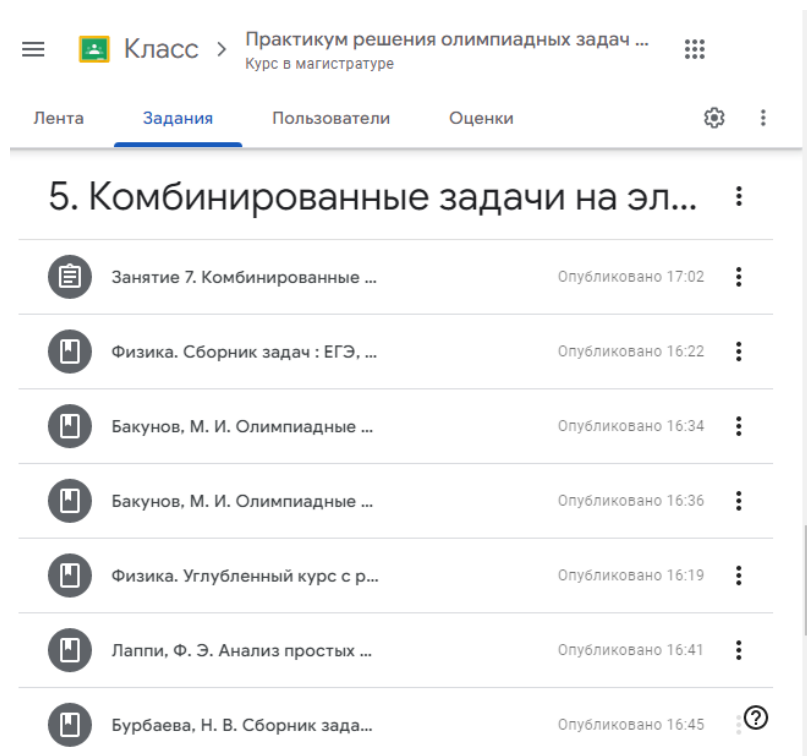


Рис. 7. Страница с элементами пятой темы электронного образовательного ресурса для курса «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи».

На рис. 7 приведено изображение страницы с элементами пятой темы электронного образовательного ресурса для курса «Практикум решения олимпиадных задач на

электрические цепи».

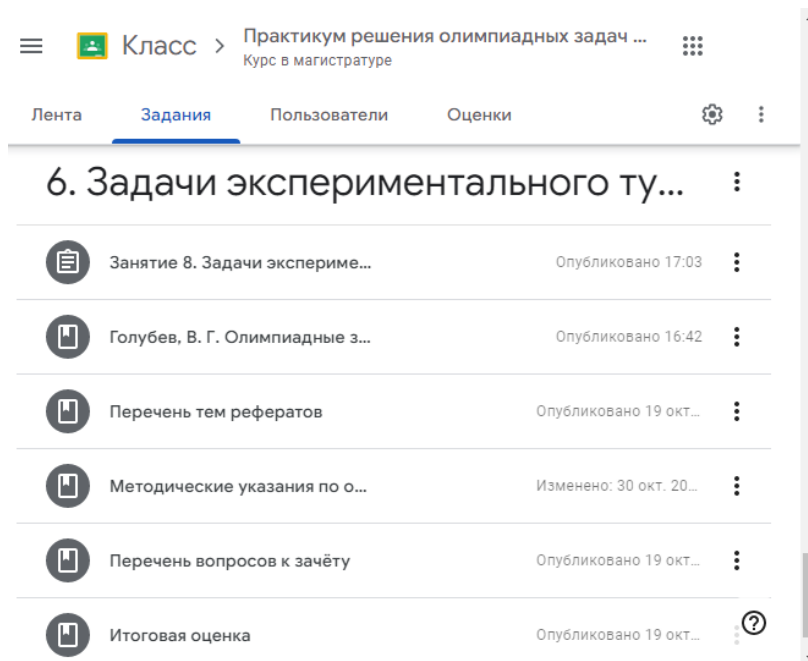


Рис. 8. Страница с элементами шестой темы электронного образовательного ресурса для курса «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи».

На рис. 8 приведено изображение страницы с элементами шестой темы электронного образовательного ресурса для курса «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи».

К достоинствам электронного образовательного ресурса для курса «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи» относится то, что электронный образовательный ресурс можно использовать в любое время и из любой точки мира, существует возможность включения интерактивных элементов, таких как тесты и симуляции, помогает глубже понять материал, есть наличие электрических схем и анимаций, облегчающих понимание сложных электрических цепей, лёгкость добавления новых материалов и обновления существующих материалов, адаптация учебного плана под уровень подготовки обучающихся. К основным электронного ресурса для курса «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи» относится то, что использование электронного ресурса требует наличие устройства для доступа в Интернет, отсутствие живого общения может затруднять своевременное получение помощи, требуется больше самодисциплины для самостоятельного обучения, отсутствие живых дискуссий с преподавателем и другими обучающимися, технические проблемы могут вызвать дополнительные трудности в обучении.

Заключение

Методы обучения решению задач по электрическим цепям разнообразны и продолжают развиваться с развитием технологий и образовательных исследований. От традиционных подходов, таких как перевернутый класс и методы семинаров, до инновационных методов, включающих виртуальное моделирование и веб-приложения, каждый метод предлагает уникальные преимущества для улучшения навыков решения физических задач у обучающихся и понимания анализа электрических цепей. Объединяя эти методы и адаптируя их к потребностям обучающихся, преподаватели могут создать всеобъемлющий и увлекательный опыт обучения, который подготовит обучающихся к решению олимпиадных задач по физике.

Показано, что применение электронного образовательного ресурса в комплексной методике преподавания курса «Практикум решения олимпиадных задач на электрические цепи» существенно повышает эффективность решения олимпиадных задач по физике.

Выводы по работе можно сформулировать следующим образом:

1. проведённый анализ существующих методик обучения решению олимпиадных задач показал недостаточную эффективность традиционных методов обучения и подчеркнул актуальность темы исследования,
2. разработанная методика доказала свою эффективность в процессе подготовки к решению олимпиадных задач различной сложности на олимпиадах по физике,
3. разработанный специальный курс в виде практикума по решению олимпиадных задач показал свою эффективность.

Гипотеза исследования, состоящая в том, что применение подхода к обучению решению физических задач на электрические цепи, включающего правила Кирхгофа, метод контурных токов и анализ баланса мощностей, позволит существенно повысить эффективность решения олимпиадных задач на электрические цепи в курсе практикума по решению олимпиадных задач по физике, подтверждена полностью.

Задачи работы решены полностью.

Теоретическая значимость полностью реализована через систематизацию методов и разработку алгоритма решения задач. Практическая значимость подтверждена возможностью непосредственного применения методики в учебном процессе. Разработанная методика может быть использована учителями для подготовки обучающихся к олимпиадам по физике, а также самими обучающимися для самостоятельного обучения.

Список использованных источников

1. Azemi Asad. Teaching electric circuits using a flipped classroom approach // 2014 IEEE frontiers in education conference (FIE) proceedings. — IEEE, 2014. — oct. — P. 1–3. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/FIE.2014.7044213>.
2. Porebska Anna, Schmidt Pawel, Zegarmistrz Piotr. The use of various didactic approaches in teaching of circuit analysis // 2014 International conference on signals and electronic systems (ICSES). — IEEE, 2014. — sep. — P. 1–4. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/ICSES.2014.6948740>.
3. Moloi M. J. Research and teaching methods for electrical circuits in science, technology, and engineering: a bibliometric analysis: electric circuits methodologies // Proceedings of the international academic conference on education, teaching and learning. — 2024. — oct. — Vol. 1, no. 1. — P. 29–44. — URL: <http://dx.doi.org/10.33422/iacetl.v1i1.595>.
4. Lilyanova Ilonka. Solving electrical engineering problems with MATLAB and MULTISIM // 2018 International conference on high technology for sustainable development (HiTech). — IEEE, 2018. — jun. — P. 1–4. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/HITECH.2018.8566672>.
5. Harb Shadi MS, Batarseh Issa, Harb Ahmad. Development, implementation, assessment of a web-based circuit solver for teaching basic electrical circuits theory // International journal of online and biomedical engineering (iJOE). — 2015. — aug. — Vol. 11, no. 4. — P. 55. — URL: <http://dx.doi.org/10.3991/IJOE.V11I4.4727>.

6. He D. K., Peng S. P., Zhu G. W. Teaching with original problems in the electrical exploration course // Proceedings of the international conference on education, management, commerce and society. — emcs-15. — Atlantis Press, 2015. — URL: <http://dx.doi.org/10.2991/EMCS-15.2015.77>.
7. Vesapuisto Maarit, Ellonen Otto, Vekara Timo. Improving the learning process of circuit analysis at university of Vaasa // 2022 31st Annual conference of the European association for education in electrical and information engineering (EAEEIE). — IEEE, 2022. — jun. — P. 1–6. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/eaeeie54893.2022.9820546>.
8. U=RI solve: A web-based application for learning electrical circuit analysis / Lino Sousa [et al.] // IEEE Circuits and systems magazine. — 2021. — Vol. 21, no. 3. — P. 66–95. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/MCAS.2021.3092535>.

Сведения об авторах:

Юлия Алексеевна Новикова — студент факультета физико-математического и технологического образования ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», Ульяновск, Россия.

E-mail: ulian1499@gmail.com

ORCID iD  0009-0001-8664-7213

Web of Science ResearcherID  LSK-9256-2024

Original article
 PACS 01.40.Di
 OCIS 000.2060
 MSC 00A79

Development of an online course on the academic discipline “Workshop for solving Olympiad problems on electrical circuits”

Yu. A. Novikova 

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted May 27, 2025

Resubmitted May 29, 2025

Published June 14, 2025

Abstract. The results of the development of an online course on the academic discipline “Practical training in solving Olympiad problems on electrical circuits” are presented.

Keywords: course, online course, workshops, electrical circuit, problem solving

References

1. Azemi Asad. Teaching electric circuits using a flipped classroom approach // 2014 IEEE frontiers in education conference (FIE) proceedings. — IEEE, 2014. — oct. — P. 1–3. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/FIE.2014.7044213>.
2. Porebska Anna, Schmidt Pawel, Zegarmistrz Piotr. The use of various didactic approaches in teaching of circuit analysis // 2014 International conference on signals and electronic systems (ICSSES). — IEEE, 2014. — sep. — P. 1–4. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/ICSSES.2014.6948740>.
3. Moloi M. J. Research and teaching methods for electrical circuits in science, technology, and engineering: a bibliometric analysis: electric circuits methodologies // Proceedings of the international academic conference on education, teaching and learning. — 2024. — oct. — Vol. 1, no. 1. — P. 29–44. — URL: <http://dx.doi.org/10.33422/iacetl.v1i1.595>.
4. Lilyanova Ilonka. Solving electrical engineering problems with MATLAB and MULTISIM // 2018 International conference on high technology for sustainable development (HiTech). — IEEE, 2018. — jun. — P. 1–4. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/HITECH.2018.8566672>.
5. Harb Shadi MS, Batarseh Issa, Harb Ahmad. Development, implementation, assessment of a web-based circuit solver for teaching basic electrical circuits theory // International journal of online and biomedical engineering (iJOE). — 2015. — aug. — Vol. 11, no. 4. — P. 55. — URL: <http://dx.doi.org/10.3991/IJOE.V11I4.4727>.
6. He D. K., Peng S. P., Zhu G. W. Teaching with original problems in the electrical exploration course // Proceedings of the international conference on education, management, commerce and society. — emcs-15. — Atlantis Press, 2015. — URL: <http://dx.doi.org/10.2991/EMCS-15.2015.77>.

7. Vesapuisto Maarit, Ellonen Otto, Vekara Timo. Improving the learning process of circuit analysis at university of Vaasa // 2022 31st Annual conference of the European association for education in electrical and information engineering (EAEEIE). — IEEE, 2022. — jun. — P. 1–6. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/eaeeie54893.2022.9820546>.
8. U=RI solve: A web-based application for learning electrical circuit analysis / Lino Sousa [et al.] // IEEE Circuits and systems magazine. — 2021. — Vol. 21, no. 3. — P. 66–95. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/MCAS.2021.3092535>.

Information about authors:

Yulia Alekseevna Novikova — student of the Faculty of Physics, Mathematics and Technological Education of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Ulyanovsk State Pedagogical University”, Ulyanovsk, Russia.

E-mail: ulian1499@gmail.com

ORCID iD  0009-0001-8664-7213

Web of Science ResearcherID  LSK-9256-2024