

Научная статья
УДК 372.853
ББК 74.262.23
ГРНТИ 14.25.09
ВАК 5.8.2.
PACS 01.40.-d
OCIS 000.2060
MSC 00A79

Результаты апробации методики преподавания темы по адиабатическому процессу и первому началу термодинамики

П. П. Карасева  ¹

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

Поступила в редакцию 22 апреля 2025 года

После переработки 24 апреля 2025 года

Опубликована 14 июня 2025 года

Аннотация. Описаны особенности апробации методики преподавания темы, связанной с изучением адиабатического процесса и первого начала термодинамики в общеобразовательной школе. Показано, что методика преподавания способствует углублённому пониманию физического смысла первого начала термодинамики и адиабатического процесса, формированию познавательного интереса к изучению термодинамики в общеобразовательной школе. Представлены результаты педагогического эксперимента по апробации методики преподавания темы по адиабатическому процессу и первому началу термодинамики в общеобразовательной школе. В ходе педагогического эксперимента получены положительные результаты апробации методики преподавания адиабатического процесса и первого начала термодинамики в общеобразовательной школе. Апробированная методика показала эффективность в повышении успеваемости учащихся за счёт лучшего понимания абстрактных понятий термодинамики.

Ключевые слова: физика, термодинамика, первое начало термодинамики, адиабатический процесс, методика, педагогический эксперимент

Введение

В условиях возрастающей роли физического образования необходимы инновационные методики, способствующие более глубокому усвоению сложных физических концепций. Термодинамика является фундаментальным разделом физики, изучение которого в общеобразовательной школе вызывает у учащихся значительные трудности. Особенно сложными темами термодинамики в курсе физики для понимания обучающимися являются адиабатический процесс и первое начало термодинамики.

Целью работы является апробация методики преподавания темы по адиабатическому процессу и первому началу термодинамики в курсе физики, направленной на повышение уровня усвоения материала учащимися.

Задачи исследования можно сформулировать следующим образом:

¹E-mail: karassiic1407@mail.ru

1. провести анализ литературы по существующим методикам преподавания термодинамики в курсе физики,
2. разработать авторскую методику преподавания термодинамики в курсе физики старшей школы, включающую интерактивные и наглядные элементы обучения термодинамике,
3. оценить эффективность предложенной методики преподавания термодинамики в курсе физики старшей школы в условиях реального учебного процесса.

Объектом исследования является процесс обучения физике в старшей школе.

Предметом исследования является методика преподавания адиабатического процесса и первого начала термодинамики в курсе физики старшей школы.

Методами исследования являются анализ научной литературы, педагогический эксперимент, статистические методы для обработки результатов педагогического эксперимента. Материалы исследования включают в себя учебные программы и учебники по физике для старших классов общеобразовательной школы, результаты учащихся на проверочных работах по физике.

Научная новизна исследования заключается в том, что предложена авторская методика преподавания термодинамики с применением современных интерактивных технологий в курсе физики старшей школы.

Гипотеза научного исследования заключается в том, что если применять предложенную методику преподавания темы по адиабатическому процессу и первому началу термодинамики, то повысится уровень обученности учащимися на проверочных работах по физике.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что исследование дополняет педагогическую науку новыми подходами к преподаванию термодинамики, расширяет методическую базу для учителей физики. Практическая значимость исследования заключается в том, что разработанная методика может быть использована учителями для повышения эффективности обучения, а также адаптирована для других разделов физики.

Обзор

Эффективное преподавание адиабатического процесса и первого закона термодинамики требует многогранного подхода, который устраняет распространенные заблуждения студентов и объединяет как теоретические, так и практические элементы. Студенты часто испытывают трудности с различием между теплом, работой, температурой и внутренней энергией, что приводит к трудностям в применении первого закона к адиабатическим процессам [1, 2]. В статье [1] первый закон термодинамики был использован для объяснения адиабатических процессов сжатия идеального газа и для объяснения повышения температуры в процессе сжатия. В статье [1] приводятся реальные примеры для обучения первому закону термодинамики и адиабатическим процессам, подчёркивая их практическое применение. Демонстрации, такие как баллончик с лаком для волос и пожарный шприц, иллюстрируют, как работа влияет на внутреннюю энергию и изменения температуры. Эти примеры вызывают обсуждение и помогают студентам понять контринтуитивную природу работы в термодинамике, выходя за рамки закона идеального газа. Рабочие листы с концептуальными вопросами ещё больше укрепляют понимание, делая принципы актуальными и значимыми для студентов [1]. Для решения этих проблем преподаватели могут использовать реальные примеры и практические семинары. Например, Чанг предлагает использовать демонстрации в классе для иллюстрации независимости тепла и работы как методов передачи энергии, помогая студентам понять, что одного закона идеального газа недостаточно для анализа

термодинамических процессов [1]. В статье [2] сообщается об исследовании понимания студентами первого закона термодинамики и их неспособности применить концепцию работы для учёта изменения температуры в адиабатическом процессе. В статье [2] обсуждаются последствия для обучения теплофизике, подчёркивая необходимость методов обучения, которые проясняют связь между первым законом термодинамики и адиабатическими процессами. В статье [2] предлагается устранить неправильные представления студентов о тепле, температуре, работе и внутренней энергии. Включение практических занятий, визуальных моделей и приложений в реальном мире может помочь студентам лучше понять эти концепции. Кроме того, укрепление связей между механикой и термодинамикой может улучшить понимание работы в тепловых процессах, в конечном итоге улучшая понимание студентов. Аналогичным образом, Миллс и другие авторы описывают семинар с использованием шприцевого устройства для визуализации передачи энергии во время адиабатического и изотермического сжатия, что помогает студентам в разработке механической интерпретации этих процессов [3]. В работе [3] представлен практикум, в котором используется самодельное устройство для освещения концепций тепла, работы, передачи энергии и термодинамического пути, что подходит для студентов, изучающих общую химию. В практикуме используется самодельное устройство со шприцем для обучения адиабатическим процессам и первому закону термодинамики. Сначала студенты наблюдают макроскопические эффекты, быстро сжимая газ, отмечая повышение температуры, что имитирует адиабатическое сжатие. Затем они выполняют изотермическое сжатие, медленно нажимая на поршень, что позволяет достичь температурного равновесия. Благодаря групповым обсуждениям и презентациям студенты развивают последовательное микроскопическое понимание передачи энергии, улучшая свое понимание термодинамических принципов в практической, совместной учебной среде. Этот практический опыт имеет решающее значение для преодоления разрыва между макроскопическими наблюдениями и микроскопическими объяснениями. Кроме того, понимание математических соотношений, таких как адиабатическое условие $TV^{\gamma-1} = const$ и проделанная работа $W = nC_V\Delta T$, необходимо для того, чтобы студенты могли понять количественные аспекты адиабатических процессов [4]. Для эффективного преподавания этой темы используйте наглядные пособия для иллюстрации концепции адиабатического расширения и её влияния на температуру и давление. Включите практические эксперименты, демонстрирующие адиабатические процессы, например, использование газа в поршне. Кроме того, свяжите первый закон термодинамики с реальными приложениями для улучшения понимания и вовлечённости. В работе [5] обсуждается первый закон термодинамики и адиабатические процессы, иллюстрируя концепции с помощью математических выражений и практических примеров. Первый закон термодинамики описывает теплообмен и работу, определяя внутреннюю энергию, теплоемкость и энтальпию. В работе [5] обсуждаются изменения энтальпии во время реакций и фазовых переходов, а также вводится скрытая и явная теплота. Для преподавания этих тем преподаватели могут использовать наглядные пособия для демонстрации сохранения энергии в изолированных системах, проводить эксперименты, моделирующие адиабатические процессы, и связывать их с реальными явлениями, такими как градиенты атмосферного давления. Вовлечение студентов в упражнения по решению задач, включающие теплообмен и работу, также может улучшить понимание этих фундаментальных термодинамических принципов. Объединяя теоретические инструкции с практическими демонстрациями и устраняя распространённые заблуждения, преподаватели могут улучшить понимание студентами первого закона термодинамики и адиабатических процессов.

В работе [6] анализируется интерпретация процесса адиабатического изменения на основе первого закона термодинамики, а также важность эффектов изменения темпе-

ратуры для атмосферных процессов позволила учёным разработать новые объяснения для известных явлений, которые превосходят старые объяснения. В работе [6] подчёркивается важность графических методов, улучшенных таблиц адиабатических изменений температуры и наблюдательного материала с подъёмов на воздушных шарах и наблюдений в горах как эффективных инструментов, используемых ранними учёными. Эти методы могут служить основой для обучения, подчёркивая практические приложения и реальные наблюдения для улучшения понимания концепций.

В статье [7] рассматриваются экспериментальные основы первого закона термодинамики и связанные с ними операциональные определения, а также оценивается альтернативная формулировка первого закона с адиабатической работой. В статье [7] представлена альтернативная формулировка с адиабатической работой и новые математические выражения для необратимой работы в адиабатических процессах, которые могут служить основополагающим содержанием для обучения. Использование графических сравнений необратимой работы с обратимыми пределами и операциональными определениями может улучшить понимание в образовательном контексте.

В работе [8] первый закон термодинамики был использован для вывода критериев равновесия в случае одноагентной установки. В работе [8] обсуждается первый закон термодинамики, который связывает внутреннюю энергию, тепло и работу, обеспечивая основу для обучения адиабатическим процессам. Эффективные методы включают использование наглядных пособий для иллюстрации передачи энергии, проведение экспериментов для демонстрации адиабатического расширения и сжатия и использование моделирования для визуализации концепций. Кроме того, интеграция реальных приложений может улучшить понимание, в то время как обсуждения критериев равновесия, выведенных из первого закона, могут углубить понимание термодинамических принципов.

В работе [9] рассматривается затухающий гармонический осциллятор в рамках термодинамики, и раскрывается необходимость немеханической переменной состояния, чтобы можно было анализировать термомеханические системы, создавая концептуальную связь между классической механикой и термодинамикой. В работе [9] подчёркивается важность понимания характеристик термодинамических систем, таких как закрытые и адиабатические системы, и взаимосвязи между изменениями энергии и внешними силами. Использование практических примеров, таких как затухающие гармонические осцилляторы, может помочь эффективно проиллюстрировать эти концепции в контексте обучения.

В работе [10] обсуждаются концепция внутренней энергии, передача энергии, первый закон термодинамики и некоторые приложения первого закона термодинамики. Первый закон термодинамики выражает общий принцип сохранения энергии. Согласно этому закону, передача энергии в систему или из неё посредством теплоты или работы может изменить внутреннюю энергию системы.

В работе [11] обсуждается энергия в её различных формах в контексте первого закона термодинамики, а также объясняется разница между передачей работы и теплопередачей, а также иллюстрируется работа движущейся границы, зависящая от пути.

В работе [12] определяются три закона передачи тепла и его преобразования в механическую работу и наоборот, а также определяют абсолютный минимум энтропии для некоторых систем.

Результаты педагогического эксперимента

Педагогический эксперимент проводился в муниципальном бюджетном общеобразовательном учреждении «Средняя школа № 21», расположенной на улице Тимирязева города Ульяновска, в период с 25 ноября 2024 года по 31 декабря 2024 года. В каче-

стве экспериментальной группы был выбран 10 А класс. Ученики 10 А класса изучают физику на углубленном уровне. В процессе обучения физике используются следующие средства обучения: компьютер, мультимедиа проектор, учебник по физике углубленного уровня В. А. Касьянова, сборник задач по физике А. П. Рымкевича. В процессе обучения физике используются следующие методы обучения: эвристическая беседа, объяснение, алгоритм действия, элементы проблемного обучения. В процессе обучения физике используются традиционные фронтальные формы работы с обучающимися при актуализации знаний и обсуждении результатов тестов и заданий. В процессе обучения физике используются следующие групповые формы работы с обучающимися при решении задач и тестов по применению к конкретным физическим ситуациям. В процессе обучения физике используются следующие методы оценивания: текущая устная проверка, самопроверка, взаимооценивание, систематическое наблюдение за поведением обучающихся.

Ученик 1 на входной работе по физике, проведённой 27.11.2024, получил отметку «хорошо». Ученик 1 на самостоятельной работе по физике, проведённой 13.12.2024, получил отметку «хорошо». Ученик 1 на контрольной работе по физике, проведённой 23.12.2024, получил отметку «отлично».

Ученик 2 на входной работе по физике, проведённой 27.11.2024, получил отметку «хорошо». Ученик 2 на самостоятельной работе по физике, проведённой 13.12.2024, получил отметку «удовлетворительно». Ученик 2 на контрольной работе по физике, проведённой 23.12.2024, получил отметку «удовлетворительно».

Ученик 3 на входной работе по физике, проведённой 27.11.2024, получил отметку «отлично». Ученик 3 на самостоятельной работе по физике, проведённой 13.12.2024, получил отметку «отлично». Ученик 3 на контрольной работе по физике, проведённой 23.12.2024, получил отметку «отлично».

Ученик 4 на входной работе по физике, проведённой 27.11.2024, получил отметку «отлично». Ученик 4 на самостоятельной работе по физике, проведённой 13.12.2024, получил отметку «отлично». Ученик 4 на контрольной работе по физике, проведённой 23.12.2024, получил отметку «отлично».

Ученик 5 на входной работе по физике, проведённой 27.11.2024, получил отметку «хорошо». Ученик 5 на самостоятельной работе по физике, проведённой 13.12.2024, получил отметку «отлично». Ученик 5 на контрольной работе по физике, проведённой 23.12.2024, получил отметку «отлично».

Ученик 6 на входной работе по физике, проведённой 27.11.2024, получил отметку «хорошо». Ученик 6 на самостоятельной работе по физике, проведённой 13.12.2024, получил отметку «хорошо». Ученик 6 на контрольной работе по физике, проведённой 23.12.2024, получил отметку «хорошо».

Ученик 7 на входной работе по физике, проведённой 27.11.2024, получил отметку «хорошо». Ученик 7 на самостоятельной работе по физике, проведённой 13.12.2024, получил отметку «отлично». Ученик 7 на контрольной работе по физике, проведённой 23.12.2024, получил отметку «хорошо».

Ученик 8 на входной работе по физике, проведённой 27.11.2024, получил отметку «хорошо». Ученик 8 на самостоятельной работе по физике, проведённой 13.12.2024, получил отметку «удовлетворительно». Ученик 8 на контрольной работе по физике, проведённой 23.12.2024, получил отметку «отлично».

Ученик 9 на входной работе по физике, проведённой 27.11.2024, получил отметку «хорошо». Ученик 9 на самостоятельной работе по физике, проведённой 13.12.2024, получил отметку «удовлетворительно». Ученик 9 на контрольной работе по физике, проведённой 23.12.2024, получил отметку «отлично».

Ученик 10 на входной работе по физике, проведённой 27.11.2024, получил отметку

23.12.2024, получил отметку «отлично».

Ученик 23 на входной работе по физике, проведённой 27.11.2024, получил отметку «отлично». Ученик 23 на самостоятельной работе по физике, проведённой 13.12.2024, получил отметку «хорошо». Ученик 23 на контрольной работе по физике, проведённой 23.12.2024, получил отметку «отлично».

Ученик 24 на входной работе по физике, проведённой 27.11.2024, получил отметку «хорошо». Ученик 24 на самостоятельной работе по физике, проведённой 13.12.2024, получил отметку «неудовлетворительно». Ученик 24 на контрольной работе по физике, проведённой 23.12.2024, получил отметку «хорошо».

Ученик 25 на входной работе по физике, проведённой 27.11.2024, получил отметку «хорошо». Ученик 25 на самостоятельной работе по физике, проведённой 13.12.2024, получил отметку «хорошо». Ученик 25 на контрольной работе по физике, проведённой 23.12.2024, получил отметку «отлично».

Ученик 26 на входной работе по физике, проведённой 27.11.2024, получил отметку «хорошо». Ученик 26 на самостоятельной работе по физике, проведённой 13.12.2024, получил отметку «хорошо». Ученик 26 на контрольной работе по физике, проведённой 23.12.2024, получил отметку «хорошо».

Ученик 27 на входной работе по физике, проведённой 27.11.2024, получил отметку «удовлетворительно». Ученик 27 на самостоятельной работе по физике, проведённой 13.12.2024, получил отметку «хорошо». Ученик 27 на контрольной работе по физике, проведённой 23.12.2024, получил отметку «хорошо».

Ученик 28 на входной работе по физике, проведённой 27.11.2024, получил отметку «хорошо». Ученик 28 на самостоятельной работе по физике, проведённой 13.12.2024, получил отметку «отлично». Ученик 28 на контрольной работе по физике, проведённой 23.12.2024, получил отметку «отлично».

Ученик 29 на входной работе по физике, проведённой 27.11.2024, получил отметку «неудовлетворительно». Ученик 29 на самостоятельной работе по физике, проведённой 13.12.2024, получил отметку «хорошо». Ученик 29 на контрольной работе по физике, проведённой 23.12.2024, получил отметку «удовлетворительно».

Ученик 30 на входной работе по физике, проведённой 27.11.2024, получил отметку «удовлетворительно». Ученик 30 на самостоятельной работе по физике, проведённой 13.12.2024, получил отметку «хорошо». Ученик 30 на контрольной работе по физике, проведённой 23.12.2024, получил отметку «хорошо».

Ученик 31 на входной работе по физике, проведённой 27.11.2024, получил отметку «хорошо». Ученик 31 на самостоятельной работе по физике, проведённой 13.12.2024, получил отметку «хорошо». Ученик 31 на контрольной работе по физике, проведённой 23.12.2024, получил отметку «хорошо».

В результате статистической обработки результатов педагогического эксперимента получено, что абсолютная успеваемость учащихся 10 А класса на входной диагностической работе по физике, проведённой 27.11.2024, составила 96.8 %, что соответствует оптимальному уровню абсолютной успеваемости. Качественная успеваемость учащихся 10 А класса на входной диагностической работе по физике, проведённой 27.11.2024, составила 74.2 %, что соответствует оптимальному уровню качественной успеваемости. Степень обученности учащихся 10 А класса на входной работе по физике, проведённой 27.11.2024, составила 60.8 %, что соответствует допустимому уровню степени обученности учащихся. Высший уровень требований к учащимся 10 А класса на входной работе по физике, проведённой 27.11.2024, составил 60.3 %. Средний уровень требований к учащимся 10 А класса на входной работе по физике, проведённой 27.11.2024, составил 33.9 %. Низший уровень требований к учащимся 10 А класса на входной работе по физике, проведённой 27.11.2024, составил 15.4 %. Среднее арифметическое значение

отметок учащихся 10 А класса на входной работе по физике, проведённой 27.11.2024, равно 3.839 %.

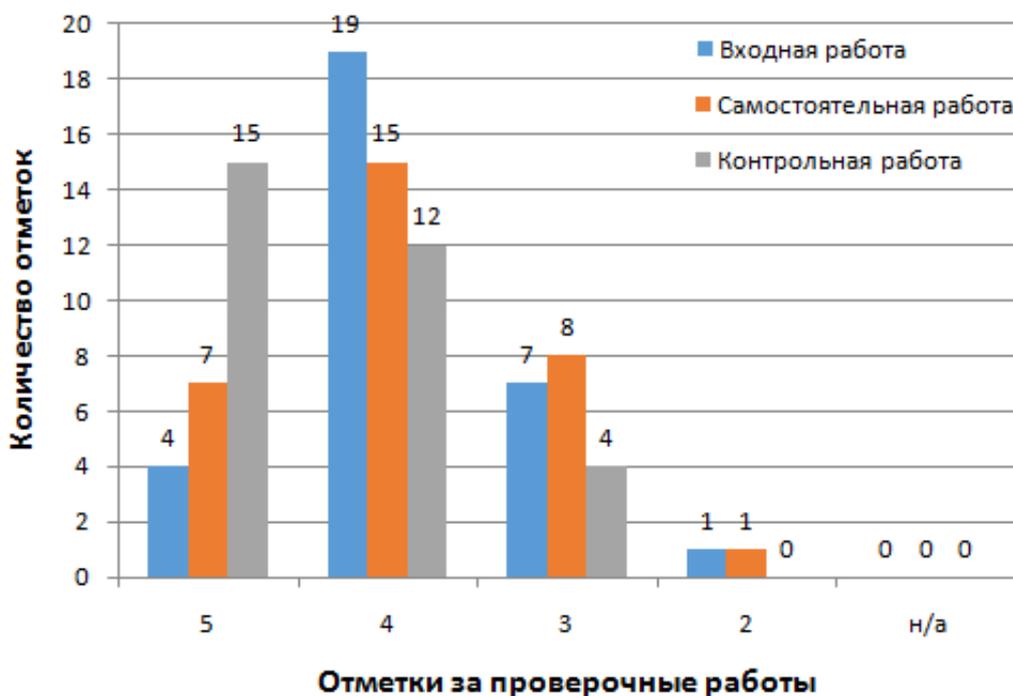


Рис. 1. Количество отметок на проверочных работах по физике.

На рис. 1 изображена гистограмма количества отметок на проверочных работах по физике.

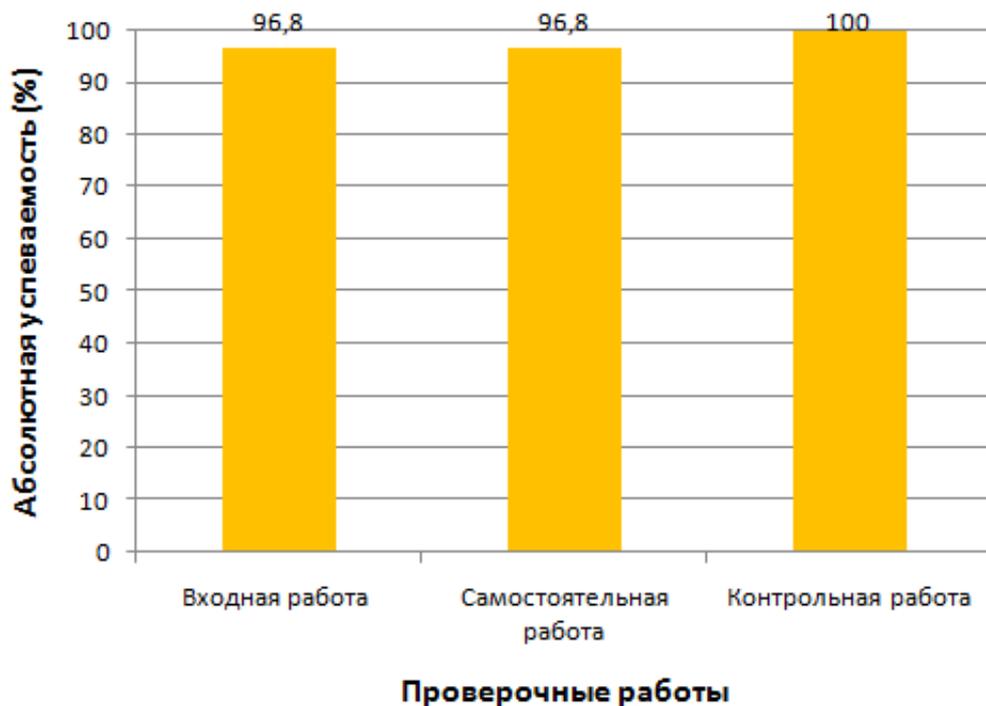


Рис. 2. Абсолютная успеваемость на проверочных работах по физике.

На рис. 2 изображена гистограмма абсолютной успеваемости на проверочных работах по физике.

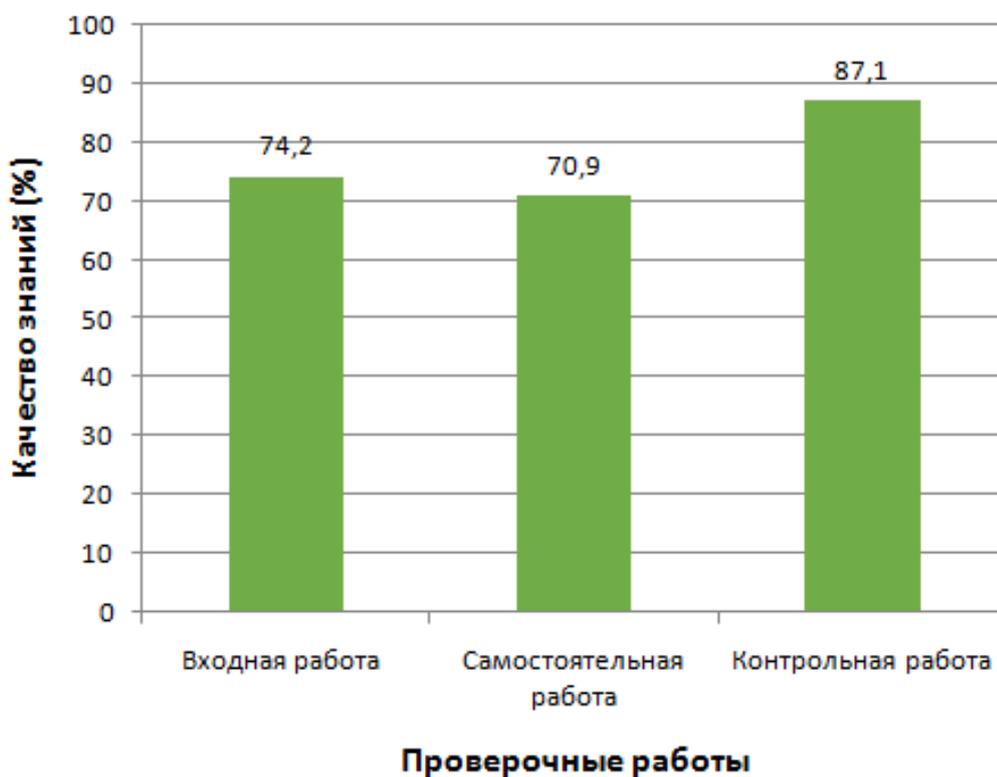


Рис. 3. Качество знаний на проверочных работах по физике.

На рис. 3 изображена гистограмма качества знаний на проверочных работах по физике.

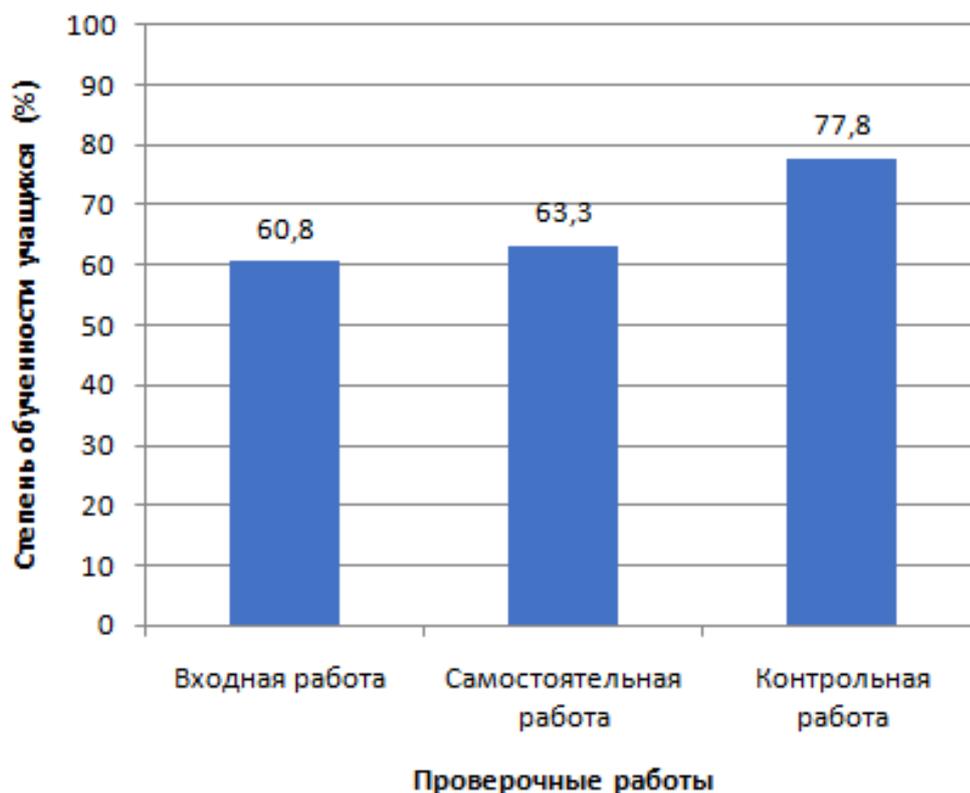


Рис. 4. Степень обученности учащихся на проверочных работах по физике.

На рис. 4 изображена гистограмма степени обученности учащихся на проверочных работах по физике.



Рис. 5. Средний балл отметок учащихся на проверочных работах по физике.

На рис. 5 изображена гистограмма среднего балла отметок учащихся на проверочных работах по физике.

Абсолютная успеваемость учащихся 10 А класса на самостоятельной работе по физике, проведённой 13.12.2024, составила 96.8 %, что соответствует оптимальному уровню абсолютной успеваемости. Качественная успеваемость группы учащихся 10 А класса на самостоятельной работе по физике, проведённой 13.12.2024, составила 70.9 %, что соответствует оптимальному уровню качественной успеваемости. Степень обученности учащихся 10 А класса на самостоятельной работе по физике, проведённой 13.12.2024, составила 63.3 %, что соответствует допустимому уровню степени обученности учащихся. Высший уровень требований к учащимся 10 А класса на самостоятельной работе по физике, проведённой 13.12.2024, составил 62.8 %. Средний уровень требований к учащимся 10 А класса на самостоятельной работе по физике, проведённой 13.12.2024, составил 36.0 %. Низший уровень требований к учащимся 10 А класса на самостоятельной работе по физике, проведённой 13.12.2024, составил 16.9 %. Среднее арифметическое значение отметок учащихся 10 А класса на самостоятельной работе по физике, проведённой 13.12.2024, равно 3.903 %.

Абсолютная успеваемость учащихся 10 А класса на контрольной работе по физике, проведённой 23.12.2024, составила 100 %, что соответствует оптимальному уровню абсолютной успеваемости. Качественная успеваемость учащихся 10 А класса на контрольной работе по физике, проведённой 23.12.2024, составила 87.1 %, что соответствует оптимальному уровню качественной успеваемости. Степень обученности учащихся 10 А класса на контрольной работе по физике, проведённой 23.12.2024, составила 77.8 %, что соответствует оптимальному уровню степени обученности учащихся. Высший уровень требований к учащимся 10 А класса на контрольной работе по физике, проведённой

23.12.2024, составил 77.8%. Средний уровень требований к учащимся 10 А класса на контрольной работе по физике, проведённой 23.12.2024, составил 47.0%. Низший уровень требований к учащимся 10 А класса на контрольной работе по физике, проведённой 23.12.2024, составил 24.1%. Среднее арифметическое значение отметок учащихся 10 А класса на контрольной работе по физике, проведённой 23.12.2024, равно 4.354%.

Проведённый педагогический эксперимент дал положительные результаты.

Заключение

Представленные результаты педагогического эксперимента подтвердили положительные результаты апробации методики преподавания темы по адиабатическому процессу и первому началу термодинамики.

Выводы по работе можно сформулировать следующим образом:

1. в ходе педагогического эксперимента получены положительные результаты апробации методики преподавания адиабатического процесса и первого начала термодинамики в старшей школе,
2. апробированная методика показала эффективность в повышении успеваемости учащихся за счёт лучшего понимания абстрактных понятий термодинамики.

Показано, что разработка эффективной методики преподавания темы, связанной с изучением адиабатического процесса и первого начала термодинамики в старшей школе, способствует углублённому пониманию законов термодинамики, формированию исследовательских навыков и познавательного интереса к изучению физики.

Гипотеза научного исследования, заключающаяся в том, что если применять предложенную методику преподавания темы по адиабатическому процессу и первому началу термодинамики, то повысится уровень обученности учащимися на проверочных работах по физике, подтверждена полностью.

Исследование обогатило методическую базу преподавания термодинамики новыми педагогическими подходами. Методика показала свою применимость в реальных школьных условиях и может быть рекомендована для внедрения в образовательный процесс старшей школы с дальнейшим мониторингом её эффективности. Разработанная методика может быть использована учителями физики для повышения эффективности обучения, а также адаптирована для других разделов физики.

Список использованных источников

1. Chang Wheijen. Teaching the first law of thermodynamics via real-life examples // The physics teacher. — 2011. — mar. — Vol. 49, no. 4. — P. 231–233. — URL: <http://dx.doi.org/10.1119/1.3566034>.
2. Loverude Michael E., Kautz Christian H., Heron Paula R. L. Student understanding of the first law of thermodynamics: relating work to the adiabatic compression of an ideal gas // American journal of physics. — 2002. — feb. — Vol. 70, no. 2. — P. 137–148. — URL: <http://dx.doi.org/10.1119/1.1417532>.
3. Mills Pamela, Sweeney William V., Cieniewicz Waldemar. Experiencing and visualizing the first law of thermodynamics: an in-class workshop // Journal of Chemical Education. — 2001. — oct. — Vol. 78, no. 10. — P. 1360. — URL: <http://dx.doi.org/10.1021/ED078P1360>.
4. Eu Byung Chan, Al-Ghoul Mazen. The first law of thermodynamics // Chemical thermodynamics. — WORLD SCIENTIFIC, 2010. — aug. — P. 31–56. — ISBN: 9789814295123. — URL: http://dx.doi.org/10.1142/9789814295123_0003.

5. Middelburg Jack J. The first law: work, heat and thermochemistry // Thermodynamics and equilibria in Earth system sciences: an introduction. — Springer Nature Switzerland, 2024. — P. 11–25. — ISBN: 9783031534072. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-53407-2_2.
6. Kutzbach Gisela. Early applications of the first law of thermodynamics // The thermal theory of cyclones. — American meteorological society, 1979. — P. 45–62. — ISBN: 9781940033808. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-1-940033-80-8_3.
7. Gislason Eric A., Craig Norman C. First law of thermodynamics; irreversible and reversible processes // Journal of chemical education. — 2002. — feb. — Vol. 79, no. 2. — P. 193. — URL: <http://dx.doi.org/10.1021/ED079P193>.
8. Matsushita Taishi, Mukai Kusuhiko. The first law of thermodynamics // Chemical thermodynamics in materials science. — Springer Singapore, 2018. — P. 17–22. — ISBN: 9789811304057. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-981-13-0405-7_3.
9. Ansermet Jean-Philippe, Brechet Sylvain D. Thermodynamic system and first law // Principles of thermodynamics. — Cambridge University Press, 2018. — dec. — P. 3–25. — ISBN: 9781108426091. — URL: <http://dx.doi.org/10.1017/9781108620932.002>.
10. Radi Hafez A., Rasmussen John O. Heat and the first law of thermodynamics // Principles of physics. — Springer Berlin Heidelberg, 2013. — P. 379–425. — ISBN: 9783642230264. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-23026-4_12.
11. Ting David. The first law of thermodynamics // Thermofluids. — Elsevier, 2022. — P. 85–108. — ISBN: 9780323906265. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-323-90626-5.00019-7>.
12. Bergethon Peter R. Measuring the energy of a system: energetics and the first law of thermodynamics // The physical basis of biochemistry. — Springer New York, 2010. — P. 269–291. — ISBN: 9781441963246. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-6324-6_10.

Сведения об авторах:

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

E-mail: karassiic1407@mail.ru

ORCID iD  0009-0007-7205-0575

Web of Science ResearcherID  LDB-2733-2024

Original article
PACS 01.40.-d
OCIS 000.2060
MSC 00A79

Results of testing the methodology for teaching the topic of adiabatic process and the first law of thermodynamics

P. P. Karaseva 

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted April 22, 2025
Resubmitted April 24, 2025
Published June 14, 2025

Abstract. The features of testing the methodology of teaching the topic related to the study of the adiabatic process and the first law of thermodynamics in a comprehensive school were described. It is shown that the teaching methodology contributes to an in-depth understanding of the physical meaning of the first law of thermodynamics and the adiabatic process, the formation of cognitive interest in the study of thermodynamics in a comprehensive school. The results of the pedagogical experiment on testing the methodology of teaching the topic of the adiabatic process and the first law of thermodynamics in a comprehensive school are presented. During the pedagogical experiment, positive results were obtained in testing the methodology of teaching the adiabatic process and the first law of thermodynamics in a comprehensive school. The tested methodology showed effectiveness in improving students' academic performance due to a better understanding of abstract concepts of thermodynamics.

Keywords: physics, thermodynamics, first law of thermodynamics, adiabatic process, methodology, pedagogical experiment

References

1. Chang Wheijen. Teaching the first law of thermodynamics via real-life examples // The physics teacher. — 2011. — mar. — Vol. 49, no. 4. — P. 231–233. — URL: <http://dx.doi.org/10.1119/1.3566034>.
2. Loverude Michael E., Kautz Christian H., Heron Paula R. L. Student understanding of the first law of thermodynamics: relating work to the adiabatic compression of an ideal gas // American journal of physics. — 2002. — feb. — Vol. 70, no. 2. — P. 137–148. — URL: <http://dx.doi.org/10.1119/1.1417532>.
3. Mills Pamela, Sweeney William V., Cieniewicz Waldemar. Experiencing and visualizing the first law of thermodynamics: an in-class workshop // Journal of Chemical Education. — 2001. — oct. — Vol. 78, no. 10. — P. 1360. — URL: <http://dx.doi.org/10.1021/ED078P1360>.
4. Eu Byung Chan, Al-Ghoul Mazen. The first law of thermodynamics // Chemical thermodynamics. — WORLD SCIENTIFIC, 2010. — aug. — P. 31–56. — ISBN: 9789814295123. — URL: http://dx.doi.org/10.1142/9789814295123_0003.

5. Middelburg Jack J. The first law: work, heat and thermochemistry // Thermodynamics and equilibria in Earth system sciences: an introduction. — Springer Nature Switzerland, 2024. — P. 11–25. — ISBN: 9783031534072. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-53407-2_2.
6. Kutzbach Gisela. Early applications of the first law of thermodynamics // The thermal theory of cyclones. — American meteorological society, 1979. — P. 45–62. — ISBN: 9781940033808. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-1-940033-80-8_3.
7. Gislason Eric A., Craig Norman C. First law of thermodynamics; irreversible and reversible processes // Journal of chemical education. — 2002. — feb. — Vol. 79, no. 2. — P. 193. — URL: <http://dx.doi.org/10.1021/ED079P193>.
8. Matsushita Taishi, Mukai Kusuhiko. The first law of thermodynamics // Chemical thermodynamics in materials science. — Springer Singapore, 2018. — P. 17–22. — ISBN: 9789811304057. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-981-13-0405-7_3.
9. Ansermet Jean-Philippe, Brechet Sylvain D. Thermodynamic system and first law // Principles of thermodynamics. — Cambridge University Press, 2018. — dec. — P. 3–25. — ISBN: 9781108426091. — URL: <http://dx.doi.org/10.1017/9781108620932.002>.
10. Radi Hafez A., Rasmussen John O. Heat and the first law of thermodynamics // Principles of physics. — Springer Berlin Heidelberg, 2013. — P. 379–425. — ISBN: 9783642230264. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-23026-4_12.
11. Ting David. The first law of thermodynamics // Thermofluids. — Elsevier, 2022. — P. 85–108. — ISBN: 9780323906265. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-323-90626-5.00019-7>.
12. Bergethon Peter R. Measuring the energy of a system: energetics and the first law of thermodynamics // The physical basis of biochemistry. — Springer New York, 2010. — P. 269–291. — ISBN: 9781441963246. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-6324-6_10.

Information about authors:

Polina Petrovna Karaseva — 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: karassiic1407@mail.ru

ORCID iD  0009-0007-7205-0575

Web of Science ResearcherID  LDB-2733-2024