

ПРОБЛЕМЫ МЕТОДОЛОГИИ

Оригинальная статья / Original paper

doi:10.17853/1994-5639-2025-5-9-39



Профессиональная подготовка будущих учителей физики на основе погружения в высокотехнологичную образовательную среду

Н.С. Пурешева¹, К.О. Теплякова², Г.М. Чулкова³,
М.Д. Солдатенкова⁴, С.В. Лозовенко⁵

Московский педагогический государственный университет,
Москва, Российская Федерация.

E-mail: ¹npurysheva42@rambler.ru; ²ko.teplyakova@mpgu.su; ³gm.chulkova@mpgu.su;
⁴md.soldatenkova@mpgu.su; ⁵sv.lozovenko@mpgu.su

✉ gm.chulkova@mpgu.su

Аннотация. *Введение.* Повышение качества обучения физике и школьников, и педагогов может быть достигнуто на основе обновленного содержания физического образования и способов его получения, включающих формирование физической картины мира в процессе экспериментальной деятельности с использованием современного высокотехнологичного оборудования. *Цель* исследования – разработка авторской системы подготовки к профессиональной деятельности студентов-физиков на основе их активного погружения в высокотехнологичную образовательную среду, обеспечивающую новый уровень качества высшего педагогического образования в области физики. *Методология, методы и методики.* Методологическими основами исследования являлись синергетический, системный, компетентностный, деятельностный, задачно-модульный подходы. В процессе проведения исследования использовались теоретические (анализ литературы, построение гипотез, моделирование, обобщение и интерпретация результатов и пр.) и экспериментальные (констатирующий и поисковый педагогический эксперимент) методы, для оценки экспериментальной деятельности использовался метод наблюдений, осуществляемый по видеозаписям занятий, проводимых со студентами в аудитории. *Результаты.* Разработан авторский вариант системы подготовки к профессиональной деятельности студентов-физиков, который включает 5 исследовательских модулей, реализуемых во время аудиторных занятий с использованием высокотехнологичных экспериментальных задач (ВТЭЗ); переходный модуль, в котором сочетается аудиторная работа с решением ВТЭЗ, обобщающие теоретические модули с учебными материалами и системой оценки результатов обучения, авторскую модель диагностики образовательных результатов изучения модулей и модель сбора данных по «задачным» действиям. Апробация предложенной авторской методической системы подтвердила ее эффективность. Важной характеристикой предложенных учебных модулей является их относительная автономность, то есть возможность осваивать в разной последовательности. *Научная новизна.* Разработана авторская методическая система обучения физике студентов в условиях активного использования высокотехнологичной образовательной среды, что позволяет повысить мотивацию освоения студентами педагогического вуза закономерностей физических процессов и явлений. *Практическая значимость.* Задачно-модульный подход может быть применен в ходе подготовки студентов пе-

дагогического вуза к профессиональной деятельности при переходе на базовое педагогическое образование в ходе разработки методических систем обучения для различных дисциплин.

Ключевые слова: базовое педагогическое образование, высокотехнологичная образовательная среда, задачно-модульный подход, методическая система обучения физике, учитель физики

Благодарности. Авторы выражают благодарность рецензентам за экспертное мнение и конструктивный подход. Исследование выполнено в рамках Государственного задания Министерства просвещения РФ в 2024 г. по теме «Современный учитель физики: научно-методическое обоснование обновления содержания подготовки студентов-физиков педагогического вуза» (№ 124112100016-7).

Для цитирования: Пурышева Н.С., Теплякова К.О., Чулкова Г.М., Солдатенкова М.Д., Лозовенко С.В. Профессиональная подготовка будущих учителей физики на основе погружения в высокотехнологичную образовательную среду. *Образование и наука*. 2025;27(5):9–39. doi:10.17853/1994-5639-2025-5-9-39

Professional training for future physics teachers through immersion in a high-tech educational environment

N.S. Puryшева¹, K.O. Teplyakova², G.M. Chulkova³,
M.D. Soldatenkova⁴, S.V. Lozovenko⁵

Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russian Federation.

E-mail: ¹npurysheva42@rambler.ru; ²ko.teplyakova@mpgu.su; ³gm.chulkova@mpgu.su;
⁴md.soldatenkova@mpgu.su; ⁵sv.lozovenko@mpgu.su

✉ gm.chulkova@mpgu.su

Abstract. *Introduction.* Improving the quality of physics education for both schoolchildren and teachers can be achieved through an updated curriculum and innovative teaching methods. This approach includes fostering a comprehensive understanding of the physical world through experimental activities that utilise modern high-tech equipment. *Aim.* The present research aims to develop a methodology for preparing physics students for professional activities by actively immersing them in a high-tech educational environment. This approach seeks to enhance the quality of higher education in physics pedagogy. *Methodology and research methods.* The methodological foundations of the study were based on synergistic, systemic, competence-based, activity-oriented, and task-modular approaches. Throughout the study, both theoretical methods (including literature analysis, hypothesis construction, modeling, generalisation, and interpretation of results) and experimental methods (such as confirmatory and exploratory pedagogical experiments) were employed. To evaluate the experimental activities, an observational method was utilised, which involved video recordings of classroom sessions conducted with students. *Results.* The authors developed a system designed to prepare physics students for professional activities, which includes five research modules implemented during classroom sessions through high-tech experimental tasks. Additionally, there is a transitional module that integrates classroom work with the resolution of high-tech experimental tasks, generalising theoretical modules with educational materials and a system for assessing training outcomes. The authors also created a model for diagnosing educational results from the study of these modules, as well as a model for collecting data on “task” actions. The validation of the proposed methodological system confirmed its effectiveness. A significant characteristic of the training modules is their relative autonomy, allowing students to master them in various sequences. *Scientific novelty.* The authors have developed a methodological system for teaching physics that leverages a high-tech educational environment. This approach enhances students’ motivation to understand the laws governing physical processes and phenomena. *Practical significance.* The task-modular approach

can be utilised in preparing students at a pedagogical university for professional activities, particularly when transitioning to foundational pedagogical education while developing teaching systems for various disciplines.

Keywords: basic pedagogical education, high-tech educational environment, task-modular approach, methodological system of teaching physics, physics teacher

Acknowledgements. The authors would like to express their gratitude to the reviewers for their expert opinions and constructive feedback. This study was conducted as part of a state assignment from the Ministry of Education of the Russian Federation in 2024, focusing on the topic: “A Modern Physics Teacher: A Scientific and Methodological Justification for Updating the Curriculum for Physics Students at a Pedagogical University” (No. 124112100016-7).

For citation: Purysheva N.S., Teplyakova K.O., Chulkova G.M., Soldatenkova M.D., Lozovenko S.V. Professional training for future physics teachers through immersion in a high-tech educational environment. *Obrazovanie i nauka = The Education and Science Journal*. 2025;27(5):9–39. doi:10.17853/1994-5639-2025-5-9-39

Введение

Перед педагогическим образованием РФ поставлена задача подготовки учителя будущего, который обладает соответствующими профессиональными компетенциями. Необходимо, чтобы выпускники педагогического вуза смогли как можно быстрее включиться в образовательный процесс школы, а для этого они должны владеть передовыми методиками, содержанием преподаваемой дисциплины и умением организовать исследовательские проекты школьников. Решение этих задач требует существенных изменений как содержания подготовки будущих учителей, так и организации процесса их обучения.

Подготовка эффективного, современного учителя физики имеет особое значение, так как физика – основа новых технологий, которые окружают человека, а молодые люди погружены в них с самого рождения. Но, как показывает анализ процесса обучения физике, и в школе, и в вузе он в основном носит репродуктивный, алгоритмический характер. В результате физика воспринимается учащимися как наука устаревшая, ненужная в жизни и в то же время трудная; качество обучения физике снижается, о чем свидетельствуют результаты международных исследований и итоговой аттестации: число школьников, сдающих ЕГЭ по физике, постоянно уменьшается, инженерно-технические и педагогические вузы получают слабых студентов, в передовой промышленности – кадровый голод, а технологический суверенитет страны труднодостижим.

Мы считаем, что для повышения уровня подготовки студентов по физике и ответа существующим вызовам необходимо создание методической системы обучения физике, основанной на активном погружении обучаемых в современные научные и технологические исследования. Повышение качества обучения физике и школьников, и педагогов-физиков может быть достигнуто в результате обновления содержания физического образования и способов его получения, в частности, путем формирования физической картины мира обу-

чающихся в процессе их экспериментальной деятельности с использованием в том числе современного высокотехнологичного оборудования.

Объектом проведенного исследования является процесс подготовки будущего учителя к обучению физике школьников (к профессиональной деятельности учителя) в высокотехнологичной образовательной среде. Под высокотехнологичной образовательной средой мы понимаем образовательное пространство, насыщенное высокотехнологичным оборудованием, предназначенным не только для презентаций и коммуникаций, но и для проведения реального эксперимента, выполнения проектных заданий, моделирования сложных устройств более простыми и наглядными методами, создания на основе этого оборудования физических задач и других видов активной деятельности студентов, получающих педагогическую профессию.

Предметом исследования является новый подход к подготовке студентов-физиков педагогических вузов к профессиональной деятельности на основе их активного погружения в высокотехнологичную образовательную среду.

Цель исследования – разработка авторской системы подготовки к профессиональной деятельности студентов-физиков педагогических вузов на основе их активного погружения в высокотехнологичную образовательную среду, обеспечивающей новый уровень качества высшего педагогического образования в области физики.

Гипотеза исследования состоит в предположении, что уровень подготовки школьников по физике и уровень профессиональной подготовки учителей физики могут быть повышены, если методика их обучения будет основана на задачной и модульной образовательных технологиях, предполагающих включение обучающихся в исследовательскую экспериментальную деятельность с использованием современного высокотехнологичного оборудования. Показателями уровня подготовки обучающихся служат сформированность у них видов экспериментальной деятельности при работе с высокотехнологичным оборудованием, влияние этой деятельности на уровень их предметных, метапредметных и личностных образовательных результатов.

В процессе проведения исследования необходимо было ответить на следующие **вопросы**, которые, по сути, являются **задачами** исследования:

1. Каково состояние проблемы исследования в педагогической теории и практике?
2. Каковы теоретические основы предлагаемой методики обучения физике школьников и будущих учителей физики?
3. Какой должна быть методика обучения физике школьников и студентов – будущих учителей на начальном этапе ее изучения в вузе, позволяющая повысить уровень их подготовки по физике?

Более частные вопросы касались разработки учебных модулей, требований к экспериментальным задачам, подготовки студентов к работе с учащимися, проведения диагностики, экспериментальной работы.

Базой для проведения исследования является Московский государственный педагогический университет, он один из шести ведущих университетов и первый среди педагогических вузов принимает участие в пилотном проекте, направленном на совершенствование системы высшего образования¹. В 2023 году состоялся первый набор студентов на образовательную программу базового образования по направлению «Физика и информатика». Эти студенты принимали участие в апробации разработанной методики обучения физике на основе эксперимента с высокотехнологичным оборудованием при изучении дисциплины «Элементарная физика». Апробация включала экспериментальное обучение физике студентов и учащихся школ и анализ характера их деятельности в процессе выполнения эксперимента с использованием высокотехнологичного оборудования. Студенты, сразу после изучения конкретного модуля проводили экспериментальное обучение школьников (7–9 классы) по новой методике, выступая в ролях учителя и ассистента учителя. Соответственно, наряду с поисковым исследованием при обучении студентов проводилось поисковое исследование при обучении студентами учащихся.

В исследовании участвовала группа студентов первого курса из 24 человек и группа учащихся основного общего образования из 102 человек (в основном 5–7 классы), что, с одной стороны, представляет собой достаточную референтную выборку, с другой стороны, полученные результаты и выводы в определенной степени **ограничены**, поскольку получены для одного учреждения высшего профессионального образования. Некоторые ограничения использования подходов, методов и результатов исследования в практике связаны с приборной экспериментальной базой образовательных учреждений, но и это ограничение может быть тоже снято, поскольку в ряде экспериментов используется оборудование, входящее в состав современных гаджетов.

Обзор литературы

Проблеме подготовки учителя к организации экспериментальной деятельности учащихся посвящено большое число исследований как в России, так и за рубежом. Н. Н. Демидовой и соавторами [1] рассмотрены условия, которым должны удовлетворять образовательная среда обучения, научно-исследовательская составляющая и практическая подготовка студентов в педагогических технопарках «Кванториум» и технопарках универсальных педагогических компетенций педагогических вузов, подведомственных Минпросвещения России. Авторы подчеркивают, что технопарки являются «эффективными средами с широким спектром инструментальных возможностей интеграции, значительно расширяют перспективы проектной деятельности обучающихся как целостной педагогической системы, в которой объединяются совокупность целей, содержания, средств и адекватных технологий». Проектная деятельность

¹ Постановление Правительства Российской Федерации от 09.08.2023 № 1302 «О реализации пилотного проекта, направленного на изменение уровней профессионального образования». Режим доступа: <http://government.ru/docs/all/149162> (дата обращения: 23.11.2024).

будущих педагогов, безусловно, является необходимой для их профессионального становления. Не менее важно обеспечение эффективной предметной, методической и психолого-педагогической подготовки учителей физики. Необходимо создать условия для формирования у будущих учителей физической картины мира с учетом современных научных и технологических достижений, а также подготовить их к преподаванию физики в современной школе. Опыт многих исследователей показывает, что экспериментальная деятельность учащихся является акселератором образовательной деятельности, запускает исследовательскую активность, способствует самостоятельному поиску способа решения задач, вызывает мотивацию к освоению знаний [2].

О важности и необходимости применения в обучении экспериментальных физических задач методисты задумывались еще несколько десятилетий назад. Определения понятий, которые были сформулированы еще в тот период, актуальны по-прежнему. В работе С. С. Мошкова отмечено, что «признаком экспериментальной задачи является не просто наличие эксперимента, проделанного в связи с ее решением, а невозможность постановки задачи или осуществления ее решения без эксперимента» [3]. Там же приводится определение: «Экспериментальной задачей следует называть такую задачу, „данные“ для решения которой получаются экспериментально, непосредственно на глазах учащихся или самими учащимися. Причем в понятие эксперимента включаются и различного рода физические измерения, наблюдения физических процессов и конкретных физических установок» [3].

И. Г. Антипин подчеркивает важные отличительные черты экспериментальных задач в преподавании физики: «они (задачи) способствуют повышению активности учащихся на уроках, развитию их логического мышления; заставляют ученика напряженно думать, привлекать к решению все полученные теоретические знания и практические навыки; воспитывают стремление активно, собственными силами добывать знания и активно познавать окружающий мир; помогают в борьбе с формализмом в знаниях, способствуют получению прочных и осмысленных знаний, позволяющих использовать их в жизни; способствуют формированию целостного мировоззрения; активному приобретению умений и навыков исследовательского и конструкторского характера, развитию творческих способностей; воспитывают критический стиль мышления» [4, с. 5–6].

В монографии А. А. Шаповалова и Л. Е. Андреевой отмечается, что лабораторный практикум, который широко используется в образовательных программах по физике в вузах и школах, обладает рядом недостатков: «в подобных практикумах используются однотипные стандартизованные и единые для всех студентов инструкции, что не отражает идей дифференцированного подхода к организации педагогического процесса, не позволяет индивидуализировать обучение студентов, не готовит их к дальнейшей работе в многопрофильной и разноуровневой школе. Игнорирование при проведении эксперимента относительно нового для отечественной школы учебного оборудования не спо-

способствует подготовке будущих учителей к внедрению такого оборудования в учебный процесс средней школы» [5, с. 42]. И далее там же авторы отмечают, что «нужно учитывать специфику будущей профессиональной деятельности студентов педагогического вуза, соотноситься с ведущими педагогическими идеями, ориентироваться на современные технологии сбора, обработки и отображения информации. Вариантом решения обозначенной проблемы является подготовка студентов к самостоятельному конструированию и решению экспериментальных физических задач» [5].

А. А. Шаповалов предполагает, что необходимо «использование в экспериментах различных датчиков (силы, расстояния, ускорения, давления, силы тока, напряжения, освещенности), сопряженных через систему сбора данных с компьютером. Экспериментальные задачи могут ставиться и решаться как с использованием самодельного оборудования, так и на базе стандартного оборудования кабинета физики средней школы» [6].

Как отмечают А. А. Шаповалов и Л. Е. Андреева, «задачный подход к процессу обучения позволяет организовать его в виде завершенных циклов. Задачная организация учебного процесса разрабатывается и успешно используется в системе профессиональной подготовки учителя. Педагогические задачи здесь выступают в качестве моделей типичных педагогических ситуаций, возникающих в практике работы учителя, и являются промежуточным звеном между педагогической теорией и педагогической практикой» [5, с. 6].

В этой же работе авторы говорят о том, что «только путем включения задач в учебный процесс можно сформировать у учащихся те или иные подходы к учебному материалу, отработать мыслительные операции, вывести их на высший уровень сформированности знаний, связанный с умением применять знания в новых, нестандартных ситуациях» [5, с. 96]. Далее отмечается, что «именно на экспериментальные задачи как в преподавании школьного и вузовского курсов физики, так и в системе профессионально-методической подготовки учителя физики должно быть обращено особое внимание» [5, с. 96].

Развивая тему, А. А. Шаповалов утверждает, что «логика грамотного с методической точки зрения объяснения соответствует циклу научного познания и наиболее полно реализуется при использовании учителем частично-поискового метода обучения» [6, с. 12]. Автор выделяет следующие этапы поискового метода «постановка задачи эксперимента, определение наблюдаемых явлений, выдвижение гипотезы, позволяющей объяснить имеющиеся явления. После выдвижения гипотезы или параллельно с ней строится модель, поясняющая предполагаемый механизм протекания явления. На основе гипотезы и модели путем логических построений предсказываются новые явления, еще не выявленные закономерности. Проверка логических следствий ведется с помощью эксперимента» [6, с. 12]. Автор предлагает использовать для экспериментальных заданий комплекс на основе среды проектирования виртуальных приборов LabVIEW, датчиковые программно-аппаратные комплексы, а также модельные, компьютерные эксперименты, причем при составлении каждого

вида экспериментальных задач разработать обобщенные предписания алгоритмического типа по их решению [7, с. 112–113; 8].

Е. Etkina с соавторами отмечают, что в вузах США эксперименты в традиционном преподавании физики преимущественно используются в демонстрационных целях во время лекций и лабораторных экспериментов [9; 10], в частности, «для лекционных демонстраций используются два педагогических приема. В традиционном курсе студенты в вузах США наблюдают за экспериментом, а затем преподаватель объясняет, что произошло и почему. В реформированном обучении студенты предсказывают, что произойдет, до проведения эксперимента, а затем согласовывают свои прогнозы с последующими наблюдениями» [9]. По мнению авторов, последний прием оказался более эффективным, чем первый. Они также отмечают, что «студенты делают прогнозы, используя свои наивные концепции, а затем модифицируют эти концепции на основе результатов экспериментов. Традиционные лабораторные эксперименты обычно имеют целью проверку принципа или концепции, которые студенты уже узнали от преподавателя. Акцент делается на количественном анализе данных с большим числом указаний о том, как проводить эксперимент. Экспериментальные задачи формальному регламенту поддаются слабо, поэтому на них сейчас можно делать ставку, чтобы не разрушать наработанные ранее достижения в области лабораторного физического эксперимента. Да и сами по себе экспериментальные задачи интересны в плане проектирования образовательного процесса и в школе, и в вузе» [9].

Е. Etkina и А. Van Heuvelen предлагают авторский интерактивный метод обучения: «исследовательская среда обучения науке (ОСТРОВ), в которой используется такой же подход к учебному процессу, как и в научном поиске». Авторы выделяют две ключевые особенности этого подхода: «Одна особенность заключается в том, что студенты разрабатывают собственные идеи: наблюдение за явлениями и поиск закономерностей, разработка объяснений этих закономерностей, использование этих объяснений для прогнозирования результатов проверочных экспериментов, принятие решения о том, соответствуют ли результаты тестовых экспериментов прогнозам, и пересмотр объяснений при необходимости. Другая ключевая особенность, которая применяется в данной исследовательской среде, – поощрять студентов в представлении физических процессов несколькими способами, тем самым помогая им развивать умения рассуждать при решении проблем» [10; 11].

Авторы поясняют, что преподаватель, использующий данный метод, «не представляет студентам готовые физические концепции для обсуждения и не показывает эксперименты для иллюстрации физических законов. Студенты не читают учебник, перед тем как прийти на занятие. Самое главное – преподаватель не выдвигает объяснений законов до проведения экспериментов. Альтернативные идеи студентов рассматриваются естественным образом на этапах построения или проверки концепций в каждом цикле» [12; 13].

D. Rosengrant, A. Van Heuvelen и Е. Etkina используют метод «графы переходов» для визуализации последовательностей логических шагов при решении

экспериментальных заданий [14]. Авторы сравнивают шаги решения экспериментальной задачи и их последовательность с элементами подхода к преподаванию и изучению физики, называемого исследовательской средой обучения науке, и приходят к выводу, что образовательная структура этой исследовательской среды отражает фактическую работу ученых – физиков.

Таким образом, анализ состояния проблемы нашего исследования позволяет сделать следующие выводы:

1. В работах отечественных и зарубежных исследователей (Е. И. Вараксина, А. А. Шаповалов, Л. Е. Андреева, Е. Etkina, M. Poklinek-Čančula, G. Planinšič, A. Van Heuvelen, D. T. Brookes, D. Mills) утверждается ведущая роль эксперимента в обучении физике школьников и студентов. При этом экспериментальная деятельность рассматривается как деятельность, запускающая процесс познания.

2. Значительное число научных работ (M. F. Hidayah, J. Hare, E. Etkina, G. Planinšič, M. Vollmer, M. Lattery, S. Dobbs, G. Lattery, K. Shah, J. Butler, A. V. Knaub, A. Zenginoğlu, W. Ratcliff, M. Soltanieh-ha, Е. Б. Петрова, Г. М. Чулкова [15–21]) посвящено проблеме внедрения в процесс обучения в университетах современных достижений физики.

3. Все большую популярность приобретают модели и системы автоматизированной оценки, а также прогноза образовательных результатов в связи с растущими возможностями машинного обучения. Методы машинного обучения применяются для построения образовательной аналитики и совершенствования образовательных продуктов, что отражено в работах С. Korkmaz, A. P. Correia, Jiang Xiangying [22; 23]. Н. Luan, С. С. Tsai показывают, что большая часть разработанных моделей искусственного интеллекта посвящена предсказанию оценок, а не диагностике, предупреждению дефицитов или рекомендациям по обучению [24]. Мы полагаем, что это связано с отсутствием педагогически значимых теорий, положенных в основу создаваемых моделей и систем искусственного интеллекта.

4. В то же время практически отсутствуют исследования, посвященные методике обучения физике студентов и школьников в высокотехнологичной образовательной среде на основе системы экспериментальных задач с высокотехнологичным содержанием. Это в определенной степени связано с тем, что современные высокие технологии достаточно сложны для понимания и усвоения, задачная образовательная технология (а тем более применение высокотехнологичных экспериментальных задач) меняет конфигурацию и привычной понятийной схемы задачи, и образовательного процесса, что до настоящего времени не исследовалось. Эти выводы из анализа состояния проблемы нашего исследования в педагогической теории и практике позволяют считать проводимое нами исследование, направленное на создание методики подготовки к профессиональной деятельности студентов-физиков педагогических вузов на основе их активного погружения в высокотехнологичную образовательную среду, актуальным и своевременным.

Методология, материалы и методы

Методологическими основами исследования являлись общенаучные, педагогические и методические принципы и подходы: синергетический, системный, компетентностный, деятельностный, задачный, экспериментальный.

В процессе проведения исследования использовались теоретические (анализ литературы, построение гипотез, моделирование, обобщение и интерпретация результатов и пр.) и экспериментальные (констатирующий и поисковый педагогический эксперимент) методы, для оценки экспериментальной деятельности использовался метод наблюдений, осуществляемый по видеозаписям проводимых занятий со студентами в аудитории.

Теоретические основы исследования составляют работы, посвященные организации экспериментальной деятельности учащихся при обучении физике, формированию у них экспериментальных умений. Поиск источников проводился по базам данных eLIBRARY, Scopus, «КиберЛенинка» с глубиной поиска в 30 лет и по ключевым словам: новые элементы содержания физического образования, новые педагогические технологии, инновационные образовательные программы, новые образовательные результаты при изучении физики, методическая система обучения физике, образовательная аналитика, машинное обучение, экспериментальные задания по физике, педагог-физик.

В педагогическом эксперименте участвовали студенты первого курса базового высшего образования направления «Педагогическое образование», направленность «Физика и информатика» Института физики, технологии и информационных систем Московского педагогического государственного университета и школьники. Студенты были разделены на 4 группы (всего 24 человека, по 6 человек в группе), а также 17 групп обучающихся на ступени основного общего образования (в основном 5, 7 и 9 классы, всего 102 человека, по 6 человек в группе) из Южно-Сахалинска и Москвы.

Экспериментальная методика применялась при изучении первокурсниками дисциплины «Элементарная физика», что позволило осуществить ее апробацию и коррекцию.

Дисциплина «Элементарная физика» нацелена на актуализацию и рефлексию ключевых понятий освоенного в школе учебного содержания. На этой основе создаются условия для уточнения и оформления студентами физической картины мира (ФКМ). Рассмотрим особенности ее структурирования с использованием модульной технологии в нелинейной логике. Основные черты модульной технологии и ее применения подробнее изложены В. А. Львовским [25].

Учебная программа дисциплины «Элементарная физика» включает 5 исследовательских модулей, реализуемых во время аудиторных занятий с использованием высокотехнологичных экспериментальных задач (ВТЭЗ); один модуль (6) переходный, в котором сочетаются аудиторная работа с ВТЭЗ и работа с учебными материалами; а также два обобщающих теоретических модуля (7, 8).

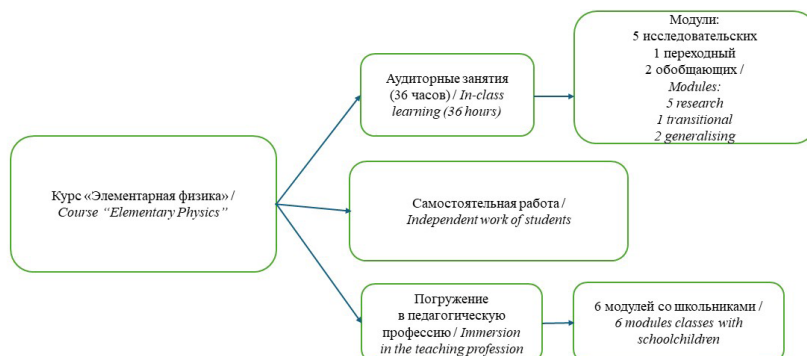


Рис. 1. Структурные блоки дисциплины «Элементарная физика»

Fig. 1. Structural blocks of the subject “Elementary Physics”

Структурные блоки дисциплины «Элементарная физика»: аудиторные занятия, включающие ВТЭЗ и 8 модулей (36 ч); погружение в педагогическую профессию, включающее в себя подготовку к занятиям со школьниками, проведение и рефлексия занятий (6 модулей; количество часов зависит от конкретных условий); самостоятельная работа студентов, групповая и индивидуальная, поддерживает два других блока; при модульном подходе эта работа не регламентируется, каждый студент (если есть возможность, то при поддержке тьютора) уточняет содержание и рассчитывает необходимое время.

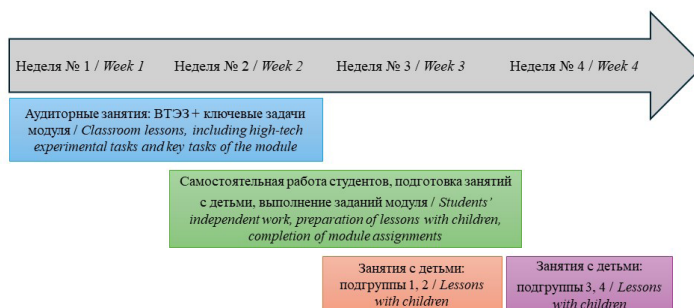


Рис. 2. Структура модуля. Каждый модуль выполняется в течение 4 недель

Fig. 2. Module structure. The module is completed over 4 weeks

Примечание. Каждый блок в модуле занимает две недели, которые перекрываются. Первый блок – аудиторные занятия, включающие ВТЭЗ и ключевые задачи модуля, второй блок – самостоятельная работа студентов, подготовка занятий с детьми, выполнение заданий модуля. Третий и четвертый блоки – занятия с детьми

Note. Each block in the module takes two overlapping weeks. The first block is classroom lessons, including high-tech experimental tasks and key tasks of the module. The second block is students' independent work, preparation of lessons with children, completion of module assignments. The third and fourth blocks are lessons with children

Студенческая группа из 24 человек делится на 4 подгруппы по 6 студентов, занятия с детьми разнесены на две недели (это делается для того, чтобы все студенты были максимально включены в работу со школьниками). Модули частично перекрываются.

Выделяются три этапа работы с модулем:

1) этап проектирования, на котором студенты создают замысел и нелинейную технологическую карту урока (ТКУ) и соответствующую ей карту наблюдений (КН) за школьниками и студентами из других подгрупп;

2) этап реализации плана, на котором одни студенты проводят занятия и фиксируют на нелинейной ТКУ реально состоявшийся маршрут, а другие проводят наблюдение и заполняют КН;

3) аналитический этап (или этап контроля и оценки), на котором обсуждаются ход занятия и его результаты, а также заполняются карты дефицитов детей (КДд) и взрослых (КДв).

Студенты в подгруппе разбиваются на пары, каждая из которых, работая совместно, отвечает за свой этап:

- в модулях № 1 и № 4 данная пара отвечает за этап проектирования и готовит ТКУ и КН, в этой совместной работе один студент отвечает за ТКУ в модуле № 1 и за КН в модуле № 4, а второй студент, наоборот, в модуле № 1 – за КН, а в модуле № 4 за – ТКУ;

- в модулях № 2 и № 5 они отвечают за реализацию: в модуле № 2 один выступает в качестве учителя и прорисовывает реально состоявшийся маршрут по ТКУ, а второй выступает в качестве ассистента учителя и заполняет КН; затем они меняются позициями в модуле № 5;

- в модулях № 3 и № 6 эта же пара отвечает за контроль;

- в модуле № 3 один студент заполняет КДд, второй – КДв; в модуле № 6 меняются позициями.

Рейтинг-план представлен в таблице 1. В процессе работы с модулями различается групповая и индивидуальная формы отчетности (индивидуальная форма отчетности не означает отказа от сотрудничества с другими студентами). Оцениванию подлежат только конкретные продукты и результаты – видеотчеты, выполненные задания, карты понятий, ТКУ, КН, КД.

Таблица 1

Рейтинг-план дисциплины «Элементарная физика»

Table 1

Rating plan for the discipline "Elementary Physics"

№	Деятельность студента / <i>Student activities</i>	Форма отчетности / <i>Reporting form</i>	Отчетная продукция / <i>Reporting products</i>	Максимальные баллы / <i>Maximum points</i>
1	Участие в занятиях, подготовка отчета / <i>Participation in classes, preparation of report</i>	Групповая / <i>Group</i>	Видеоотчет / <i>Video reports</i>	$1 \times 6 = 6$
2	Анализ видеоотчетов групп, выполнение заданий / <i>Analysis of video reports of groups, completion of tasks</i>	Индивидуальная / <i>Individual</i>	Выполненные задания / <i>Completed tasks</i>	$2 \times 6 = 12$
3	Разработка карты понятий / <i>Developing a concept map</i>	Групповая / <i>Group</i>	Карта понятий / <i>A concept map</i>	$1 \times 8 = 8$
4	Самостоятельная работа с учебными материалами (1–5 модули) / <i>Independent work with educational materials (1–5 modules)</i>	Индивидуальная / <i>Individual</i>	Выполненные задания / <i>Completed tasks</i>	$3 \times 5 = 15$
5	Самостоятельная работа с учебными материалами (6 модуль) / <i>Independent work with educational materials (6 module)</i>	Индивидуальная / <i>Individual</i>	Выполненные задания / <i>Completed tasks</i>	$6 \times 1 = 6$
6	Самостоятельная работа с учебными материалами (7, 8 модули) / <i>Independent work with educational materials (7, 8 modules)</i>	Индивидуальная / <i>Individual</i>	Выполненные задания / <i>Completed tasks</i>	$4 \times 2 = 8$
Всего / <i>Total</i>				55

Экспериментальное исследование состояло из: констатирующего и поискового этапов.

При проведении констатирующего исследования осуществлялась входная диагностика подготовки студентов 1-го курса по физике (уровня знаний и уровня экспериментальных умений).

Цели **констатирующего** исследования:

- оценить уровень подготовки студентов: предметные, метапредметные, личностные образовательные результаты;
- зафиксировать стартовый уровень подготовки студентов по физике, относительно которого будет определяться приращение.

Диагностика позволила получить представление о базовых знаниях студентов по физике и их экспериментальных умениях. Анкетирование студен-

тов дало возможность создать «обобщенный портрет» современного студента педагогического университета, планирующего получить профессию учителя физики.

Задачи диагностики стартового уровня подготовки по физике:

- оценить уровень знаний студентов по элементарной физике;
- оценить уровень экспериментальных умений студентов;
- оценить характер и уровень познавательной деятельности студентов при решении учебных задач;
- выявить дефициты и их причины.

Диагностическая работа включала 2 варианта, в каждый из которых входило 8 заданий, представленных в таблице 2.

Таблица 2

Содержание диагностической работы

Table 2

Contents of diagnostic work

Номер задания / Task number	Проверяемые образовательные результаты / Verifiable educational results
1, 2	Уровень предметных образовательных результатов, уровень владения операциями анализа и обобщения / <i>Level of subject educational results, level of proficiency in analysis and generalisation operations</i>
3, 4	Понимание физических основ работы приборов и технических устройств / <i>Understanding the physical basis of operation of instruments and technical devices</i>
5, 6	Понимание адекватности сделанных выводов наблюдаемым в эксперименте явлениям / <i>Understanding the adequacy of the conclusions made to the phenomena observed in the experiment</i>
7	Умение анализировать графическую информацию и делать выводы относительно изменения параметров состояния системы / <i>Ability to analyse graphic information and make conclusion about changing the system status parameters</i>
8	Владение учащимися экспериментальными умениями и регулятивными учебными действиями, т. е. умение планировать проведение исследовательского физического эксперимента / <i>Students' understanding of experimental skills and regulatory learning actions, specifically their ability to plan and conduct physical experiments</i>

Цели **поискового** экспериментального исследования:

- экспериментальное обоснование и разработка методики обучения студентов физике на основе высокотехнологичного эксперимента;
- формирование у студентов умения обучать школьников решению физических экспериментальных задач на основе высокотехнологичного эксперимента (пропедевтика профессиональной деятельности).

Вторая цель экспериментального исследования была направлена на погружение студентов в профессиональную деятельность на первом курсе обучения, что до этого исследования не входило в учебный план подготовки. Это погружение предоставляло возможность студентам обучать школьников ре-

шению экспериментальных задач с высокотехнологичным содержанием. Это позволило расширить цели и задачи эксперимента и число его участников.

Соответственно, решались две группы задач. Первая группа задач относится к обучению студентов:

- способствовать актуализации и систематизации знаний студентов по элементарной физике (физической картины мира на соответствующем уровне);
- создать условия для формирования у студентов экспериментальных умений в процессе решения задач на основе высокотехнологичного оборудования;
- осуществить пропедевтику подготовки студентов к работе со школьниками.

Вторая группа задач относится погружению студентов в педагогическую профессию и включает в себя подготовку к занятиям со школьниками, проведение занятий и рефлексию по итогам работы.

В качестве экспериментальных задач студентам предлагались разработанные авторами оригинальные задачи по различным разделам физики. Технология проектирования авторами экспериментальной задачи может быть описана следующим образом: выбирается высокотехнологичное устройство, выявляются физические принципы его работы, составляются задания, подбирается необходимое оборудование, проектируется экспериментальная деятельность, а затем и модуль. Описания экспериментальных задач с новым содержанием и сценарии решения этих задач на занятиях со студентами опубликованы в работах [26–31]. Все представленные в публикациях экспериментальные задачи прошли апробацию.

Метод наблюдения позволял фиксировать речь и действия студентов и школьников в процессе выполнения ими экспериментальной задачи в аудитории. Осуществлялась видеосъемка этого процесса. Наблюдатели – эксперты в количестве 7 человек, в роли которых выступали преподаватели Института физики, технологии и информационных систем МПГУ, доктора и кандидаты наук, – на первом этапе фиксировали в протоколе наблюдаемые этапы экспериментальной деятельности с указанием длительности каждого действия на видеозаписи (временные метки). Также на основе протокола оценивалась деятельность обучающихся.

На втором этапе разметчики данных, используя протоколы наблюдателей, размечают как видеоролики, так и текстовые расшифровки речи обучающихся и создают базу размеченных данных. На последнем этапе подбираются наиболее эффективные алгоритмы обработки видео- и текстовой информации для оценки экспериментальной деятельности.

Основными принципами, лежащими в основе методологии сбора данных после построения системы оценки, являются систематичность, объективность и адаптивность. Систематичность предполагает, что данные собираются по заранее определенному плану, который включает в себя четкое определение це-

лей исследования, выборку данных, временные рамки сбора данных и используемые инструменты. Это обеспечивает последовательность и сопоставимость данных на протяжении всего исследования. Под объективностью понимается независимость получаемых данных от субъективных взглядов исследователей (в рамках возможного). Адаптивность предусматривает регулярную оценку и обновление методологии с целью выявления областей для улучшения и корректировки. Это обеспечивает актуальность получаемых данных и соответствует меняющимся требованиям исследований в области образования [32].

Первый шаг при работе с алгоритмом машинного обучения – это детальный анализ работы наблюдателей. Наблюдатели – это опытные специалисты в области педагогики и психологии, которые тщательно анализируют процесс выполнения экспериментальных работ учащимися (как студентами, так и школьниками). Они фиксируют все – от общего подхода к решению задачи до мельчайших деталей, таких как использование лабораторного оборудования и коммуникации в команде. Их подробные отчеты служат основой для алгоритма, поскольку они содержат данные о поведении и методах решения задач учащимися и экспертные оценки этих данных. Следующий этап – разработка и обучение модели искусственного интеллекта (ИИ) по Р. Б. Куприянову, Д. Ю. Звонареву [33] и Ю. Ю. Якунину с соавторами [34]), способной анализировать и интерпретировать текстовые данные наблюдателей. Были использованы передовые алгоритмы машинного обучения F. Pedregosa [35], которые могут выявлять закономерности и ключевые моменты в данных. Основная цель – обеспечить условия, при которых ИИ сможет не только воспроизводить оценки наблюдателей, но и предоставлять дополнительную информацию, выявляя скрытые взаимосвязи и закономерности в данных.

Инструмент, позволяющий фиксировать действия всех участников экспериментальной деятельности, который был применен в нашем исследовании, подробно рассмотрен А. И. Адамским, М. И. Подболотовой, О. Б. Устюговой, Н. И. Колачевым [36].

Результаты исследования

На констатирующем этапе исследования в соответствии с заданиями, представленными в таблице 2, были получены следующие результаты (рис. 3, 4).



Рис. 3. Задания 1 и 2. Проверка предметных образовательных результатов

Fig. 3. Tasks 1 and 2. Verification of educational results

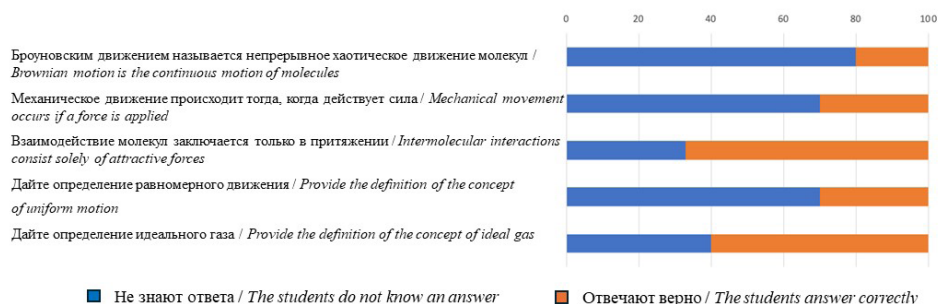


Рис. 4. Ошибочные ответы на вопросы, касающиеся физических явлений и закономерностей

Fig. 4. Erroneous answers to questions regarding physical phenomena and patterns

В ответах на задания 3 и 4 были допущены следующие ошибки: к устройствам, в которых происходит преобразование энергии света в электрическую энергию, отнесены фоторезистор (30 %); к устройствам, в основе работы которых лежит зависимость электрического сопротивления проводника от температуры, отнесены термозлемент (70 %) и гигрометр (10 %); 15 % студентов считают, что отклонение пучка электронов электростатическим полем лежит в основе работы дуговой лампы, 22 % – что это явление лежит основе работы лазера, 8 % – в основе работы газоразрядной лампы; 5 человек из 13 полагают, что возникновение разряда в трубке при пониженном давлении лежит в основе работы электронно-лучевой трубки.

Результаты выполнения заданий 5, 6: в задании 5 описан эксперимент по наблюдению явления электромагнитной индукции, в задании 6 требуется выбрать правильные выводы, исходя из представленных экспериментальных данных. Задания этой группы содержат рисунок экспериментальной установки и текст с описанием этапов выполнения эксперимента, таблицу с результатами эксперимента. К каждому заданию приведено пять ответов, среди которых все являются правильными по смыслу, но только два относятся непосредственно к результатам описанного эксперимента. Студенты, выбравшие два верных ответа, составили 30 %, 22 % студентов выбрали один правильный ответ, 48 % не дали верного ответа.

Несколько лучше результаты выполнения задания 7, но и их нельзя считать удовлетворительными: 40 % ответили верно на два вопроса, 34 % ответили верно на один вопрос, 26 % не ответили верно ни на один из вопросов.

Задание 8 направлено на оценку умения студентов планировать экспериментальное исследование (регулятивные универсальные учебные действия). Задание касалось исследования зависимости силы тока на участке цепи от сопротивления этого участка при постоянном напряжении на нем. Анализ результатов выполнения этого задания позволяет сделать вывод о том, что больше половины студентов с ним не справились, т. е. они даже не приступили к выполнению задания. Они, во-первых, не знают, что такое исследовательский эксперимент, во-вторых, не понимают, что значит составить план экспериментальной деятельности. Только один студент составил план эксперимента и предусмотрел формулировку вывода, но не определил цель и гипотезу исследования. В некоторых работах вывод прописан, но он не соответствует цели эксперимента. Перечень приборов представлен только в двух работах. Частично и с большими погрешностями план выполнения эксперимента был представлен в 10 работах. Таким образом, результаты выполнения задания 8 свидетельствуют о низком уровне экспериментальных умений у большинства студентов.

Результаты входной диагностики следующие: 13 студентов группы имеют подготовку, достаточную для обучения по направлению «Физика и информатика», подготовка 11 студентов является неудовлетворительной. Этот факт подтвердил гипотезу о низком уровне образовательных результатов, экспериментальных умений (планирования эксперимента), умений выполнять логические операции (выводы по результатам эксперимента), аналитических умений, представлений об исследовательской экспериментальной деятельности.

Было проведено анкетирование студентов этой группы с целью выявления уровня их подготовки к обучению, что в дальнейшем может послужить основанием для создания индивидуальной образовательной траектории студента и распределения ролей в работе с учащимися в рамках дисциплины «Элементарная физика».

По данным анкетирования, только 7 студентов из 24 изучали физику в школе на профильном уровне и 3 студента – на повышенном уровне, т. е. в

общей сложности менее 50 %; 8 студентов обучались на базовом уровне (35 %), 6 студентов (23 %) практически не изучали физику в средней школе. При этом дополнительно не занимались физикой 15 студентов (65 %); 4 человека занимались с репетиторами, 4 человека посещали курсы подготовки к ЕГЭ, среди них один занимался и с репетитором), один студент занимался самостоятельно.

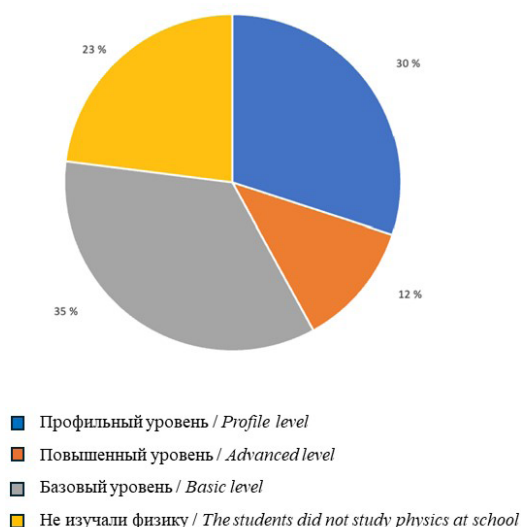


Рис. 5. Уровень изучения физики в школе

Fig. 3. Level of physics study at school

Не все студенты сдавали ЕГЭ по физике, поскольку этот экзамен не является обязательным для поступления на физический факультет Института физики, технологий и информационных систем МПГУ. Сдавали ЕГЭ по физике 8 студентов (35 %). Их результаты варьируются в довольно широком диапазоне (45–91 балл); средний результат составляет 66 баллов при среднем по России 54,85 балла. ЕГЭ по математике сдавали все студенты: 2 студента на базовом уровне, остальные 22 студента на профильном уровне. Результаты экзамена по математике, так же как и по физике, лежат в широком диапазоне: от 17 баллов на базовом уровне и 34 баллов на профильном уровне до 80 баллов на профильном уровне. Средний результат – 64 балла. Таким образом, возникает проблема выравнивания стартовой позиции студентов первокурсников, что определяет основную цель дисциплины «Элементарная физика».

Результаты наблюдений за работой студентов во время занятий

С помощью описаний наблюдателей было изучено, может ли алгоритм машинного обучения с высокой точностью присвоить балл по каждому этапу экспериментальной деятельности. Для обучения массив данных был разделен на обучающий и тестовый в соотношении 80 % на 20 %, как это чаще всего делается в исследованиях. Результаты обучения модели на данных наблюдателей оказались весьма перспективными. Модель продемонстрировала точность в 78 %, что указывает на ее эффективность в классификации и оценке образовательных достижений учащихся. Такой уровень точности свидетельствует о том, что система способна достаточно надежно интерпретировать текстовые данные и применять их для объективной оценки работы учащихся. Особенно важным является тот факт, что модель успешно справляется с задачей классификации разнообразных текстовых описаний, предоставляемых наблюдателями, что делает ее ценным инструментом в процессе оценки. Тем не менее, несмотря на текущие успехи по дообучению нейронных сетей, необходимо собрать больше данных для достижения более высоких показателей точности классификации. В инструменте оценки способности к экспериментальной деятельности оцениваются этапы разворачивания экспериментальной деятельности – от вовлечения в решение задачи до представления.

Были обобщены полученные данные, собранные на основе наблюдений. Характеристика действий студентов проходила статистическую обработку по следующим наблюдаемым этапам экспериментальной деятельности:

1. Принятие задачи.
2. Выдвижение гипотез.
3. Осуществление проб.
4. Проверка и оценка проб.
5. Моделирование.
6. Представление результата.
7. Обобщение и рефлексия.

На первом этапе студенты демонстрировали не очень высокую вовлеченность в процесс решения задач, но в ходе эксперимента начинали пробы, оценивали осуществляемые пробы, охотно выдвигали гипотезы и демонстрировали способность к моделированию. Не всегда студентам удавались представление результата и рефлексия. Но к окончанию семестра студенты постепенно научились выполнять физический эксперимент с использованием высокотехнологичного оборудования, отмечали положительную роль исследовательского метода при изучении физики: «занятие проходит в менее формальной обстановке, становится процессом разворачивания задачи».

Оценка предметных результатов студентов

По предложенной методической системе студентами были изучены 6 модулей. Анализ результатов выполнения заданий студентов позволяет сделать

очень предварительный вывод о динамике их образовательных результатов по физике, связанных с экспериментальной деятельностью. В частности, явно выявляется группа студентов, показывающих высокие или стабильно хорошие результаты, и группа, показывающая низкие результаты.

Диагностические задания давались студентам по окончании каждого модуля и были нацелены на проверку не столько предметных результатов, сколько на проверку видов деятельности. Задания проверяют сформированность таких видов деятельности, как извлечение информации из таблицы, анализ, сравнение, построение выводов с учетом исходных данных, а также соотнесение утверждений с проведенным экспериментом.

Результаты показывают положительную динамику по сравнению с входной диагностикой. Правильно выполнили задания после завершения 1 модуля 43 %, выполнили частично правильно 22 %, выполнили неправильно 35 %. И по 2 модулю: правильно выполнили задания 59 %, частично правильно – 22 %, неправильно – 9 %. На рисунках результаты представлены в виде диаграмм.

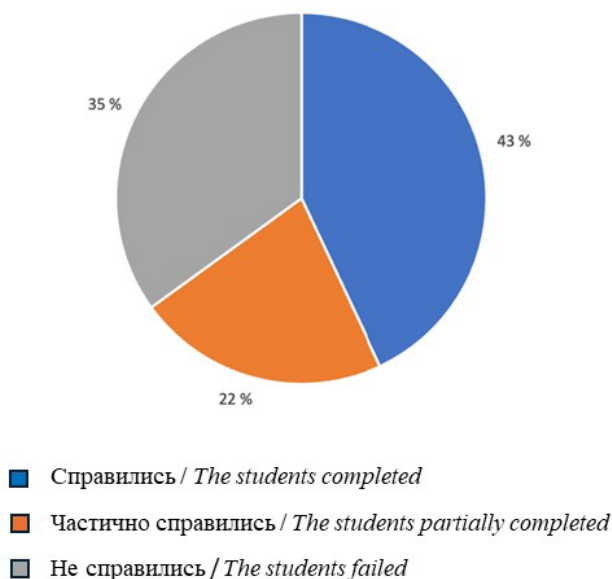


Рис. 6. Итоговые результаты 1-го модуля

Fig. 6. Final results of Module 1

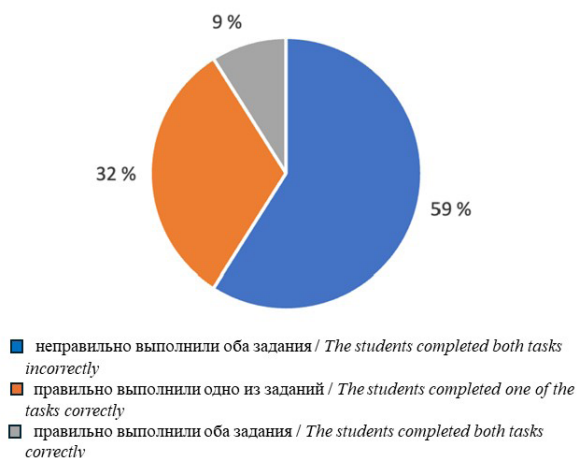


Рис. 7. Итоговые результаты 2-го модуля

Fig. 7. Final results of Module 2

Отдельно отметим результаты освоения 4 модуля. Он был направлен на изучение электромагнитных колебаний, и, как показала входная диагностика, данный раздел физики вызывал у студентов на этапе констатирующего исследования значительные трудности. Диагностическая работа в модуле 4 включала 2 текстовых задания, посвященных зависимости электроемкости конденсатора от разных параметров. При этом учащиеся из пяти экспериментальных установок должны выбрать две, соответствующие цели эксперимента.

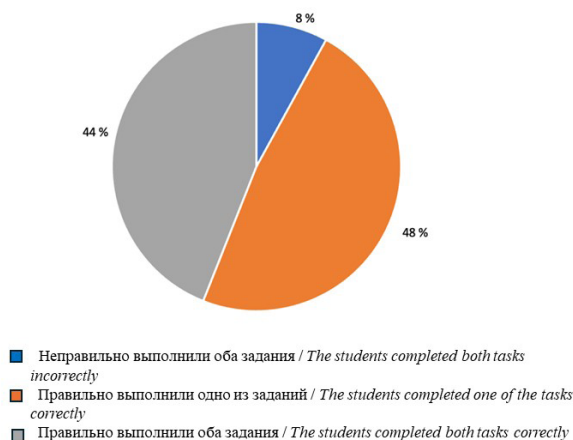


Рис. 8. Результат выполнения заданий на примере 4-го модуля

Fig. 8. The result of completing tasks using the example of Module 4

Можно утверждать, что процент правильно выполненных заданий, в которых исследуется зависимость характеристики процесса или объекта от одного из параметров, увеличивается, т. е. студенты начали понимать, что в таких экспериментах переменным является только один параметр, а остальные остаются неизменными. Кроме того, можно сделать вывод о том, что студенты успешнее выполнили задания, в которых информация представлена в табличной форме, чем задания с рисунками.

В целом можно отметить, что итоговые результаты 4 студентов совпадают с их сравнительно высокими результатами входной диагностики; 7 студентов показали более высокий результат, чем при входной диагностике, 5 студентов – более низкий, а 8 студентов такой же низкий, что и при входной диагностике. При этом низким результатом считались и ошибочно выполненные два задания, и одно из двух. В целом можно сказать, что заданные условиями исследования экспериментальные умения через три занятия формируются примерно у половины студентов группы. Вызывает определенную озабоченность многочисленность группы студентов (8 человек), показывающих низкий результат, совпадающий с результатом входной диагностики.

Результаты педагогической деятельности студентов

Студенты имели возможность выступить в роли учителей физики не сразу с целым классом, а с группой из 6 учащихся и применить полученные знания и навыки. Но они должны были организовать свой урок таким же образом, как ранее сами начинали изучение модуля, с экспериментальной задачи с высокотехнологичным содержанием. Это было для студентов сильным стимулом к самостоятельному изучению физического материала. Студенты также учились планированию урока, а затем анализировали проведенные ими занятия [37].

Обсуждение

Анализ научных публикаций, посвященных проблеме организации проектно-исследовательской деятельности студентов в процессе изучения физики, показал, что отсутствуют значимые результаты как отечественных, так и зарубежных исследователей, которые можно было бы однозначно интерпретировать как результаты обучения физике студентов в высокотехнологичной образовательной среде на основе системы экспериментальных задач; не рассматриваются подходы, использующие сотрудничество в обучении (работа обучаемых в малых группах сотрудничества); не описан инструментарий по оценке учебных достижений по физике; не рассматриваются такие подходы к формированию экспериментальных умений учащихся, как:

– **модульность**, которая подразумевает, что содержание должно быть сгруппировано в модули, начинающиеся с решения высокотехнологичной экспериментальной задачи и завершающиеся освоением студентами физического принципа работы изучаемого высокотехнологичного устройства и примыкающего к нему элемента физической картины мира. Важной характеристикой учебных модулей является их относительная автономность – воз-

возможность осваивать в разной последовательности. Структурно модули имеют следующую последовательность освоения: высокотехнологичная задача → система классических экспериментальных задач (заданий) → диагностика освоения материала → рекомендации по работе над «пробелами», проблемными аспектами по итогам выполнения диагностической работы;

– **нелинейность.** В авторской образовательной программе прописаны связи содержания экспериментальных задач с различными элементами физической картины мира, что позволяет в ходе образовательного процесса реализовать при необходимости иную последовательность освоения модулей по физике. Например: в модуле «Колебания» учащиеся могут выбрать для исследований механические или электромагнитные колебания и углубиться в совершенно различные разделы физики;

– **коллективно-распределенная деятельность.** Учебный процесс должен быть построен на основе групповой формы решения экспериментальных задач, предполагающей совместную работу класса, разделенного на группы учащихся (6 человек), распределение составляющих экспериментальной задачи между группами и последующую коммуникацию при обсуждении полученных результатов экспериментальной работы, решений, моделей и способов действия.

Экспериментально-практическая деятельность при освоении физического материала, модульный подход и раннее включение в педагогическую деятельность позволяют повысить качество владения студентами физическим материалом при проведении занятий по физике со школьниками; модель модульной программы по физике, содержание которой основано на экспериментальных задачах с использованием высокотехнологичных устройств, может внедряться в общеобразовательную школу, она рассчитана на массовое образование, а не только на одаренных учащихся и выпускников школ со специальной направленностью, компенсирует недостатки школьного физического образования, а также способствует формированию уверенности в себе и смелости в учебной деятельности.

В настоящее время исследование продолжается со студентами 1-го курса в рамках дисциплины «Элементарная физика» и 2-го курса в рамках дисциплины «Практикум по решению и конструированию экспериментальных задач».

У студентов 2-го курса, которые обучаются по новой программе базового образования и приняли участие в экспериментальном исследовании, в настоящее время можно отметить наличие следующих образовательных результатов:

- готовность и интерес к продолжению физического образования в университете;
- умение моделировать учебно-познавательную деятельность при изучении нового материала;
- умение использовать задачный метод учения и обучения физике;

– умение выполнять физический эксперимент с использованием высокотехнологичного оборудования.

Заключение

Важнейшими задачами образовательных программ по физике в педагогическом вузе на современном этапе являются формирование мотивации и социализации студентов, их знакомство с высокими технологиями, формирование физической картины мира через освоение способов деятельности, соответствующих деятельности ученого или инженера.

В данном исследовании получены следующие практические результаты:

- разработана методическая система подготовки к профессиональной деятельности студентов-физиков педагогических вузов на основе их активного погружения в высокотехнологичную образовательную среду;
- разработана система экспериментальных, поисковых задач;
- разработана модель модулей с учебными материалами и системой оценки результатов;
- разработана модель диагностик результатов модулей;
- организовано погружение в профессиональную деятельность студентов - педагогов первого курса;
- разработана модель сбора данных по «задачным» действиям;
- разработана и апробирована авторская задачно-модульная программа дисциплины «Элементарная физика» как возможная модель подготовки к профессиональной деятельности студентов-физиков педагогических вузов на основе их активного погружения в высокотехнологичную образовательную среду.

Список использованных источников

1. Демидова Н.Н., Головина И.В., Медведева Т.Ю., Папуткова Г.А., Вотинцев А.В. Моделирование проектной деятельности будущих педагогов в условиях инновационной инфраструктуры педагогических вузов: интегративные решения. *Образование и наука*. 2024;26(9):12–41. doi:10.17853/1994-5639-2024-9-12-41
2. Варакина Е.И. Совершенствование методики формирования основной компетенции будущих учителей физики. *Фундаментальные исследования*. 2012;11(6):1356–1359. Режим доступа: <https://s.fundamental-research.ru/pdf/2012/11-6/30797.pdf> (дата обращения: 16.12.2024).
3. Мошков С.С. *Экспериментальные задачи по физике*. Ленинград: Учпедгиз; 1955. 204 с. Режим доступа: https://fiz-muz-spb.ucoz.net/load/biblioteka/zadachniki/moshkov_s_s_eksperimentalnye_zadachi_po_fizike_v_srednej_shkole/9-1-0-219 (дата обращения: 16.12.2024).
4. Антипин И.Г. *Экспериментальные задачи по физике в 6–7 классах*. Москва: Просвещение; 1974. 130 с. Режим доступа: <https://sovietime.ru/fizika/eksperimentalnye-zadachi-po-fizike-6-7-klassy-1974-god-sovetskij-uchebnik-skachat> (дата обращения: 16.12.2024).
5. Шаповалов А.А., Андреева Л.Е. *Задачный подход к экспериментальной подготовке учителя физики: монография*. Барнаул: АлтГПУ; 2021. 208 с. Режим доступа: <https://library.altspu.ru/dc/pdf/shapovalov4.pdf> (дата обращения: 16.12.2024).

6. Шаповалов А.А. *Педагогическое конструирование экспериментальных задач с использованием датчиков физических величин: учебное пособие*. Барнаул: АлтГПУ; 2017. 177 с. Режим доступа: <https://icdlib.nspu.ru/views/icdlib/5980/read.php> (дата обращения: 16.12.2024).
7. Шаповалов А.А. *Экспериментальный подход к профессиональной подготовке учителя физики: монография*. Барнаул: АлтГПУ; 2024. 352 с. doi:10.37386/978-5-907487-58-1
8. Шаповалов А.А., Андреева Л.Е. Подготовка студентов к конструированию и решению экспериментальных задач по физике. *Мир науки, культуры, образования*. 2018;71(4):279–281. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/podgotovka-studentov-k-konstruirovaniyu-i-resheniyu-eksperimentalnyh-zadach-po-fizike/viewer> (дата обращения: 16.12.2024).
9. Etkina E., Van Heuvelen A., Brookes D.T., Mills D. Role of Experiments in Physics Instruction. *The physics teacher*. 2002;40:351–355. doi:10.1119/1.1511592
10. Etkina E. Millikan award lecture: Students of physics – listeners, observers, or collaborative participants in physics scientific practices? *American Journal of Physics*. 2015;83:669–679. doi:10.1119/1.4923432
11. Etkina E., Van Heuvelen A. Investigative science learning environment – a science process approach to learning physics. In: Redish E., Cooney P., eds. *Research-Based Reform of University Physics. Vol. 1*. College Park: American Association of Physics Teachers; 2007. Accessed October 25, 2024. https://www.compadre.org/PER/per_reviews/media/volume1/ISLE-2007.pdf
12. Etkina E., Van Heuvelen A., Karelina A., Ruibal-Villasenor M. Spending time on design: does it hurt physics learning? *AIP Conference Proceedings*. 2007;951:88–91. doi:10.1063/1.2820955
13. Poklinek Čančula M., Planinšič G., Etkina E. Analyzing patterns in experts' approaches to solving experimental problems. *American Journal of Physics*. 2015;83(4):366–374. doi:10.1119/1.4913528
14. Rosengrant D., Van Heuvelen A., Etkina E. Case study: students' use of multiple representations in problem solving. *AIP Conference Proceedings*. 2006;818(1):49–52. doi:10.1063/1.2177020
15. Hidayah M.F. Designing infographics for the educational technology course: perspectives of preservice science teachers. *Journal of Baltic Science Education*. 2018;17(1):8–18. doi:10.33225/jbse/18.17.08
16. Hare J. A simple demonstration for exploring the radio waves generated by a mobile phone. *Physics Education*. 2010;45(5):481–486. doi:10.1088/0031-9120/45/5/004
17. Etkina E., Planinšič G., Vollmer M. A simple optics experiment to engage students in scientific inquiry. *American Journal of Physics*. 2013;81(11):815–822. doi:10.1119/1.4822176
18. Lattery M., Dobbs S., Lattery G. An undergraduate entryway into experimental particle physics. *American Journal of Physics*. 2024;92:907–908. doi:10.1119/5.0214640
19. Shah K., Butler J., Knaub A.V., Zenginoğlu A., Ratcliff W., Soltanieh-ha M. Data science education in undergraduate physics: lessons learned from a community of practice. *American Journal of Physics*. 2024;92:655–662. doi:10.1119/5.0203846
20. Петрова Е.Б., Чулкова Г.М. *Физика XXI века: вопросы преподавания. Как донести до школьников и студентов красоту современной физики: монография*. Москва: Ленанд; 2019. 304 с. Режим доступа: <https://istina.pskgu.ru/publications/book/233099962> (дата обращения: 16.12.2024).
21. Chulkova G.M., Petrova E.B. To the issue regarding the content of the future specialists training in the field of modern optics and photonics. *Journal of Physics: Conference Series (JPCS)*. 2020;1691:012038. doi:10.1088/1742-6596/1691/1/012038
22. Korkmaz C., Correia A.-P. A review of research on machine learning in educational technology. *Educational Media International*. 2019;56(6). doi:10.1080/09523987.2019.1669875
23. Jiang X., Kittredge A., Hopman E. *4 Learnings from Duolingo Efficacy Studies*. Accessed December 12, 2024. <https://blog.duolingo.com/results-duolingo-efficacy-studies>

24. Luan H., Tsai C.C. A review of using machine learning approaches for precision education. *Educational Technology & Society*. 2021;24(1):250–266. Accessed December 12, 2024. <https://www.jstor.org/stable/26977871>
25. Львовский В.А. Нелинейная технологическая карта и другие инструменты организации урока со встроенной диагностикой. *Учитель Алтай*. 2023;4(17):6–17. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=65634734> (дата обращения: 17.12.2024).
26. Солдатенкова М.Д., Чулкова Г.М. О подходах к реализации экспериментальной деятельности по физике. *Физика в школе*. 2022;7:28–34. doi:10.47639/0130-5522_2022_7_28
27. Баева Э.М., Ломакин А.И., Ширяева Ю.А., Колбатова А.И. Физика в экране смартфона: примеры экспериментальных заданий. *Физика в школе*. 2023;8:35–41. doi:10.47639/0130-5522_2023_8_35
28. Чулкова Г.М., Гольцман Г.Н., Пурешева Н.С., Львовский В.А., Адамский А.И., Петрова Е.Б., Теплякова К.О., Солдатенкова М.Д., Колачев Н.И., Логинова О.Б., Ковалева Г.С. *Экспериментальная деятельность учащихся – основа обучения физике в современной школе: монография*. Москва: Прометей; 2023. 218 с. Режим доступа: <https://sprometej.su/magazin/product/golcman-g-n-purysheva-n-s-lvovskij-v-a-i-dr-eksperimentalnaya-deyatelnost-uchashchih-sya-osnova-obucheniya-fizike-v-sovremennoj-shkole-monografiya> (дата обращения: 16.12.2024).
29. Петрова Е.Б., Чулкова Г.М. Определение коэффициента теплопроводности металлов доступными средствами. *Физика в школе*. 2024;1:46–51. doi:10.47639/0130-5522_2024_1_46
30. Петрова Е.Б., Чулкова Г.М. Видеоанализ в жизни и образовании. *Проблемы современного образования*. 2024;3:243–254. doi:10.31862/2218-8711-2024-3-243-254
31. Чулкова Г.М., Петрова Е.Б., Теплякова К.О., Солдатенкова М.Д., Седых К.О., Лазарев М.А. Экспериментальные задачи по оптике. *Физика в школе*. 2024;2:49–54. doi:10.47639/0130-5522_2024_2_49
32. Маслак А.А. *Теория и практика измерения латентных переменных в образовании: монография*. Москва: Юрайт, 2024. 255 с. Высшее образование. Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/537005> (дата обращения: 17.12.2024).
33. Куприянов Р.Б., Звонарев Д.Ю. Разработка модели прогнозирования образовательных результатов обучающихся для университетов. *Искусственный интеллект и принятие решений*. 2021;2:11–20. doi:10.14357/20718594210202
34. Якунин Ю.Ю., Шестаков В.Н., Ликсонова Д.И., Даничев А.А. Прогнозирование результатов обучения студентов с использованием инструментов машинного обучения. *Информатика и образование*. 2023;38(4):28–43. doi:10.32517/0234-0453-2023-38-4-28-43
35. Pedregosa F., Varoquaux G., Gramfort A., Michel V., Thirion B., Grisel O., Blondel M., et al. Scikit-learn: machine learning in Python. *The Journal of Machine Learning Research*. 2011;12:2825–2830. doi:10.48550/arXiv.1201.0490
36. Адамский А.И., Подболотова М.И., Устюгова О.Б., Колачев Н.И. Разработка модели деятельности учителей, использующих высокотехнологичные учебные инструменты (орудия) на основе реконструкции деятельности и описания операций (действий). *Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Педагогика и психология»*. 2024;18(1-1):140–164. doi:10.25688/2076-9121.2024.18.1-1.07
37. Лазарев М.А., Пурешева Н.С., Седых К.О., Солдатенкова М.Д., Теплякова К.О., Чулкова Г.М., Шиповская С.В. Результаты апробации модели модульной программы по физике с новым содержанием на основе экспериментальных задач: анализ рефлексии студентов – будущих учителей физики и информатики. *Школа будущего*. 2023;5:76–91. doi:10.55090/19964552_2023_5_76_91

References

1. Demidova N.N., Golovina I.V., Medvedeva T.Yu., Paputkova G.A., Votintsev A.V. Modeling project activities of future teachers in the context of the innovative infrastructure of pedagogical universities: integrative solutions. *Obrazovanie i nauka = The Education and Science Journal*. 2024;26(9):12–41. (In Russ.) doi:10.17853/1994-5639-2024-9-12-41
2. Varaksina E.I. Improving the methodology for forming the basic competence of future physics teachers. *Fundamental'nyye issledovaniya = Fundamental Research*. 2012;11(6):1356–1359. (In Russ.) Accessed December 16, 2024. <https://s.fundamental-research.ru/pdf/2012/11-6/30797.pdf>
3. Moshkov S.S. *Eksperimental'nye zadachi po fizike = Experimental Problems in Physics*. Leningrad: Publishing House Uchpedgiz; 1955. 204 p. (In Russ.) Accessed December 16, 2024. https://fiz-muz-spb.ucoz.net/load/biblioteka/zadachniki/moshkov_s_s_eksperimentalnye_zadachi_po_fizike_v_srednej_shkole/9-1-0-219
4. Antipin I.G. *Eksperimental'nye zadachi po fizike v 6–7 klassah = Experimental Problems in Physics in Grades 6–7*. Moscow: Publishing House Prosveshchenie; 1974. 130 p. (In Russ.) Accessed December 16, 2024. <https://sovietime.ru/fizika/eksperimentalnye-zadachi-po-fizike-6-7-klassy-1974-god-so-vetskij-uchebnik-skachat>
5. Shapovalov A.A., Andreeva L.E. *Zadachnyj podhod k eksperimental'noj podgotovke uchitelya fiziki = Problem-Based Approach to Experimental Training of Physics Teachers*. Barnaul: Altai State Pedagogical University; 2021. 208 p. (In Russ.) Accessed December 16, 2024. <https://library.altspu.ru/dc/pdf/shapovalov4.pdf>
6. Shapovalov A.A. *Pedagogicheskoe konstruirovaniye eksperimental'nykh zadach s ispol'zovaniem datchikov fizicheskikh velichin = Pedagogical Design of Experimental Problems Using Sensors of Physical Quantities: A Tutorial*. Barnaul: Altai State Pedagogical University; 2017. 177 p. (In Russ.) Accessed December 16, 2024. <https://icdlib.nspu.ru/views/icdlib/5980/read.php>
7. Shapovalov A.A. *Eksperimental'nyj podhod k professional'noj podgotovke uchitelya fiziki = Experimental Approach to Professional Training of a Physics Teacher*. Barnaul: Altai State Pedagogical University; 2024. 352 p. (In Russ.) doi:10.37386/978-5-907487-58-1
8. Shapovalov A.A., Andreeva L.E. Preparing students for the design and solution of experimental problems in physics. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya = World of Science, Culture, Education*. 2018;71(4):279–281. (In Russ.) Accessed December 16, 2024. <https://cyberleninka.ru/article/n/podgotovka-studentov-k-konstruirovaniyu-i-resheniyu-eksperimentalnykh-zadach-po-fizike/viewer>
9. Etkina E., Van Heuvelen A., Brookes D.T., Mills D. Role of experiments in physics instruction. *The Physics Teacher*. 2002;40:351–355. doi:10.1119/1.1511592
10. Etkina E. Millikan award lecture: students of physics – listeners, observers, or collaborative participants in physics scientific practices? *American Journal of Physics*. 2015;83:669–679. doi:10.1119/1.4923432
11. Etkina E., Van Heuvelen A. investigative science learning environment – a science process approach to learning physics. In: Redish E., Cooney P., eds. *Research-Based Reform of University Physics. Vol. 1*. College Park: American Association of Physics Teachers; 2007. Accessed October 25, 2024. https://www.compadre.org/PER/per_reviews/media/volume1/ISLE-2007.pdf
12. Etkina E., Van Heuvelen A., Karelina A., Ruibal-Villasenor M. Spending time on design: does it hurt physics learning? *AIP Conference Proceedings*. 2007;951:88–91. doi:10.1063/1.2820955
13. Poklinek Čančula M., Planinšič G., Etkina E. Analyzing patterns in experts' approaches to solving experimental problems. *American Journal of Physics*. 2015;83(4):366–374. doi:10.1119/1.4913528
14. Rosengrant D., Van Heuvelen A., Etkina E. Case study: students' use of multiple representations in problem solving. *AIP Conference Proceedings*. 2006;818(1):49–52. doi:10.1063/1.2177020

15. Hidayah M.F. Designing infographics for the educational technology course: perspectives of preservice science teachers. *Journal of Baltic Science Education*. 2018;17(1):8–18. doi:10.33225/jbse/18.17.08
16. Hare J. A simple demonstration for exploring the radio waves generated by a mobile phone. *Physiciseducation*. 2010;45(5):481–486. doi:10.1088/0031-9120/45/5/004
17. Etkina E., Planinšič G., Vollmer M. A simple optics experiment to engage students in scientific inquiry. *American Journal of Physics*. 2013;81(11):815–822. doi:10.1119/1.4822176
18. Lattery M., Dobbs S., Lattery G. An undergraduate entryway into experimental particle physics. *American Journal of Physics*. 2024;92:907–908. doi:10.1119/5.0214640
19. Shah K., Butler J., Knaub A.V., Zenginoğlu A., Ratcliff W., Soltanieh-ha M. Data science education in undergraduate physics: Lessons learned from a community of practice. *American Journal of Physics*. 2024;92:655–662. doi:10.1119/5.0203846
20. Petrova E.B., Chulkova G.M. *Fizika XXI veka: voprosy prepodavaniya. Kak donesti do shkol'nikov i studentov krasotu sovremennoj fiziki = Physics of the 21st Century: Teaching Issues. How to Convey the Beauty of Modern Physics to Schoolchildren and Students*. Moscow: Publishing House Lenand; 2019, 304 p. (In Russ.) Accessed December 16, 2024. <https://istina.pskgu.ru/publications/book/233099962>
21. Chulkova G.M., Petrova E.B. To the issue regarding the content of the future specialists training in the field of modern optics and photonics. *Journal of Physics: Conference Series (JPCS)*. 2020;1691:012038. doi:10.1088/1742-6596/1691/1/012038
22. Korkmaz C., Correia A.-P. A review of research on machine learning in educational technology. *Educational Media International*. 2019;56(6). doi:10.1080/09523987.2019.1669875
23. Jiang X., Kittredge A., Hopman E. *4 Learnings from Duolingo Efficacy Studies*. Accessed December 12, 2024. <https://blog.duolingo.com/results-duolingo-efficacy-studies>
24. Luan H., Tsai C.C. A review of using machine learning approaches for precision education. *Educational Technology & Society*. 2021;24(1):250–266. Accessed December 12, 2024. <https://www.jstor.org/stable/26977871>
25. Lvovsky V.A. Nonlinear process chart and other tools for organizing a lesson with built-in diagnostics. *Uchitel' Altaya = Teacher of Altai*. 2023;4(17):6–17. (In Russ.) Accessed December 17, 2024. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=65634734>
26. Soldatenkova M.D., Chulkova G.M. On approaches to the implementation of experimental activities in physics. *Fizika v shkole = Physics at School*. (In Russ.) 2022;7:28–34. doi:10.47639/0130-5522_2022_7_28
27. Baeva E.M., Lomakin A.I., Shiryayeva Yu.A., Kolbatova A.I. Physics on a smartphone screen: examples of experimental tasks. *Fizika v shkole = Physics at School*. (In Russ.) 2023;8:35–41. doi:10.47639/0130-5522_2023_8_35
28. Goltsman G.N., Puryшева N.S., Lvovsky V.A., Chulkova G.M., Adamsky A.I., Petrova E.B., et al. *Eksperimental'naya deyatel'nost' uchashchihsya – osnova obucheniya fizike v sovremennoj shkole = Experimental Activity of Students is the Basis for Teaching Physics in a Modern School*. Moscow: Publishing House Prometej; 2023. 218 p. (In Russ.) Accessed December 16, 2024. <https://sprometej.su/magazin/product/goltsman-g-n-purysheva-n-s-lvovskij-v-a-i-dr-eksperimentalnaya-deyatelnost-uchashchihsya-osnova-obucheniya-fizike-v-sovremennoj-shkole-monografiya>
29. Petrova E.B., Chulkova G.M. Determination of the thermal conductivity coefficient of metals by available means. *Fizika v shkole = Physics at School*. 2024;1:46–51. (In Russ.) doi:10.47639/0130-5522_2024_1_46
30. Petrova E.B., Chulkova G.M. Video analysis in life and education. *Problemy sovremennogo obrazovaniya = Problems of Modern Education*. 2024;3:243–254. (In Russ.) doi:10.31862/2218-8711-2024-3-243-254

31. Chulkova G.M., Petrova E.B., Teplyakova K.O., Soldatenkova M.D., Sedykh K.O., Lazarev M.A. Experimental problems in optics. *Fizika v shkole = Physics at School*. 2024;2:49–54. (In Russ.) doi:10.47639/0130-5522_2024_2_49
32. Maslak A. A. *Teoriya i praktika izmereniya latentnykh peremennykh v obrazovanii = Theory and Practice of Measuring Latent Variables in Education*. Moscow: Publishing House Yurait; 2024. 255 p. (In Russ.) Accessed December 17, 2024. <https://urait.ru/bcode/537005>
33. Kupriyanov R.B., Zvonarev D.Yu. Development of a model for predicting educational outcomes of students for universities. *Iskusstvennyy intellekt i prinjatie reshenij = Artificial Intelligence and Decision Making*. 2021;2:11–20. (In Russ.) doi:10.14357/20718594210202
34. Yakunin Yu.Yu., Shestakov V.N., Liksonova D.I., Danichev A.A. Forecasting student learning outcomes using machine learning tools. *Informatika i obrazovaniye = Computer Science and Education*. 2023;38(4):28–43. (In Russ.) doi:10.32517/0234-0453-2023-38-4-28-43
35. Pedregosa F., Varoquaux G., Gramfort A., Michel V., Thirion B., Grisel O., et al. Scikit-learn: machine learning in Python. *The Journal of Machine Learning Research*. 2011;12:2825–2830. doi:10.48550/arXiv.1201.0490
36. Adamsky A.I., Podbolotova M. I., Ustyugova O. B., Kolachev N. I. Development of a model of teachers' activities using high-tech educational tools (instruments) based on the reconstruction of activities and description of operations (actions). *Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya "Pedagogika i psihologiya" = Bulletin of the Moscow City Pedagogical University. Series "Pedagogy and Psychology"*. 2024;18(1-1):140–164. (In Russ.) doi:10.25688/2076-9121.2024.18.1-1.07
37. Lazarev M. A., Puryшева N.S., Sedykh K.O., Soldatenkova M.D., Teplyakova K.O., Chulkova G.M., Shipovskaya S.V. Results of testing a model of a modular program in physics with new content based on experimental tasks: analysis of reflections of students – future teachers of physics and computer science. *Shkola Budushchego = School of the Future*. 2023;5:76–91. (In Russ.) doi:10.55090/1996455_2_2023_5_76_91

Информация об авторах:

Пурышева Наталия Сергеевна – доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры теории и методики обучения физике им. А. В. Перышкина Московского педагогического государственного университета, Москва, Российская Федерация. E-mail: npuryшева42@rambler.ru

Теплякова Ксения Олеговна – заведующая лабораторией кафедры общей и экспериментальной физики Московского педагогического государственного университета, Москва, Российская Федерация; Scopus Author ID 57191363212. E-mail: ko.teplyakova@mpgu.su

Чулкова Галина Меркурьевна – доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры общей и экспериментальной физики Московского педагогического государственного университета, Москва, Российская Федерация; ORCID 0000-0002-8941-8352. E-mail: gm.chulkova@mpgu.su

Солдатенкова Мария Дмитриевна – ассистент кафедры общей и экспериментальной физики Московского педагогического государственного университета, Москва, Российская Федерация; ORCID 0000-0002-9918-1811. E-mail: md.soldatenkova@mpgu.su

Лозовенко Сергей Владимирович – кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры теории и методики обучения физике им. А. В. Перышкина Московского педагогического государственного университета, Москва, Российская Федерация. E-mail: sv.lozovenko@mpgu.su

Вклад соавторов:

Н.С. Пурышева – разработка методологии исследования, дизайна исследования, анализ результатов исследования, работа с текстом.

К.О. Теплякова – анализ научных публикаций, организация исследования, организация апробации, работа с текстом.

Г.М. Чулкова – организация исследования, сбор материалов апробации, анализ результатов исследования, работа с текстом.

М.Д. Солдатенкова – организация и сбор материалов апробации, анализ материалов апробации, работа с текстом.

С.В. Лозовенко – организация апробации, проведение апробации, анализ результатов исследования, работа с текстом.

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 12.12.2024; поступила после рецензирования 27.03.2025; принята в печать 02.04.2025.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Information about the authors:

Natalia S. Purysheva – Dr. Sci. (Education), Professor, Department of Theory and Methods of Teaching Physics named after A. V. Peryshkin, Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russian Federation. E-mail: npurysheva42@rambler.ru

Ksenia O. Teplyakova – Head of the Laboratory of the Department of General and Experimental Physics, Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russian Federation; Scopus Author ID 57191363212. E-mail: ko.teplyakova@mpgu.su

Galina M. Chulkova – Dr. Sci. (Physics and Mathematics), Associate Professor, Professor, Department of General and Experimental Physics, Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russian Federation; ORCID 0000-0002-8941-8352. E-mail: gm.chulkova@mpgu.su

Maria D. Soldatenkova – Teaching Assistant, Department of General and Experimental Physics, Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russian Federation; ORCID 0000-0002-9918-1811. E-mail: md.soldatenkova@mpgu.su

Sergey V. Lozovenko – Cand. Sci. (Education), Associate Professor, Department of Theory and Methods of Teaching Physics named after A. V. Peryshkin, Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russian Federation. E-mail: sv.lozovenko@mpgu.su

Contribution of the authors:

N.S. Purysheva – development of research methodology, research design, analysis of research results, work with text.

K.O. Teplyakova – analysis of scientific publications, organisation of research, organisation of approbation, work with text.

G.M. Chulkova – organisation of research, collection of materials of approbation, analysis of research results, work with text

M.D. Soldatenkova – organisation and collection of approbation materials, analysis of approbation materials, work with text.

S.V. Lozovenko – organisation of approbation, conduction approbation, analysis of research results, work with text.

Conflict of interest statement. The authors declare that there is no conflict of interest.

Received 12.12.2024; revised 27.03.2025; accepted for publication 02.04.2025.

The authors have read and approved the final manuscript.