

УДК 372.853
ББК 74.26
ГРНТИ 14.25
ВАК 13.00.02

Исследование особенностей преподавания физики в техническом колледже

А. С. Борисова  ¹

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

Поступила в редакцию 24 февраля 2022 года
После переработки 25 февраля 2022 года
Опубликована 5 марта 2022 года

Аннотация. Рассматриваются методы преподавания физики в техническом колледже, основанные на сочетании групповой и индивидуальной форм работы, используемых в ходе изучения физических явлений и процессов в курсе физики в техническом колледже. В ходе педагогического эксперимента было отмечено, что использование электронных образовательных ресурсов на уроках физики способствует улучшению усвоения теоретического материала по физике благодаря большей наглядности представления материала по физике. Деятельность учащихся экспериментальной группы удалось активизировать благодаря применения технологии критического мышления при изучении теоретического материала на занятиях по физике, а для развития коммуникативных способностей использовался взаимный опрос учащихся при проверке домашних заданий по физике.

Ключевые слова: физика, урок физики, педагогический эксперимент, современные методы преподавания, наглядность, использование электронных образовательных ресурсов, технология критического мышления

RACS: 01.40.-d

Введение

Рассматриваются наиболее современные методы преподавания физики в техническом колледже, основанные на сочетании групповой и индивидуальной форм работы, используемых в ходе изучения физических явлений и процессов в курсе физики в техническом колледже.

Целью исследования являются апробация методики преподавания физики в техническом колледже. В задачи исследования входит написание обзора литературы по методикам преподавания физики, проведение педагогического эксперимента по апробации методики преподавания физики в техническом колледже.

Объектом исследования является обучение физике в техническом колледже. Предметом исследования является процесс подготовки по физике в техническом колледже.

¹E-mail: anna_borisova1999@mail.ru

Гипотеза исследования заключается в том, что если применять информационные и коммуникационные технологий обучения физике в сочетании с методами критического мышления, то подготовка по физике в техническом колледже будет более эффективной, что способствует улучшению качества обучения физике.

В качестве метода исследования используется педагогический эксперимент по апробации методики преподавания физики в техническом колледже.

Обзор литературы

Технические науки представляют собой очень важную часть всех человеческих знаний, их важнейшей обязанностью является удовлетворение возрастающих потребностей человечества. Параллельно с возрастанием значения технических наук все большее значение приобретает и значение технического образования, поскольку оно позволяет передавать достижения и знания грядущим поколениям и обеспечивает будущее развитие технических наук. Поэтому вызывает серьезную озабоченность тот факт, что, несмотря на необычайное развитие технических наук, в теории технического образования не отмечается должного развития.

Одной из областей исследований физического образования, по которой за последние три десятилетия было опубликовано наибольшее количество работ, является электричество. Были проведены многочисленные исследования по преподаванию и изучению электричества. Далее будут обсуждаться две причины такого большого количества исследований в области электричества. Во-первых, электрические явления и их свойства являются важной частью обучения физике на самых разных уровнях. Учащиеся узнают об идее заряда и электрических цепей в начальной школе и постепенно интегрируют более сложные идеи для интерпретации электрических явлений. Изучение моделей, необходимых для интерпретации электромагнитных явлений, является продуктивной областью: оно обеспечивает прочную основу для понимания вопросов, которые варьируются от электромагнитной природы материи до основ современной технологии. Структура электромагнитной природы материи одновременно красива и полезна. Кроме того, электромагнитные теории обеспечивают хороший контекст для обучения навыкам научного мышления, таким как построение моделей и построение моделей, отношения между явлениями описания на макроскопическом уровне и теориями на микроскопическом уровне. Как показывают исследования, учащиеся часто нуждаются в способности мыслить целостно. Показана необходимость глобальных рассуждений для анализа компонентов электрической цепи. Объяснено, что преодоление «причинных рассуждений» или «рассуждений, основанных на формуле» является необходимым условием для понимания электрических цепей и других областей электричества. Во-вторых, электричество — это область физики, которую учащиеся находят значительно более сложной для понимания, чем механику. Уровни понимания концепций электричества очень своеобразны. Кроме того, в литературе наблюдается путаница между понятиями электричества и терминологией, используемой в повседневной жизни (например, электрическая энергия, напряжение, электрическая мощность). Это неудивительно из-за сложности задействованных концепций, но ещё больше смущает тот факт, что это непонимание остается почти неизменным при обучении.

Новая методика обучения электрическим явлениям с использованием информационных и коммуникационных технологий предложена в [1]. В качестве методологии разработки инструмента использовалась методология разработки, ориентированная на прототип. Встроенный инструмент основан на системе дополненной реальности, которая использует интерактивные проекции. Эта система состоит из структуры, позволяющей просматривать графическую информацию, которая будет проецироваться на стол. Дидактическая альтернатива предлагается для преодоления трудностей обучения, ко-

торые представляются для управления явлением электрических полей, и в качестве альтернативы методологиям обучения, которые делают упор на запоминание понятий. Для использования инструмента были разработаны некоторые руководящие принципы в соответствии с целями каждого вида деятельности. Кроме того, были предложены некоторые вопросы для руководства обучением студентов и групповым обсуждением. Важно подчеркнуть, что полученные результаты могут быть использованы для разработки дидактических материалов в других областях, связанных с явлением, а также в других областях знаний и областях, связанных с техникой.

Электростатическое явление, присутствующее в некоторых курсах физики, создаёт трудности в обучении, которые не позволяют учащемуся связать тематический вектор поля с явлением электрических полей [2]. По этой причине данная тема считается источником больших трудностей для изучения студентами высших учебных заведений. Кроме того, существующие ограниченные статьи о трудностях обучения в этой области для университетского уровня делают соответствующий запрос в этом отношении. Одна из причин этой трудности состоит в том, что учащиеся не знакомы с физическим явлением, связанным с электрическими полями, и в то же время это мешает учащимся установить связь с математическим формализмом, объясняющим это явление.

В настоящее время многие занятия в классе, разработанные учащимися, сосредоточены на запоминании того, что наука уже исследовала. Однако в качестве альтернативы зубрёжке результатов предлагается недорогой обучающий инструмент, позволяющий учащемуся взаимодействовать с изучаемым явлением. Это предложение направлено на повышение уровня понимания в классе, способствуя глубокому и аналитическому наблюдению за тем, что преподносится учащемуся. Альтернативное обучение претендует на то, чтобы привести учащихся к стилю обучения, который позволяет им генерировать объяснения и задавать вопросы о том, что они наблюдают во время обмена работой с группой. Можно сказать, что дидактическая альтернатива является частью нашего понимания природы этого явления.

Работа [3] свидетельствует о том, что история науки является полезным инструментом при обучении наукам, в частности электричеству, для выявления проблем, с которыми столкнулись при построении концепций и теорий, с указанием того, какие эпистемологические барьеры необходимо было преодолеть, и идей, которые привели к прогрессу, социальному контексту, и технологические последствия приобретенных знаний в прошлом и настоящем. Показано, что, работая на основе выявления трудностей обучения учащихся и проведения исторических и эпистемологических исследований с «педагогической интенциональностью», можно расставить приоритеты в некоторых знаниях, чтобы значительно помочь улучшить изучение концепций и теорий по теме «Электричество».

В статье [4] описаны приложения, основанные на электропорации, требуют междисциплинарного опыта и сотрудничества экспертов с различным профессиональным опытом в области техники и науки. Начиная с 2003 года в Университете Любляны был организован международный научный семинар и курсы для аспирантов, основанные на технологиях и методах лечения электропорации, чтобы способствовать передаче знаний от ведущих специалистов исследователям, студентам и новичкам в области электропорации. В статье [4] представлена одна из неотъемлемых частей технологий и методов лечения, основанных на электропорации: практическую работу по электронному обучению, которую разработана, чтобы дополнить передачу знаний посредством лекций и лабораторных работ, тем самым обеспечивая смешанный подход к изучению электрических явлений, связанных с терапией и лечением электропорацией. Электропорация представляет собой универсальную технологическую платформу, позволяющую осуществлять контролируемое введение различных молекул в биологические клетки и экс-

тракцию клеточных компонентов из клеток с помощью приложения соответствующего электрического поля [5]. Электропорация представляет собой увлекательное явление клеточной мембраны с несколькими существующими биологическими приложениями и другими вероятными [5]. Хотя введение ДНК является наиболее распространенным применением, электропорация изолированных клеток также использовалась для введения ферментов, антител и других биохимических реагентов для внутриклеточных анализов; селективная биохимическая нагрузка на клетку одного размера в присутствии множества клеток меньшего размера; внедрение вируса и других частиц; уничтожение клеток в нетоксичных условиях; и внедрение мембранных макромолекул в клеточную мембрану. Совсем недавно начали изучать электропорацию тканей с потенциальными применениями, включая усиленную химиотерапию раковых опухолей, генную терапию, трансдермальную доставку лекарств и неинвазивный отбор проб для биохимических измерений. Как известно в настоящее время, электропорация является по существу универсальным мембранным явлением, которое происходит в клеточных и искусственных плоских двухслойных мембранах. Электропорация используется в различных биотехнологических приложениях (то есть в технологиях и методах лечения на основе электропорации), включая медицину, пищевую промышленность и производство топлива [6, 7]. При воздействии на клетки и ткани высокоамплитудных кратковременных импульсных электрических полей проницаемость клеточных мембран и тканей увеличивается. Это увеличение проницаемости в настоящее время объясняется временным появлением водных пор внутри клеточной мембраны, явлением, называемым электропорацией. За последние четыре десятилетия достижения в области фундаментальных и экспериментальных исследований электропорации позволили применить технологии, основанные на электропорации, в клинике. В обзоре [6] описывается теория и текущие применения электропорации в медицине, а затем обсуждаем текущие проблемы в исследованиях электропорации и барьеры на пути более широкого распространения этих клинических приложений. Электропорация уже является признанным методом в нескольких областях медицины, но многие из её биотехнологических применений только начали появляться. В статье [7] рассматриваются некоторые из наиболее многообещающих применений в области медицины. Обрисовывается электропорация как явление, а затем переходим к приложениям, сначала излагая наиболее зарекомендовавшие себя – использование обратимой электропорации для наследуемой генетической модификации микроорганизмов (электротрансформации), а затем исследуем последние достижения в применении электропорации для инактивации микроорганизмов, экстракции биомолекул, и быстрая сушка биомассы. Хотя эти приложения часто нацелены на масштабирование до промышленного и клинического уровня, также описаны некоторые важные приложения электропорации в масштабе чипа. Технология электропорации по своей сути является междисциплинарной и основана на знаниях многих инженерных и научных дисциплин. А именно, проектирование оборудования для электропорации (то есть генераторов электрических импульсов, электродов и камер для электропорации) требует тесного сотрудничества инженеров-электриков и компьютерщиков с профессионалами из разных областей, включая онкологию, химию и технологию.

В статье [8] показано, что темы основной школы, связанные с абстрактными понятиями, сложны для преподавания. Электрические цепи можно просто сконструировать, но их сложно объяснить. Новые подходы в обучении студентов для понимания необходимы для продвижения практики в начальной науке. Статья [8] сочетает в себе сильные стороны мультимодальных исследований с теорией вариаций, чтобы дать представление о последовательности обучения, разработанной для учащихся шестых классов. Применение репрезентативного подхода к построению открывает возможности для полимодального смыслообразования электрических цепей. В тематическом исследовании

довании был использован метод исследования, основанный на дизайне, для изучения обучения электрическим цепям. Сбор данных включал видеосъёмку занятий в классе, интервью учителей и учеников, записи в студенческих журналах и артефакты оценок, полевые заметки, а также результаты до и после испытаний. Принципы проектирования включали определение ключевых идей, разработку последовательности уроков с акцентом на передачу и преобразование энергии, практическое исследование с использованием мультимодальных представлений в ответ на учебные задачи и ведение дневника учениками. Метарепрезентативная компетентность учащихся также развивалась посредством оценки, обсуждения и создания представлений и моделей электрических цепей. Репрезентативные задачи, за которыми последовало стратегическое обсуждение под руководством учителя, способствовали развитию понимания учащихся путём сосредоточения внимания на критических особенностях. О глубоком обучении свидетельствовали журнальные записи, формирующие и итоговые артефакты оценивания, а также ответы после тестирования. Принципы построения репрезентации сыграли важную роль в успешной разработке эффективной последовательности обучения за счёт сосредоточения внимания на критических аспектах энергии. Защищается подход построения репрезентации для разработки мультимодальной последовательности обучения. Теория вариаций была полезной аналитической основой для понимания реализации последовательности проектирования. Исследование способствует решению проблемы переосмысления традиционной практики преподавания начальных наук.

Эта новая качественная информация о явлении побуждает его строить объяснения и отвечать на вопросы аспектов, которые привносят его прежние представления и выдвигают новые; кроме того, это побуждает его думать об альтернативах измерения изучаемого явления. Объяснения и ответы на вопросы, построенные учащимся, становятся мощным инструментом, позволяющим представить и систематизировать понимание и объяснение явления, облегчить разработку новых вопросов и возможность генерировать прогнозы и предположения о поведении объекта. Эти новые кодировки считаются новым обучением, которое улучшает то, что он привносит в свои предыдущие идеи, в результате инструмент способствует пониманию моделей, которые наука улучшала на протяжении многих лет, и это способ доведения знаний, которые наука породила, к технологии.

В статье [9] описаны результаты исследования, которое было проведено для изучения эффективности учебной деятельности, основанной на концептуальных условиях изменения и традиционно разработанном обучении физике, на понимании учащимися десятого класса понятий статического электричества и их отношении к физике как к школьному предмету. Заблуждения, связанные с концепциями статического электричества, были определены соответствующей литературой по этому вопросу и интервью с учителями, которые преподают статическое электричество более 5 лет. В связи с этим был разработан тест на определение статического электричества. Данные были получены от 30 студентов в экспериментальной группе, обученных с помощью учебных действий, основанных на условиях концептуального изменения, и 30 студентов в контрольной группе, которые следовали традиционным инструкциям в классе. Учебная деятельность включает аналогии, связанные со статическим электричеством. Анализ ковариации показал, что учебная деятельность, основанная на условиях изменения понятий, приводит к значительно лучшему усвоению понятий изменения понятий статического электричества, чем традиционное обучение. Кроме того, навыки научного процесса учащихся были важным предиктором их понимания концепций статического электричества. С другой стороны, разница в подходе не оказывала существенного влияния на отношение учащихся к физике как к школьному предмету.

В статье [10] исследован переход между электростатикой и электрокинетикой с двух

точек зрения, исторической и психологической. В обоих случаях показано, что ранее приобретенные знания по электростатике могут стать «деформирующей призмой» при изучении электрических цепей. Исследовано использование идей электростатики при первоначальном изучении явлений протекания электрического тока.

В статье [11] были исследованы ментальные модели, которые люди используют, чтобы думать о природе электрического тока. Интервью, основанные на последовательности из прогнозов, наблюдений, объяснений, были проведены с бразильскими учащимися средних школ, учащимися технических училищ, учителями, инженерами и практиками, которые имеют дело с электричеством в своей повседневной деятельности. Сообщается о четырёх моделях, демонстрирующих возможную модель развития, которая может быть связана с приобретением человеком концептуальных знаний об электричестве.

В статье [12] изучались взаимосвязи между полом, интересом и опытом в области электричества, а также концептуальное изменение текстовых манипуляций при изучении фундаментальных концепций постоянного тока. Было показано, что текст с концептуальными изменениями приводит к лучшему концептуальному пониманию электрических концепций, чем традиционный дидактический текст, но предыдущие исследования показали, что эффект взаимодействовал с полом участников. Предполагали, что интерес модерировал это взаимодействие. В этом исследовании мужчины и женщины, которые больше или меньше интересовались электричеством и имели больший или меньший опыт работы с электричеством, читали концептуальные изменения или традиционный текст. Когда уровень заинтересованности, опыт и предшествующие знания не были включены в анализ, как пол, так и тип текста оказывали значительное влияние. Когда в анализ были включены уровень интереса, опыт и предшествующие знания, текст с концептуальными изменениями привел к лучшему пониманию концепций электричества, чем традиционный текст, и влияние пола было устранено. Этот вывод подтверждает гипотезу о том, что предшествующий уровень интереса, опыт и знания опосредуют очевидные гендерные различия в изучении электричества. Это предполагает, что манипуляции с концептуальным изменением текста, вероятно, будут эффективны как для мужчин, так и для женщин.

В статье [13] сообщается об исследовании, которое было разработано для выявления представлений учащихся о простых электрических цепях. Диагностический опросник был проведен выборке из 145 старшеклассников и 21 учителя физики. Анкета включала в основном качественные вопросы, которые были разработаны для проверки понимания учащимися функциональных взаимосвязей между переменными в электрической цепи. Основные выводы, полученные в результате анализа ответов, заключаются в том, что ток является основным понятием, используемым студентами, тогда как разность потенциалов рассматривается как следствие протекания электрического тока, а не как его причина. Следовательно, студенты часто неправильно используют закон Ома для однородного участка электрической цепи. Аккумулятор рассматривается как источник постоянного тока. Понятия электродвижущей силы источника напряжения и внутреннего сопротивления не совсем понятны. Студенты испытывают трудности с анализом влияния изменения одного компонента на остальную часть электрической схемы. Вероятно, это связано с более общими трудностями, с которыми студенты сталкиваются при одновременном изменении нескольких переменных.

В статье [14] представлены результаты исследования французских учеников, начиная с основной школы (6 класс, 12 лет) и заканчивая четвёртым курсом университета, позволило оценить влияние преподавания основных понятий электричества. Самые простые исчезают при обучении, а вот другие более сильные («истощение» тока, генератор постоянного тока) сопротивляются даже после многих лет обучения. Выдвинута гипотеза о том, что определённые заблуждения могли быть вызваны именно тем, как

учащиеся частично преодолевают первые встречающиеся трудности, что ставит сложную задачу для преподавания физики.

В статье [15] показано, что при анализе рассуждений учащихся о простых электрических цепях полезно мыслить в терминах трёх аспектов: (а) количественные отношения, которые определяются алгебраическими выражениями между параметрами цепи; (б) функциональные отношения, которые включают качественные соображения и приводят к правильному описанию взаимодействия между переменными цепи; и (с) процессы, включающие макроотношения и микроотношения, где параметры макроскопической цепи связаны с микроскопическими моделями и правилами. Утверждается, что все три аспекта необходимы для правильного понимания темы. В то время как имеется значительный объем информации о первых двух аспектах рассуждений студентов, мало что известно о третьем. Изучен этот аспект со студентами продвинутого курса средней школы. Обнаружено, что даже в очень простых ситуациях большинство студентов не связывают понятия электростатики со своим описанием явлений. Это приводит к серьезным несоответствиям в ответах учащихся на вопросы о токах, зарядах и их источниках в электрической цепи. Формальные определения (даже правильно процитированные) не используются на практике. Следовательно, непротиворечивая картина механизмов обычно отсутствует. Это может объяснить, почему учащиеся не могут осмыслить электрическую цепь как систему и оценить функциональные отношения между её частями.

В статье [16] определили прежние представления учащихся средних школ и колледжей об электростатической индукции и опросили их, представив данные наблюдений, которые подтверждали или опровергали их собственные прежние представления. Их ответы на доказательства интерпретировались с точки зрения философии науки, особенно взглядов Поппера и Лакатоса на проверку научных гипотез. В процессе подтверждения почти все студенты выявили логическую ошибку, известную как «ошибка утверждения следствия» в силлогизме. Студенческие процессы фальсификации были разделены на две группы: те, которые отвергали твёрдое ядро предшествующих идей, и те, которые модифицировали студенческий защитный пояс вспомогательных идей, связанных с твердым ядром, при сохранении твердого ядра. Из анализа процессов фальсификации студентов было обнаружено, что точка зрения Лакатоса, а не Поппера, была более приемлемой для понимания ответов студентов на противоречивые доказательства. Было замечено, что качество понимания вспомогательных идей также должно играть важную роль в изменении основных понятий.

В статье [17] представлены результаты тематического исследования природы понимания детьми четвертого класса электрических цепей и того, как их понимание дало им основы для интерпретации данных, полученных в результате наблюдения и манипуляций с электрическими цепями. Полученные данные свидетельствуют о том, что (а) детские интерпретационные рамки электрических цепей отражаются в специфике деталей, последовательности и согласованности их представлений; (б) детализация, последовательность и согласованность понимания детей влияли на их способность рассматривать данные как аномальные, поддерживающие или не относящиеся к делу; (с) детям, чьи интерпретационные рамки позволили им рассматривать данные электрических цепей как аномальные, было предложено изменить своё понимание электрических цепей; (d) дети, чьи интерпретационные рамки позволили им рассматривать данные об электрических цепях как подтверждающие доказательства, слабо реструктурировали своё существующее понимание электрических цепей, и (е) дети, чьи интерпретационные рамки позволили им рассматривать данные об электрических цепях как нерелевантные или изолированные, не смогли изменить свои представления об электрических цепях.

Вид и использование электрических приборов, фольклор и отношение к ним, а также смутные предварительные представления о природе электричества — всё это предшествует школьному изучению электричества и влияет на него. В статье [18] описан результат исследования взглядов младших школьников, которое было проведено группой практикующих школьных учителей с использованием свободного письма, сравнений и рисунков, а также групповых интервью. Результаты показывают сильные признаки родительского влияния, общих пословиц и взглядов, страха и неявного знания, полученного при обращении с приборами. Выборки школьников были взяты из разных британских школ и учились либо в первом, либо в третьем классе средней школы. Старшая группа показывала лишь случайные признаки продвижения по сравнению с младшей группой, и это могло быть связано скорее с социальными, чем со школьными знаниями.

Результаты исследований показывают, что понимание учащимися электрического тока в простых цепях запутано множеством альтернативных концепций. Общепринятая модель тока — это движение электронов в проводе, реагирующее на разность потенциалов на концах провода. Все стратегии коррекционного обучения были направлены на то, чтобы прояснить эту модель, чтобы дать учащимся возможность прогнозировать поведение схемы и решать проблемы со схемой. Возможно, однако, что это не самая полезная модель. Изучение экспертных изображений показало, что многие эксперты придерживаются не корпускулярной, а полевой концепции. В статье [19] рассматривается актуальность этих выводов для школьной практики.

В статье [20] сообщается о результатах исследования мнений 115 детей в возрасте от 7 до 11 лет о том, откуда берётся электричество. Факты показывают, что, хотя существует корреляция между возрастом и осознанием того, что электричество вырабатывается и что оно должно передаваться по проводам, многие дети имеют очень ограниченное представление об источнике электричества. Существуют также гендерные различия, связанные с этим пониманием: девочки реже, чем мальчики, определяют источник электроэнергии и связь между производством электроэнергии и электрическими приборами. Утверждается, что если детям не помочь развить их понимание того, как вырабатывается электричество, они не получат пользы от изучения альтернативных источников энергии и не смогут принимать соответствующие решения по связанным с ними экологическим проблемам в более позднем возрасте.

В статье [21] представлены результаты исследования, являющегося вторым исследованием на основе дизайна, организованным вокруг четырёх исследований, целью которых является улучшение обучения учащихся, навыков преподавания и подготовки учителей в отношении подхода к обучению на основе дизайна, называемого обучением по дизайну. Обучение по дизайну использует контекст задач дизайна, чтобы изучать, среди прочего, науку. Предыдущие исследования показывают, что этот подход к интеграции предметов весьма успешен, но дает мало пользы от изучения (научных) понятий. Для этого в качестве важной причины предлагается отсутствие (знания) надлежащих стратегий обучения. В этом исследовании рассматриваются эти стратегии и более конкретно взаимодействие с концептуальным обучением. В исследовании приняли участие шесть голландских студентов-первокурсников бакалавриата в возрасте от 16 до 18 лет и два преподавателя естественных наук (включая главных исследователей). Исследование смешанных методов использовалось для углубленного изучения обучения с помощью педагогической практики дизайна. На основе теоретической основы (концепции) стратегий обучения, связанных с обучением, были проанализированы видеозаписи управляемого обучения с помощью задачи проектирования, чтобы подробно раскрыть работу учителя. Дополненные данными анкет и интервью и результатами обучения студентов (до экзамена и после экзамена) была установлена эффективность стратегий обу-

чения и отвлечены недостатки. Учащиеся достигли средних общих успехов в обучении, где самые высокие успехи были сильно связаны с выполнением задания. В работе учителей преобладали предоставление обратной связи и стимулирование сотрудничества, и только 13% всех вмешательств учителей касались прямого разъяснения лежащих в основе научных данных. И особенно эти явные стратегии обучения были высоко оценены студентами, чтобы узнать о науке. В соответствии с представлениями о передаче знаний, обучение по дизайну должно быть обогащено явными стратегиями обучения, интерлюдиями в соответствии с мало связанным научным содержанием, важным для связного понимания, а также деконтекстуализацией и реконтекстуализацией концепций для более глубокого понимания.

Идея причинности занимает центральное место в науке и уже давно вызывает споры между философами и учёными. В то время как тенденция избегать причинности, по-видимому, стала доминирующей в науке и философии, исследования в области естественнонаучного образования показали сильное присутствие в обычных рассуждениях причинных объяснений, часто понимаемых как «механизм», способный объяснить физические преобразования. Некоторые исследователи предложили использовать это обычное причинное рассуждение в качестве основы для последовательностей преподавания и обучения, особенно в области электричества и механики. В статье [22] анализируются некоторые особенности причинно-следственных рассуждений, используемых в физике учащимися, с использованием анкет и интервью с участием учащихся и преподавателей. Это исследование показало три аспекта, которые связаны друг с другом: смешение действующих и случайных причин, условий возникновения явления и причины, действительно его вызывающей; тенденция «смещать» причины, пропуская промежуточные объекты; и трудность в соединении локальных причин и глобальных последствий. В статье [22] подчеркиваются различия между обычными рассуждениями и научным использованием, а также их влияние на обучение. На самом деле эти тенденции рассуждений необходимо учитывать при обучении: их следует рассматривать не только как создающие препятствие для изучения физики, но и как ресурсы, находящиеся в распоряжении учащегося.

В статье [23] предложена модель обучения научным аналогиям. Эта модель называется «общая модель обучения по аналогии». Теоретическая основа разработана сначала для этой модели. В этой структуре рассматриваются следующие моменты: определение аналогии, обучение по аналогии, переменные, связанные с обучением по аналогии, оценка результатов обучения по аналогии и ограничения использования аналогии в обучении. Общая модель обучения по аналогии состоит из следующих девяти этапов: измерить некоторые характеристики учащихся, связанные с обучением по аналогии в целом, оценить предварительные знания учащихся по теме, которую предстоит преподавать, анализировать учебный материал по изучаемой теме, судить о целесообразности использования аналогии, определять характеристики используемой аналогии, выбирать стратегию обучения и средство представления аналогии, представить аналогию учащимся, оценить результаты использования аналогии в обучении и пересмотреть этапы модели.

В статье [24] описаны результаты процесса разработки учебных материалов для решения учебных задач в технологическом образовании спецификации дизайна для предметной области, которые считаются важными элементами для повышения результатов обучения с помощью этих материалов. С использованием четырехэтапной процедуры были составлены две спецификации дизайна для конкретной предметной области, которые были применены для улучшения существующих пакетов обучения и обучения. Исследование было сосредоточено на проблеме построения (открытой) и проблеме объяснения (ограниченной). Для решения проблем использовался строительный материал.

В двух экспериментах эти недавно разработанные учебные материалы сравнивались с существующими учебными материалами. Всего в этих экспериментах участвовало 600 школьников. В эксперименте с конструкционной задачей вообще не было достигнуто никакого прогресса в обучении: небольшой выигрыш в качестве продукта, сделанного учащимися, стоил слишком много времени. В эксперименте с задачей на объяснение качество продукта учеников значительно улучшилось за меньшее время. Утверждается, что строго структурированные учебные материалы для задач с ограничениями больше подходят для учащихся с небольшим опытом работы со строительными материалами.

Курсы бакалавриата по электротехнике традиционно преподаются с использованием лекционного подхода. Что касается всех подходов, ориентированных на преподавателя, студенты воспринимают обучение как индивидуалистическую задачу и считают конспекты лекций основным источником информации. Они склонны прилагать минимум усилий, чтобы получить приемлемые оценки и конкурировать с другими учениками за лучшие результаты. Теории обучения рассматривают ориентированные на учащегося подходы, такие как исследование, компьютерное моделирование, самостоятельное обучение, сотрудничество и соревнование, ценные альтернативы традиционному лекционному подходу. В статье [25] описаны результаты исследования, направленного на разработку, применение и оценку нового подхода к обучению электрическим фильтрам. Новый подход направлен на улучшение результатов и успеваемости студентов-электротехников, самостоятельности обучения и восприятия учащимися роли участия и сотрудничества в обучении. В исследовании добровольно приняли участие 64 студента. Тридцать два студента добровольно решили участвовать в учебной группе по новому подходу к обучению, в то время как остальные играли роль контрольной группы и следовали традиционному методу обучения. Дизайн нового подхода сочетает в себе исследование, компьютерное моделирование и сотрудничество с межгрупповой конкуренцией. Новый подход разрабатывается в два этапа. На первом этапе, подготовительном этапе, студенты изучили электрические фильтры, используя простые запросы, сотрудничество, а также изучили и применили компьютерное моделирование в анализе фильтров. Второй этап представлял собой дебаты лицом к лицу о фильтрах. Данные были собраны с использованием предварительных тестов, пост-тестов, анкет, прямого наблюдения и студенческих портфолио. Для проверки гипотезы исследования использовали независимые и парные Т-тесты. Результаты показали, что студент может учиться автономно. Новый метод улучшил результаты обучения и достижения студентов. Это также улучшило восприятие студентами-электротехниками роли участия и сотрудничества в обучении. Показано, что применение нового подхода улучшило характеристики студентов-электротехников и устранило некоторые негативные последствия традиционного чтения лекций. Это наводит на мысль, что долгосрочная реализация предложенного подхода может дать учащимся необходимые отношения и навыки, которые послужат их будущему в качестве профессионалов в области электротехники.

В статье [26] описаны результаты оценки влияния профессионального развития учителей на успеваемость учащихся в ходе реализации реформы учебного плана. Профессиональное развитие состояло из пяти четырехчасовых семинаров, распределенных в течение времени, когда учителя внедряли программу реформы в своих классах. Исследование проводилось в городском школьном округе среднего размера в течение двух лет. Были сопоставлены три группы учителей: учителя, которые продолжали использовать установленную учебную программу, учителя, которые внедрили реформированную учебную программу без участия в занятиях по повышению квалификации, и учителя, которые внедрили реформированную учебную программу, участвуя в занятиях по повышению квалификации. Учителя, участвовавшие в повышении квалификации, имели преимущество в успеваемости своих учеников примерно на одно стандартное от-

клонение по сравнению с теми, кто этого не делал. Собраны данные об особенностях профессионального развития, объясняющих различия в успеваемости учащихся. Особенности включали: распределение семинаров по всей реализации; вовлечение учителей в активный учебный процесс, предусмотренный учебной программой; и содействие совместному сообществу учителей-профессионалов. Это исследование привело к мысли, что важны не только индивидуальные особенности профессионального развития, но и сочетание всех трёх факторов вместе взятых.

В статье [27] описана методика изучения физики в основной школе на базе естественнонаучного метода познания и самостоятельных экспериментальных исследований учащихся на примере раздела по электрическим явлениям в восьмом классе общеобразовательной школы.

Понятию электрического поля уделяется особое внимание в учебных программах по физике в старших классах и колледжах, но учащиеся часто испытывают трудности с его изучением. Прошлые исследования в области физического образования изучали понимание учащимися старших классов и колледжей концепции или теории электрического поля путём принятия оценок опроса. В литературе сообщалось о трудностях обучения студентов, основанных на результатах этой оценки. Заметив, что большинство элементов оценки, принятых в прошлом исследовании, были написаны с использованием канонических терминов, символов и диаграмм, некоторые исследователи предположили, что формальные представления, используемые в оценках, могли ограничивать учащихся в выражении своих идей. Многие вопросы в контрольных работах были написаны с использованием формальных физических терминов, из-за чего было трудно понять, как учащиеся на самом деле интерпретировали вопросы в тестах. Отмечено, что учащиеся могут не интерпретировать словарь так, как это делали составители вопросов. Предложено, что кажущиеся неправильными идеи студентов, возможно, возникли из-за использования лексики и фраз, которые они на самом деле не понимали. Настоящее исследование пытается снять ограничения формального языка и просит студентов выразить свои идеи об электрическом поле простым, повседневным языком. Опираясь на исследовательскую литературу по вопросам образования, в которой учёные обнаружили, что рассказы могут помочь учащимся начальной и средней школы осмыслить научные концепции и идеи электрического поля, которые часто трудно усвоить.

В статье [28] описывается необходимость использования информационных и коммуникационных технологий, при изучении курса физики в основной школе. Рассмотрена виртуальная задача, которая может использоваться при изучении главы «Электрические явления», тема «Конденсатор» и способствует наилучшему усвоению изученного материала у школьников.

В работе [29] описана методика преподавания курса физики основной школы укрупнёнными дидактическими единицами в условиях домашнего обучения на примере изучения темы по электрическим явлениям.

В статье [30] представлено одно из средств формирования и развития функциональной грамотности школьников на уроках физики — разработка текстов практико-ориентированных задач, составленных по разделу, связанному с изучением электрических явлений из школьного курса физики, изучаемого в основной школе. Подчеркивается важность применения авторских практико-ориентированных задач и их влияние на развитие функциональной грамотности учащихся.

В статье [31] даётся краткая характеристика фундаментальных взаимодействий, указывается на то, что взаимодействие между физическими объектами осуществляется при помощи обмена переносчиков взаимодействия. Показано, что каждое фундаментальное взаимодействие определяет какое-то явление. Далее проводится сравнительная характеристика гравитационного и электрического взаимодействия, которую необхо-

димо использовать при изучении этих явлений, для более глубокого усвоения теории этих явлений. Предлагается строить компьютерные модели демонстраций этих явлений комплексно, чтобы можно было изучать аналогичные задачи в разделах физики, посвященных изучению разделов электростатики и гравитации. Приводятся примеры подобных задач из этих разделов физики.

В статье [32] разработаны методические материалы для систематизации знаний по схеме «явление – модель – законы» для восьмого класса: системы знаний о световых и электрических явлениях, типовые задачи и методы их решения, пример урока решения задач с этапом систематизации знаний разработанный на основе теории поэтапного формирования умственных действий.

В статье [33] обсуждаются типовые познавательные затруднения и ошибки, которые допускают обучающиеся в расчётах силы взаимодействия обкладок конденсатора при наличии разных типов диэлектриков между ними, а также анализируются методы применения закона сохранения энергии для проведения соответствующих расчётов.

В статье [34] рассматриваются задачи с избыточными данными по теме «Электростатика», приведены решения отдельных задач, представлены данные по решаемости рассмотренных задач и переопределённых задач повышенного уровня сложности.

В статье [35] рассматривается методика решения олимпиадных задач по физике в старших классах средней школы с углубленным изучением предмета по теме «Электрические цепи с конденсаторами», а также рассмотрено решение ряда задач с нетрадиционными для школьных задачников начальными условиями.

В статье [36] обобщены существующие методы решения задач в систему, используя которую студент сможет осуществить все этапы решения задачи самостоятельно, сможет глубже понять изучаемый материал и получить навыки самостоятельной постановки учебной физической задачи. Цель исследования заключалась в оптимизации профессиональной подготовки студентов – будущих инженеров при изучении курса общей физики, поэтому задачей исследования стала систематизация способов решения учебных профессионально направленных физических задач. Для проверки гипотезы о том, что подготовка будущих инженеров к профессиональной деятельности в процессе изучения курса общей физики будет эффективной при использовании основных способов решения физических задач, были применены следующие методы: анализ психолого-педагогической и научно-методической литературы; анализ учебных программ, учебников, сборников задач, пособий по дисциплинам естественнонаучного цикла.

В статье [37] в рамках примерной основной образовательной программы рассматриваются подходы к решению некоторых нестандартных задач повышенной трудности по теме «Электростатика».

В статье [38] обсуждаются особенности определения потенциала полей электростатических систем, которые безграничны и имеют бесконечный по величине электрический заряд. К ним относятся, например, прямолинейная нить, плоскость, цилиндр круглого сечения, плоскопараллельная пластина и так далее. Распределение заряда по ним предполагается равномерным. Указанные электростатические системы являются модельными. В различных учебниках по общему курсу физики они используются достаточно широко. Однако в учебной литературе определению потенциала полей указанных систем с точки зрения принципа аддитивности потенциала уделяется недостаточное внимание.

В статье [39] рассмотрена методика наглядного решения качественных задач электростатики с помощью анализа кривизны силовых линий и эквипотенциалей.

В статье [40] изучались представления учеников начальной школы о концепции электричества и о влиянии школьного обучения на взгляды ученика. Учащиеся разного культурного происхождения оценивались, чтобы подтвердить свои знания в четырех областях: связь определенных природных явлений с электричеством; ментальные модели

(образы) постоянного тока в цепи; образы, связанные с электричеством и электрическим током. Идеи учеников исследовались до и после обучения, что позволило получить информацию о влиянии обучения на взгляды учеников. В дополнение к предыдущим выводам, некоторые явления (среди них молния и гром) ученики связывали с электричеством ещё до того, как их преподавали. Очевидно, инструкция изменила ментальные модели и образы электричества и электрического тока.

Электричество является особой областью обучения, обычно используемой в нашей повседневной жизни и являющейся основой наших технологий. С другой стороны, его очень трудно моделировать, так как сущность его центральных понятий абстрактна и формальна. В статье [41] обсуждается особый аспект электричества, а именно использование концепций электричества для объяснения природных явлений. Электричество было введено в начальной школе в четвёртом классе (9 лет) и снова в шестом классе, в возрасте 11-12 лет. В возрасте 10-11 лет при изучении человеческого тела и погоды используются идеи и понятия четвертого класса. Домен представлен в очень описательной и конкретной форме. В четвертом классе воспитатель старался стимулировать учащихся к формированию знаний, которые: 1) позволяют правильно применять на практике простые электрические устройства; 2) внедряет самые основные идеи (такие как замкнутая цепь, электрический поток, электрический источник) относительно природы электричества в его научной, хотя и упрощенной форме непрерывного потока, тогда как в шестом классе акцент смещается на электрические заряды, называемые частицами, электронами, и обвинения, инициированные несколькими учениками; 3) вводит основные понятия цепи, батареи, тока, потребителей электроэнергии, часто без их точных определений, и 4) поощряет построение некоторых понятий (мысленных моделей) электричества (таких как поток электричества). Однако учебные материалы не содержат ссылок на электростатический опыт.

Исследование понимания электростатики и электродинамики выявило разрыв между этими двумя областями. Понятия силы (электрической силы притяжения и отталкивания) и потенциала при решении задач об электрических цепях не использовались и вообще игнорируются при обсуждении протекания тока в резисторах цепей. Пробел был создан, когда электростатика изучалась до или после цепей постоянного тока. Ученики указали, что индуцированное электричество возникает в проводниках, а не в изоляторах, и что проводники могут быть наэлектризованы, а изоляторы – нет. Эти результаты объяснили разрыв между простыми экспериментами электростатики, как зарядка трением, и мир аккумуляторов, лампочек, бытовых приборов и электрических токов. Существуют предложения обучать электростатике с помощью компьютерных программ и объяснять явления, наблюдаемые в лаборатории, и природные явления, используя модель атома. Исследователи пытались облегчить преподавание электричества различными способами. Использование идеи потенциала вместо тока для объяснения проблемы потребляемого тока не было принято на уровне начальной школы. Исследование возрастов старше начальной школы показало, что определение электричества как вида энергии не увенчалось успехом. Учителя представили опыт, чтобы противостоять модели уменьшения силы тока, сравнивая показания двух амперметров на двух сторонах лампочки. Этот метод был эффективен только в возрасте старше одиннадцати лет, а трудности наблюдались и в возрасте 14 лет. Неспособность передать эту концепцию четвероклассникам может быть связана с трудностями в распознавании показаний амперметра как достоверного осознания силы невидимого тока, что требует определенной степени абстракции, вероятно, не встречающейся среди девятилетних.

Анализ работ по методикам преподавания физики показывает актуальность темы исследования.

Результаты педагогического эксперимента

Опишем результаты педагогического эксперимента по апробации методики преподавания физики в техническом колледже. Педагогический эксперимент проводился со 2 сентября по 29 октября 2021 года в ОГБПУ «Димитровградский технический колледж» в городе Димитровграде Ульяновской области.

Наблюдение, сбор данных и их анализ производился в трёх группах: И-11, М-11, Т-11. Основную часть учащихся составляют подростки в возрасте от 15 до 16 лет. Программа на учебный год рассчитана на изучение школьной программы десятого и одиннадцатого классов. Занятия физики в группах проводятся один раз в неделю, два урока подряд.

В группе И-11 (направление: информационные системы и программирование) 18 мальчиков и 7 девочек. Также в группе есть ребёнок с аутистическим расстройством. Присутствие особенного ученика вносит свои коррективы в образовательный процесс. При объяснении нового материала приходилось замедлять общий темп урока, повторять определения дополнительно. Чтобы избежать потери времени на уроке, необходимо больше использовать интерактивную доску, на которую поэтапно выводить основные определения и формулы. В целом, группа занимается на достаточно высоком уровне (выполняют домашнюю работу, активно участвуют в обсуждениях на уроках).

В группе Т-11 (направление: технология металлообрабатывающего производства) 3 девочки и 21 мальчик. В коллективе присутствует одаренный ребенок (победитель олимпиад и различных конкурсов), однако уровень успеваемости в группе хуже, чем в описанной выше. Материал воспринимается сложнее, новая информация требует большего времени для объяснения.

В группе М-11 (направление: монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования) обучаются 25 мальчиков. Из всех трёх рассматриваемых групп эта группа является наиболее слабой группой, но успеваемость в группе находится на удовлетворительном уровне. Восприятие материала проходит трудно, несомненно, сказывается слабая школьная база у учащихся (незнание простейших законов, единиц измерения и т.д.). Однако на занятиях большинство учеников вовлечены в деятельность и пытаются понять материал, решать задачи. Задают достаточное количество уточняющих вопросов.

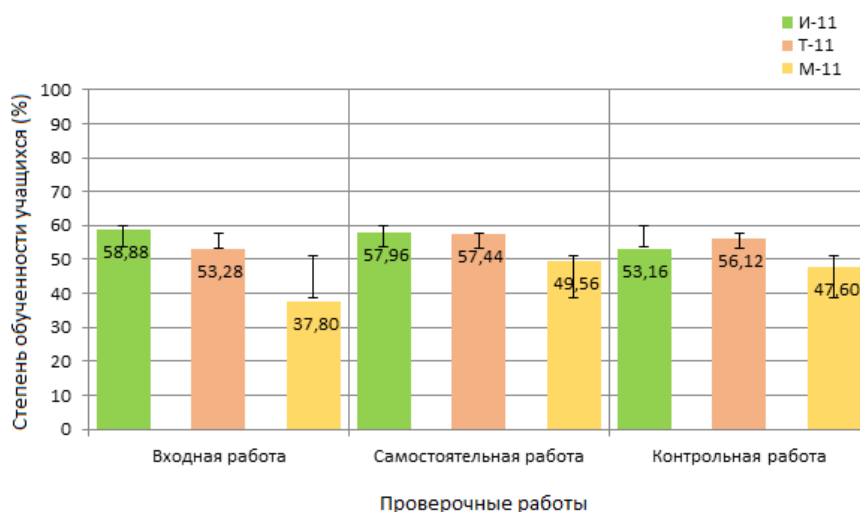


Рис. 1. Результаты проверочных работ в экспериментальной группе.

На рис. 1 приведены результаты трёх работ по физике (входная, самостоятельная, контрольная) в трёх исследуемых группах, степень обученности обучающихся по предмету представлен по оси ординат.

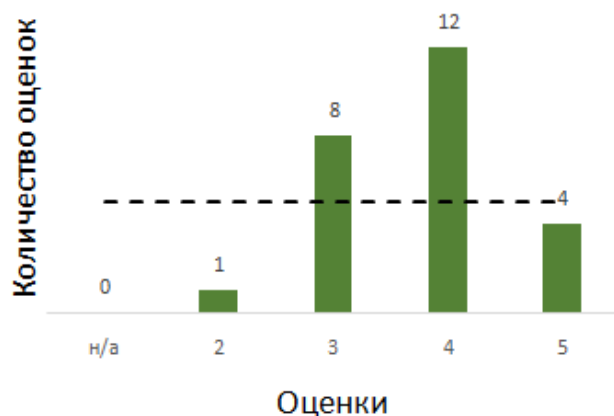


Рис. 2. Результаты распределения количества оценок на входной работе по физике в экспериментальной группе во время педагогического эксперимента.

На рис. 2 приведены результаты распределения количества оценок на входной работе по физике в экспериментальной группе во время педагогического эксперимента.

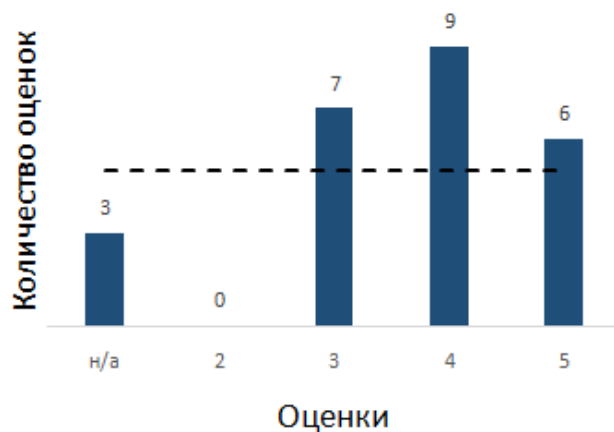


Рис. 3. Результаты распределения количества оценок на самостоятельной работе по физике в экспериментальной группе во время педагогического эксперимента.

На рис. 3 приведены результаты распределения количества оценок на самостоятельной работе по физике в экспериментальной группе во время педагогического эксперимента.

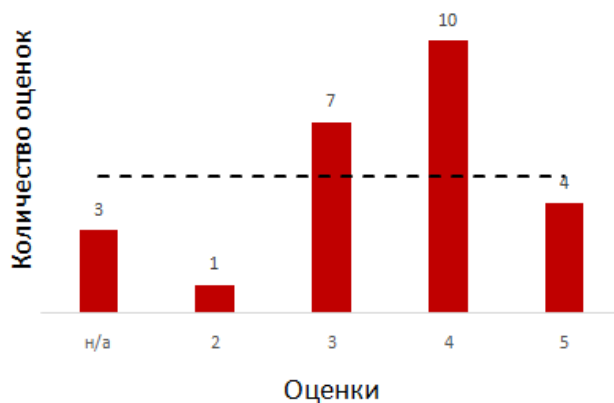


Рис. 4. Результаты распределения количества оценок на контрольной работе по физике в экспериментальной группе во время педагогического эксперимента.

На рис. 4 приведены результаты распределения количества оценок на контрольной работе по физике в экспериментальной группе во время педагогического эксперимента.

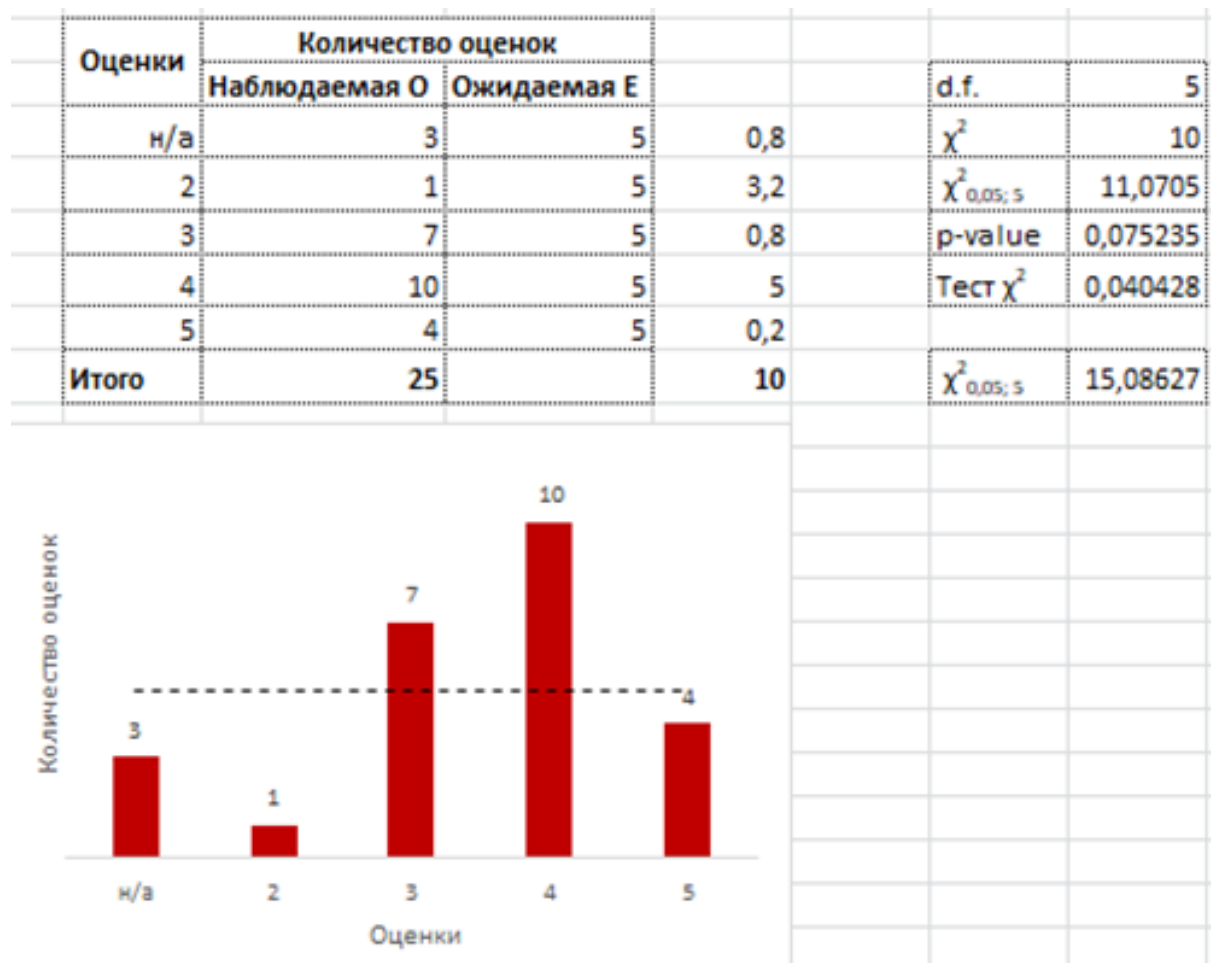


Рис. 5. Элемент листа таблицы для вычисления результатов распределения количества оценок на контрольной работе по физике в экспериментальной группе во время педагогического эксперимента.

На рис. 5 представлено изображение элемента листа таблицы для вычисления результатов распределения количества оценок на контрольной работе по физике в экспериментальной группе во время педагогического эксперимента.

В группах И-11 и Т-11 активно применялись информационные и коммуникационные технологии обучения физике в сочетании с методами критического мышления, способствующие улучшению качества обучения физике. В экспериментальной группе применение информационных и коммуникационных технологий обучения физике осуществлялось с применением информационных ресурсов по физике для самостоятельного поиска и изучения теоретического материала к занятиям по физике, а также при выполнении домашних заданий.

В контрольной группе, состоящей из учащихся группы М-11, обучение физике производилось по традиционной технологии обучения физике с использованием лишь избранных элементов технологии критического мышления в виде мозговых штурмов и перекрёстных дискуссий на занятиях семинарского типа по физике, интеллектуальных разминок на каждом уроке физики.

Заключение

В ходе педагогического эксперимента было отмечено, что использование электронных образовательных ресурсов на уроках физики способствует улучшению усвоения теоретического материала по физике благодаря большей наглядности представления материала по физике. Деятельность учащихся экспериментальной группы удалось активизировать благодаря применения технологии критического мышления при изучении теоретического материала на занятиях по физике. Для развития коммуникативных способностей использовался взаимный опрос учащихся при проверке домашних заданий.

Обучение физике в контрольной группе, состоящей из учащихся группы М-11, которое производилось по традиционной технологии обучения физике с использованием лишь избранных элементов технологии критического мышления, показало на двух проверочных работах по физике на удовлетворительном уровне обученности и на одной проверочной работе на допустимом уровне обученности.

Гипотеза исследования, заключающаяся в том, что если применять информационные и коммуникационные технологий обучения физике в сочетании с методами критического мышления, то подготовка по физике в техническом колледже будет более эффективной, что способствует улучшению качества обучения физике, подтверждена полностью.

Использованная методика обучения физике позволяет организовать эффективную подготовку с применением информационных и коммуникационных технологий обучения физике в сочетании с методами критического мышления, способствующей улучшению качества обучения физике в техническом колледже.

Список использованных источников

1. Ramez-Cano Jimmy W., Penagos William Manuel Mora. Educational tool for the qualitative analysis of electric field phenomenon // *Indian Journal of Science and Technology*. — 2018. — may. — Vol. 11, no. 18. — P. 1–4. — URL: <https://doi.org/10.17485/ijst/2018/v11i18/119158>.
2. Kuhlenkamp Jörn, Klems Markus, Röss Oliver. Benchmarking scalability and elasticity of distributed database systems // *Proceedings of the VLDB Endowment*. — 2014. — aug. — Vol. 7, no. 12. — P. 1219–1230. — URL: <https://doi.org/10.14778/2732977.2732995>.
3. Guisasola Jenaro. Teaching and Learning Electricity: The Relations Between Macroscopic Level Observations and Microscopic Level Theories // *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching*. — Springer Netherlands, 2013. — dec. — P. 129–156. — URL: https://doi.org/10.1007/978-94-007-7654-8_5.
4. Čorović Selma, Mahnič-Kalamiza Samo, Miklavčič Damijan. Education on electrical phenomena involved in electroporation-based therapies and treatments: a blended learning approach // *BioMedical Engineering OnLine*. — 2016. — apr. — Vol. 15, no. 1. — URL: <https://doi.org/10.1186/s12938-016-0152-7>.
5. Weaver James C. Electroporation: A general phenomenon for manipulating cells and tissues // *Journal of Cellular Biochemistry*. — 1993. — apr. — Vol. 51, no. 4. — P. 426–435. — URL: <https://doi.org/10.1002/jcb.2400510407>.
6. Electroporation-Based Technologies for Medicine: Principles, Applications, and Challenges / Martin L. Yarmush [et al.] // *Annual Review of Biomedical Engineering*. — 2014. — jul. — Vol. 16, no. 1. — P. 295–320. — URL: <https://doi.org/10.1146/annurev-bioeng-071813-104622>.

7. Electroporation-based applications in biotechnology / T. Kotnik [et al.] // Trends in biotechnology. — 2015. — aug. — Vol. 33, no. 8. — P. 480–488. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2015.06.002>.
8. Preston Ch. M., Hubber P. J., Xu L. Teaching about electricity in primary school multimodality and variation theory as analytical lenses // Research in science education. — 2022. — mar. — URL: <https://doi.org/10.1007/s11165-022-10047-9>.
9. Başer Mustafa, Ömer Geban. Effect of instruction based on conceptual change activities on students' understanding of static electricity concepts // Research in Science & Technological Education. — 2007. — apr. — Vol. 25, no. 2. — P. 243–267. — URL: <https://doi.org/10.1080/02635140701250857>.
10. Benseghir A., Closset J.-L. The electrostatics-electrokinetics transition: historical and educational difficulties // International Journal of Science Education. — 1996. — mar. — Vol. 18, no. 2. — P. 179–191. — URL: <https://doi.org/10.1080/0950069960180204>.
11. Borges A. T., Gilbert J. K. Mental models of electricity // International Journal of Science Education. — 1999. — jan. — Vol. 21, no. 1. — P. 95–117. — URL: <https://doi.org/10.1080/095006999290859>.
12. Chambers Sh. K., Andre Th. Gender, prior knowledge, interest, and experience in electricity and conceptual change text manipulations in learning about direct current // Journal of Research in Science Teaching. — 1997. — feb. — Vol. 34, no. 2. — P. 107–123. — URL: [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1098-2736\(199702\)34:2<107::aid-tea2>3.0.co;2-x](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-2736(199702)34:2<107::aid-tea2>3.0.co;2-x).
13. Cohen R., Eylon B., Ganiel U. Potential difference and current in simple electric circuits: A study of students' concepts // American Journal of Physics. — 1983. — may. — Vol. 51, no. 5. — P. 407–412. — URL: <https://doi.org/10.1119/1.13226>.
14. Dupin J.-J., Johsua S. Conceptions of french pupils concerning electric circuits: Structure and evolution // Journal of Research in Science Teaching. — 1987. — dec. — Vol. 24, no. 9. — P. 791–806. — URL: <https://doi.org/10.1002/tea.3660240903>.
15. Eylon B.-Sh., Ganiel† U. Macro-micro relationships: the missing link between electrostatics and electrodynamics in students' reasoning // International Journal of Science Education. — 1990. — jan. — Vol. 12, no. 1. — P. 79–94. — URL: <https://doi.org/10.1080/0950069900120107>.
16. Park Jongwon. Analysis of students' processes of confirmation and falsification of their prior ideas about electrostatics // International Journal of Science Education. — 2001. — dec. — Vol. 23, no. 12. — P. 1219–1236. — URL: <https://doi.org/10.1080/09500690110049097>.
17. Shepardson D. P., Moje E. B. The role of anomalous data in restructuring fourth graders' frameworks for understanding electric circuits // International Journal of Science Education. — 1999. — jan. — Vol. 21, no. 1. — P. 77–94. — URL: <https://doi.org/10.1080/095006999290840>.
18. The pupils' view of electricity / J. Solomon [et al.] // European Journal of Science Education. — 1985. — jul. — Vol. 7, no. 3. — P. 281–294. — URL: <https://doi.org/10.1080/0140528850070306>.

19. Stocklmayer S. M., Treagust D. F. Images of electricity: how do novices and experts model electric current? // *International Journal of Science Education*. — 1996. — mar. — Vol. 18, no. 2. — P. 163–178. — URL: <https://doi.org/10.1080/0950069960180203>.
20. Qualter A. A Source of Power: young children's understanding of where electricity comes from // *Research in Science & Technological Education*. — 1995. — nov. — Vol. 13, no. 2. — P. 177–186. — URL: <https://doi.org/10.1080/0263514950130207>.
21. Breukelen Dave Van, Meel Adrianus Van, Vries Marc De. Teaching strategies to promote concept learning by design challenges // *Research in Science & Technological Education*. — 2017. — jul. — Vol. 35, no. 3. — P. 368–390. — URL: <https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1336707>.
22. Besson Ugo. Some features of causal reasoning: common sense and physics teaching // *Research in Science & Technological Education*. — 2004. — may. — Vol. 22, no. 1. — P. 113–124. — URL: <https://doi.org/10.1080/0263514042000187575>.
23. Zeitoun H. H. Teaching Scientific Analogies: a proposed model // *Research in Science & Technological Education*. — 1984. — jan. — Vol. 2, no. 2. — P. 107–125. — URL: <https://doi.org/10.1080/0263514840020203>.
24. Doornekamp B. G. Designing Teaching Materials for Learning Problem Solving in Technology Education // *Research in Science & Technological Education*. — 2001. — may. — Vol. 19, no. 1. — P. 25–38. — URL: <https://doi.org/10.1080/02635140120046204>.
25. Siam J., Abdo A. Effects of inquiry, computer simulation, and cooperation with intergroup competition on electrical engineering students // *Research in Science & Technological Education*. — 2019. — jul. — Vol. 38, no. 4. — P. 439–462. — URL: <https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1643299>.
26. Evaluating the impact of a facilitated learning community approach to professional development on teacher practice and student achievement / Y. Doppelt [et al.] // *Research in Science & Technological Education*. — 2009. — sep. — Vol. 27, no. 3. — P. 339–354. — URL: <https://doi.org/10.1080/02635140903166026>.
27. Никифоров Г. Г., Пентин А. Ю., Попова Г. М. Методика изучения физики в основной школе на базе естественнонаучного метода познания и самостоятельных экспериментальных исследований учащихся (на примере раздела “Электрические явления” 8 класс) // *Физика в школе*. — 2018. — № 8. — С. 3–12.
28. Ермакова Д. А. Решение интерактивных задач по физике как интеллектуальное приключение // В сборнике: *Наука и инновации в современном мире* / Под ред. А. С. Старун. — С. 54–57.
29. Аминев М. В., Искандеров Н. Ф. Изучение курса физики основной школы укрупненными дидактическими единицами в условиях домашнего обучения (на примере изучения темы “Электрические явления”) // В сборнике: *Методология и методика формирования научных понятий у учащихся школ и студентов вузов. Усовские чтения*. — Челябинский государственный педагогический университет. — С. 163–167.
30. Марданшина А. Р. Разработка практико-ориентированных задач как средство формирования и развития функциональной грамотности учащихся на уроках физики // *Современная школа России. Вопросы модернизации*. — 2021. — № 2 (35). — С. 41–43.

31. Методика использования метода аналогии при изучении электрического взаимодействия на занятиях по физике / Х. К. Абдрахманова [и др.] // Знание. — 2018. — № 5-3 (57). — С. 37–44.
32. Прояненко Л. А., Ядыкина Л. М. Формирование системы знаний о физических явлениях в 8-9 классах // Школа будущего. — 2008. — С. 25–32.
33. Ларченкова Л. А., Ляпцев А. В. Ошибки формального применения закона сохранения энергии в задачах по электростатике // Физическое образование в ВУЗах. — 2022. — Т. 28, № 1. — С. 22–35.
34. Бабаев В. С., Сегаль И. Ф. Решаемость задач с избыточными данными по теме “Электростатика” // Современное образование: содержание, технологии, качество. — 2020. — Т. 1. — С. 386–389.
35. Юркин В. М. Методика решения олимпиадных задач по физике в средней школе по теме “Электростатика” // В сборнике: Актуальные проблемы преподавания физики в школе и вузе. — С. 136–141.
36. Савченко Е. В., Довгаленко В. В., Мирошниченко Е. В. Основные методы решения физических задач раздела «Электростатика» // Перспективы науки. — 2020. — № 1 (124). — С. 154–156.
37. Соболев С. В., Кутуев А. Н. Нестандартные задачи по электростатике как средство углубления знаний по предмету // Физика в школе. — 2019. — № 6. — С. 51–56.
38. Летяго В. А. О некоторых задачах электростатики в общем курсе физики // Теория и методика обучения математике, физике, информатике. — 2012. — Т. 10, № 2 (27). — С. 184–192.
39. Карпасюк В. К. Методика наглядного решения качественных задач электростатики с помощью анализа кривизны силовых линий и эквипотенциалей // Наука и школа. — 2005. — № 6. — С. 56–57.
40. Azaiza I., Bar V., Galili I. Learning electricity in elementary school // International Journal of Science and Mathematics Education. — 2006. — mar. — Vol. 4, no. 1. — P. 45–71. — URL: <https://doi.org/10.1007/s10763-004-6826-9>.
41. Pupils' explanations of natural phenomena and their relationship to electricity / I. Azaiza [et al.] // Creative Education. — 2012. — Vol. 03, no. 08. — P. 1354–1365. — URL: <https://doi.org/10.4236/ce.2012.38198>.

Сведения об авторах:

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

E-mail: anna_borisova1999@mail.ru

ORCID iD  0000-0001-9302-3604

Web of Science ResearcherID  AAX-7695-2021

Investigation of the features of teaching physics in a technical college

A. S. Borisova 

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted February 24, 2022

Resubmitted February 25, 2022

Published March 5, 2022

Abstract. The methods of teaching physics in a technical college are considered, based on a combination of group and individual forms of work used in the study of physical phenomena and processes in a physics course in a technical college. During the pedagogical experiment, it was noted that the use of electronic educational resources in physics lessons helps to improve the assimilation of theoretical material in physics due to the greater visibility of the presentation of material in physics. The activity of the students of the experimental group was activated due to the use of critical thinking technology in the study of theoretical material in physics classes, and for the development of communication skills, a mutual survey of students was used when checking homework in physics.

Keywords: physics, physics lesson, pedagogical experiment, modern teaching methods, visualization, use of electronic educational resources, critical thinking technology

PACS: 01.40.-d

References

1. Ramez-Cano Jimmy W., Penagos William Manuel Mora. Educational tool for the qualitative analysis of electric field phenomenon // *Indian Journal of Science and Technology*. — 2018. — may. — Vol. 11, no. 18. — P. 1–4. — URL: <https://doi.org/10.17485/ijst/2018/v11i18/119158>.
2. Kuhlenkamp Jörn, Klems Markus, Röss Oliver. Benchmarking scalability and elasticity of distributed database systems // *Proceedings of the VLDB Endowment*. — 2014. — aug. — Vol. 7, no. 12. — P. 1219–1230. — URL: <https://doi.org/10.14778/2732977.2732995>.
3. Guisasola Jenaro. Teaching and Learning Electricity: The Relations Between Macroscopic Level Observations and Microscopic Level Theories // *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching*. — Springer Netherlands, 2013. — dec. — P. 129–156. — URL: https://doi.org/10.1007/978-94-007-7654-8_5.
4. Čorović Selma, Mahnič-Kalamiza Samo, Miklavčič Damijan. Education on electrical phenomena involved in electroporation-based therapies and treatments: a blended learning approach // *BioMedical Engineering OnLine*. — 2016. — apr. — Vol. 15, no. 1. — URL: <https://doi.org/10.1186/s12938-016-0152-7>.
5. Weaver James C. Electroporation: A general phenomenon for manipulating cells and tissues // *Journal of Cellular Biochemistry*. — 1993. — apr. — Vol. 51, no. 4. — P. 426–435. — URL: <https://doi.org/10.1002/jcb.2400510407>.

6. Electroporation-Based Technologies for Medicine: Principles, Applications, and Challenges / Martin L. Yarmush [et al.] // *Annual Review of Biomedical Engineering*. — 2014. — jul. — Vol. 16, no. 1. — P. 295–320. — URL: <https://doi.org/10.1146/annurev-bioeng-071813-104622>.
7. Electroporation-based applications in biotechnology / T. Kotnik [et al.] // *Trends in biotechnology*. — 2015. — aug. — Vol. 33, no. 8. — P. 480–488. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2015.06.002>.
8. Preston Ch. M., Hubber P. J., Xu L. Teaching about electricity in primary school multimodality and variation theory as analytical lenses // *Research in science education*. — 2022. — mar. — URL: <https://doi.org/10.1007/s11165-022-10047-9>.
9. Başer Mustafa, Ömer Geban. Effect of instruction based on conceptual change activities on students' understanding of static electricity concepts // *Research in Science & Technological Education*. — 2007. — apr. — Vol. 25, no. 2. — P. 243–267. — URL: <https://doi.org/10.1080/02635140701250857>.
10. Benseghir A., Closset J.-L. The electrostatics-electrokinetics transition: historical and educational difficulties // *International Journal of Science Education*. — 1996. — mar. — Vol. 18, no. 2. — P. 179–191. — URL: <https://doi.org/10.1080/0950069960180204>.
11. Borges A. T., Gilbert J. K. Mental models of electricity // *International Journal of Science Education*. — 1999. — jan. — Vol. 21, no. 1. — P. 95–117. — URL: <https://doi.org/10.1080/095006999290859>.
12. Chambers Sh. K., Andre Th. Gender, prior knowledge, interest, and experience in electricity and conceptual change text manipulations in learning about direct current // *Journal of Research in Science Teaching*. — 1997. — feb. — Vol. 34, no. 2. — P. 107–123. — URL: [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1098-2736\(199702\)34:2<107::aid-tea2>3.0.co;2-x](https://doi.org/10.1002/(sici)1098-2736(199702)34:2<107::aid-tea2>3.0.co;2-x).
13. Cohen R., Eylon B., Ganiel U. Potential difference and current in simple electric circuits: A study of students' concepts // *American Journal of Physics*. — 1983. — may. — Vol. 51, no. 5. — P. 407–412. — URL: <https://doi.org/10.1119/1.13226>.
14. Dupin J.-J., Johsua S. Conceptions of french pupils concerning electric circuits: Structure and evolution // *Journal of Research in Science Teaching*. — 1987. — dec. — Vol. 24, no. 9. — P. 791–806. — URL: <https://doi.org/10.1002/tea.3660240903>.
15. Eylon B.-Sh., Ganiel† U. Macro-micro relationships: the missing link between electrostatics and electrodynamics in students' reasoning // *International Journal of Science Education*. — 1990. — jan. — Vol. 12, no. 1. — P. 79–94. — URL: <https://doi.org/10.1080/0950069900120107>.
16. Park Jongwon. Analysis of students' processes of confirmation and falsification of their prior ideas about electrostatics // *International Journal of Science Education*. — 2001. — dec. — Vol. 23, no. 12. — P. 1219–1236. — URL: <https://doi.org/10.1080/09500690110049097>.
17. Shepardson D. P., Moje E. B. The role of anomalous data in restructuring fourth graders' frameworks for understanding electric circuits // *International Journal of Science Education*. — 1999. — jan. — Vol. 21, no. 1. — P. 77–94. — URL: <https://doi.org/10.1080/095006999290840>.


18. The pupils' view of electricity / J. Solomon [et al.] // *European Journal of Science Education*. — 1985. — jul. — Vol. 7, no. 3. — P. 281–294. — URL: <https://doi.org/10.1080/0140528850070306>.
19. Stocklmayer S. M., Treagust D. F. Images of electricity: how do novices and experts model electric current? // *International Journal of Science Education*. — 1996. — mar. — Vol. 18, no. 2. — P. 163–178. — URL: <https://doi.org/10.1080/0950069960180203>.
20. Qualter A. A Source of Power: young children's understanding of where electricity comes from // *Research in Science & Technological Education*. — 1995. — nov. — Vol. 13, no. 2. — P. 177–186. — URL: <https://doi.org/10.1080/0263514950130207>.
21. Breukelen Dave Van, Meel Adrianus Van, Vries Marc De. Teaching strategies to promote concept learning by design challenges // *Research in Science & Technological Education*. — 2017. — jul. — Vol. 35, no. 3. — P. 368–390. — URL: <https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1336707>.
22. Besson Ugo. Some features of causal reasoning: common sense and physics teaching // *Research in Science & Technological Education*. — 2004. — may. — Vol. 22, no. 1. — P. 113–124. — URL: <https://doi.org/10.1080/0263514042000187575>.
23. Zeitoun H. H. Teaching Scientific Analogies: a proposed model // *Research in Science & Technological Education*. — 1984. — jan. — Vol. 2, no. 2. — P. 107–125. — URL: <https://doi.org/10.1080/0263514840020203>.
24. Doornekamp B. G. Designing Teaching Materials for Learning Problem Solving in Technology Education // *Research in Science & Technological Education*. — 2001. — may. — Vol. 19, no. 1. — P. 25–38. — URL: <https://doi.org/10.1080/02635140120046204>.
25. Siam J., Abdo A. Effects of inquiry, computer simulation, and cooperation with intergroup competition on electrical engineering students // *Research in Science & Technological Education*. — 2019. — jul. — Vol. 38, no. 4. — P. 439–462. — URL: <https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1643299>.
26. Evaluating the impact of a facilitated learning community approach to professional development on teacher practice and student achievement / Y. Doppelt [et al.] // *Research in Science & Technological Education*. — 2009. — sep. — Vol. 27, no. 3. — P. 339–354. — URL: <https://doi.org/10.1080/02635140903166026>.
27. Azaiza I., Bar V., Galili I. Learning electricity in elementary school // *International Journal of Science and Mathematics Education*. — 2006. — mar. — Vol. 4, no. 1. — P. 45–71. — URL: <https://doi.org/10.1007/s10763-004-6826-9>.
28. Pupils' explanations of natural phenomena and their relationship to electricity / I. Azaiza [et al.] // *Creative Education*. — 2012. — Vol. 03, no. 08. — P. 1354–1365. — URL: <https://doi.org/10.4236/ce.2012.38198>.
29. Nikiforov G. G., Pentin A. Yu., Popova G. M. Methodology for studying physics in primary school based on the natural science method of cognition and independent experimental research of students (on the example of the section “Electrical Phenomena” Grade 8) // *Physics at school*. — 2018. — no. 8. — P. 3–12.


30. Ermakova D. A. Solving interactive physics problems as an intellectual adventure // In the proceedings: Science and innovation in the modern world / Ed. by A. S. Starun. — P. 54–57.
31. Aminev M. V., Iskanderov N. F. Studying the physics course of the basic school with enlarged didactic units in the conditions of home schooling (on the example of studying the topic “Electrical phenomena”) // In the proceedings: Methodology and methodology for the formation of scientific concepts among schoolchildren and university students. Usovsky readings. — Chelyabinsk State Pedagogical University. — P. 163–167.
32. Mardanshina A. R. Development of practice-oriented tasks as a means of forming and developing the functional literacy of students in physics lessons // Modern School of Russia. Modernization issues. — 2021. — no. 2 (35). — P. 41–43.
33. Method of using the analogy method in the study of electrical interaction in physics classes / X. K. Abdrakhmanova [et al.] // Knowledge. — 2018. — no. 5-3 (57). — P. 37–44.
34. Proyanenkova L. A., Yadykina L. M. Formation of a system of knowledge about physical phenomena in grades 8-9 // School of the future. — 2008. — P. 25–32.
35. Larchenkova L. A., Lyaptsev A. V. Errors in the formal application of the law of conservation of energy in problems of electrostatics // Physical education in universities. — 2022. — Vol. 28, no. 1. — P. 22–35.
36. Babaev V. S., Segal I. F. Solvability of problems with redundant data on the topic “Electrostatics” // Modern education: content, technology, quality. — 2020. — Vol. 1. — P. 386–389.
37. Yurkin V. M. Methodology for solving Olympiad problems in physics in high school on the topic “Electrostatics” // In the proceedings: Actual problems of teaching physics at school and university. — P. 136–141.
38. Savchenko E. V., Dovgalenko V. V., Miroshnichenko E. V. Basic methods for solving physical problems of the section “Electrostatics” // Prospects of Science. — 2020. — no. 1 (124). — P. 154–156.
39. Sobolev C. V., Kutuev A. N. Non-standard tasks in electrostatics as a means of deepening knowledge on the subject // Physics at school. — 2019. — no. 6. — P. 51–56.
40. Letyago V. A. On some problems of electrostatics in the general course of physics // Theory and methods of teaching mathematics, physics, computer science. — 2012. — Vol. 10, no. 2 (27). — P. 184–192.
41. Karpasyuk V. K. Methodology for visually solving qualitative problems of electrostatics by analyzing the curvature of field lines and equipotentials // Science and school. — 2005. — no. 6. — P. 56–57.

Information about authors:

Anna Sergeevna Borisova — student of the Faculty of Physics, Mathematics and Technological Education of the Ulyanovsk State Pedagogical University, Ulyanovsk, Russia.

E-mail: anna_borisova1999@mail.ru

ORCID iD  0000-0001-9302-3604

Web of Science ResearcherID  AAX-7695-2021