

ISSN 2712-8326



HAYKA ONLINE SCIENCE ONLINE

Сетевое издание
№ 1 (30) | 2025

<http://nauka-online.ru/>

НАУКА ONLINE, № 1 (30), 2025.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ЭЛ № ФС 77 – 75253 от 01.04.2019 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

ISSN 2712-8326

Выходит 4 раза в год.

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова».

Адрес учредителя: 432071, Ульяновская область, город Ульяновск, площадь Ленина, дом 4/5.

Издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова».

Адрес издателя: 432071, Ульяновская область, город Ульяновск, площадь Ленина, дом 4/5.

Главный редактор: К. К. Алтунин.

Адрес редакции: Россия, 432071, Ульяновская область, город Ульяновск, площадь Ленина, дом 4/5.

Официальный сайт: <http://nauka-online.ru/>

E-mail: nauka_online@ulspu.ru

Science online, issue 1 (30), 2025.

The certificate of registration of the mass media EL No. FS 77 – 75253 dated 01.04.2019 was issued by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Communications, Information Technology and Mass Media (Roskomnadzor).

ISSN 2712-8326

Published 4 times a year.

Founder: Ulyanovsk State Pedagogical University.

The address of the founder is 432071, Ulyanovsk region, Ulyanovsk city, Lenin square, 4/5.

Publisher: Ulyanovsk State Pedagogical University.

The address of the publisher is 432071, Ulyanovsk region, Ulyanovsk city, Lenin square, 4/5.

Editor-in-chief: K. K. Altunin.

Editorial office address: Russia, 432071, Ulyanovsk region, Ulyanovsk city, Lenin Square, 4/5.

Official site: <http://nauka-online.ru/>

E-mail: nauka_online@ulspu.ru

Редакционная коллегия

Главный редактор — Алтунин Константин Константинович, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры физики и технических дисциплин ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», город Ульяновск, Российская Федерация.

Веселовская Юлия Александровна, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры методик математического и информационно-технологического образования, декан факультета физико-математического и технологического образования ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», город Ульяновск, Российская Федерация.

Вилков Евгений Александрович, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории исследований физических явлений на поверхности и границах раздела твердых тел, Институт радиотехники и электроники имени В. А. Котельникова РАН, фрязинский филиал, город Фрязино, Московская область, Российская Федерация.

Громова Екатерина Михайловна, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры методик математического и информационно-технологического образования ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», город Ульяновск, Российская Федерация.

Демин Максим Викторович, кандидат физико-математических наук, проректор по научной работе ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта», город Калининград, Российская Федерация.

Идиатуллин Тимур Тофикович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры СМАРТ-технологии ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», город Москва, Российская Федерация.

Идрисов Ринат Галимович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математического моделирования Стерлитамакского филиала ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», республика Башкортостан, Российская Федерация.

Капитанчук Василий Вячеславович, кандидат технических наук, доцент кафедры организации аэропортовой деятельности и информационных технологий ФГБОУ ВО «Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б. П. Бугаева», город Ульяновск, Российская Федерация.

Каренин Алексей Александрович, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры информатики ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», город Ульяновск, Российская Федерация.

Медетов Нурлан Амирович, доктор физико-математических наук, декан факультета информационных технологий Костанайского государственного университета имени А. Байтурсынова, город Костанай, республика Казахстан.

Пырова Светлана Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биологии и химии ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», город Ульяновск, Российская Федерация.

Федоров Владимир Николаевич, кандидат географических наук, доцент, профессор кафедры географии и экологии ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», город Ульяновск, Российская Федерация.

Фомин Игорь Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор факультета фундаментальных наук ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», город Москва, Российская Федерация.

Фролов Даниил Анатольевич, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры биологии и химии ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», город Ульяновск, Российская Федерация.

Цыганов Андрей Владимирович, кандидат физико-математических наук, профессор кафедры высшей математики, заведующий научно-исследовательской лабораторией математического моделирования ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», город Ульяновск, Российская Федерация.

Червон Сергей Викторович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики и технических дисциплин ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», город Ульяновск, Российская Федерация.

Шалин Александр Сергеевич, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО», город Санкт-Петербург, Российская Федерация.

Шишкарев Виктор Вячеславович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой кафедры физики и технических дисциплин ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», город Ульяновск, Российская Федерация.

Шубович Валерий Геннадьевич, доктор педагогических наук, кандидат технических наук, заведующий кафедрой информатики, профессор кафедры информатики ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», город Ульяновск, Российская Федерация.

Editorial team

Editor-in-Chief — Konstantin Konstantinovich Altunin, PhD, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Physics and Technical Disciplines of Ulyanovsk State Pedagogical University, Ulyanovsk, Russian Federation.

Yulia Aleksandrovna Veselovskaya, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Physics, Mathematics and Technological Education of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Ulyanovsk State Pedagogical University”, Ulyanovsk, Russian Federation.

Evgeniy Aleksandrovich Vilkov, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, leading researcher at the Laboratory for Research of Physical Phenomena on the Surface and Interfaces of Solids, Institute of Radio Engineering and Electronics named after V. A. Kotelnikov RAS, Fryazino branch, Fryazino city, Moscow region, Russian Federation.

Ekaterina Mikhailovna Gromova, PhD, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor the Department of Methods of Mathematical and Information Technology Education, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Ulyanovsk State Pedagogical University”, Ulyanovsk, Russian Federation.

Maxim Viktorovich Demin, PhD, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Vice-Rector for Scientific Work of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Immanuel Kant Baltic Federal University”, Kaliningrad, Russian Federation.

Timur Tofikovich Idiatullov, PhD, Candidate of physical and mathematical sciences, associate professor of the department of SMART technologies of the Moscow Polytechnic University, Moscow, Russian Federation.

Rinat Galimovich Idrisov, PhD, Candidate of physical and mathematical sciences, associate professor of the department of mathematical modeling of the Sterlitamak branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Bashkir State University”, Republic of Bashkortostan, Russian Federation.

Vasily Vyacheslavovich Kapitanchuk, PhD, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Organization of Airport Operations and Information Technologies of the Ulyanovsk Institute of Civil Aviation named after Chief Marshal of Aviation B. P. Bugaev, Ulyanovsk, Russian Federation.

Aleksey Aleksandrovich Karenin, PhD, Candidate of physical and mathematical sciences, associate professor, associate professor of the Department of Informatics, Ulyanovsk State Pedagogical University, Ulyanovsk, Russian Federation.

Nurlan Amirovich Medetov, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Dean of the Faculty of Information Technologies, Kostanay State University named after A. Baitursynov, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Svetlana Aleksandrovna Pyrova, PhD, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Biology and Chemistry of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Ulyanovsk State Pedagogical University”, Ulyanovsk, Russian Federation.

Vladimir Nikolaevich Fedorov, PhD, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Geography and Ecology of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Ulyanovsk State Pedagogical University”, Ulyanovsk, Russian Federation.

Igor Vladimirovich Fomin, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Faculty of Basic Sciences of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Moscow State Technical University named after N. E. Bauman (National Research University)”, Moscow, Russian Federation.

Daniil Anatolyevich Frolov, PhD, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biology and Chemistry of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Ulyanovsk State Pedagogical University”, Ulyanovsk, Russian Federation.

Andrey Vladimirovich Tsyganov, PhD, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Head of the Research Laboratory of Mathematical Modeling, Professor of the Department of Higher Mathematics of the Ulyanovsk State Pedagogical University, Ulyanovsk, Russian Federation.

Sergey Viktorovich Chervon, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Physics and Technical Disciplines of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Ulyanovsk State Pedagogical University”, Ulyanovsk, Russian Federation.

Alexander Sergeevich Shalin, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, senior researcher at the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “National Research University ITMO”, St. Petersburg, Russian Federation.

Viktor Vyacheslavovich Shishkarev, PhD, Candidate of technical sciences, associate professor, head of the department of the department of physics and technical disciplines of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Ulyanovsk State Pedagogical University”, Ulyanovsk, Russian Federation.

Valery Gennadievich Shubovich, Doctor of Pedagogical Sciences, Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Informatics, Professor of the Department of Informatics of the Federal State Budgetary

Educational Institution of Higher Education “Ulyanovsk State Pedagogical University”, Ulyanovsk, Russian Federation.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Компьютерные науки и информатика	1
Теоретическая информатика	1
1 Принципы проектирования компьютерных игр и мобильных приложений в Unity-среде с учётом физических эффектов <i>Ю. А. Новикова</i>	
12 Проектирование информационной системы поддержки преподавания учебной дисциплины по теории деятельностного подхода в обучении физике <i>А. А. Родионова</i>	
Физические науки	28
Оптика	28
28 Исследование оптического отражения и пропускания нанокompозитных плёнок с углеродными нанотрубками и нанокластерами углерода <i>К. К. Алтунин</i>	
40 Исследование физических свойств светоизлучающих структур с квантовыми точками <i>П. А. Мащенко</i>	
Медицинские науки	49
Клиническая медицина	49
49 Анализ реальных клинических данных ожогов после пожаров и современных подходов к лечению ожогов <i>С. Г. Аксенов, А. Р. Ахметова</i>	
Науки об образовании	59
Теория и методика обучения и воспитания	59
59 Исследование методики преподавания темы по колебаниям и волнам в курсе физики средней школы <i>В. В. Левочкина</i>	
70 Система подготовки учащихся по физике в классах коррекционно-развивающего обучения с использованием технических возможностей технопарка <i>В. В. Шишкарёв, Е. С. Фролова</i>	
Авторский указатель	83

CONTENTS

Computer science and information science	1
Theoretical computer science	1
1 Principles of designing computer games and mobile applications in the Unity environment taking into account physical effects <i>Yu. A. Novikova</i>	
12 Design of an information system to support the teaching of an academic discipline on the theory of an activity-based approach in teaching physics <i>A. A. Rodionova</i>	
Physical sciences	28
Optics	28
28 Investigation of optical reflection and transmission of nanocomposite films with carbon nanotubes and carbon nanoclusters <i>K. K. Altunin</i>	
40 Investigation of physical properties of light-emitting structures with quantum dots <i>P. A. Mashchenko</i>	
Medical sciences	49
Clinical medicine	49
49 Analysis of real clinical data on burns after fires and modern approaches to burn treatment <i>S. G. Aksenov, A. R. Akhmetova</i>	
Educational sciences	59
Theory and methodology of training and education	59
59 Investigation of the methodology of teaching the topic of oscillations and waves in the course of physics at secondary school <i>V. V. Levochkina</i>	
70 System of training students in physics in classes of correctional and developmental education using the technical capabilities of the technology park <i>V. V. Shishkarev, E. S. Frolova</i>	
Author's index	84

Секция 1

Компьютерные науки и информатика

1.1 Теоретическая информатика

Научная статья

УДК 004.438

ББК 22.19

ГРНТИ 20.01.07

ВАК 1.2.3.

RACS 01.50.Н-

OCIS 000.4930

MSC 91A40

Принципы проектирования компьютерных игр и мобильных приложений в Unity-среде с учётом физических эффектов

Ю. А. Новикова  ¹

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

Поступила в редакцию 10 февраля 2025 года

После переработки 14 февраля 2025 года

Опубликована 31 марта 2025 года

Аннотация. Рассмотрены некоторые из наиболее важных физических эффектов, которые можно использовать для улучшения качества компьютерных приложений и игровых мобильных приложений, созданных в среде Unity. Проведён углубленный анализ принципов проектирования Unity-приложений с использованием физических движков. Полученные результаты показывают, что применение правильных принципов проектирования и оптимизации параметров физики может существенно повысить качество и производительность процесса разработки захватывающих компьютерных игр и игровых мобильных приложений.

Ключевые слова: компьютерная игра, мобильное приложение, игровой мир, Unity-среда, производительность компьютерной игры, физический эффект, физический закон

¹E-mail: ulian1499@gmail.com

Введение

Современные технологии разработки компьютерных игр и игровых мобильных приложений активно развиваются, и использование физических движков в рамках платформы Unity становится всё более актуальным. Это обусловлено необходимостью создания реалистичного взаимодействия объектов и симуляции физики в виртуальной среде, что значительно улучшает пользовательский опыт и вовлечённость. Исследование принципов проектирования Unity-приложений с использованием физических движков играет ключевую роль в создании высококачественных интерактивных решений в процессе разработки компьютерных игр и игровых мобильных приложений, что делает его значимым как для разработчиков, так и для конечных пользователей. В современных условиях развития игровой индустрии существует острая потребность в оптимизации процессов разработки физически корректных симуляций компьютерных игр и игровых мобильных приложений, созданных в среде разработки Unity.

Цель исследования состоит в анализе и исследовании принципов проектирования Unity-приложений с учётом специфики использования физических движков, что позволит повысить эффективность разработки и качество физически корректных симуляций компьютерных игр и игровых мобильных приложений, созданных в среде разработки Unity. Первая задача исследования состоит в анализе возможностей включения физических эффектов в компьютерных играх в среде Unity, проверке механизма создания реалистичного взаимодействия объектов в компьютерных играх и игровых мобильных приложениях различного уровня сложности, опираясь на существующие физические законы. Вторая задача исследования состоит в описании различных физических эффектов, доступных в приложениях, созданных в среде Unity, и рассмотрении применения физических эффектов для создания реалистичных и увлекательных компьютерных игр и игровых мобильных приложений с использованием существующих физических движков, совместимых со средой разработки Unity.

Объектом исследования является процесс разработки Unity-приложений с использованием физических движков на основе совокупности физических явлений, используемых для создания реалистичных компьютерных игр и игровых мобильных приложений с использованием платформы Unity. Предметом исследования является система принципов проектирования компьютерных игр и мобильных приложений в Unity-среде с учётом совокупности физических эффектов, а также принципы использования физических эффектов для создания реалистичных компьютерных игр и игровых мобильных приложений с использованием платформы Unity с учётом включения или выключения различных физических эффектов для улучшения качества приложений в среде Unity.

Для достижения поставленной цели и задач использованы следующие методы исследования: сравнительный анализ литературы по существующим решениям, имеющим отношение к разработке компьютерных игр и игровых мобильных приложений в среде Unity с использованием физических движков; анализ успешных примеров для определения лучших практик проектирования компьютерных игр и игровых мобильных приложений в среде Unity с использованием физических движков.

Материалы исследования включают в себя научную литературу и документацию по среде Unity и системам физических движков, документацию по проектированию и оптимизации приложений в среде Unity.

Научная новизна исследования состоит в комплексном изучении влияния параметров физических движков на производительность и игровую механику с учётом физических эффектов в компьютерных играх и игровых мобильных приложениях, созданных в среде Unity, ранее не проводившегося в научных исследованиях.

Гипотеза исследования заключается в том, что если правильно использовать различные физические эффекты в приложениях, создаваемых в среде Unity, то можно созда-

вать более реалистичные компьютерные игры и мобильные приложения по сравнению с игровыми проектами, в которых физика отсутствует или используется в ограниченном объёме.

Теоретическая значимость заключается в том, что исследование вносит вклад в развитие теории разработки физически корректных симуляций в Unity, систематизирует существующие подходы и предлагает новые методы оптимизации, расширяет существующие знания о принципах проектирования интерактивных приложений, улучшая понимание взаимодействия между компонентами физических движков и игровыми механиками. Результаты могут быть использованы для дальнейших научных изысканий в сфере разработки компьютерных игр и игровых мобильных приложений.

Практическая значимость заключается в том, что результаты исследования могут быть использованы разработчиками для выбора оптимального физического движка и методов его интеграции в Unity-проекты.

Обзор

Разработка игр Unity охватывает широкий спектр приложений, от образовательных инструментов до захватывающих впечатлений от виртуальной реальности. Движок Unity облегчает создание различных типов игр, используя C# для написания скриптов и предлагая надежные возможности трёхмерного моделирования, которые необходимы для эффективной визуализации проектов [1, 2]. В статье [1] обсуждается разработка обучающей игры в среде Unity с использованием программирования на C# для кодирования и 3D-моделирования для визуализации. Целью является помощь студентам в изучении английского языка с помощью интерактивного игрового процесса и изучения языка. В статье [1] разрабатывается обучающая игра на английском языке в Unity, кроссплатформенном игровом движке, с использованием языка программирования C# и 3D-моделирования, чтобы помочь ученикам начальной школы в приобретении и освоении английского языка с помощью интерактивного игрового процесса и исследования мира. К последним достижениям относится интеграция машинного обучения, позволяющая разработчикам создавать интеллектуальных игровых персонажей и улучшать динамику игрового процесса с помощью сложных методов искусственного интеллекта [3]. В статье [3] рассматриваются приложения машинного обучения в Unity, включая игровой искусственный интеллект, интеллектуальное поведение персонажей и обучение с подкреплением, посредством обзора литературы и тематических исследований, подчеркивающих тенденции развития и потенциальные приложения в различных областях. Разработка игр Unity использует машинное обучение для улучшения игрового искусственного интеллекта, улучшения поведения персонажей и автоматизации тестирования. В статье [3] показано, что интеграция агентов машинного обучения облегчает обучение интеллектуальных агентов, обеспечивая динамическое взаимодействие и инновационные приложения в различных игровых и симуляционных средах. Кроме того, Unity поддерживает возрождение пиксельной графики в разработке 2D-игр, предоставляя такие инструменты, как Tilemap Editor, для оптимизации процессов проектирования уровней и анимации [4]. В статье [4] изучается разработка 2D-пиксельной игры с помощью Unity, решая общие проблемы с помощью эффективных решений, инновационных рабочих процессов анимации и методов дизайна уровней, предлагая практические решения для разработчиков игр и демонстрируя потенциал Unity. В статье [4] описаны результаты разработки 2D-пиксельной игры с помощью Unity, решая общие проблемы в анимации, дизайне карт и игровой механике. В статье [4] выделяются инновационные рабочие процессы, такие как процесс анимации 3D-to-2D, и подчёркивается важность последовательного визуального дизайна и игрового тестирования. Кроме того, возможности Unity распространяются на виртуальную реальность, позволяя разра-

батывать захватывающие симуляции, которые повышают вовлеченность пользователей и архитектурную визуализацию, демонстрируя универсальность движка в различных областях [5]. В работе [5] представлен результат разработки симуляции виртуальной реальности студенческой среды с использованием Unity, предлагая захватывающий опыт с реалистичными визуальными эффектами, интуитивной навигацией и интерактивными элементами, улучшая понимание и исследование пространства посредством улучшенной визуализации и совместного проектирования. В работе [5] подробно описывается использование игрового движка Unity для разработки симуляции виртуальной реальности студенческой среды, подчеркивая его возможности для создания захватывающих впечатлений, улучшения архитектурной визуализации и содействия совместному проектированию между архитекторами и клиентами. В статье [6] описаны результаты исследования, использующего игровой движок Unity 2D для разработки образовательной игры, направленной на улучшение опыта обучения детей базовой математике, используя методологию жизненного цикла разработки игр для обеспечения эффективного вовлечения и образовательных результатов. В статье [6] разрабатывается образовательная игра для базовой математики с использованием Unity 2D, применяя методологию жизненного цикла разработки игр для улучшения результатов обучения и вовлеченности детей, используя цифровое игровое обучение. В работе [7] исследованы различные интерфейсы и языки сценариев Unity и обнаружили, что Unity является одним из самых требовательных игровых движков из-за своего крупнейшего сообщества пользователей, что делает его уникальным среди других игровых движков. Unity — это профессиональный многоплатформенный игровой движок, известный своими возможностями иммерсивного звука, видео, графики и физики. Unity поддерживает различные приложения в кино, играх и образовании и может похвастаться большим сообществом пользователей, что делает его очень востребованным в разработке игр. В целом, Unity служит мощной платформой, которая способствует инновациям и креативности в разработке игр.

Видеоигры вездесущи, и студенты хотят научиться их создавать. Включение игр в учебные программы считается отличным способом повышения интереса студентов, повышения удержания и обучения навыкам общения [8]. Однако проблема заключается в том, как преподавать разработку игр, если вы никогда не писали игр. Поиск статей и курсов из других колледжей не даёт большого количества разъяснений относительно того, какая среда является лучшей для преподавания такого курса. Решение, которое было найдено после многих попыток, заключается в создании курса разработки игр на основе игрового движка Unity, и в статье [8] описывается, как пришли к этому решению. Unity прост в изучении, бесплатен, кроссплатформенен, является настоящим игровым движком и известен в области разработки игр [8].

В статье [9] посредством анализа основного принципа и метода применения системы частиц Unity3D, проектируются и реализуются общие эффекты игровой сцены, в основном симуляции, и реализуется эффект системы пожаротушения и системы водоснабжения путём объединения обоих результатов при помощи моделирования в виртуальном игровом мире.

В статье [10] представлена интерактивная трёхмерная виртуальная платформа для химической инженерии на базе Unity3D, которая предназначена для помощи студентам-химикам в их производственной практике. В виртуальной среде системы воссозданы реальные участки химического завода.

В статье [11] представлены результаты исследования среды разработки приложений на базе игрового движка Unity. В работе [7] описаны возможности разработки игр с использованием игрового движка Unity. В работе [12] представлен конкретный обзор новейшего ландшафта Unity 2D, затрагивающий всё, что нужно знать начинающему разработчику инди-игр, чтобы воплотить своё видение в жизнь. Можно взять под кон-

троль движка в играх, изучив мощный рабочий процесс Unity 2D, чтобы создавать собственные независимые игры.

Мобильная дополненная реальность позволяет размещать виртуальный контент, такой как 3D-модели, анимацию и аннотации, поверх объектов реального мира в любом контексте. В работе [13] применили мобильную дополненную реальность для разработки игры дополненной реальности Calory Battle для борьбы с детским ожирением во всем мире. В этой игре игрок находит и обезвреживает виртуальные калорийные бомбы в реальной среде. В частности, в работе [13] представлены результаты разработки двух версий игры. Первый прототип был создан без стороннего игрового движка, и это привело к множеству проблем. Чтобы изучить решения этих проблем, в работе [13] создали новую версию игры с игровым движком Unity 3D. Используя Unity 3D, процесс разработки игры был упрощен. Оценка удобства использования смешанным методом на детях и студентах университетов показала, что в версии Unity 3D были улучшены взаимодействие с контентом мобильной дополненной реальности и ясность пользовательского интерфейса. В работе [13] исследование дало три важных вклада: новая мобильная игра дополненной реальности для мотивации детей двигаться, повторная реализация игры с использованием Unity 3D, и результаты оценки удобства использования, сравнивающие две версии игры. В работе [13] ожидается, что игровые движки, такие как Unity 3D, станут необходимыми для разработки игр дополненной реальности в будущем.

Многопользовательские онлайн-игры на арене сражений в настоящее время являются одним из самых популярных жанров онлайн-видеоигр. В работе [14] обсуждается реализация типичного прототипа многопользовательской онлайн-игры на арене сражений для платформы Windows в популярном игровом движке Unity 5. Основное внимание уделяется использованию встроенных компонентов Unity в многопользовательской онлайн-игре на арене сражений, разработке дополнительных поведений с использованием API сценариев Unity для C# и интеграции сторонних компонентов, таких как сетевой движок, 3D-модели и системы частиц, созданные для использования с Unity и доступные через Unity Asset Store. В работе [14] приводится краткий обзор полезных шаблонов проектирования программирования, а также шаблонов проектирования, уже используемых в Unity. В работе [14] обсуждаются различные механизмы синхронизации игрового состояния, доступные в выбранном сетевом движке Photon Unity Networking, и их использование при синхронизации различных типов игровой информации по нескольким клиентам. Реализованная игра сохраняет большинство основных особенностей современных многопользовательских онлайн-игр на арене сражений, таких как герои с разными стилями игры, навыками, командное состязание, сбор и потребление ресурсов, разнообразные карты и оборонительные сооружения. В работе [14] приводятся комментарии о Unity 5 как среде разработки и движке для многопользовательских онлайн-игр в жанре боевых боёв.

Методы и материалы

Среда Unity является мультиплатформенным движком, который взыскал популярность у многих разработчиков компьютерных игр и игровых мобильных приложений. Unity является одной из наиболее популярных платформ для разработки компьютерных игр и игровых мобильных приложений. Графический движок и мощная система физики среды Unity позволяют создавать удивительные и реалистичные эффекты в игровом мире компьютерных игр и игровых мобильных приложений. Unity предлагает широкий спектр инструментов и возможностей для создания интерактивных и реалистичных игровых миров. Unity представляет собой мощный, прогрессивный, чрезвычайно популярный и универсальный игровой движок, имеющий в своём активе длинный

список поддерживаемых платформ и устройств. Он обладает множеством уже встроенных функций, которые пользователям не придётся записывать вручную. Благодаря большой расширяемости и действительно большому числу поддерживаемых платформ на Unity можно создать практически любую игру. Однако большая часть мобильных, консольных и настольных компьютерных игр представлена в двумерном случае, поэтому важно понимать возможности Unity для создания двумерных компьютерных игр. Игровые компании стремятся сделать игры более реалистичными.

История создания Unity-приложений с физическими движками началась с фундаментальной потребности разработчиков в реалистичных симуляциях взаимодействия объектов. В начале пути, когда Unity только появился в 2005 году, встроенные возможности физического движка были весьма ограничены, что существенно затрудняло создание сложных симуляций. Разработчики столкнулись с необходимостью интеграции сторонних физических движков для достижения желаемого уровня реализма в играх. Основными проблемами стали несовместимость различных движков между собой и сложности с оптимизацией производительности при использовании нескольких физических систем одновременно. С развитием технологий и выходом Unity 5 в 2015 году ситуация начала изменяться в лучшую сторону, появились новые инструменты для работы с физикой и улучшенная поддержка различных физических движков. Однако даже современные версии Unity не лишены недостатков: разработчики по-прежнему сталкиваются с проблемами производительности при сложных физических симуляциях. Особую сложность представляет оптимизация игр для разных платформ, так как требования к производительности могут существенно различаться. При этом растущие ожидания пользователей от реалистичности физических взаимодействий создают дополнительное давление на разработчиков. В последние годы ситуация улучшилась благодаря внедрению искусственного интеллекта, который помогает автоматизировать рутинные задачи по настройке физических взаимодействий. Тем не менее, проблема эффективного использования физических движков в Unity остаётся актуальной и требует дальнейших фундаментальных исследований в области теоретической информатики.

Результаты

Рассмотрим физические процессы и материалы, используемые в компьютерных играх, созданных в среде Unity. Скорость и ускорение — это две разные векторные величины, которые характеризуют движение тела. Скорость — это векторная физическая величина, которая показывает, насколько быстро движется тело. В компьютерных играх гравитационное поле обычно моделируется с помощью физических движков, таких как PhysX от NVIDIA или Havok. Эти движки позволяют учитывать различные силы, в том числе силу тяжести, и создавать реалистичное движение объектов в виртуальном игровом мире. В Unity-среде используется физический движок под названием PhysX. Он позволяет моделировать физические процессы, такие как сила трения, инерция, гравитация и столкновения. PhysX также поддерживает различные материалы, такие как металл, дерево и стекло, чтобы создать более реалистичное взаимодействие объектов в компьютерных играх, созданных в среде Unity. Для учёта гравитационного поля движки используют алгоритмы, которые вычисляют силу тяжести на основе массы объектов, расстояния между ними и других параметров. Например, в PhysX для расчёта силы тяжести используется формула закона Всемирного тяготения. Один из самых важных аспектов при работе с физическими эффектами в среде Unity является оптимизация для увеличения производительности компьютерной игры. Создание и реализация сложных физических эффектов может иметь негативное влияние на производительность компьютерной игры. Поэтому важно использовать оптимизированные алгоритмы и настройки физики в среде Unity, чтобы достичь хорошей производитель-

ности компьютерной игры [15]. Физические движки в среде Unity могут использовать различные методы для оптимизации расчётов гравитационного поля, например, разбиение мира на ячейки или использование иерархических данных о столкновениях. Это позволяет снизить нагрузку на процессор и улучшить производительность игры.

Первым принципом проектирования Unity-приложений является единая ответственность, когда каждый модуль, класс или функция отвечает за что-то одно и инкапсулирует только эту часть логики. Вторым принципом проектирования Unity-приложений является открытость или закрытость, когда разрабатываемые классы должны быть открыты для расширений, но закрыты для изменений. Если класс был реализован и протестирован, его не следует изменять. Третьим принципом проектирования Unity-приложений является принцип, когда дочерние классы не должны нарушать определения родительского класса и его поведение. Четвёртым принципом проектирования Unity-приложений является разделение интерфейсов, когда клиенты не должны принудительно внедрять интерфейсы, которые ими не используются. Интерфейсы не должны содержать методы, которые не будут реализованы всеми классами, которые его наследуют. Пятым принципом проектирования Unity-приложений является инверсия зависимостей, когда классы высокого уровня не должны зависеть от низкоуровневых, а абстракции не должны зависеть от деталей. Как правило, высокоуровневые классы отвечают за бизнес-правила или логику программного продукта. Также при проектировании Unity-приложений используют паттерны, например: прототип, позволяющий копировать объекты, не затрагивая оригинал, компонент, позволяющий вместо создания больших классов с множеством обязанностей создавать более мелкие компоненты, которые выполняют одну задачу, компонент, позволяющий производить логическое разделение игровых объектов на несколько основных типов (сущности, хранящие состояния, компоненты, которые определяют сущности, и системы, которые оперируют сущностями, изменяя их состояния).

Опишем некоторые методы оптимизации Unity-приложений с физическими движками. В процессе оптимизации Unity-приложений использование профайлера Unity позволяет анализировать производительность проекта, выявлять узкие места и понимать, какие части кода или ресурсы занимают больше всего времени и оперативной памяти. В процессе оптимизации скриптов Unity-приложений можно уменьшить нагрузку от скриптов путём улучшения логики и кэширования данных. Например, избегать ненужных обновлений и использовать кэширование компонентов. В процессе оптимизации управления памятью Unity-приложений важно эффективно использовать ресурсы и минимизировать работу сборщика мусора. Например, избегать частого создания и уничтожения объектов. В процессе оптимизации рендеринга Unity-приложений можно сократить количество полигонов и использовать уровни детализации. Также рекомендуется объединять текстуры в атласы, чтобы уменьшить количество вызовов рендеринга. В процессе оптимизации физики Unity-приложений можно снизить нагрузку на физический движок Unity, например, управляя количеством физических объектов и используя слои для настройки взаимодействий. Также можно применять простые коллайдеры и триггеры. В процессе оптимизации загрузки сцен Unity-приложений можно уменьшить время загрузки и улучшить пользовательский опыт, например, используя асинхронную загрузку, разделение сцен, предзагрузку ресурсов и оптимизацию ассетов. В процессе оптимизации аудио-файлов Unity-приложений важно оптимизировать аудио-файлы, особенно для мобильных платформ и платформ виртуальной реальности. Например, можно настроить оптимальную компрессию аудио, ограничить хранение ссылок на аудио в памяти и отключить предзагрузку аудио-файлов там, где она не нужна. Оптимизация Unity-приложений является непрерывным процессом, требующим внимания к деталям и использования различных инструментов и техник.

Заключение

Исследование физических эффектов в Unity-приложениях играет важную роль в создании реалистичных и захватывающих игр и приложений. Компьютерная игра должна быть интересной, поэтому физические эффекты не должны загромождать игровой процесс или создавать неудобства для игроков. Проведённый анализ принципов проектирования Unity-приложений показал перспективность использования физических движков. Полученные результаты показывают, что применение правильных принципов проектирования и оптимизации параметров физики может существенно повысить качество и производительность процесса разработки захватывающих компьютерных игр и игровых мобильных приложений. Важно отметить, что дальнейшие исследования могут быть направлены на изучение более сложных игровых механик, а также разработку новых интуитивных инструментов для разработчиков компьютерных игр и игровых мобильных приложений.

Гипотеза исследования, заключающаяся в том, что если правильно использовать различные физические эффекты в приложениях, создаваемых в среде Unity, то можно создавать более реалистичные компьютерные игры и мобильные приложения по сравнению с игровыми проектами, в которых физика отсутствует или используется в ограниченном объёме, подтверждена полностью.

Физические эффекты являются важной составляющей Unity-приложений, позволяющей создать более реалистичный и увлекательный игровой процесс, что делает среду Unity популярным выбором для разработчиков компьютерных игр и игровых мобильных приложений. Платформа Unity широко используется благодаря своей практичности и совместимости с различными устройствами и консолями. Более реалистичное и эффективное использование физических движков в процессе разработке компьютерных игр и игровых приложений повышает уровень взаимодействия пользователей с виртуальной средой.

Список использованных источников

1. Safina G., Kirillova E. Creating an english learning game in the Unity development environment // Bulletin of science and practice. — 2024. — dec. — Vol. 10, no. 12. — P. 155–160. — URL: <http://dx.doi.org/10.33619/2414-2948/109/21>.
2. Exploring the capabilities of Unity 3D gaming software / Dhruv Kohli [et al.] // 2024 OPJU International technology conference (OTCON) on smart computing for innovation and advancement in industry 4.0. — IEEE, 2024. — jun. — P. 1–6. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/otcon60325.2024.10687984>.
3. Hu Chuang. Research on the integrated application of machine learning in Unity // Applied and computational engineering. — 2024. — nov. — Vol. 82, no. 1. — P. 161–166. — URL: <http://dx.doi.org/10.54254/2755-2721/82/20241033>.
4. Wang Ke. Leveraging Unity for 2D pixel game development: techniques and best practices // ITM Web of Conferences. — 2025. — Vol. 70. — P. 03002. — URL: <http://dx.doi.org/10.1051/itmconf/20257003002>.
5. Development and implementation of a virtual reality simulation for an immersive college environment using the Unity game engine / Ashwin Raj Lendalay [et al.] // 2024 IEEE North Karnataka subsection flagship international conference (NKCon). — IEEE, 2024. — sep. — P. 1–8. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/nkcon62728.2024.10774914>.

6. Utilizing game development life cycle method to develop an educational game for basic mathematics using Unity 2D game engine / Joshua Austin Widjaja [et al.] // IJISIT: International journal of computer science and information technology. — 2024. — jun. — Vol. 1, no. 1. — P. 20–30. — URL: <http://dx.doi.org/10.55123/ijisit.v1i1.6>.
7. Singh Swati, Kaur Amanpreet. Game development using Unity game engine // 2022 3rd international conference on computing, analytics and networks (ICAN). — IEEE, 2022. — nov. — P. 1–6. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/ICAN56228.2022.10007155>.
8. Dickson P. E. Using Unity to teach game development: when you've never written a game // Proceedings of the 2015 ACM conference on innovation and technology in computer science education. — ITICSE'15. — ACM, 2015. — jun. — P. 75–80. — URL: <http://dx.doi.org/10.1145/2729094.2742591>.
9. Imam Raza, Areeb Qazi Mohammad. Game effect based on particle system in Unity 3D // Academia Letters. — 2021. — jul. — URL: <http://dx.doi.org/10.20935/AL2447>.
10. A Unity3D-based interactive three-dimensional virtual practice platform for chemical engineering / Shu-Guang Ouyang [et al.] // Computer applications in engineering education. — 2017. — aug. — Vol. 26, no. 1. — P. 91–100. — URL: <http://dx.doi.org/10.1002/cae.21863>.
11. Study of an application development environment based on Unity game engine / Sagor Ahamed [et al.] // International journal of computer science and information technology. — 2020. — feb. — Vol. 12, no. 1. — P. 43–62. — URL: <http://dx.doi.org/10.5121/ijcsit.2020.12103>.
12. Halpern Jared. Developing 2D games with Unity: independent game programming with C#. — Apress, 2019. — ISBN: 9781484237724. — URL: <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4842-3772-4>.
13. Using Unity 3D to facilitate mobile augmented reality game development / Sung Lae Kim [et al.] // 2014 IEEE World forum on Internet of things (WF-IoT). — IEEE, 2014. — mar. — P. 21–26. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/WF-IoT.2014.6803110>.
14. Polancec D., Mekterovic I. Developing MOBA games using the Unity game engine // 2017 40th International convention on information and communication technology, electronics and microelectronics (MIPRO). — IEEE, 2017. — may. — P. 1510–1515. — URL: <http://dx.doi.org/10.23919/MIPRO.2017.7973661>.
15. Джозеф Х. Unity в действии. Мультиплатформенная разработка на C#. — Санкт-Петербург : Питер, 2016. — 336 с.

Сведения об авторах:

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

E-mail: ulian1499@gmail.com

ORCID iD  0009-0001-8664-7213

Web of Science ResearcherID  LSK-9256-2024

Original article
 PACS 01.50.H-
 OCIS 000.4930
 MSC 91A40

Principles of designing computer games and mobile applications in the Unity environment taking into account physical effects

Yu. A. Novikova 

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted February 10, 2025
 Resubmitted February 14, 2025
 Published March 31, 2025

Abstract. Discusses some of the most important physics effects that can be used to improve the quality of computer applications and mobile gaming applications created in the Unity environment. It provides an in-depth analysis of the design principles of Unity applications using physics engines. The results show that applying the right design principles and optimizing the physics parameters can significantly improve the quality and productivity of the development process of exciting computer games and mobile gaming applications.

Keywords: computer game, mobile application, game world, Unity environment, computer game performance, physical effect, physical law

References

1. Safina G., Kirillova E. Creating an english learning game in the Unity development environment // Bulletin of science and practice. — 2024. — dec. — Vol. 10, no. 12. — P. 155–160. — URL: <http://dx.doi.org/10.33619/2414-2948/109/21>.
2. Exploring the capabilities of Unity 3D gaming software / Dhruv Kohli [et al.] // 2024 OPJU International technology conference (OTCON) on smart computing for innovation and advancement in industry 4.0. — IEEE, 2024. — jun. — P. 1–6. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/otcon60325.2024.10687984>.
3. Hu Chuang. Research on the integrated application of machine learning in Unity // Applied and computational engineering. — 2024. — nov. — Vol. 82, no. 1. — P. 161–166. — URL: <http://dx.doi.org/10.54254/2755-2721/82/20241033>.
4. Wang Ke. Leveraging Unity for 2D pixel game development: techniques and best practices // ITM Web of Conferences. — 2025. — Vol. 70. — P. 03002. — URL: <http://dx.doi.org/10.1051/itmconf/20257003002>.
5. Development and implementation of a virtual reality simulation for an immersive college environment using the Unity game engine / Ashwin Raj Lendalay [et al.] // 2024 IEEE North Karnataka subsection flagship international conference (NKCon). — IEEE, 2024. — sep. — P. 1–8. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/nkcon62728.2024.10774914>.

6. Utilizing game development life cycle method to develop an educational game for basic mathematics using Unity 2D game engine / Joshua Austin Widjaja [et al.] // IJISIT: International journal of computer science and information technology. — 2024. — jun. — Vol. 1, no. 1. — P. 20–30. — URL: <http://dx.doi.org/10.55123/ijisit.v1i1.6>.
7. Singh Swati, Kaur Amanpreet. Game development using Unity game engine // 2022 3rd international conference on computing, analytics and networks (ICAN). — IEEE, 2022. — nov. — P. 1–6. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/ICAN56228.2022.10007155>.
8. Dickson P. E. Using Unity to teach game development: when you've never written a game // Proceedings of the 2015 ACM conference on innovation and technology in computer science education. — ITICSE'15. — ACM, 2015. — jun. — P. 75–80. — URL: <http://dx.doi.org/10.1145/2729094.2742591>.
9. Imam Raza, Areeb Qazi Mohammad. Game effect based on particle system in Unity 3D // Academia Letters. — 2021. — jul. — URL: <http://dx.doi.org/10.20935/AL2447>.
10. A Unity3D-based interactive three-dimensional virtual practice platform for chemical engineering / Shu-Guang Ouyang [et al.] // Computer applications in engineering education. — 2017. — aug. — Vol. 26, no. 1. — P. 91–100. — URL: <http://dx.doi.org/10.1002/cae.21863>.
11. Study of an application development environment based on Unity game engine / Sagor Ahamed [et al.] // International journal of computer science and information technology. — 2020. — feb. — Vol. 12, no. 1. — P. 43–62. — URL: <http://dx.doi.org/10.5121/ijcsit.2020.12103>.
12. Halpern Jared. Developing 2D games with Unity: independent game programming with C#. — Apress, 2019. — ISBN: 9781484237724. — URL: <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4842-3772-4>.
13. Using Unity 3D to facilitate mobile augmented reality game development / Sung Lae Kim [et al.] // 2014 IEEE World forum on Internet of things (WF-IoT). — IEEE, 2014. — mar. — P. 21–26. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/WF-IoT.2014.6803110>.
14. Polancec D., Mekterovic I. Developing MOBA games using the Unity game engine // 2017 40th International convention on information and communication technology, electronics and microelectronics (MIPRO). — IEEE, 2017. — may. — P. 1510–1515. — URL: <http://dx.doi.org/10.23919/MIPRO.2017.7973661>.
15. Joseph H. Unity in action. Multiplatform development with C#. — Saint Petersburg : Piter, 2016. — 336 p.

Information about authors:

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

E-mail: ulian1499@gmail.com

ORCID iD  0009-0001-8664-7213

Web of Science ResearcherID  LSK-9256-2024

Научная статья
УДК 004.9
ББК 22.19
ГРНТИ 29.01.45
БАК 1.2.3.
PACS 01.40.Di
OCIS 000.2060
MSC 00A79

Проектирование информационной системы поддержки преподавания учебной дисциплины по теории деятельностного подхода в обучении физике

А. А. Родионова ¹

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

Поступила в редакцию 17 февраля 2025 года

После переработки 19 февраля 2025 года

Опубликована 31 марта 2025 года

Аннотация. Представлены результаты проектирования информационной системы поддержки преподавания учебной дисциплины по теории деятельностного подхода в обучении физике в педагогическом университете. Основой информационной системы служит дистанционный курс в системе управления обучением MOODLE и электронный журнал по учебной дисциплине по теории деятельностного подхода в обучении физике на образовательном портале университета. Обсуждаются результаты разработки модульной структуры построения дистанционного курса по учебной дисциплине по теории деятельностного подхода в обучении физике. Представлены результаты компоновки избранных элементов дистанционного курса по учебной дисциплине по теории деятельностного подхода в обучении физике.

Ключевые слова: курс, информационная система, система управления обучением, деятельностный подход, активная деятельность, обучение физике, интеграция методов обучения физике

Введение

В условиях цифровизации образования возникает необходимость разработки инновационных информационных систем, интегрирующих деятельностный подход в процесс обучения физике. В условиях современного университетского образования, где информационные технологии проникают во все сферы преподавания учебных дисциплин, становится важным создать информационные системы, которые поддерживают процессы преподавания физических наук. Актуальность исследования обусловлена растущей необходимостью модернизации информационных систем для обеспечения образовательных процессов в области преподавания физических наук.

¹E-mail: rod_nastay_0000@mail.ru

Деятельностный подход акцентирует внимание на активной деятельности студентов в процессе изучения учебной дисциплины и сильной вовлечённости студентов в образовательный процесс. Таким образом, создание информационной системы, поддерживающей данный подход, не только повышает качество физического образования, но и способствует развитию критического мышления и творческих навыков по физике.

Цель работы заключается в исследовании процесса создания информационной системы, поддерживающей процесс преподавания учебной дисциплины по теории деятельностного подхода в обучении физике. Задачи исследования состоят в том, чтобы проанализировать литературу по существующим подходам и методикам преподавания теории деятельностного подхода в обучении физике с позиции деятельностного подхода для выявления недостатков традиционных методов обучения физике; разработать модульную структуру информационной системы поддержки обучения преподавания теории деятельностного подхода в обучении физике; создать базу учебно-методических материалов, реализующих поддержку обучения преподавания теории деятельностного подхода в обучении физике.

Объектом исследования является процесс преподавания учебной дисциплины по теории деятельностного подхода в обучении физике в университете. Предметом исследования является информационная система, поддерживающая деятельностный подход в обучении физике и методы её внедрения в образовательный процесс университета.

Методы исследования включают в себя анализ научной литературы по применению теории деятельностного подхода в обучении физике, методы проектирования информационных систем поддержки образовательного процесса по преподаванию теории деятельностного подхода в обучении физике. Материалы исследования включают в себя научную литературу по деятельностному подходу в обучении физике, платформу для разработки информационной системы.

Гипотеза исследования заключается в том, что внедрение информационной системы, реализующей деятельностный подход в обучении физике, позволит повысить эффективность усвоения материала студентами за счёт индивидуализации обучения и автоматизации контроля знаний.

Научная новизна исследования заключается в создании уникальной информационной системы, направленной на поддержку деятельностного подхода в физике, на основе разработки оригинальной модели интеграции деятельностного подхода в информационную систему обучения физике. Данная система учитывает специфику обучения физике и обеспечивает интеграцию различных методов обучения физике, что ранее не было предпринято в научных исследованиях.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что исследование вносит вклад в развитие теории деятельностного подхода в обучении физике, так как рассматривает его применение в контексте современных информационных технологий для создания модели адаптивного обучения физике на основе деятельностного подхода. Практическая значимость исследования заключается в том, что разработанная информационная система может быть внедрена в высшие учебные заведения, что позволит облегчить процесс преподавания физики, сделать его более интерактивным и увлекательным для студентов.

Обзор

Теория деятельностных подходов в преподавании физики подчеркивает интеграцию практических, научно-ориентированных и системно-деятельностных методов для улучшения понимания и навыков решения проблем у студентов. Этот подход основан на идее, что активное участие в учебной деятельности приводит к более глубокому концептуальному пониманию и повышению успеваемости. Например, исследование,

проведённое в Гане, показало, что практические деятельностные методы значительно улучшили понимание и способность студентов применять физические концепции в реальных жизненных ситуациях, тем самым повышая их вовлечённость и участие в уроках @auxrussian@auxenglish[1]. Подход на основе деятельности в преподавании физики делает акцент на практических действиях, которые улучшают понимание и навыки решения проблем у учащихся. Этот метод поощряет совместное обучение, позволяя учащимся активно взаимодействовать с концепциями, а не полагаться на механическое запоминание. Включая реальные приложения и интерактивные уроки, учащиеся развивают лучшие навыки наблюдения и более глубокое понимание принципов физики [1]. Исследование, проведённое в работе [1], показало, что этот подход значительно улучшил успеваемость и вовлечённость учащихся в физику, что делает его ценной педагогической стратегией. Аналогичным образом, исследовательская деятельность, которая включает в себя обучение на основе исследования и диагностические оценки, как было показано, способствует критическому мышлению и научному обоснованию, необходимым навыкам для современного образования [2]. Теория деятельностного подхода в преподавании физики подчеркивает активное исследовательское обучение, которое улучшает концептуальное понимание и навыки решения проблем [2]. Она включает в себя методы, основанные на запросах, и диагностические тесты для выявления неправильных представлений и укрепления связей знаний. Этот подход побуждает учеников исследовать, обсуждать и объяснять, способствуя научному обоснованию и критическому мышлению. Участвуя в исследовательской деятельности, ученики развивают интегрированную структуру знаний, способствуя самообразовательной компетентности и более глубокому пониманию научных концепций в более широких контекстах [2]. Наиболее распространенными методами обучения, которые улучшают концептуальное понимание учеников, являются активные методы, основанные на запросах, в сочетании с диагностическими тестами, которые измеряют наличие неправильных представлений, как обсуждается в статье [2], и основной подход диагностических методов заключается в том, чтобы сосредоточиться на улучшении обучения учеников путём тщательного выявления пробелов в знаниях учеников. Системно-деятельностный подход, особенно в технологических университетах, организует образовательную деятельность для развития когнитивных, развивающих и мотивационных функций, позволяя студентам эффективно приобретать профессиональные знания и навыки [3]. В статье [3] предложен системно-деятельностный подход к преподаванию физики в технологическом вузе Российской Федерации, который объединяет познавательную, развивающую и мотивационную функции для выявления профессиональных знаний, навыков и способов деятельности, личностных качеств студентов вуза. Теория деятельностного подхода в обучении физике делает акцент на активном вовлечении студентов в практическую деятельность, способствуя познавательной, развивающей и мотивационной функциям [3]. Она опирается на структурированную последовательность учебных мероприятий, которые улучшают понимание материала, развивают вычислительные навыки и облегчают экспериментальную работу. В статье [3] показано, что этот подход особенно эффективен при обучении сложным темам, таким как магнетизм, путем интеграции теоретических основ с практической исследовательской деятельностью, в конечном итоге готовя студентов к профессиональным задачам в технологических областях. Экспериментальное исследование на уровне средней школы дополнительно подтверждает эффективность деятельностного обучения, показывая, что студенты, обучавшиеся по этому методу, достигли более высоких оценок по знаниям, пониманию и применению по сравнению с теми, кто обучался по традиционным методам [4]. В статье [4] подразумевается, что теория деятельностного подхода повышает вовлечённость и понимание учащихся, вовлекая их в практическую деятельность, что приводит к улучшению академических

достижений. В статье [4] показано, что учащиеся, обучаемые с помощью деятельностного обучения, превосшли тех, кого обучали традиционными методами, что указывает на то, что этот подход эффективно способствует развитию знаний, понимания и навыков применения, как указано в таксономии Блума. В статье [4] изучается влияние деятельностного обучения на академические достижения учащихся-физиков на уровне средней школы, обнаруживая значительное улучшение уровней знаний, понимания и применения среди учащихся, обучающихся с помощью теории деятельностного подхода. В инженерном образовании обучение на основе деятельности было успешно реализовано для преодоления монотонности традиционного обучения, способствуя активному участию студентов и улучшая результаты обучения на таких курсах, как «Встроенные системы» [5]. В статье [5] представлен подход к преподаванию и обучению на основе деятельности для студентов-инженеров. Но основная цель этого начинания — максимизировать обучение студентов, что не оказывает большого положительного влияния на повышение уровня знаний студентов. В статье [5] основное внимание уделяется подходу к преподаванию и обучению на основе деятельности, особенно для инженерного образования, в частности, для встраиваемых систем, а не для физики. В статье [5] подчёркивается максимизация обучения студентов посредством активного участия, в отличие от традиционных методов, которые вызывают монотонность. Различные виды деятельности, такие как мини-проекты и семинары, предназначены для улучшения понимания и применения концепций. В работе [6] описывается подход к активному обучению, в котором студенты участвуют в театральных постановках, включающих физические темы, а затем опыт внедрения методов активного вовлечения, используемых на курсах подготовки учителей физики. В работе [6] обсуждается деятельностный подход к преподаванию физики, подчёркивающий взаимозависимость ситуации и познания. В работе [6] подчёркивается, как активное обучение вовлекает студентов через театральные постановки и исследовательское обучение, улучшая их понимание и отношение к физике. В работе [7] обсуждаются методы активного обучения в преподавании физики, подчёркивая педагогические и психологические теории, которые поддерживают эти подходы. В работе [7] подчёркивается эффективность обучения на основе исследования в улучшении когнитивных навыков и концептуального понимания учащихся посредством активного взаимодействия с содержанием. Методы и стратегии активного обучения считаются важными средствами для развития когнитивных навыков учащихся, как упоминается в работе [7], и рассматриваются некоторые доказательства эффективности активного обучения в развитии критических когнитивных навыков учащихся и улучшении их концептуального понимания. В статье [8] подчёркивается подход, основанный на деятельности, путём категоризации физических экспериментов по типологиям, которые улучшают взаимодействие в классе, способствуя развитию навыков научного мышления. Этот метод смещает роль учителя от передатчика знаний к посреднику студенческого участия и обсуждения. Проведённое в статье [8] исследование действий и исследований классифицирует типологии экспериментов в преподавании физики, раскрывая их потенциал для улучшения взаимодействия в классе, навыков научного мышления и взаимодействия учителя и ученика, смещая роль учителей от простых передатчиков к посредникам обучения, ориентированного на ученика. В статье [9] подчёркивается деятельностный подход посредством проблематизации, предлагающий экспериментальные занятия, которые вовлекают учащихся в изучение таких физических концепций, как эффект сифона и равновесие твёрдого тела, способствуя концептуальному пониманию, социальному взаимодействию и связям с повседневной жизнью в процессе естественнонаучного образования. В работе [10] описана методика реализации практико-ориентированного образовательного процесса по физике посредством обучения школьников методам решения прикладных задач и выполнения проек-

тов, содержанием которых является модель технического устройства, предназначенного для решения жизненно важных для человека задач. В работе [10] подчёркивается практико-ориентированный образовательный процесс по физике, ориентированный на решение прикладных задач и разработку проектов. Такой подход способствует активному обучению, позволяя учащимся создавать модели технических устройств, решающих реальные жизненные задачи, что повышает их понимание физических концепций. В статье [11] излагается теоретическая основа моделирования в преподавании физики, подчеркивающая детальную оценку проблем, множественные представления и оценку результатов, связывающая эти практики с когнитивной психологией и литературой по решению проблем для улучшения последовательностей обучения и оценок в образовании физики. В работе [12] описывается последовательность обучения вращательной динамике, созданную для студентов-физиков вводного курса инженерно-технологического образования, где последовательности обучения включают интерактивные действия с вычислительным моделированием, разработанные для изучения различных видов моделирования, от исследовательского до выразительного моделирования, и постепенного введения научных вычислений без необходимости предварительного развития практических знаний программирования. В работе [12] подчеркивается подход, основанный на деятельности, в преподавании физики с помощью интерактивного вычислительного моделирования, способствующий когнитивному вовлечению и уравнивающий экспериментирование, вычисления и теорию. Этот метод направлен на разрешение когнитивных конфликтов и улучшение понимания физических концепций и математических методов в контексте инженерно-технологического образования. В совокупности эти исследования подчёркивают ценность подходов на основе теории деятельностного подхода в обучении физике.

Результаты

Рассмотрим особенности процесса разработки модульной структуры и избранных элементов дистанционного курса по теории деятельностного подхода в обучении физике в системе управления обучением MOODLE. Информационная система поддержки преподавания учебной дисциплины по теории деятельностного подхода в обучении физике предоставляет преподавателям инструменты для организации самостоятельной и групповой работы, а также возможность мониторинга и оценки результатов студентов, изучающих учебную дисциплину по теории деятельностного подхода в обучении физике. Общая трудоёмкость учебной дисциплины по теории деятельностного подхода в обучении физике составляет 3 зачётные единицы или 108 часов.

На рис. 1 изображена входная страница курса по теории деятельностного подхода в обучении физике, созданного в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. На входной странице дистанционного курса по теории деятельностного подхода в обучении физике представлены название курса, логотип курса, краткой описание курса.

На рис. 2 изображена страница тематических модулей первой части дистанционного курса по теории деятельностного подхода в обучении физике, созданного в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. Первая часть дистанционного курса по теории деятельностного подхода в обучении физике включает в себя две темы. Первой темой первой части дистанционного курса по теории деятельностного подхода в обучении физике является тема, связанная с изучением системно-деятельностного подхода как основы федерального государственного образовательного стандарта. Второй темой первой части дистанционного курса по теории деятельностного подхода в обучении физике является тема, связанная с изучением основных процессов образовательной практики системно-деятельностного типа.

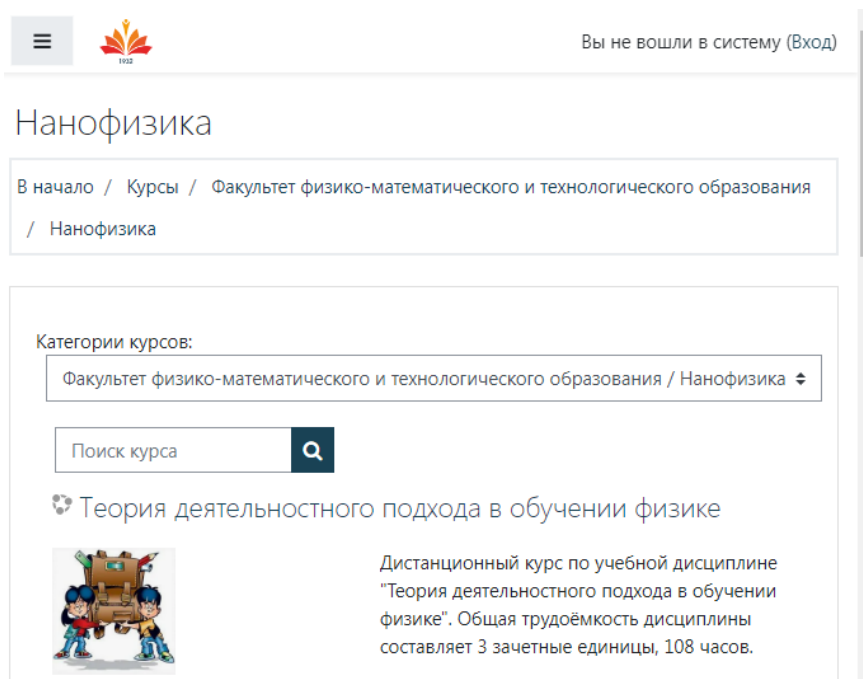


Рис. 1. Входная страница дистанционного курса по теории деятельностного подхода в обучении физике, созданного в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета.

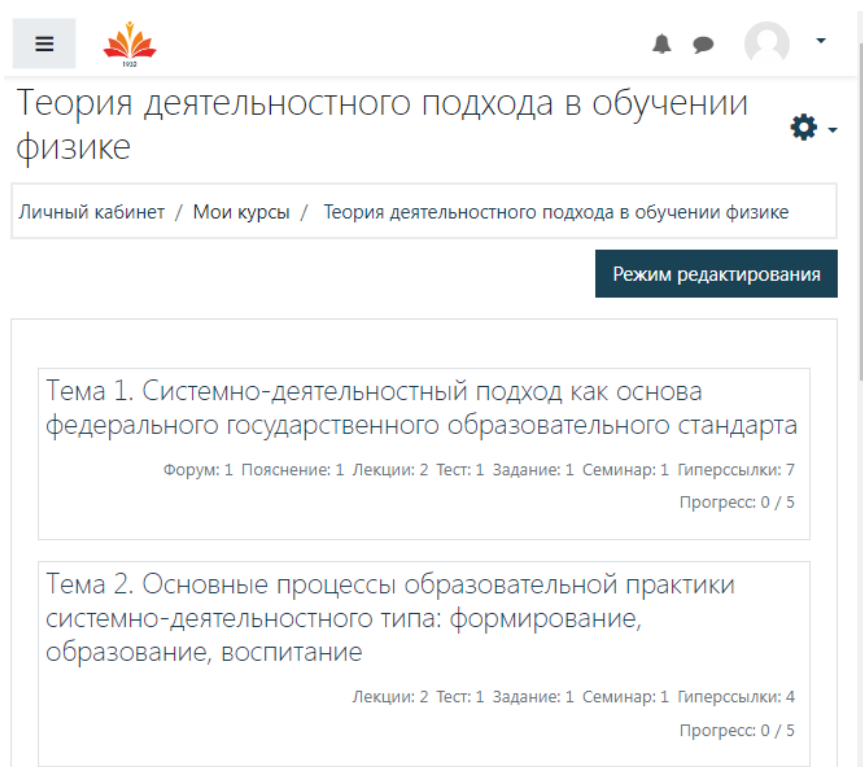


Рис. 2. Страница тематических модулей первой части дистанционного курса по теории деятельностного подхода в обучении физике, созданного в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета.

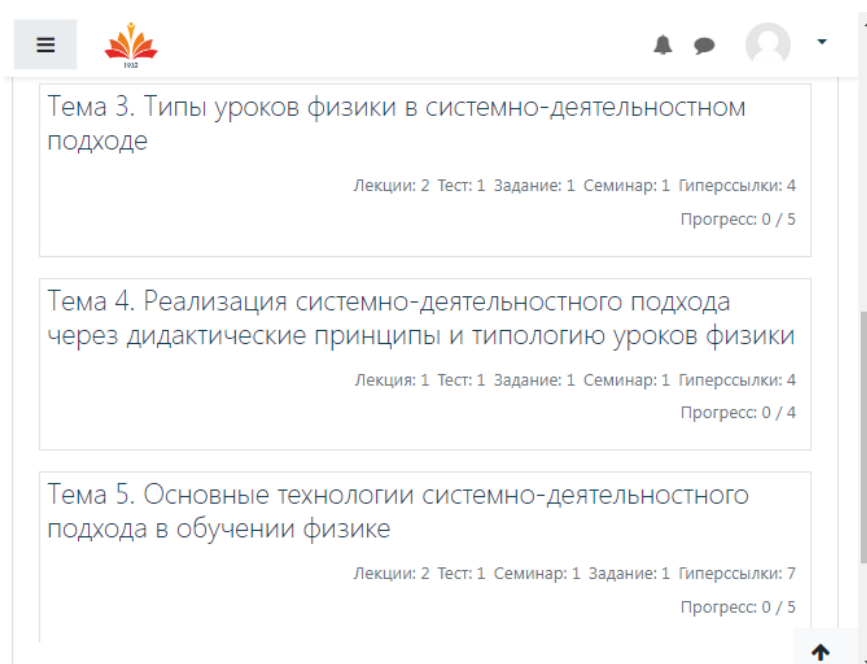


Рис. 3. Страница тематических модулей второй части дистанционного курса по теории деятельностного подхода в обучении физике, созданного в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета.

На рис. 3 изображена страница тематических модулей второй части дистанционного курса по теории деятельностного подхода в обучении физике, созданного в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. Вторая часть дистанционного курса по теории деятельностного подхода в обучении физике включает в себя три темы. Третьей темой второй части дистанционного курса по теории деятельностного подхода в обучении физике является тема, связанная с изучением типов уроков физики в системно-деятельностном подходе. Четвёртой темой второй части дистанционного курса по теории деятельностного подхода в обучении физике является тема, связанная с изучением реализации системно-деятельностного подхода через дидактические принципы и типологию уроков физики. Пятой темой второй части дистанционного курса по теории деятельностного подхода в обучении физике является тема, связанная с изучением основных технологий системно-деятельностного подхода в обучении физике.

На рис. 4 изображена страница первой темы курса по теории деятельностного подхода в обучении физике, созданного в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. Первая тема курса по теории деятельностного подхода в обучении физике посвящена изучению системно-деятельностного подхода как основы федерального государственного образовательного стандарта. Первая лекция из первой темы посвящена изучению системно-деятельностного подхода как основы федерального государственного образовательного стандарта. Вторая лекция из первой темы посвящена изучению системно-деятельностного подхода как основы федерального государственного образовательного стандарта. Первое занятие из первой темы посвящено изучению практические аспектов системно-деятельностного подхода как основы федерального государственного образовательного стандарта. На первом занятии из первой темы проводится тестирование по теоретическому материалу, изученному на лекциях текущей темы. Второе занятие из первой темы посвящено изучению практические аспектов системно-деятельностного подхода как основы федерального государственного образовательного стандарта. На втором занятии из первой темы решаются кон-

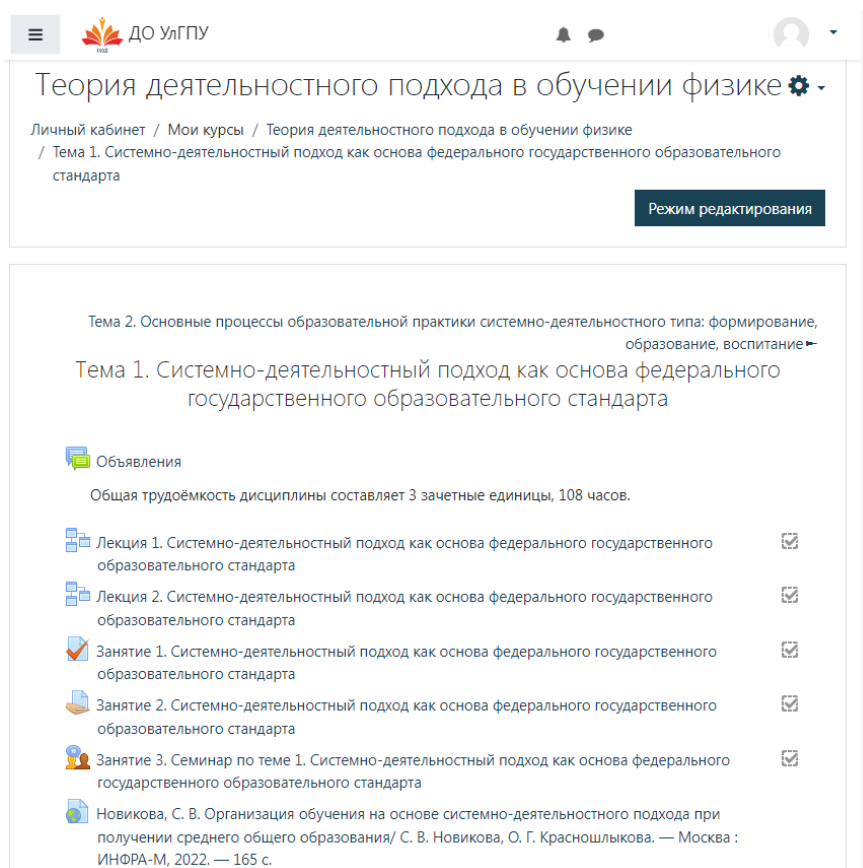


Рис. 4. Страница первой темы дистанционного курса по теории деятельностного подхода в обучении физике, созданного в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета.

трольные задания по теоретическому материалу, изученному на лекциях текущей темы. Третье занятие из первой темы посвящено обсуждению вопросов семинара по системно-деятельностному подходу как основы федерального государственного образовательного стандарта. Для подготовки к семинару имеются гиперссылки на электронные книги из электронных библиотечных систем.

На рис. 5 изображена страница второй темы дистанционного курса по теории деятельностного подхода в обучении физике, созданного в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. Вторая тема курса по теории деятельностного подхода в обучении физике посвящена изучению основных процессов образовательной практики системно-деятельностного типа. Третья лекция из второй темы посвящена изучению основных процессов образовательной практики системно-деятельностного типа. Четвёртая лекция из второй темы посвящена изучению основных процессов образовательной практики системно-деятельностного типа. Четвёртое занятие из второй темы посвящено изучению практические аспектов образовательной практики системно-деятельностного типа. На четвёртом занятии из второй темы проводится тестирование по теоретическому материалу, изученному на лекциях текущей темы. Пятое занятие из второй темы посвящено изучению практические аспектов образовательной практики системно-деятельностного типа. На пятом занятии из второй темы решаются контрольные задания по теоретическому материалу, изученному на лекциях текущей темы. Шестое занятие из второй темы посвящено обсуждению вопросов семинара по основным процессам образовательной практики системно-деятельностного типа.

На рис. 6 изображена страница третьей темы дистанционного курса по теории дея-

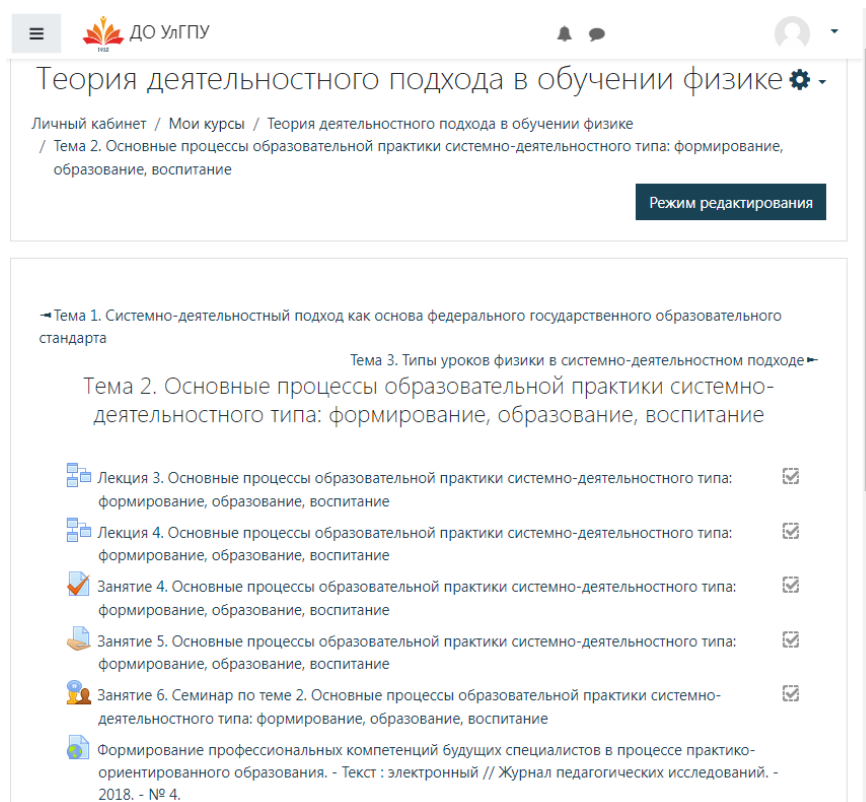


Рис. 5. Страница второй темы дистанционного курса по теории деятельностного подхода в обучении физике, созданного в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета.

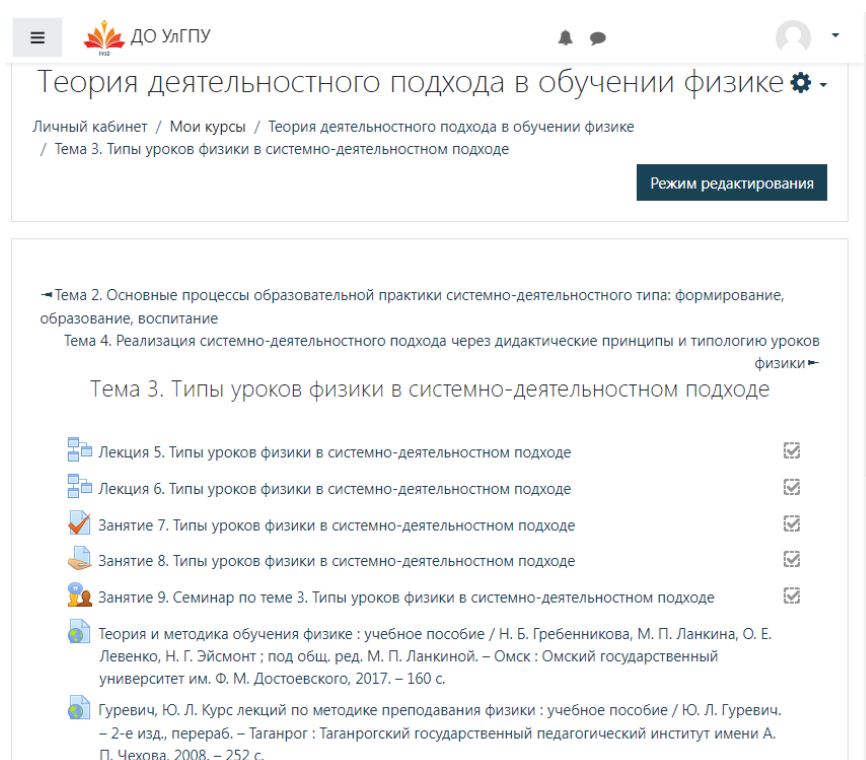


Рис. 6. Страница третьей темы дистанционного курса по теории деятельностного подхода в обучении физике, созданного в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета.

тельностного подхода в обучении физике, созданного в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. Третья тема курса по теории деятельностного подхода в обучении физике посвящена изучению типов уроков физики в системно-деятельностном подходе. Пятая лекция из третьей темы посвящена изучению типов уроков физики в системно-деятельностном подходе. Шестая лекция из третьей темы посвящена изучению типов уроков физики в системно-деятельностном подходе. Седьмое занятие из третьей темы посвящено изучению практические аспектов проведения различных типов уроков физики в системно-деятельностном подходе. На седьмом занятии из третьей темы проводится тестирование по теоретическому материалу, изученному на лекциях текущей темы. Восьмое занятие из третьей темы посвящено изучению практические аспектов проведения различных типов уроков физики в системно-деятельностном подходе. На восьмом занятии из третьей темы решаются контрольные задания по теоретическому материалу, изученному на лекциях текущей темы. Девятое занятие из третьей темы посвящено обсуждению вопросов семинара по различным типам уроков физики в системно-деятельностном подходе.

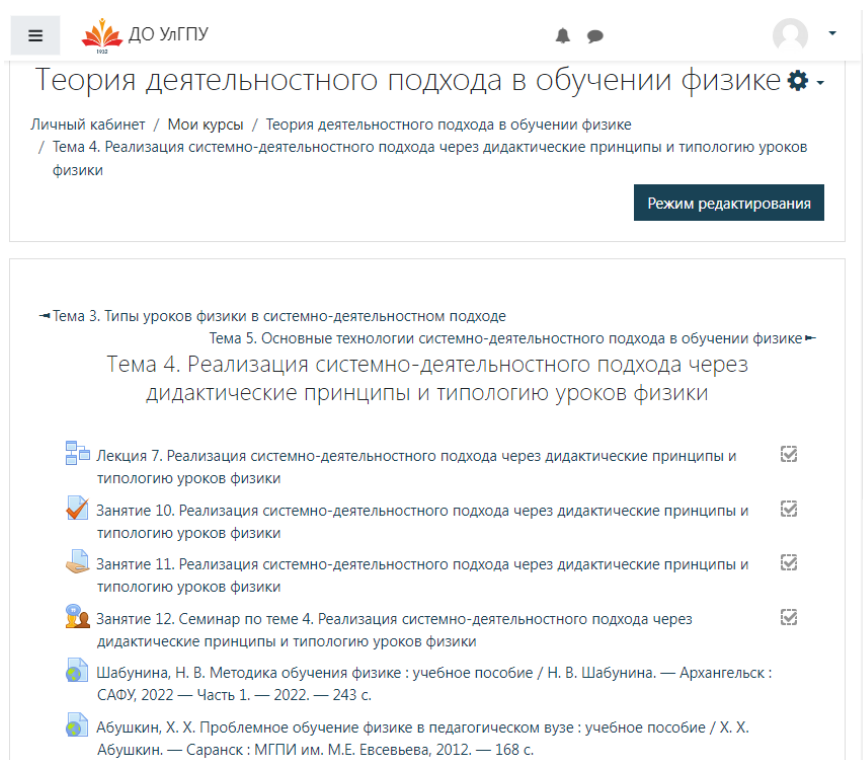


Рис. 7. Страница четвёртой темы дистанционного курса по теории деятельностного подхода в обучении физике, созданного в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 7 изображена страница четвёртой темы дистанционного курса по теории деятельностного подхода в обучении физике, созданного в системе управления обучением MOODLE. Четвёртая тема дистанционного курса по теории деятельностного подхода в обучении физике посвящена изучению реализации системно-деятельностного подхода через дидактические принципы и типологию уроков физики. Седьмая лекция из четвёртой темы посвящена изучению реализации системно-деятельностного подхода через дидактические принципы и типологию уроков физики. Десятое занятие из четвёртой темы посвящено изучению практические аспектов реализации системно-деятельностного подхода через дидактические принципы и типологию уроков физики. На десятом занятии из четвёртой темы проводится тестирование по теоретическому материалу, изученному на лекциях текущей темы. Одиннадцатое занятие из четвёртой темы посвящено

изучению практические аспектов реализации системно-деятельностного подхода через дидактические принципы и типологию уроков физики. На одиннадцатом занятии из четвёртой темы решаются контрольные задания по теоретическому материалу, изученному на лекциях текущей темы. Двенадцатое занятие из четвёртой темы посвящено обсуждению вопросов семинара по реализации системно-деятельностного подхода через дидактические принципы и типологию уроков физики.

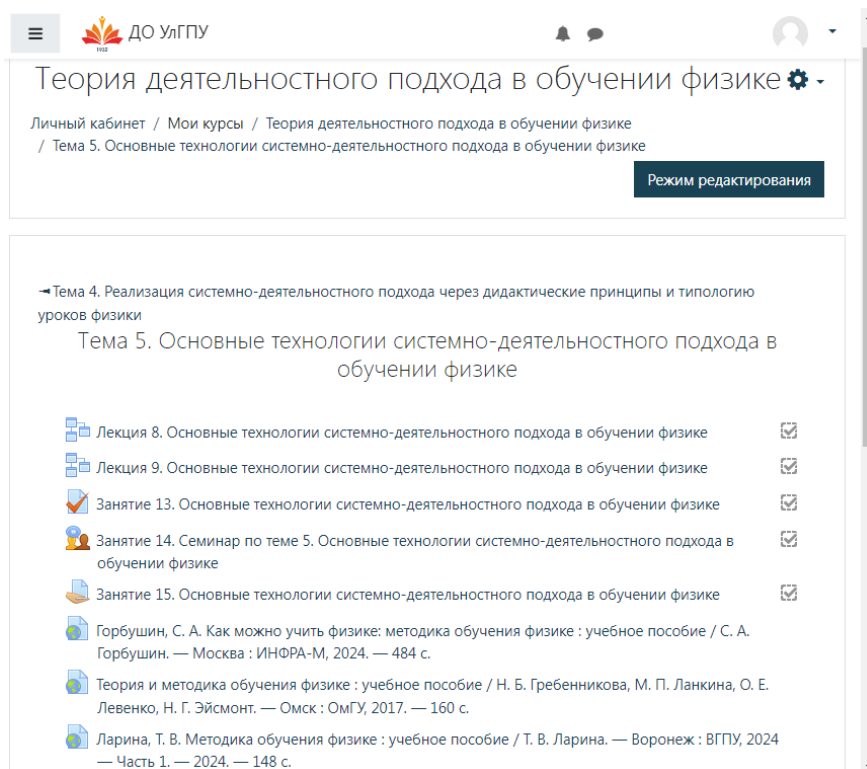


Рис. 8. Страница пятой темы дистанционного курса по теории деятельностного подхода в обучении физике, созданного в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета.

На рис. 8 изображена страница пятой темы дистанционного курса по теории деятельностного подхода в обучении физике, созданного в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. Пятая тема курса по теории деятельностного подхода в обучении физике посвящена изучению основных технологий системно-деятельностного подхода в обучении физике. Восьмая лекция из пятой темы посвящена изучению основных технологий системно-деятельностного подхода в обучении физике. Девятая лекция из пятой темы посвящена изучению основных технологий системно-деятельностного подхода в обучении физике. Тринадцатое занятие из пятой темы посвящено изучению практические аспектов основных технологий системно-деятельностного подхода в обучении физике. На тринадцатом занятии из пятой темы проводится тестирование по теоретическому материалу, изученному на лекциях текущей темы. Четырнадцатое занятие из пятой темы посвящено обсуждению вопросов семинара по основным технологиям системно-деятельностного подхода в обучении физике. Пятнадцатое занятие из пятой темы посвящено изучению практические аспектов реализации основных технологий системно-деятельностного подхода в обучении физике. На пятнадцатом занятии из пятой темы решаются контрольные задания по теоретическому материалу, изученному на лекциях текущей темы.

Создание информационной системы для полноценной поддержки смешанной формы преподавания учебной дисциплины по теории деятельностного подхода в обучении

физике представляет собой комплексный процесс, состоящий из нескольких взаимосвязанных этапов. На начальном этапе проводится тщательный анализ требований к информационной системе, определение целевой аудитории и формирование технического задания, при этом осуществляется выбор технологической платформы, способной обеспечить необходимые функциональные возможности информационной системы. В качестве технологической платформы для реализации информационной системы была выбрана система управления обучением MOODLE. Следующим важным шагом является проектирование архитектуры и модельной структуры информационной системы, в рамках которого разрабатывается структура тематических модулей, структура базы данных понятий и терминов, проектируются пользовательские интерфейсы, определяются основные модули и создаётся схема взаимодействия между всеми компонентами информационной системы. В процессе разработки технического наполнения создаётся каталог учебных материалов, разрабатывается система тестирования из банка тестовых заданий и набора тестов в тематических модулях, внедряется модуль практикума заданий и формируется база учебно-методических материалов, что позволяет обеспечить содержательную часть образовательного процесса для полноценной поддержки смешанной формы преподавания учебной дисциплины по теории деятельностного подхода в обучении физике. Особое внимание уделяется реализации части информационной системы на основе системы управления обучением MOODLE, создание системы учёта успеваемости, внедрение модульной системы планирования занятий и настройку системы отчётности, что обеспечивает эффективное управление образовательным процессом при смешанной форме преподавания учебной дисциплины по теории деятельностного подхода в обучении физике.

Для повышения интерактивности обучения осуществляется внедрение системы тестирования в онлайн-режиме и интеграция модуля виртуальных консультаций, что способствует активному вовлечению студентов в процесс изучения учебной дисциплины по теории деятельностного подхода в обучении физике. Важным аспектом является настройка системы контроля знаний и умений, включающая разработку модуля предварительного тестирования, создание системы мониторинга прогресса, внедрение инструментов самооценки и настройку автоматической проверки заданий, что позволяет осуществлять объективную оценку знаний студентов курса. Для обеспечения эффективного взаимодействия между участниками образовательного процесса организуются коммуникационные возможности: реализуется форум для обсуждения заданий по учебной дисциплине, внедряется система обмена сообщениями, создаются групповые чаты для быстрого обсуждения текущих заданий и настраивается модуль видеоконференций. После завершения разработки проводится всестороннее тестирование информационной системы для поддержки смешанной формы преподавания учебной дисциплины по теории деятельностного подхода в обучении физике, включающее проверку работоспособности всех тематических модулей, тестирование контрольно-измерительных материалов, отладку элементов и устранение выявленных ошибок, что гарантирует надёжную работу информационной системы. Перед полноценным внедрением информационной системы проводятся тренинги для преподавателей, обучение преподавателей и ассистентов, подготовка технической поддержки и инструктаж пользователей, что обеспечивает готовность всех участников к эффективному использованию информационной системы для поддержки смешанной формы преподавания учебной дисциплины по теории деятельностного подхода в обучении физике. Финальным этапом является внедрение и эксплуатация информационной системы, включающее запуск в тестовом режиме, сбор обратной связи, корректировку недочётов и переход к полноценной эксплуатации, что позволяет обеспечить оптимальное функционирование информационной системы в образовательном процессе. При реализации информационной системы особое вни-

вание уделяется техническим требованиям, методическим аспектам, организационным моментам и контролю качества обучения, что обеспечивает создание эффективной и надёжной системы поддержки смешанного обучения физике. В процессе развития информационной системы планируется регулярное обновление теоретических материалов и пополнение банка тестовых заданий, добавление новых возможностей, расширение инструментария и улучшение пользовательского опыта, что позволит поддерживать актуальность и эффективность информационной системы в долгосрочной перспективе.

Заключение

Исследование подтверждает эффективность применения информационной системы, поддерживающей процесс преподавания учебной дисциплины по теории деятельностного подхода в обучении физике. Разработанная информационная система не только улучшает вовлечённость студентов в процесс изучения учебной дисциплины по теории деятельностного подхода в обучении физике, но и способствует их самостоятельному познанию нового материала. Разработанная информационная система обеспечивает повышение эффективности преподавания учебной дисциплины по теории деятельностного подхода в обучении физике, основываясь на индивидуализации процесса обучения теории деятельностного подхода с учётом особенностей каждого студента. Таким образом, внедрение информационной системы в образовательный процесс педагогического университета является актуальной и значимой задачей, способствующей повышению качества педагогического образования с профилем в области физики.

Гипотеза исследования, состоящая в том, что внедрение информационной системы, реализующей деятельностный подход в обучении физике, позволит повысить эффективность усвоения материала студентами за счёт индивидуализации обучения и автоматизации контроля знаний, полностью подтвердилась.

Результаты исследования могут служить основой для дальнейших исследований в области педагогических инноваций и интеграции деятельностного подхода при формировании теоретических основ проектирования информационных систем поддержки преподавания физики в информационную систему обучения физике в педагогическом университете. Разработанную информационную систему рекомендуется внедрять в образовательный процесс педагогических университетов, начиная с пилотных групп, с последующим масштабированием на все учебные потоки.

Список использованных источников

1. Taale K. D., Mahamadu Duut. Role of practical activity method in improving understanding and problem-solving skills of physics students // *European modern studies journal*. — 2023. — sep. — Vol. 7, no. 4. — P. 28–34. — URL: [http://dx.doi.org/10.59573/emsj.7\(4\).2023.2](http://dx.doi.org/10.59573/emsj.7(4).2023.2).
2. Voitkiv Halyna. Research activity, as a way of increasing the understanding of the teaching material in physics // *Academic notes series pedagogical science*. — 2023. — apr. — Vol. 1, no. 208. — URL: <http://dx.doi.org/10.36550/2415-7988-2023-1-208-97-101>.
3. Zubova Natalia Valeryevna. System-activity approach in physics course at technological university on the example of the section “Magnetism” // *Journal of pedagogical innovations*. — 2022. — oct. — no. 3. — P. 78–89. — URL: <http://dx.doi.org/10.15293/1812-9463.2203.08>.
4. Masood Muhammad. Activity based teaching and science students’ academic achievement at secondary level: an experimental study // *Journal of development and social sci-*

- ences. — 2023. — mar. — Vol. 4, no. I. — URL: [http://dx.doi.org/10.47205/jdss.2023\(4-i\)49](http://dx.doi.org/10.47205/jdss.2023(4-i)49).
5. Activity based teaching learning in engineering education, a course on: embedded systems / M. D. Suchitra [et al.] // Journal of engineering education transformations. — 2023. — jan. — Vol. 36, no. S2. — P. 277–282. — URL: <http://dx.doi.org/10.16920/jeet/2023/v36is2/23040>.
 6. Strategies for active learning to improve student learning and attitudes towards physics / Claudio Fazio [et al.] // Teaching-learning contemporary physics. — Springer International Publishing, 2021. — P. 213–233. — ISBN: 9783030787202. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-78720-2_15.
 7. Fazio Claudio. Active learning methods and strategies to improve student conceptual understanding: some considerations from physics education research // Research and innovation in physics education: two sides of the same coin. — Springer International Publishing, 2020. — P. 15–35. — ISBN: 9783030511821. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-51182-1_2.
 8. Castiblanco Abril Olga Lucía, Vizcaino Arevalo Diego Fabian. Interaction in the classroom based on typologies of experiments and mathematization in physics teaching // Revista Mexicana de Fisica E. — 2024. — jul. — Vol. 21, no. 2 Jul-Dec. — URL: <http://dx.doi.org/10.31349/revmexfise.21.020208>.
 9. Railbolt B., Cruz-Hastenreiter R., Rodrigues F. Teaching physics in primary school - problematization as a basis for experimental activities // Journal of physics: conference series. — 2019. — aug. — Vol. 1287, no. 1. — P. 012016. — URL: <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1287/1/012016>.
 10. Krutova Irina Alexandrovna, Dergunova Olesia Iurevna. Realization of the practice-oriented educational process in physics as a means of achieving the goals of modern school physics education // Topical issues of pedagogy and psychology. — Publishing house Sreda, 2021. — feb. — P. 35–52. — ISBN: 9785907313989. — URL: <http://dx.doi.org/10.31483/R-97804>.
 11. Sands D. Improving learning through modelling: a theoretical approach to teaching and assessment based on modelling activities // Journal of physics: conference series. — 2019. — aug. — Vol. 1286. — P. 012022. — URL: <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1286/1/012022>.
 12. Neves Rui Gomes. Teaching physics in science, technology, engineering and mathematics education contexts with interactive computational modelling // Central European symposium on thermophysics 2019 (CEST). — Vol. 2133. — AIP Publishing, 2019. — P. 410002. — URL: <http://dx.doi.org/10.1063/1.5114426>.

Сведения об авторах:

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

E-mail: rod_nastay_0000@mail.ru

ORCID iD  0009-0001-1749-7450

Web of Science ResearcherID  ISA-2132-2023

Original article
 PACS 01.40.Di
 OCIS 000.2060
 MSC 00A79

Design of an information system to support the teaching of an academic discipline on the theory of an activity-based approach in teaching physics

A. A. Rodionova 

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted February 17, 2025

Resubmitted February 19, 2025

Published March 31, 2025

Abstract. The results of designing an information system to support the teaching of an academic discipline based on the theory of the activity approach in teaching physics at a pedagogical university are presented. The information system is based on a distance course in the learning management system MOODLE and an electronic journal on the academic discipline on the theory of the activity-based approach in teaching physics on the university's educational portal. The results of the development of a modular structure for constructing a distance course in the academic discipline on the theory of the activity approach in teaching physics are discussed. The results of the arrangement of selected elements of a distance course in the academic discipline on the theory of the activity approach in teaching physics are presented.

Keywords: course, information system, learning management system, activity-based approach, activity, physics teaching asset, methods of integrating physics teaching

References

1. Taale K. D., Mahamadu Duut. Role of practical activity method in improving understanding and problem-solving skills of physics students // European modern studies journal. — 2023. — sep. — Vol. 7, no. 4. — P. 28–34. — URL: [http://dx.doi.org/10.59573/emsj.7\(4\).2023.2](http://dx.doi.org/10.59573/emsj.7(4).2023.2).
2. Voitkiv Halyna. Research activity, as a way of increasing the understanding of the teaching material in physics // Academic notes series pedagogical science. — 2023. — apr. — Vol. 1, no. 208. — URL: <http://dx.doi.org/10.36550/2415-7988-2023-1-208-97-101>.
3. Zubova Natalia Valeryevna. System-activity approach in physics course at technological university on the example of the section “Magnetism” // Journal of pedagogical innovations. — 2022. — oct. — no. 3. — P. 78–89. — URL: <http://dx.doi.org/10.15293/1812-9463.2203.08>.
4. Masood Muhammad. Activity based teaching and science students' academic achievement at secondary level: an experimental study // Journal of development and social sciences. — 2023. — mar. — Vol. 4, no. I. — URL: [http://dx.doi.org/10.47205/jdss.2023\(4-i\)49](http://dx.doi.org/10.47205/jdss.2023(4-i)49).

5. Activity based teaching learning in engineering education, a course on: embedded systems / M. D. Suchitra [et al.] // Journal of engineering education transformations. — 2023. — jan. — Vol. 36, no. S2. — P. 277–282. — URL: <http://dx.doi.org/10.16920/jeet/2023/v36is2/23040>.
6. Strategies for active learning to improve student learning and attitudes towards physics / Claudio Fazio [et al.] // Teaching-learning contemporary physics. — Springer International Publishing, 2021. — P. 213–233. — ISBN: 9783030787202. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-78720-2_15.
7. Fazio Claudio. Active learning methods and strategies to improve student conceptual understanding: some considerations from physics education research // Research and innovation in physics education: two sides of the same coin. — Springer International Publishing, 2020. — P. 15–35. — ISBN: 9783030511821. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-51182-1_2.
8. Castiblanco Abril Olga Lucía, Vizcaino Arevalo Diego Fabian. Interaction in the classroom based on typologies of experiments and mathematization in physics teaching // Revista Mexicana de Fisica E. — 2024. — jul. — Vol. 21, no. 2 Jul-Dec. — URL: <http://dx.doi.org/10.31349/revmexfise.21.020208>.
9. Railbolt B., Cruz-Hastenreiter R., Rodrigues F. Teaching physics in primary school - problematization as a basis for experimental activities // Journal of physics: conference series. — 2019. — aug. — Vol. 1287, no. 1. — P. 012016. — URL: <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1287/1/012016>.
10. Krutova Irina Alexandrovna, Dergunova Olesia Iurevna. Realization of the practice-oriented educational process in physics as a means of achieving the goals of modern school physics education // Topical issues of pedagogy and psychology. — Publishing house Sreda, 2021. — feb. — P. 35–52. — ISBN: 9785907313989. — URL: <http://dx.doi.org/10.31483/R-97804>.
11. Sands D. Improving learning through modelling: a theoretical approach to teaching and assessment based on modelling activities // Journal of physics: conference series. — 2019. — aug. — Vol. 1286. — P. 012022. — URL: <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1286/1/012022>.
12. Neves Rui Gomes. Teaching physics in science, technology, engineering and mathematics education contexts with interactive computational modelling // Central European symposium on thermophysics 2019 (CEST). — Vol. 2133. — AIP Publishing, 2019. — P. 410002. — URL: <http://dx.doi.org/10.1063/1.5114426>.

Information about authors:

Anastasia Alexandrovna Rodionova — 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: rod_nastay_0000@mail.ru

ORCID iD  0009-0001-1749-7450

Web of Science ResearcherID  ISA-2132-2023

Секция 2

Физические науки

2.1 Оптика

Научная статья
УДК 535.31
ББК 22.343
ГРНТИ 29.31.21
ВАК 1.3.6.
PACS 42.25.Bs
OCIS 260.2110
MSC 78A10

Исследование оптического отражения и пропускания нанокомпозитных плёнок с углеродными нанотрубками и нанокластерами углерода

К. К. Алтунин ¹

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

Поступила в редакцию 9 января 2025 года
После переработки 10 января 2025 года
Опубликована 31 марта 2025 года

Аннотация. Рассматриваются физические процессы оптического пропускания и отражения от нанокомпозитных плёнок с углеродными нанотрубками и нанокластерами углерода. Рассчитаны зависимости энергетических коэффициентов оптического отражения и пропускания нанокомпозитной плёнки с углеродными нанотрубками и нанокластерами углерода от длины волны внешнего оптического излучения.

Ключевые слова: оптическое отражение, оптическое пропускание, нанокомпозитная плёнка, нанотрубка, углеродная нанотрубка, нанокластер, нанокластер углерода, наноэлемент, наноразмерная оптоэлектроника

¹E-mail: kostya_altunin@mail.ru

Введение

Работа посвящена теоретическому исследованию оптических процессов в нанокompозитных структурах с углеродными нанотрубками. Тема исследования является актуальной в связи с широким спектром применений наноматериалов с углеродными нанотрубками в качестве основы для создания нанoeлементов современной оптоэлектроники.

Целью работы является исследование оптических свойств нанокompозитных структур с системой углеродных нанотрубок, находящихся во внешнем поле оптического излучения. Задачи исследования включают в себя построение теоретической модели, позволяющей адекватно описывать процессы оптического пропускания и отражения от нанокompозитных структур с углеродными наноструктурами и нанокластерами углерода, создание компьютерной программы для расчёта физических характеристик системы углеродных нанотрубок и нанокластеров углерода в нанокompозитных структурах, проведение численных расчётов оптических характеристик оптического пропускания и отражения от нанокompозитных структур с системой углеродных нанотрубок и нанокластеров углерода.

Объектом исследования является нанокompозитная плёнка с системой углеродных нанотрубок и нанокластеров углерода. Предметом исследования является совокупность оптических свойств нанокompозитных плёнок с углеродными нанотрубками и нанокластерами углерода, находящихся в поле оптического излучения.

Методами исследования являются теоретические и численные методы классической, нелинейной и квантовой нанооптики, численные методы для решения задач нанооптики, методы программирования для задач теоретической нанооптики. В качестве материалов исследования выбраны нанокompозитные структуры с углеродными наноструктурами.

Научная новизна исследования заключается в том, что впервые проводится численное моделирование оптических характеристик углеродных нанотрубок в нанокompозитных средах.

Гипотеза исследования заключается в том, что если провести численные расчёты характеристик оптического пропускания и отражения от наноструктур с углеродными нанотрубками, то можно прогнозировать поведение нанокompозитных структур с углеродными нанотрубками в составе более сложных наноструктур в наноразмерных оптоэлектронных приборах.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что раскрыт новый аспект вопроса о численном расчёте энергетических коэффициентов отражения и пропускания наноструктур с углеродными нанотрубками и нанокластерами на основе модифицированных формул Френеля. Практическая значимость исследования состоит в том, что проведённое описание оптических процессов в наносистемах с углеродными нанотрубками и нанокластерами может быть использовано для создания новых излучательных приборов и устройств наноразмерной оптоэлектроники.

Обзор

Нанofотонные системы играют решающую роль в компактировании и совершенствовании оптических систем для мобильных приложений, предлагая решения, недоступимые с помощью рефракционной оптики из-за их модульности и совместимости с планарными технологиями [1]. В статье [1] представлена электрически перестраиваемая метаповерхность на основе щелевого плазмонного резонанса, которая может работать со случайными углами поляризации падающего оптического сигнала, достигая коэффициента затухания 15 дБ на телекоммуникационной длине волны (то есть

1550 нм). Нанопотонные системы включают в себя широкий спектр устройств, в том числе электрически перестраиваемые метаповерхности на основе целевого плазмонного резонанса для поляризационно-нечувствительной оптической модуляции с низким энергопотреблением [2], модуляторы электропоглощения, использующие структуры метаоксид-полупроводник для высоких коэффициентов экстинкции и совместимости с комплементарными металлооксидными полупроводниками [3] и исследования множественных взаимодействий в сильно рассеивающих нанопотонных системах, изучение перехода от эффективной среды к сложным режимам посредством создания материалов с экстремальными свойствами и изучения динамики переноса света в сложных средах [4]. Нанопотоника компактна, легка и улучшает оптические системы для мобильных приложений [3]. Нанопотоника предлагает решения, недоступные рефракционной оптике, модульные, совместимые с планарными технологиями [3]. В статье [4] исследуется область множественных взаимодействий в сильно рассеивающих нанопотонных системах при переходе от эффективной среды к сложному режиму, и представляют новые эффективные диэлектрические резонаторы, полученные из суперкристаллов микрометрового размера, синтезированных с использованием гибридов наночастиц золота и ДНК. Также рассматриваются фундаментальные вопросы квантовой электродинамики нанопотонных систем с упором на теорию естественных колебательных систем, четырёхмерную природу волн материи и законы сохранения в этих системах [5]. В работе [5] представлена четырёхмерная пространственно-временная структура фермионного волнового пакета совместно с оценкой действия соответствующих вынужденных собственных мод бозонных виртуальных фотонов. Нанопотоника обеспечивает сверхбыструю обработку световых волн в конденсированных системах. Наноматериалы улучшают оптические характеристики, удерживая фотоны на наноуровне. Нанопотоника, также известная как нанооптика, представляет собой отрасль нанотехнологий, которая изучает характеристики света наноразмерных размеров и взаимосвязи наноматериалов со светом, как обсуждается в работе [6].

Нанокластеры в нанокompозитных средах играют решающую роль в улучшении свойств материалов в различных практических приложениях оптоэлектроники. В статье [7] синтезирована серия нанокompозитных образцов с различным составом путём совместного осаждения 2000-атомных Ni-кластеров и потока Cu-атомов с использованием новой системы кластерного ионного луча. Нанокластеры в нанокompозитной среде состоят из суперпарамагнитных Ni-кластеров, внедрённых в Cu-матрицу, демонстрирующую индивидуальные магнитные свойства на основе концентрации Ni [7]. Например, нанорешётки медь-нанокластер-полимер демонстрируют исключительные механические характеристики, превосходя традиционные материалы по прочности и ударной вязкости благодаря своей уникальной топологии решетки и наличию сверхмалых нанокластеров Cu_{15} в качестве сшивающих соединений [8]. В статье [8] показано, что нанорешётки медь-нанокластер-полимер демонстрируют высокую прочность, жёсткость, деформируемость, упругость и устойчивость к повреждениям, превосходя лучшие текущие показатели при низких плотностях. Композиты медь-нанокластер-полимер используют сверхмалые нанокластеры Cu_{15} в качестве сшивающих соединений, улучшая механические характеристики за счёт нелинейной упругости и эффектов топологии решетки [8]. Кроме того, нанокластеры могут быть объединены с наночастицами для создания иерархических структур, демонстрирующих улучшенные физико-химические свойства, полезные в таких областях, как биосенсорика и фотовольтаика [9]. В работе [9] обсуждаются совместные сборки нанокластеров с наночастицами благородных металлов, производящие точные нанокompозиты, которые в некоторых случаях демонстрируют новые физико-химические свойства. Нанокластеры служат монодисперсными строительными блоками в нанокompозитах, улучшая физико-химические свойства

посредством богатых химических взаимодействий с наночастицами благородных металлов в иерархических структурах [9]. Кроме того, синтез нанокластеров азобензола показал себя многообещающим в электронных приложениях, сохраняя фотоперключаемые свойства и демонстрируя при этом различные электрические поведения при интеграции с оксидом графена [10]. В статье [10] подход снизу вверх был использован для синтеза нанокластера азобензола из молекул азобенена с помощью подхода снизу вверх, который показал красивую зелёную флуоресценцию и хорошую диспергированность в водной среде. Нанокластер азобензола иммобилизован в нанокompозитах оксида графена и восстановленного оксида графена, что улучшает электрические свойства и сохраняет фотоперключаемое поведение для потенциальных электронных приложений [10]. Эти достижения подчеркивают универсальность нанокластеров в адаптации функциональных возможностей нанокompозитов [7, 11]. В статье [11] доказывается, что антимикробная фотодинамическая терапия на основе наноматериалов является перспективным подходом к искоренению лекарственно-устойчивых бактериальных биоплёнок. Золотые нанокластеры в нанокompозитных средах усиливают антимикробную фотодинамическую терапию, эффективно воздействуя на лекарственно-устойчивые бактериальные биоплёнки и уничтожая их благодаря своим уникальным оптическим и электронным свойствам. В статье [12] показано, что может быть достигнуто усиленное клеточное поглощение нанокompозита, опосредованное внешним магнитным полем, что обеспечивает значительное повышение эффективности локального фототермического уничтожения раковых клеток при раздражении в ближнем инфракрасном диапазоне. Нанокластер в нанокompозитной среде состоит из суперпарамагнитных наночастиц оксида железа, объединённых для повышения чувствительности магнитно-резонансной томографии и эффективности фототермической терапии [12]. В статье [13] исследованы физические и химические свойства сверхмалых золотых нанокластеров и обнаружили, что их слабая интенсивность флуоресценции и другие недостатки ограничивают их применение в приложениях компьютерного зрения. Сверхмалые золотые нанокластеры в нанокompозитных средах улучшают оптические и каталитические свойства, устраняя такие ограничения, как слабая интенсивность флуоресценции, чтобы расширить потенциал их применения [13]. В работе [14] обсуждается рост кристаллов, гелей и ограниченных твердых тел различных золотых, серебряных и медных нанокластеров, а также обсуждаются различные твердотельные свойства и связанные с ними применения таких наноматериалов. В работе [14] обсуждается сборка нанокластеров в ограниченных твёрдых телах, подчеркиваются их структурные свойства и применения. В статье [15] нанокластеры на основе диоксида кремния были синтезированы и использованы в качестве наполнителей для приготовления УФ-отверждаемых стоматологических композитов, и результаты показали значительное улучшение физических и механических свойств композитов, содержащих нанокластеры. Нанокластеры на основе диоксида кремния в нанокompозитных средах улучшают механические свойства, уменьшают полимеризационную усадку и улучшают водопоглощение и растворимость по сравнению с традиционными наночастицами диоксида кремния [15].

Результаты

Оптические поля в нанокompозитных материалах с углеродными нанотрубками могут быть рассчитаны на основе формул Френеля для амплитуд отражённой волны и прошедшей волны через границу раздела с нанокompозитной средой [16–18]. Амплитуду оптической волны, отражённой от нанокompозитной плёнки с наноразмерными включениями в виде углеродных нанотроек, находящейся на поверхности среды подложки

вычислим по формуле [19]:

$$r_1 = \frac{r_{12} + r_{23} \exp(i2k_0 d_2 n_2 \cos \theta_2)}{1 + r_{12} r_{23} \exp(i2k_0 d_2 n_2 \cos \theta_2)}. \quad (1)$$

Амплитуду волны, прошедшей через нанокompозитную плёнку с углеродными нанотрубками и нанокластерами углерода в подстилающую среду 3, определим как

$$t_1 = \frac{t_{12} t_{23} \exp(ik_0 d_2 n_2 \cos \theta_2)}{1 + r_{12} r_{23} \exp(i2k_0 d_2 n_2 \cos \theta_2)}, \quad (2)$$

$k_0 = 2\pi/\lambda$ – волновое число оптической волны в вакууме, λ – длина волны падающего оптического излучения, d_2 – толщина нанокompозитной плёнки с углеродными нанотрубками и нанокластерами углерода, θ_1 – угол падения внешней оптической волны, θ_2 – угол преломления в среде 2, θ_3 – угол преломления в среде 3. Далее определим коэффициенты Френеля. Пусть r_{12} и r_{23} являются коэффициентами Френеля для отражения на границах раздела 1-2 и 2-3 соответственно, t_{12} и t_{23} являются коэффициентами Френеля для пропускания оптического излучения на границах раздела 1-2 и 2-3 соответственно,

$$r_{ik}^s = \frac{n_i \cos \theta_i - n_k \cos \theta_k}{n_i \cos \theta_i + n_k \cos \theta_k}, \quad (3)$$

$$t_{ik}^s = \frac{2n_i \cos \theta_i}{n_i \cos \theta_i + n_k \cos \theta_k}, \quad (4)$$

$$r_{ik}^p = \frac{n_k \cos \theta_i - n_i \cos \theta_k}{n_k \cos \theta_i + n_i \cos \theta_k}, \quad (5)$$

$$t_{ik}^p = \frac{2n_k \cos \theta_i}{n_k \cos \theta_i + n_i \cos \theta_k}, \quad (6)$$

i, k – индексы, нумерующие среду, s, p – индексы, указывающие поляризацию оптической волны. Связь между углами θ_1 и θ_2 определим из обобщённого закона преломления $n_2 \sin \theta_2 = n_1 \sin \theta_1$.

Энергетический коэффициент отражения от границы раздела с нанокompозитной плёнки с углеродными нанотрубками и нанокластерами углерода равен

$$R_1 = |r_1|^2. \quad (7)$$

Энергетический коэффициент пропускания нанокompозитной плёнки с углеродными нанотрубками и нанокластерами углерода равен

$$T_1 = \frac{q_3}{q_1} |t_1|^2, \quad (8)$$

$q_1^s = n_1 \cos \theta_1$, $q_3^s = n_3 \cos \theta_3$, $q_1^p = n_1 / \cos \theta_1$, $q_3^p = n_3 / \cos \theta_3$.

На рис. 1-3 изображена зависимость энергетических коэффициентов оптического отражения и оптического пропускания нанокompозитной плёнки с углеродными нанотрубками в полимерной матрице от длины волны неполяризованного излучения, полученная в результате численных расчётов с помощью разработанной программы на языке программирования Python. Фактор заполнения углеродными трубками для сплошной линии равен 3 %, для пунктирной линии равен 5 %, для штрихпунктирной линии равен 7 %. Часть атомов углерода из углеродных нанотрубок в нанокompозитной плёнке с полимерной матрицей могут объединяться в нанокластеры углерода.

Полученные зависимости показывают, что нанокompозитные плёнки с углеродными нанотрубками обладают низким значением оптического отражения, поэтому могут быть использованы в качестве высокоэффективных антиотражающих покрытий для солнечных панелей.

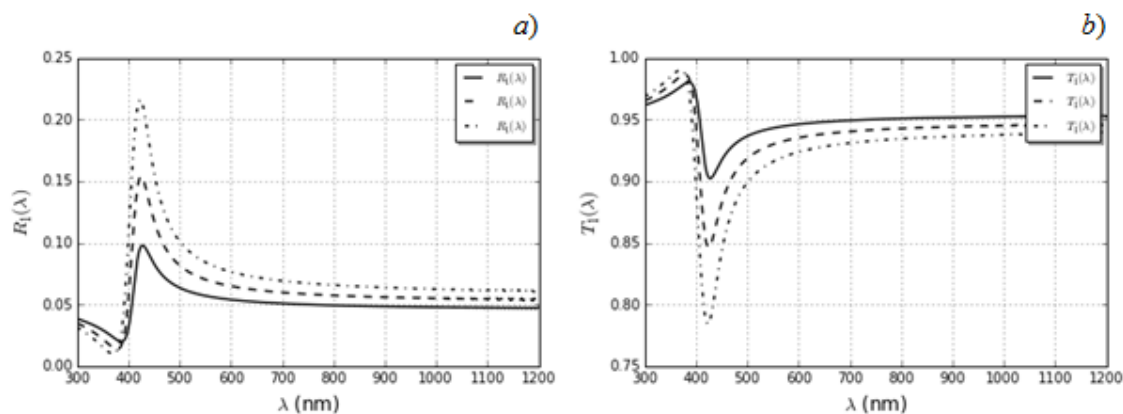


Рис. 1. Зависимость энергетических коэффициентов (а) оптического отражения и (б) оптического пропускания нанокompозитной плёнки с углеродными нанотрубками толщиной 50 мкм от длины волны неполяризованного излучения. Угол падения излучения равен 5° .

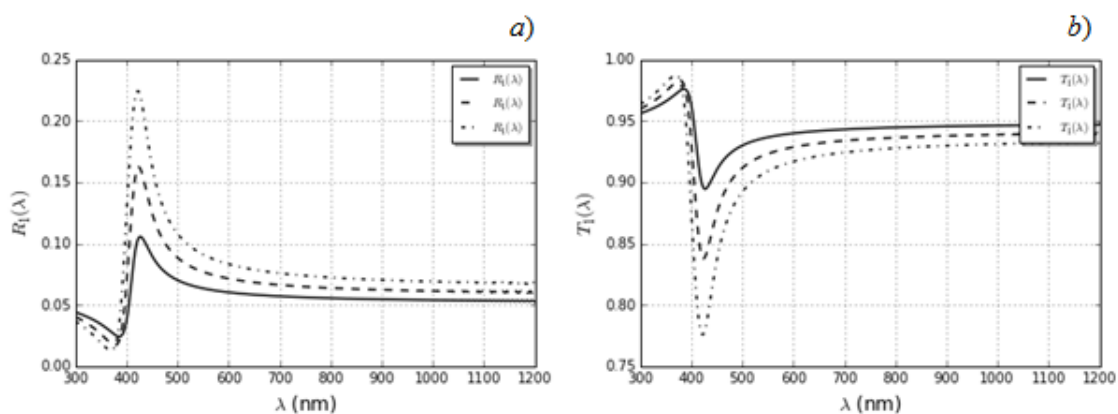


Рис. 2. Зависимость энергетических коэффициентов (а) оптического отражения и (б) оптического пропускания нанокompозитной плёнки с углеродными нанотрубками толщиной 50 мкм от длины волны неполяризованного излучения. Угол падения излучения равен 40° .

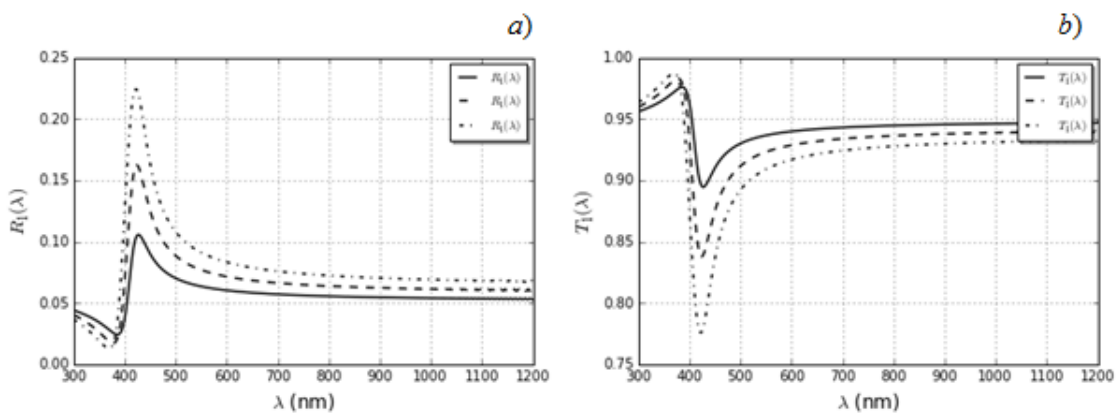


Рис. 3. Зависимость энергетических коэффициентов (а) оптического отражения и (б) оптического пропускания нанокompозитной плёнки с углеродными нанотрубками толщиной 5 мкм от длины волны неполяризованного излучения. Угол падения излучения равен 40° .

Заключение

Проведено исследование оптических свойств нанокompозитных плёнок с углеродными нанотрубками, находящихся во внешнем поле оптического излучения. Построенная теоретическая модель позволяет адекватно описывать процессы оптического пропускания и отражения от нанокompозитных плёнок с углеродными нанотрубками и нанокластерами углерода. Созданная компьютерная программа позволяет рассчитывать коэффициенты оптического пропускания и отражения от нанокompозитных плёнок с углеродными нанотрубками и нанокластерами углерода. Проведённые численные расчёты оптического пропускания и отражения от нанокompозитных плёнок с углеродными нанотрубками и нанокластерами углерода показали высокое оптическое пропускание исследуемых нанокompозитных плёнок.

Гипотеза исследования, заключающаяся в том, что если провести численные расчёты характеристик оптического пропускания и отражения от наноструктур с углеродными нанотрубками, то можно прогнозировать поведение нанокompозитных структур с углеродными нанотрубками в составе более сложных наноструктур в наноразмерных оптоэлектронных приборах, подтверждена полностью.

Теоретическая значимость исследования реализована в виде новых теоретических знаний о физических характеристиках нанокompозитной плёнки с углеродными нанотрубками и нанокластерами углерода, которые могут пополнить теоретическую базу курсов по физической наноэлектронике. Степень подтверждения теоретической значимости исследования оценивается как высокая, так как результаты исследования позволили получить новые знания об оптических характеристиках нанокompозитной плёнки с углеродными нанотрубками и нанокластерами углерода.

Практическая значимость исследования реализована в виде новых методов исследования оптических свойств нанокompозитной плёнки с углеродными нанотрубками и нанокластерами углерода. Результаты исследования могут быть использованы для разработки новых наноматериалов с углеродными нанотрубками и нанокластерами углерода. Степень подтверждения практической значимости исследования оценивается как высокая, так как результаты исследования могут быть использованы для разработки новых методов исследования оптических свойств нанокompозитной плёнки с углеродными нанотрубками и нанокластерами углерода.

Список использованных источников

1. Tunable metasurface based polarization-insensitive electro-optic amplitude modulator for nanophotonic systems / Tanmay Bhowmik [et al.] // 2023 IEEE Guwahati subsection conference (GCON). — IEEE, 2023. — jun. — P. 1–5. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/gcon58516.2023.10183590>.
2. Epsilon-near-zero material based C-band electro-absorption modulator for integrated nanophotonic systems / Dibaskar Biswas [et al.] // 2023 IEEE Guwahati Subsection Conference (GCON). — IEEE, 2023. — jun. — P. 1–4. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/gcon58516.2023.10183536>.
3. La nanophotonique: des solutions pour des systemes de visualisation ameliores et compactes / Beatrice Dagens [et al.] // Photoniques. — 2022. — aug. — no. 115. — P. 34–40. — URL: <http://dx.doi.org/10.1051/photon/202211534>.
4. Extreme light scattering and extraordinary nonlinearities in complex nanophotonic systems / Otto L. Muskens [et al.] // Active photonic platforms (APP) 2022 / Ed. by Ganapathi S. Subramania, Stavroula Foteinopoulou. — SPIE, 2022. — oct. — P. 63. — URL: <http://dx.doi.org/10.1117/12.2634022>.

5. On the second quantization of virtual photons in nanophotonic systems / Alexander Gritsunov [et al.] // 2022 IEEE 16th international conference on advanced trends in radio-electronics, telecommunications and computer engineering (TCSET). — IEEE, 2022. — feb. — P. 14–19. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/tcset55632.2022.9766889>.
6. Jayaprakash Athira, Nigel Joshua, Sharma Ishu. A review on the materials and applications of nanophotonics // Photonic materials: recent advances and emerging applications. — Bentham Science Publishers, 2023. — jan. — P. 116–140. — ISBN: 9789815049756. — URL: <http://dx.doi.org/10.2174/9789815049756123010010>.
7. A new class of cluster-matrix nanocomposite made of fully miscible components / Gleb Iankevich [et al.] // Advanced materials. — 2023. — jan. — Vol. 35, no. 9. — URL: <http://dx.doi.org/10.1002/adma.202208774>.
8. Mechanical performance of Copper-nanocluster-polymer nanolattices / Jin Tang [et al.] // Advanced Materials. — 2024. — apr. — Vol. 36, no. 26. — URL: <http://dx.doi.org/10.1002/adma.202400080>.
9. Chakraborty Amrita, Pradeep Thalappil. Nanocluster-nanoparticle coassemblies // Atomically precise metal nanoclusters. — Elsevier, 2023. — P. 111–128. — ISBN: 9780323908795. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-323-90879-5.00019-6>.
10. Deka Manash Jyoti, Sahoo Subham Kumar, Chowdhury Devasish. P-type and n-type azobenzene nanocluster immobilized graphene oxide nanocomposite // Journal of photochemistry and photobiology a: chemistry. — 2019. — mar. — Vol. 372. — P. 131–139. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/J.JPHOTOCHEM.2018.12.006>.
11. Gold nanocluster based nanocomposites for combinatorial antibacterial therapy for eradicating biofilm forming pathogens / Yuvasri Genji Srinivasulu [et al.] // Materials chemistry frontiers. — 2022. — Vol. 6, no. 6. — P. 689–706. — URL: <http://dx.doi.org/10.1039/d1qm00936b>.
12. Nanocluster of superparamagnetic iron oxide nanoparticles coated with poly (dopamine) for magnetic field-targeting, highly sensitive MRI and photothermal cancer therapy / Ming Wu [et al.] // Nanotechnology. — 2015. — feb. — Vol. 26, no. 11. — P. 115102. — URL: <http://dx.doi.org/10.1088/0957-4484/26/11/115102>.
13. Gold nanocluster composites: preparation strategies, optical and catalytic properties, and applications / Fang-Nan Wu [et al.] // Journal of Materials Chemistry C. — 2022. — Vol. 10, no. 40. — P. 14812–14833. — URL: <http://dx.doi.org/10.1039/d2tc02095e>.
14. Jana Arijit, Pradeep Thalappil. Nanocluster assembled solids // Atomically precise metal nanoclusters. — Elsevier, 2023. — P. 49–82. — ISBN: 9780323908795. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-323-90879-5.00007-x>.
15. Hategekimana Faustin, Kiraz Nadir. Preparation and characterization of silica based nanoclusters as reinforcement for dental applications // Polymer Composites. — 2022. — jul. — Vol. 43, no. 10. — P. 7564–7574. — URL: <http://dx.doi.org/10.1002/pc.26857>.
16. Алтунин К. К. Исследование оптических эффектов в анизотропных наноматериалах с квази нулевой диэлектрической проницаемостью // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения. — 2016. — Т. 16, № 1. — С. 75–80.

17. Алтунин К. К. Усиленное оптическое пропускание в нанокompозитных плёнках с квази нулевым показателем преломления // Фундаментальные проблемы радио-электронного приборостроения. — 2016. — Т. 16, № 1. — С. 81–86.
18. Алтунин К. К. Экстраординарное оптическое пропускание композитных наноструктурных плёнок с монослоем наночастиц серебра // Наноматериалы и наноструктуры - XXI век. — 2011. — Т. 2, № 4. — С. 3–14.
19. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Электродинамика сплошных сред. — Москва : Физматгиз, 2001. — 656 с.

Сведения об авторах:

Константин Константинович Алтунин — кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры физики и технических дисциплин ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», Ульяновск, Россия.

E-mail: kostya_altunin@mail.ru

ORCID iD  0000-0002-0725-9416

Web of Science ResearcherID  I-5739-2014

SCOPUS ID  57201126207

IstinaResearcherID  66185348

Original article
 PACS 42.25.Bs
 OCIS 260.2110
 MSC 78A10

Investigation of optical reflection and transmission of nanocomposite films with carbon nanotubes and carbon nanoclusters

K. K. Altunin 

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted January 9, 2025
 Resubmitted January 10, 2025
 Published March 31, 2025

Abstract. The physical processes of optical transmission and reflection from nanocomposite films with carbon nanotubes and carbon nanoclusters are considered. The dependences of the energy coefficients of optical reflection and transmission of a nanocomposite film with carbon nanotubes and carbon nanoclusters on the wavelength of external optical radiation are calculated.

Keywords: optical reflection, optical transmission, nanocomposite film, nanotube, carbon nanotube, nanocluster, carbon nanocluster, nanoelement, nanoscale optoelectronics

References

1. Tunable metasurface based polarization-insensitive electro-optic amplitude modulator for nanophotonic systems / Tanmay Bhowmik [et al.] // 2023 IEEE Guwahati subsection conference (GCON). — IEEE, 2023. — jun. — P. 1–5. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/gcon58516.2023.10183590>.
2. Epsilon-near-zero material based C-band electro-absorption modulator for integrated nanophotonic systems / Dibaskar Biswas [et al.] // 2023 IEEE Guwahati Subsection Conference (GCON). — IEEE, 2023. — jun. — P. 1–4. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/gcon58516.2023.10183536>.
3. La nanophotonique: des solutions pour des systemes de visualisation ameliores et compactes / Beatrice Dagens [et al.] // Photoniques. — 2022. — aug. — no. 115. — P. 34–40. — URL: <http://dx.doi.org/10.1051/photon/202211534>.
4. Extreme light scattering and extraordinary nonlinearities in complex nanophotonic systems / Otto L. Muskens [et al.] // Active photonic platforms (APP) 2022 / Ed. by Ganapathi S. Subramania, Stavroula Foteinopoulou. — SPIE, 2022. — oct. — P. 63. — URL: <http://dx.doi.org/10.1117/12.2634022>.
5. On the second quantization of virtual photons in nanophotonic systems / Alexander Gritsunov [et al.] // 2022 IEEE 16th international conference on advanced trends in radio-electronics, telecommunications and computer engineering (TCSET). — IEEE, 2022. — feb. — P. 14–19. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/tcset55632.2022.9766889>.

6. Jayaprakash Athira, Nigel Joshua, Sharma Ishu. A review on the materials and applications of nanophotonics // Photonic materials: recent advances and emerging applications. — Bentham Science Publishers, 2023. — jan. — P. 116–140. — ISBN: 9789815049756. — URL: <http://dx.doi.org/10.2174/9789815049756123010010>.
7. A new class of cluster-matrix nanocomposite made of fully miscible components / Gleb Iankevich [et al.] // Advanced materials. — 2023. — jan. — Vol. 35, no. 9. — URL: <http://dx.doi.org/10.1002/adma.202208774>.
8. Mechanical performance of Copper-nanocluster-polymer nanolattices / Jin Tang [et al.] // Advanced Materials. — 2024. — apr. — Vol. 36, no. 26. — URL: <http://dx.doi.org/10.1002/adma.202400080>.
9. Chakraborty Amrita, Pradeep Thalappil. Nanocluster-nanoparticle coassemblies // Atomically precise metal nanoclusters. — Elsevier, 2023. — P. 111–128. — ISBN: 9780323908795. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-323-90879-5.00019-6>.
10. Deka Manash Jyoti, Sahoo Subham Kumar, Chowdhury Devasish. P-type and n-type azobenzene nanocluster immobilized graphene oxide nanocomposite // Journal of photochemistry and photobiology a: chemistry. — 2019. — mar. — Vol. 372. — P. 131–139. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/J.JPHOTOCHEM.2018.12.006>.
11. Gold nanocluster based nanocomposites for combinatorial antibacterial therapy for eradicating biofilm forming pathogens / Yuvasri Genji Srinivasulu [et al.] // Materials chemistry frontiers. — 2022. — Vol. 6, no. 6. — P. 689–706. — URL: <http://dx.doi.org/10.1039/d1qm00936b>.
12. Nanocluster of superparamagnetic iron oxide nanoparticles coated with poly (dopamine) for magnetic field-targeting, highly sensitive MRI and photothermal cancer therapy / Ming Wu [et al.] // Nanotechnology. — 2015. — feb. — Vol. 26, no. 11. — P. 115102. — URL: <http://dx.doi.org/10.1088/0957-4484/26/11/115102>.
13. Gold nanocluster composites: preparation strategies, optical and catalytic properties, and applications / Fang-Nan Wu [et al.] // Journal of Materials Chemistry C. — 2022. — Vol. 10, no. 40. — P. 14812–14833. — URL: <http://dx.doi.org/10.1039/d2tc02095e>.
14. Jana Arijit, Pradeep Thalappil. Nanocluster assembled solids // Atomically precise metal nanoclusters. — Elsevier, 2023. — P. 49–82. — ISBN: 9780323908795. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-323-90879-5.00007-x>.
15. Hategekimana Faustin, Kiraz Nadir. Preparation and characterization of silica based nanoclusters as reinforcement for dental applications // Polymer Composites. — 2022. — jul. — Vol. 43, no. 10. — P. 7564–7574. — URL: <http://dx.doi.org/10.1002/pc.26857>.
16. Altunin K. K. Study of optical effects in anisotropic nanomaterials with quasi-zero permittivity // Fundamental problems of radioelectronic instrumentation. — 2016. — Vol. 16, no. 1. — P. 75–80.
17. Altunin K. K. Enhanced optical transmission in nanocomposite films with quasi-zero refractive index // Fundamental problems of radioelectronic instrumentation. — 2016. — Vol. 16, no. 1. — P. 81–86.

18. Altunin K. K. Extraordinary optical transmission of composite nanostructured films with a monolayer of silver nanoparticles // Nanomaterials and nanostructures - XXI century. — 2011. — Vol. 2, no. 4. — P. 3–14.
19. Landau L. D., Lifshitz E. M. Electrodynamics of continuous media. — Moscow : Fizmatgiz, 2001. — 656 p.

Information about authors:

Konstantin Konstantinovich Altunin — PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physics and Technical Disciplines of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Ulyanovsk State Pedagogical University”, Ulyanovsk, Russia.

E-mail: kostya.altunin@mail.ru

ORCID iD  0000-0002-0725-9416

Web of Science ResearcherID  I-5739-2014

SCOPUS ID  57201126207

IstinaResearcherID  66185348

Научная статья
УДК 535.337
ББК 22.343
ГРНТИ 29.31.15
БАК 1.3.6.
PACS 42.25.Bs
OCIS 260.2110
MSC 78A10

Исследование физических свойств светоизлучающих структур с квантовыми точками

П. А. Мащенко  ¹

Автономная некоммерческая организация высшего образования «Университет Иннополис»,
420500, Иннополис, Республика Татарстан, Россия

Поступила в редакцию 11 февраля 2025 года

После переработки 12 февраля 2025 года

Опубликована 31 марта 2025 года

Аннотация. Рассматриваются физические свойства излучающих структур с квантовыми точками. Проведены численные расчёты физических характеристик излучающих структур с квантовыми точками. Исследовано влияние различных параметров структур на интенсивность излучения света структурами с квантовыми точками. Показано, что изменение внешнего напряжения, действующего на массив квантовых точек, может существенно влиять на интенсивность излучения света.

Ключевые слова: оптическое излучение, свет, интенсивность, дисплей, квантовая точка, массив квантовых точек, наноструктура с квантовыми точками, светодиод

Введение

В современном мире технологии развиваются с невероятной скоростью, и одним из самых ярких примеров является разработка и внедрение новых типов дисплеев. Одной из наиболее перспективных технологий в области создания новых типов дисплеев является применение структур с квантовыми точками. Квантовые точки представляют собой наноразмерные полупроводниковые кристаллы, которые обладают уникальными оптическими свойствами. Квантовые точки способны излучать свет при определённых условиях, что делает их идеальными кандидатами для использования в качестве элементов дисплеев на основе светодиодов на квантовых точках. Актуальность исследования обусловлена развитием технологий в области нанoeлектроники и оптоэлектроники, а также растущим спросом на создание новых типов дисплеев с улучшенными характеристиками яркости, контрастности и цветовой гаммы.

Целью работы является исследование физических свойств излучающих структур с квантовыми точками и их влияния на оптические и электрические характеристики структур, а также определение возможностей использования этих свойств для создания высокоэффективных дисплеев на основе светодиодов на квантовых точках.

¹E-mail: ulpam2005@gmail.com

Задачи работы заключаются в исследовании оптических свойств структур с квантовыми точками с учётом влияния различных параметров структур на интенсивность и спектр излучения света, разработке теоретического подхода для описания физических свойств структур с квантовыми точками для улучшения характеристик дисплеев на основе светодиодов на квантовых точках.

Научная новизна исследования состоит в том, что впервые проведено численное исследование физических характеристик наноструктур с массивами квантовых точек с выбранными значениями параметров.

Гипотеза исследования заключается в том, что если использовать структуры с квантовыми точками, то можно создать высокоэффективные дисплеи на основе светодиодов на квантовых точках, обладающие уникальными физическими свойствами.

Теоретическая значимость исследования состоит в том, что исследование вносит вклад в понимание физических процессов, происходящих в структурах с квантовыми точками при изменении внешнего напряжения, действующего на массив квантовых точек. Размещение квантовых точек на подложке из кремния позволяет улучшить эффективность излучения света и увеличить яркость дисплея. Практическая значимость исследования состоит в том, что результаты исследования полупроводниковых материалов для наноструктур с квантовыми точками могут быть использованы при разработке новых технологий создания дисплеев на основе светодиодов на квантовых точках с улучшенными характеристиками в зависимости от формы и расположения квантовых точек.

Обзор

На интенсивность излучения светодиодов существенное влияние оказывают как напряжение, так и температура, о чем свидетельствуют различные научные исследования. Зависимость между напряжением и излучаемой оптической мощностью, как правило, линейная, причем оптическая мощность увеличивается пропорционально току, в то время как она уменьшается экспоненциально с ростом температуры перехода [1]. В статье [1] предлагается теоретическая модель оптической мощности мощных белых светодиодных устройств, которая учитывает совместное влияние тока и температуры перехода на излучаемую оптическую мощность. В статье [1] основное внимание уделяется зависимости оптической мощности от температуры перехода и тока, предлагая модель для оценки производительности светодиода без детализации эффектов напряжения. Кроме того, тепловое поведение светодиодов показывает, что кривые равной интенсивности в плоскости ток-напряжение остаются почти линейными в широком диапазоне температур, что позволяет предположить, что эффективное управление температурой может стабилизировать световой поток, несмотря на колебания температуры [2]. В статье [2] показано, что кривые равной интенсивности в плоскости ток-напряжение диодов представляют собой почти прямую линию в очень широком диапазоне температур. Интенсивность излучения светодиода изменяется экспоненциально с температурой и линейно с прямым током диода, на который влияют смещённое вперед напряжение диода и температура. В статье [2] показано, что кривые равной интенсивности остаются почти прямыми в широком диапазоне температур, обеспечивая постоянный световой поток. Кроме того, комплексная модель, объединяющая фотометрические, электрические и тепловые характеристики, показывает, что оптимальный световой поток не всегда достигается при номинальной мощности, что подчеркивает важность теплового проектирования для максимизации производительности [3]. В статье [3] представлена общая теория, связывающая фотометрические, электрические и тепловые характеристики светодиодной системы, которая может быть использована для определения оптимальной рабочей точки для светодиодной системы, чтобы максимальный световой поток мог

быть достигнут для заданной тепловой конструкции. В статье [3] обсуждается, как тепловая конструкция существенно влияет на электрическую схему светодиодной системы, влияя на пиковую световую отдачу. В целом, понимание этих взаимозависимостей имеет решающее значение для оптимизации применения светодиодов в различных условиях [4, 5]. В статье [4] спектральный поток излучения коммерческих одноцветных светодиодных корпусов измерялся в изготовленной на заказ интегрирующей сфере при нескольких температурах перехода путём активного охлаждения и нагрева с помощью элемента Пельтье. В статье [4] основное внимание уделяется моделированию спектрального потока излучения светодиодов относительно температуры перехода, включая такие факторы, как изменение температуры носителей и сдвиг энергии запрещённой зоны. В статье [5] основное внимание уделяется разработке ламбертовских светодиодов для стандартов с низким потоком излучения и их применению в количественных измерениях интенсивности люминесценции. Результаты продемонстрировали полезность и применимость стандартов светодиодов в количественных измерениях интенсивности люминесценции в источниках с низким потоком излучения ламбертовского типа [5]. В статье [6] рассмотрено влияние температуры на электрические и световые параметры светодиодов с различными типами драйверов в составе светодиодных осветительных приборов, таких как светодиодные лампы и светодиодные прожекторы, с целью предложения возможных конструктивных решений для частичного снижения или устранения проблемы снижения светового потока светодиодных приборов в условиях их эксплуатации при высоких температурах. В работе [6] указано, что интенсивность излучения светодиодов снижается с ростом температуры, несмотря на постоянный ток. Это снижение объясняется безызлучательной рекомбинацией и другими физическими процессами, подчеркивающими сложную взаимосвязь между напряжением, температурой и производительностью светодиодов [6]. В работе [7] было рассмотрено влияние изменения тепловых граничных условий на световое излучение светодиода, и был дан обобщённый процесс расчёта для реализации. В работе [7] обсуждается, что световой выход светодиода, включая интенсивность излучения, зависит от прямого напряжения и температуры перехода. Эта взаимосвязь является сложной, требующей итеративных расчётов прямого напряжения, рассеивания тепла и температуры для эффективного определения светового потока. В статье [8] расширение уравнения светового выхода было использовано для оценки светового потока и эффективности маломощного поверхностного светодиода, а также были определены оптимизированные условия эксплуатации тестируемого светодиода. В статье [8] основное внимание уделяется световому потоку и эффективности, связанным с током инжекции и температурой окружающей среды, подчеркивая связь между световым потоком и температурой перехода. В статье [9] световая эффективность светодиода белого света высокой мощности при различных температурах и токах драйвера измеряется с помощью анализатора фотометрических, хроматических и электрических характеристик. В статье [9] основное внимание уделяется изменениям световой эффективности в зависимости от температуры и тока драйвера, что указывает на снижение эффективности с ростом температуры и тока. В статье [10] наблюдалась температурная зависимость электрических и оптических свойств алмазных светодиодов от температуры и показано, что внешняя квантовая эффективность светодиодов увеличивается с ростом температуры, что является обратной тенденцией температурой зависимости коммерчески доступных светодиодов.

Квантовые точки являются привлекательным материалом для лазерных диодов, обрабатываемых в растворе, благодаря длинам волн излучения с контролируемым размером, низким порогами оптического усиления и простоте интеграции с фотонными и электронными схемами [11]. В статье [11] обсуждаются проблемы достижения усиленного спонтанного излучения из коллоидных квантовых точек с электрической накачкой. В

статье [11] упоминается использование компактных, непрерывно градуированных квантовых точек с подавленной Оже-рекомбинацией и фотонного волновода с низкими потерями для достижения сильного широкополосного оптического усиления. Квантовые точки могут обеспечить широкое разнообразие цветов в светодиодах, регулируя их размер и состав [12]. Нанокристаллы теллурида ртути (HgTe) обладают широкими резонансами ТГц поглощения и могут использоваться для генерации терагерцовых импульсов и микроскопических исследований [13]. Квантовые точки CdSe, внедрённые в нанопроволоки (Zn,Mg)Se, действуют, как однофотонные эмиттеры в сине-зеленом диапазоне и были охарактеризованы при криогенной температуре [14]. Квантовые точки предлагают преимущества для построения сетей квантовой связи, включая внутреннюю квантовую эффективность, близкую к единице, и способность излучать одиночные фотоны высокой чистоты с почти ограниченным преобразованием Фурье и запутанные фотоны [15]. В статье [15] обсуждается разработка квантовых точек на основе InP, которые излучают одиночные фотоны с длиной волны 1550 нм, что находится в диапазоне длин волн телекоммуникационного диапазона. В статье [16] обсуждается спектр излучения квантовых точек в фотонно-кристаллических микрорезонаторах и поддерживается теория квантовой электродинамики резонаторов. В статье [16] упоминается, что излучение квантовой точки в микрорезонаторе отличается от излучения в объёмном полупроводнике и зависит от поляризации. Асимметрия спектра излучения объясняется интерференцией оптических мод в свободном пространстве и в полости.

Проведённый анализ литературы показывает актуальность исследования физических свойств излучающих структур с квантовыми точками.

Теоретическая модель

Теоретическая модель интенсивности излучения светодиода как функции напряжения и температуры объединяет различные факторы, влияющие на выходную оптическую мощность. Теоретическая модель интенсивности излучения светодиодов как функции напряжения и температуры включает нелинейные эффекты посредством различных механизмов, в первую очередь фокусируясь на взаимодействии между температурой, плотностью тока и квантовой эффективностью. Теоретическое моделирование интенсивности излучения светодиодов в зависимости от напряжения и температуры в различных условиях окружающей среды поддерживается несколькими комплексными подходами. Интенсивность излучения массива квантовых точек из GaN в наноструктуре, расположенной на подложке из кремния, будем вычислять по формуле:

$$I(\hbar\omega) = \frac{\hbar\omega}{\hbar\omega - E_g^{\text{eff}}} \frac{\hbar\omega - eU}{\exp\left(\frac{\hbar\omega - eU}{mk_B T}\right)} \exp\left(-\frac{4}{3} \left(\frac{\hbar\omega - E_g^{\text{eff}}}{E_0}\right)\right), \quad (1)$$

$$E_g^{\text{eff}} = E_{g0} - \frac{\alpha T^2}{T + \beta} + \frac{\hbar^2 \xi_n^2}{8m_R r_0}, \quad (2)$$

$$E_0 = \left(\frac{\hbar e \mathcal{E}_{\text{ext}}}{\sqrt{2m_{cv}^*}}\right)^{\frac{2}{3}}, \quad (3)$$

где $\mathcal{E}_{\text{ext}}$ – напряжённость внешнего электрического поля, r_0 – радиус квантовой точки, ξ_n – нули функции Бесселя, k_B – постоянная Больцмана. Таким образом, теоретическая модель интенсивности излучения светодиодов как функции напряжения и температуры эффективно фиксирует сложные соотношения, управляющие производительностью светодиодов в различных условиях эксплуатации.

Результаты численных расчётов

Далее вычислим интенсивность излучения наноструктуры с квантовыми точками из GaN как функцию длины волны оптического излучения по формуле (1) при различных значениях внешнего управляющего напряжения. Для проведения численных расчётов выбраны следующие параметры: $E_{g0} = 3.470$ эВ, $\alpha = 7.70$ эВ, $\beta = 600$ К. Эффективные массы носителей заряда $m_c^* = 0.17m_e$, $m_v^* = 0.42m_e$. Отношение эффективных масс $m = m_c^*/m_{cv}^*$. Результаты численных расчётов интенсивности излучения наноструктуры с квантовыми точками из GaN от длины волны оптического излучения при различных значениях внешнего управляющего напряжения представлены на рис. 1.

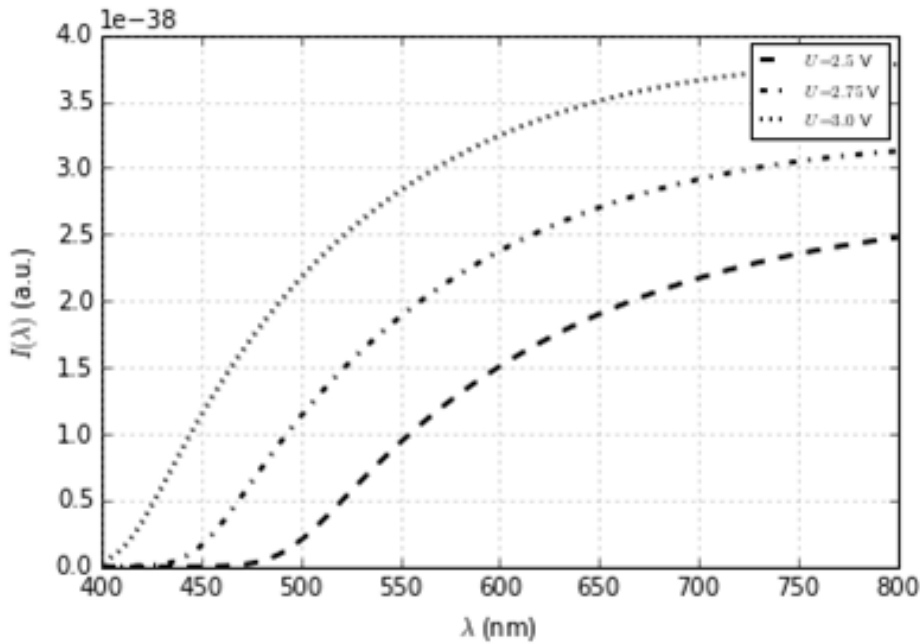


Рис. 1. Интенсивность излучения наноструктуры с квантовыми точками из GaN от длины волны оптического излучения при различных значениях внешнего управляющего напряжения.

Расположение квантовых точек в структуре играет важную роль в определении оптических свойств. Установлено, что изменение внешнего напряжения, действующего на массив квантовых точек, может существенно влиять на интенсивность излучения света. Полученные данные могут быть полезны для создания более эффективных и ярких дисплеев на основе светодиодов на квантовых точках с улучшенными характеристиками излучения света.

Заключение

Исследование физических свойств структур с квантовыми точками является важным шагом в развитии технологии дисплеев на основе светодиодов на квантовых точках и открывает новые перспективы для создания более эффективных и экономичных устройств отображения информации. Исследование расширяет теоретические представления о возможностях использования наноструктур с квантовыми точками в различных областях оптоэлектроники. Результаты исследования могут быть использованы для разработки новых методов управления оптическими и электрическими свойствами структур с квантовыми точками. Применение структур с квантовыми точками открывает новые возможности для разработки дисплеев на основе светодиодов на квантовых точках.

Гипотеза исследования, заключающаяся в том, что если использовать структуры с квантовыми точками, то можно создать высокоэффективные дисплеи на основе светодиодов на квантовых точках, обладающие уникальными физическими свойствами, подтверждена полностью.

Задачи работы решены полностью.

Теоретическая модель интенсивности излучения светодиодов, основанная на фототермической теории, точно предсказывает связь между напряжением, температурой, температурой перехода и оптическими свойствами. Теоретическая модель интенсивности излучения светодиодов эффективно фиксирует тепловые эффекты и оптические характеристики светодиодных систем.

Результаты исследования полупроводниковых материалов для наноструктур с квантовыми точками могут быть использованы в процессе разработке новых технологий создания дисплеев на основе светодиодов на массивах с квантовыми точками с улучшенными характеристиками в зависимости от формы и расположения квантовых точек.

Список использованных источников

1. Tao Xuehui. Performance characterization and theoretical modeling of emitted optical power for high-power white-LED devices // IEEE Transactions on electron devices. — 2015. — may. — Vol. 62, no. 5. — P. 1511–1515. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/TED.2015.2410032>.
2. Bera S. C., Singh R. V., Garg V. K. Temperature behavior and compensation of light-emitting diode // IEEE Photonics technology letters. — 2005. — nov. — Vol. 17, no. 11. — P. 2286–2288. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/LPT.2005.858154>.
3. Hui S. Y., Qin Y. X. A general photo-electro-thermal theory for light emitting diode (LED) systems // IEEE Transactions on power electronics. — 2009. — aug. — Vol. 24, no. 8. — P. 1967–1976. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/TPEL.2009.2018100>.
4. Modeling high power light-emitting diode spectra and their variation with junction temperature / A. Keppens [et al.] // Journal of applied physics. — 2010. — aug. — Vol. 108, no. 4. — URL: <http://dx.doi.org/10.1063/1.3463411>.
5. Light-emitting-diode Lambertian light sources as low-radiant-flux standards applicable to quantitative luminescence-intensity imaging / Masahiro Yoshita [et al.] // Review of scientific instruments. — 2017. — sep. — Vol. 88, no. 9. — URL: <http://dx.doi.org/10.1063/1.5001733>.
6. Operation of electronic devices for controlling LED light sources when the environment temperature changes / Iryna Belyakova [et al.] // Applied system innovation. — 2023. — may. — Vol. 6, no. 3. — P. 57. — URL: <http://dx.doi.org/10.3390/asi6030057>.
7. Biber Cathy. LED light emission as a function of thermal conditions // 2008 Twenty-fourth annual IEEE semiconductor thermal measurement and management symposium. — IEEE, 2008. — mar. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/STHERM.2008.4509387>.
8. Estimation of luminous flux and luminous efficacy of low-power SMD LED as a function of injection current and ambient temperature / Muna E. Raypah [et al.] // IEEE Transactions on Electron Devices. — 2016. — jul. — Vol. 63, no. 7. — P. 2790–2795. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/TED.2016.2556079>.

9. Rao Feng, Ge Zhi Chen, Zhu Jin Lian. Effect of temperature and current on luminous efficiency of high power LED // Advanced materials research. — 2011. — oct. — Vol. 347-353. — P. 310–313. — URL: <http://dx.doi.org/10.4028/WWW.SCIENTIFIC.NET/AMR.347-353.310>.
10. Unique temperature dependence of deep ultraviolet emission intensity for diamond light emitting diodes / Daisuke Kuwabara [et al.] // Japanese journal of applied physics. — 2014. — apr. — Vol. 53, no. 5S1. — P. 05FP02. — URL: <http://dx.doi.org/10.7567/JJAP.53.05FP02>.
11. Electrically driven amplified spontaneous emission from colloidal quantum dots / Namyoung Ahn [et al.] // Nature. — 2023. — may. — Vol. 617, no. 7959. — P. 79–85. — URL: <http://dx.doi.org/10.1038/s41586-023-05855-6>.
12. Armaselu Anca, Jangid Monika. Application of quantum dots in light-emitting diodes // Quantum Dots. — Elsevier, 2023. — P. 205–244. — ISBN: 9780128241530. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-824153-0.00010-0>.
13. Coherent THz wave emission from HgTe quantum dots / T. Apretna [et al.] // Applied Physics Letters. — 2022. — dec. — Vol. 121, no. 25. — URL: <http://dx.doi.org/10.1063/5.0134396>.
14. Quantitative analysis of the blue-green single-photon emission from a quantum dot in a thick tapered nanowire / Saransh Raj Gosain [et al.] // Physical Review B. — 2022. — dec. — Vol. 106, no. 23. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/physrevb.106.235301>.
15. Benyoucef Mohamed, Musial Anna. Telecom wavelengths InP-based quantum dots for quantum communication // Photonic quantum technologies. — 2023. — may. — P. 463–507. — URL: <http://dx.doi.org/10.1002/9783527837427.ch18>.
16. Wells Sarah. Explaining asymmetric emission from quantum dots // Physics. — 2022. — may. — Vol. 15. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/physics.15.s64>.

Сведения об авторах:

Павел Антонович Мащенко — студент факультета компьютерных и инженерных наук Автономной некоммерческой организации высшего образования «Университет Иннополис», 420500, Иннополис, Республика Татарстан, Россия.

E-mail: ulpam2005@gmail.com

ORCID iD  0009-0004-7603-444X

Web of Science ResearcherID  JQW-3640-2023

Original article
 PACS 42.25.Bs
 OCIS 260.2110
 MSC 78A10

Investigation of physical properties of light-emitting structures with quantum dots

P. A. Mashchenko 

Autonomous Non-Commercial Organization of Higher Education “Innopolis University”, 420500, Innopolis, Republic of Tatarstan, Russia

Submitted February 11, 2025
 Resubmitted February 12, 2025
 Published March 31, 2025

Abstract. The physical properties of emitting structures with quantum dots are considered. Numerical calculations of the physical characteristics of emitting structures with quantum dots are performed. The influence of various structure parameters on the intensity of light emission by structures with quantum dots is investigated. It is shown that a change in the external voltage acting on the array of quantum dots can significantly affect the intensity of light emission.

Keywords: optical radiation, light, intensity, display, quantum dot, quantum dot array, quantum dot nanostructure, light-emitting diode

References

1. Tao Xuehui. Performance characterization and theoretical modeling of emitted optical power for high-power white-LED devices // IEEE Transactions on electron devices. — 2015. — may. — Vol. 62, no. 5. — P. 1511–1515. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/TED.2015.2410032>.
2. Bera S. C., Singh R. V., Garg V. K. Temperature behavior and compensation of light-emitting diode // IEEE Photonics technology letters. — 2005. — nov. — Vol. 17, no. 11. — P. 2286–2288. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/LPT.2005.858154>.
3. Hui S. Y., Qin Y. X. A general photo-electro-thermal theory for light emitting diode (LED) systems // IEEE Transactions on power electronics. — 2009. — aug. — Vol. 24, no. 8. — P. 1967–1976. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/TPEL.2009.2018100>.
4. Modeling high power light-emitting diode spectra and their variation with junction temperature / A. Keppens [et al.] // Journal of applied physics. — 2010. — aug. — Vol. 108, no. 4. — URL: <http://dx.doi.org/10.1063/1.3463411>.
5. Light-emitting-diode Lambertian light sources as low-radiant-flux standards applicable to quantitative luminescence-intensity imaging / Masahiro Yoshita [et al.] // Review of scientific instruments. — 2017. — sep. — Vol. 88, no. 9. — URL: <http://dx.doi.org/10.1063/1.5001733>.

6. Operation of electronic devices for controlling LED light sources when the environment temperature changes / Iryna Belyakova [et al.] // Applied system innovation. — 2023. — may. — Vol. 6, no. 3. — P. 57. — URL: <http://dx.doi.org/10.3390/asi6030057>.
7. Biber Cathy. LED light emission as a function of thermal conditions // 2008 Twenty-fourth annual IEEE semiconductor thermal measurement and management symposium. — IEEE, 2008. — mar. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/STHERM.2008.4509387>.
8. Estimation of luminous flux and luminous efficacy of low-power SMD LED as a function of injection current and ambient temperature / Muna E. Raypah [et al.] // IEEE Transactions on Electron Devices. — 2016. — jul. — Vol. 63, no. 7. — P. 2790–2795. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/TED.2016.2556079>.
9. Rao Feng, Ge Zhi Chen, Zhu Jin Lian. Effect of temperature and current on luminous efficiency of high power LED // Advanced materials research. — 2011. — oct. — Vol. 347–353. — P. 310–313. — URL: <http://dx.doi.org/10.4028/WWW.SCIENTIFIC.NET/AMR.347-353.310>.
10. Unique temperature dependence of deep ultraviolet emission intensity for diamond light emitting diodes / Daisuke Kuwabara [et al.] // Japanese journal of applied physics. — 2014. — apr. — Vol. 53, no. 5S1. — P. 05FP02. — URL: <http://dx.doi.org/10.7567/JJAP.53.05FP02>.
11. Electrically driven amplified spontaneous emission from colloidal quantum dots / Namyoung Ahn [et al.] // Nature. — 2023. — may. — Vol. 617, no. 7959. — P. 79–85. — URL: <http://dx.doi.org/10.1038/s41586-023-05855-6>.
12. Armaselu Anca, Jangid Monika. Application of quantum dots in light-emitting diodes // Quantum Dots. — Elsevier, 2023. — P. 205–244. — ISBN: 9780128241530. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-824153-0.00010-0>.
13. Coherent THz wave emission from HgTe quantum dots / T. Apretna [et al.] // Applied Physics Letters. — 2022. — dec. — Vol. 121, no. 25. — URL: <http://dx.doi.org/10.1063/5.0134396>.
14. Quantitative analysis of the blue-green single-photon emission from a quantum dot in a thick tapered nanowire / Saransh Raj Gosain [et al.] // Physical Review B. — 2022. — dec. — Vol. 106, no. 23. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/physrevb.106.235301>.
15. Benyoucef Mohamed, Musial Anna. Telecom wavelengths InP-based quantum dots for quantum communication // Photonic quantum technologies. — 2023. — may. — P. 463–507. — URL: <http://dx.doi.org/10.1002/9783527837427.ch18>.
16. Wells Sarah. Explaining asymmetric emission from quantum dots // Physics. — 2022. — may. — Vol. 15. — URL: <http://dx.doi.org/10.1103/physics.15.s64>.

Information about authors:

Pavel Antonovich Mashchenko — student of the Faculty of Computer Science and Engineering of the Autonomous Non-Commercial Organization of Higher Education “Innopolis University”, 420500, Innopolis, Republic of Tatarstan, Russia.

E-mail: ulpam2005@gmail.com

ORCID iD  0009-0004-7603-444X

Web of Science ResearcherID  JQW-3640-2023

Секция 3

Медицинские науки

3.1 Клиническая медицина

Научная статья

УДК 614.849

ББК 54.5

ГРНТИ 76.29.39

ВАК 3.1.9.

RACS 01.75.+m

OCIS 000.4920

Анализ реальных клинических данных ожогов после пожаров и современных подходов к лечению ожогов

С. Г. Аксенов , А. Р. Ахметова  ¹

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уфимский университет науки и технологий», 450076, Уфа, Россия

Поступила в редакцию 8 февраля 2025 года

После переработки 14 февраля 2025 года

Опубликована 31 марта 2025 года

Аннотация. Проведён анализ данных реальных исследований, посвящённых ожогам после пожаров, с акцентом на современные методы лечения, реабилитацию и профилактику. Рассмотрены классификация ожогов по глубине поражения и площади поверхности тела, эпидемиология травм, а также факторы, влияющие на исход лечения ожогов. Особое внимание уделено роли ранней диагностики, консервативного и хирургического лечения ожогов, а также комплексной реабилитации пациентов с ожогами.

Ключевые слова: ожоги, пожары, лечение ожогов, реабилитация, некрэктомия, пересадка кожи, ингаляционные повреждения, биосинтетические материалы, профилактика ожогов

¹E-mail: pavel1112w@mail.ru

Введение

Ожоговые травмы, возникающие вследствие пожаров, представляют одну из значимых проблем современной медицины. Ожоговые травмы требуют как срочного лечения, так длительных восстановительных мероприятий. Данная работа посвящена анализу научных исследований, связанных с ожогами в контексте воздействия пожаров.

Целью работы является обзор существующих наработок в области научных исследований, связанных с ожогами в контексте воздействия пожаров, анализ современных методов лечения и реабилитации лиц с такими травмами, а также выявление ключевых факторов, влияющих на их прогноз. Объектом исследования является набор реальных клинических данных пациентов с ожогами от пожаров. Предметом исследования является изучение технологий диагностики и коррекции повреждений от ожогов наряду с определением факторов риска и последствий для здоровья. Применяемые исследовательские методы охватывают обработку данных Международного реестра ожоговых повреждений, анализ литературы по статистике заболеваний. Информационной основой исследования стали материалы Всемирной организации здравоохранения, Американской ассоциации травматологов-хирургов и других организаций.

Гипотеза исследования состоит в том, что если проводить оперативное оказание помощи пострадавшим в сочетании с инновационными медицинскими подходами, то можно существенно улучшить состояние и сократить время восстановления пациентов с ожогами от пожаров.

Теоретическая значимость исследования состоит в том, что результаты работы способствуют обобщению теоретических знаний о причинах возникновения ожогов при пожарах, механизмах их развития и влиянии на здоровье пациентов, что позволяет выделить наиболее важные аспекты для успешного лечения таких травм. Практическая значимость исследования заключается в формулировке рекомендаций по профилактике ожогов в условиях чрезвычайных ситуаций наряду с совершенствованием методов терапии и поддержки пострадавших.

Обзор

Согласно данным, обнародованным Всемирной организацией здравоохранения, ежегодно из-за последствий ожогов погибает около 180 тысяч человек, а миллионы людей из-за последствий ожогов сталкиваются с травмами различной степени тяжести [1]. Наибольшую опасность представляют ожоги, вызванные воздействием открытого огня, так как они нередко сопровождаются повреждением дыхательных путей вследствие вдыхания горячих газов и токсичных продуктов горения. Особую угрозу для здоровья представляют вещества, выделяемые при горении пластмасс, резины и синтетических материалов: среди них можно выделить фосген и цианиды, которые существенно усугубляют состояние пострадавших.

Лечение ожогов после пожаров включает многогранный подход, который начинается с первоначальной оценки и инфузионной терапии, что особенно важно при обширных травмах [2]. В работе [2] обсуждаются различные варианты пересадки, локальной, региональной и свободной перестройки тканей, а также варианты неоперативного лечения, а также то, как анатомическое расположение ожога определяет варианты реконструкции. Первичное лечение ожогов включает в себя инфузионную терапию, дебридмент и варианты пересадки в зависимости от состояния раневого ложа [2]. Промежуточная реконструкция решает проблему созревания рубца, в то время как поздняя реконструкция фокусируется на последствиях, таких как рубцовая контрактура, с использованием различных реконструктивных методов в зависимости от степени и местоположения ожога [2]. Раннее лечение обычно включает хирургическую обработку и применение различ-

ных методов трансплантации, таких как аутоотрансплантаты, аллотрансплантаты и заменители кожи, которые необходимы для закрытия ран и профилактики инфекций [3]. Лечение ожогов включает в себя соответствующую оценку всех травм, направление в ожоговый центр, если это показано, и реанимацию, контроль боли, уход за ранами и реабилитацию, начинающуюся с момента травмы [3]. Современные методы лечения ожоговых ран после пожаров включают аутоотрансплантацию, аллотрансплантацию, ксеноотрансплантацию и использование дермальных заменителей. Эти методы направлены на иссечение ожоговой раны и обеспечение закрытия, что снижает риск инфекции и осложнений [3]. Появились передовые методы, такие как терапия ран отрицательным давлением, фототерапия и обогащенная тромбоцитами плазма, для повышения скорости заживления и результатов [4]. В работе [4] рассматриваются новые методы или материалы, такие как современная перевязка ран, терапия ран отрицательным давлением, фототерапия, ультразвуковая терапия, плазма, обогащенная тромбоцитами, и другие, применяемые для заживления ожоговых ран. Методы лечения ожогов после пожаров включают точную диагностику, раннюю охлаждающую терапию, хирургическую обработку, терапию ран отрицательным давлением, фототерапию, ультразвуковую терапию и применение плазмы, обогащенной тромбоцитами, для улучшения заживления и уменьшения осложнений [4]. Многопрофильный подход имеет жизненно важное значение, особенно в тяжёлых случаях, когда раннее хирургическое вмешательство и использование биологических эквивалентов кожи могут значительно улучшить функциональное восстановление и сократить пребывание в больнице [5]. В работе [5] представлен клинический случай успешного лечения двух пожарных, получивших тяжёлые ожоги при исполнении служебных обязанностей, что было достигнуто за счёт внедрения современной стратегии лечения критических ожогов, а именно: мультидисциплинарного подхода с момента поступления; раннего агрессивного удаления нежизнеспособных тканей, что позволяет прервать патогенетический механизм ожоговой болезни; активного использования временных заменителей кожных покровов, в том числе биологического происхождения; раннего восстановления кожных покровов с приоритетом функционально активных зон (кисти, шея, крупные суставы); первичных реконструктивных операций, включающих применение сложных пластических методов в остром периоде травмы [5]. Методы лечения ожогов включают раннее агрессивное удаление нежизнеспособных тканей, использование биологических заменителей кожных покровов, первичные реконструктивные операции и мультидисциплинарный подход к оказанию помощи, что в совокупности улучшает функциональные результаты и сокращает сроки пребывания пострадавших в стационаре [5]. В статье [6] описаны методы лечения ожогов после пожаров, которые включают инфузионную терапию изотоническими жидкостями, местную антимикробную терапию, иссечение ожоговой раны и трансплантацию для закрытия раны. Нутритивная поддержка и профилактика инфекций также являются важными компонентами лечения ожоговых пациентов [6]. Уход после реанимации сосредоточен на местной антимикробной терапии, иссечение ожоговой раны и закрытие раны путём трансплантации, а физиологически обоснованная метаболическая поддержка значительно увеличила выживаемость ожоговых пациентов в последние десятилетия [6]. В статье [7] обсуждается использование аллогенных мезенхимальных стволовых клеток для лечения тяжёлых ожоговых травм, включая местное применение с фибриновым герметиком и прямые инъекции в ткани, которые способствуют заживлению ран и минимизируют осложнения, такие как гипертрофическое рубцевание. В статье [7] описан пациент с тяжёлой ожоговой травмой, чьи раны не заживали при более чем 18 месяцах обычного лечения ожогов, и при лечении аллогенными мезенхимальными стволовыми клетками заживление ран ускорилось без каких-либо неблагоприятных осложнений лечения. В работе [8] обсуждаются различные методы лечения ожогов по-

сле пожаров, включая начальную терапию замещения жидкости, местный уход, лечение ожогов полной толщины, лечение ингаляционных травм и использование заменителей кожи и культуры эпителиальных клеток для эффективного заживления и восстановления. В целом, интеграция инновационных технологий и своевременных хирургических стратегий играет решающую роль в эффективном лечении ожоговых травм.

Методы и материалы

Классификация ожоговых поражений основывается на глубине повреждения тканей и размере поражённой площади тела. Это важно для выбора оптимальных лечебных подходов. Согласно исследованиям Американской ассоциации специалистов по лечению ожоговых травм, выделяются несколько категорий ожогов [9]. К первой категории ожогов относятся поверхностные ожоги (первая степень), характеризующиеся повреждением только эпидермиса. Они сопровождаются покраснением кожи, умеренной болью и отёком. К этой категории относятся случаи солнечных ожогов или лёгких термических травм. Ко второй категории ожогов относятся случаи, в которых при частичных глубоких ожогах поражаются как эпидермис, так и верхние слои дермы с образованием пузырей на коже. Основными причинами таких травм являются контакт с горячими жидкостями или паром. К третьей категории ожогов относятся случаи, в которых происходят глубокие повреждения кожи до полной деструкции всех её слоёв относятся к третьей степени тяжести. Внешний вид кожи может варьироваться от белого до обугленного цвета; боль зачастую менее выражена из-за разрушения нервных волокон. К четвёртой категории ожогов относятся самые тяжёлые случаи четвёртой степени тяжести, включающие разрушение не только кожного покрова, но также глубоких тканей: мышечных структур, сухожилий или даже костей. Эти ситуации нередко требуют хирургического вмешательства вплоть до ампутации поражённых областей тела.

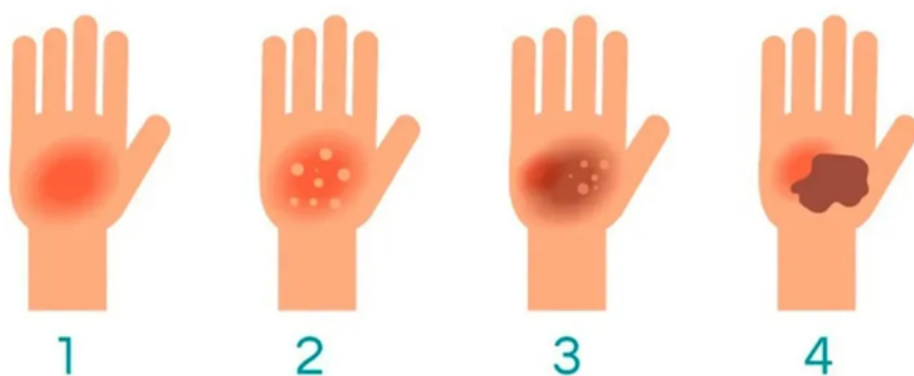


Рис. 1. Степени ожогов. Цифрами указаны: 1 – первая степень, 2 – вторая степень, 3 – третья степень, 4 – четвёртая степень.

На рис. 1 изображены картины степеней ожогов (1 – первая степень, 2 – вторая степень, 3 – третья степень, 4 – четвёртая степень).

Для оценки площади ожогов на теле человека применяется методика «правило девятиков» Уоллеса, согласно которой определённые участки тела составляют около 9 % или его кратное от общей кожной поверхности [10]. Например, голова и шея вместе покрывают 9 %, каждая верхняя конечность покрывает также 9 %, передняя и задняя части туловища равны по 18 %, каждая нижняя конечность составляет ещё по 18 %.

Согласно исследованию, проведённому в Соединённых Штатах Америки в 2021 году, установлено, что пожары служат причиной примерно 40 % всех госпитализаций, связанных с ожоговыми травмами [11].

Анализ данных международного регистра ожогов за пятигодичный период с 2015 года по 2020 год выявил следующие ключевые закономерности. Во-первых, при анализе половых различий среди пациентов мужская доля составляет около двух третей (65 %), что объясняется их большей вовлечённостью в деятельность с повышенной опасностью. Женщины (35 %) чаще получают ожоги дома — во время приготовления пищи или работы с нагревательными приборами. Во-вторых, при анализе возрастных групп наиболее подвержены риску дети младше пяти лет и пожилые лица старше шестидесяти пяти лет. У детей травмы связаны с отсутствием полного осознания опасности окружающего мира, тогда как у пожилых людей факторами риска являются замедленная реакция и сниженная подвижность. В-третьих, при анализе локализации повреждений наиболее часто страдают такие области, как верхние конечности (45 %), лицо (30 %) и туловище (25 %). Кроме того, ингаляционные повреждения диагностируются примерно у каждого пятого пострадавшего (15 %) и нередко имеют фатальные последствия. В статье [12] описывается средний процент поражения кожи у пострадавших от огня находится в пределах от четверти до трети её общей площади (25 % – 30 %). При этом термические повреждения лицевой области или дыхательной системы значительно увеличивают вероятность осложнений, таких как пневмония или синдром острого дыхательного дистресса. В соответствии с медицинскими рекомендациями первая помощь при ожогах включает следующие неотложные действия: прекращение воздействия источника высокой температуры, охлаждение обожжённого участка проточной водой комнатной температуры на протяжении десяти-двадцати минут, наложение стерильной повязки для защиты раны, незамедлительное обращение к врачу при глубоких или обширных поражениях кожи начиная со второй степени тяжести [11].

На начальном этапе оказания медицинской помощи пациентам с термическими повреждениями тканей особое значение придаётся применению консервативных методов лечения ожогов. К числу таких методик относятся следующие методики. Во-первых, методика, связанная с применением противомикробных препаратов, которые используются для предотвращения инфицирования поражённых участков кожи. Особенно распространён в клинической практике сульфадиазин серебра — вещество, демонстрирующее высокую эффективность против множества бактериальных патогенов. Клинические данные указывают на то, что применение данного антибиотика позволяет минимизировать вероятность инфекционных осложнений в зонах ожога на 30–40 % [12]. Во-вторых, методика, связанная с применением анальгезирующих препаратов, такие как нестероидные противовоспалительные средства и наркотические анальгетики (например, опиоиды), используются для облегчения боли. Применение опиоидов особенно важно при тяжёлых и глубоких поражениях кожного покрова (третья и четвёртая степень), когда боль достигает пикового уровня интенсивности. В-третьих, методика, связанная с использованием лечебных мазей на основе биосинтетических материалов, включая продукты, такие как Biobrane. Согласно [1], биосинтетические кожные покрытия способны ускорять регенерацию тканей и уменьшать вероятность развития инфекции.

Опишем хирургические методы лечения ожогов при пожарах. При значительных ожогах часто требуется оперативное вмешательство различных видов. Во-первых, проведение декомпрессии пузырей на месте ожога, что предотвращает избыточное скопление жидкости под поверхностью кожи и снижает давление на окружающие ткани, способствуя улучшению кровоснабжения повреждённых областей. Во-вторых, удаление отмерших клеток (некрэктомия) из зон некроза является обязательной процедурой для предотвращения септических состояний организма пациента и восстановления тканей в очаге поражения. Проведённый анализ 2020 года подтверждает эффективность ранней некрэктомии (в пределах первых двух суток после травмы) для снижения вероятности тяжёлых инфекционных осложнений [9]. В-третьих, трансплантация собственной ко-

жи пациента (автодермопластика) необходима при серьёзных нарушениях целостности эпителия для обеспечения закрытия дефекта кожного покрова и минимизации риска образования грубых рубцов или контрактур. Современная медицина активно использует технологию искусственных кожных заменителей или клеточных культурных материалов с целью ускорения процесса восстановления повреждённой дермы и эпителия.

Этап восстановления пациентов после травм и заболеваний представляет собой чрезвычайно важную фазу. Согласно данным, опубликованным в статье [13], можно выделить несколько ключевых элементов этого процесса. Во-первых, физиотерапия, которая включает движение с лечебной целью, процедуры массажа и специализированные комплексы упражнений для улучшения двигательной активности. Этот подход особенно актуален для пациентов с ограничениями подвижности или контрактурами. Во-вторых, психологическая реабилитация, которая предполагает использование психотерапевтических методов для борьбы с посттравматическим синдромом и сопутствующими эмоциональными трудностями. Такие состояния, как тревожность, страх перед повторной травмой или депрессивные настроения, встречаются достаточно часто у больных. Психологическая поддержка позволяет легче адаптироваться к новым жизненным обстоятельствам. В-третьих, коррекция внешних дефектов, которая подразумевает применение современных методов лазерной терапии для устранения рубцов или исправления деформаций кожи. Такие технологии, как лазерная шлифовка или микродермабразия, способствуют заметному улучшению состояния кожного покрова в зоне поражения.

Результаты

В исследованиях, основанных на наблюдении за пациентами с комплексным восстановлением, были получены результаты о повышении качества жизни примерно у 85 % людей [14]. Однако процесс восстановления может растянуться от нескольких месяцев до нескольких лет — продолжительность сильно зависит от степени тяжести повреждений и особенностей организма. Последние достижения в лечении серьёзных ожоговых травм включают реанимацию после ожога, тангенциальное иссечение ожога и трансплантацию, эффективное энтеральное зондовое питание и агрессивное лечение сепсиса, всё это способствует улучшению показателей выживаемости и восстановления пациентов с ожогами [8]. Поскольку курс лечения и реабилитации длительный и многогранный, всегда необходим полный план лечения в дополнение к командной работе врачей, медсестёр, социальных работников, физиотерапевтов и психологов.

Рассмотрим экономические и социальные последствия ожоговых поражений. Травмы в результате ожогов оказывают влияние не только на состояние здоровья пострадавших, но также затрагивают экономику и социальную сферу общества. По информации Всемирного банка значительная часть средств национальных систем здравоохранения в странах с низким уровнем дохода тратится именно на лечение ожоговых больных. Например, бюджетные расходы Индии на эту медицинскую проблему ежегодно достигают около полутора миллиардов долларов США [13].

Помимо прямых затрат на лечение существует ещё один значимый аспект — временная или постоянная утрата способности к профессиональной деятельности среди пострадавших лиц оказывает существенное влияние на финансовое благосостояние семейных хозяйств и экономику страны в целом. Исследовательские работы демонстрируют, что до 40 % пациентов с тяжёлыми ожоговыми повреждениями не возвращаются к прежней профессии даже после завершения курса реабилитации [10].

Опишем некоторые меры предосторожности для предотвращения ожогов. Предотвращение ожоговых травм по-прежнему является ключевым элементом в их сокращении. Согласно рекомендациям Всемирной организацией здравоохранения, для минимизации риска ожогов необходимо оснащать жилые помещения сигнализаторами дыма,

производить регулярный техосмотр электрических устройств и газового оборудования, обучать детей правильному обращению с источниками огня, а также применять защитные экраны на каминах и печах. Кроме того, просвещение населения о возможных рисках, связанных с возгораниями, существенно способствует профилактике. Например, в Соединённых Штатах Америки ежегодно организуется акция «Неделя пожарной безопасности», которая привлекает к этой теме внимание огромного числа граждан [11].

Заключение

Ожоговые травмы вследствие пожаров продолжают оставаться серьезной медицинской проблемой с многочисленными последствиями. Для их лечения и восстановления пациентов требуется широкий подход. Современные методы лечения ожогов, включая использование биосинтетических материалов и проведение ранней хирургической коррекции, позволяют значительно улучшить прогнозы для пострадавших. Основным способом снижения случаев таких повреждений остаётся профилактическая работа.

Гипотеза исследования, состоящая в том, что если проводить оперативное оказание помощи пострадавшим в сочетании с инновационными медицинскими подходами, то можно существенно улучшить состояние и сократить время восстановления пациентов с ожогами от пожаров, подтверждена полностью.

Следовательно, внедрение передовых методов лечения наряду с комплексной реабилитацией может значительно улучшить качество жизни больных и сократить вероятность осложнений. Анализ исследований показывает, что своевременное вмешательство и использование современных технологий лечения значительно улучшают прогноз для пострадавших. Также важно продолжать научные изыскания для разработки усовершенствованных стратегий, как по профилактике, так и по лечению ожогов.

Список использованных источников

1. Aksenov S. G., Kurochkina A. S., Gubaidullina I. N. Analysis and assessment of the consequences of emergency situations related to fires in industrial enterprises // *Truck*. — 2022. — sep. — P. 41–43. — URL: <http://dx.doi.org/10.36652/1684-1298-2022-9-41-43>.
2. Hespe Geoffrey E., Levi Benjamin. Burns // *Plastic surgery - principles and practice*. — Elsevier, 2022. — P. 155–171. — ISBN: 9780323653817. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-323-65381-7.00013-7>.
3. Carter Jeffrey E., Holmes James H. The surgical management of burn wounds // *Skin tissue engineering and regenerative medicine*. — Elsevier, 2016. — P. 289–298. — ISBN: 9780128016541. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-801654-1.00014-0>.
4. Tan Jianglin, Luo Gaoxing. Advanced techniques in burn wound repair // *Severe trauma and sepsis*. — Springer Singapore, 2019. — P. 345–355. — ISBN: 9789811333538. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-981-13-3353-8_19.
5. Pleshkov A. S., Shapovalov S. G. Successful treatment of critical burns on the example of firefighters: case study presentation // *Medic-biological and socio-psychological problems of safety in emergency situations*. — 2023. — jan. — no. 3. — P. 65–75. — URL: <http://dx.doi.org/10.25016/2541-7487-2022-0-3-65-75>.
6. Update on current therapeutic approaches in burns / Khan Z. Shirani [et al.] // *Shock*. — 1996. — jan. — Vol. 5, no. 1. — P. 16. — URL: <http://dx.doi.org/10.1097/00024382-199601000-00004>.

7. Allogeneic mesenchymal stem cells for treatment of severe burn injury / Marc G. Jeschke [et al.] // Stem cell research and therapy. — 2019. — nov. — Vol. 10, no. 1. — URL: <http://dx.doi.org/10.1186/S13287-019-1465-9>.
8. Fang Zhi-yang. Modern treatment of severe burns. — Springer Berlin Heidelberg, 1992. — ISBN: 9783642766237. — URL: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-76623-7>.
9. Медицинская реабилитация пострадавших от ожогов / Н. Б. Малютина [и др.] // VI Пироговский форум травматологов-ортопедов, посвященный 50-летию кафедры травматологии, ортопедии и медицины катастроф МГМСУ имени А. И. Евдокимова. — Казань : ООО Издательский дом «Практика», 2021. — С. 105. — URL: <https://elibrary.ru/fbyzdz>.
10. Докукина Л. Н., Н. Прохорова Ю., Н. Чарыкова И. Аутологичные клетки при восстановлении кожного покрова у детей с ожоговой травмой // Современные аспекты лечения термической травмы: материалы научно-практической конференции с международным участием, посвященной 70-летию первого ожогового центра России. — Санкт-Петербург : ООО Альта Астра, 2016. — С. 36–37. — URL: <https://elibrary.ru/wiitdt>.
11. Малахов С. Ф. Возможности лечения ожоговых ран с помощью современных технологий // Проблемы современной науки и образования. — 2017. — № 25 (107). — С. 47–50. — URL: <https://elibrary.ru/yungdj>.
12. Морфологическое изучение инфицирования ожоговых ран / Пальцын А. А. [и др.] // Хирургия. Журнал имени Н. И. Пирогова. — 2000. — № 3. — С. 33–37. — URL: <https://elibrary.ru/rtibdv>.
13. Burn survivors' pulmonary and muscular impairment, exercise tolerance and return-to-work following medical-vocational rehabilitation: a long-term follow-up / V. Bjornhagen [et al.] // Journal of rehabilitation medicine. — 2018. — Vol. 50, no. 5. — P. 465–471. — URL: <http://dx.doi.org/10.2340/16501977-2337>.
14. Клеточная трансплантация ослабляет воспалительную реакцию и стимулирует репаративные процессы в ожоговой ране / М. Ф. Расулов [и др.] // Клеточные технологии в биологии и медицине. — 2006. — С. 127–132. — URL: <https://elibrary.ru/hvbyav>.

Сведения об авторах:

Сергей Геннадьевич Аксенов — доктор экономических наук, профессор ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», 450076, Уфа, Россия.

E-mail: beregpiya@mail.ru

ORCID iD  0000-0002-6749-3909

Web of Science ResearcherID  MFK-2727-2025

Альбина Ринатовна Ахметова — студент ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», 450076, Уфа, Россия.

E-mail: pavel1112w@mail.ru

ORCID iD  0009-0000-4288-1705

Web of Science ResearcherID  MFK-2738-2025

Original article
PACS 01.75.+m
OCIS 000.4920

Analysis of real clinical data on burns after fires and modern approaches to burn treatment

S. G. Aksenov , A. R. Akhmetova 

Ufa University of Science and Technology, 450076, Ufa, Russia

Submitted February 8, 2025
Resubmitted February 14, 2025
Published March 31, 2025

Abstract. An analysis of data from real studies on burns after fires was carried out, with an emphasis on modern methods of treatment, rehabilitation and prevention. It examines the classification of burns by depth of injury and body surface area, the epidemiology of injuries, and factors affecting the outcome of burn treatment. Particular attention is paid to the role of early diagnosis, conservative and surgical treatment of burns, and comprehensive rehabilitation of patients with burns.

Keywords: burns, fires, burn treatment, rehabilitation, necrectomy, skin grafting, inhalation injuries, biosynthetic materials, burn prevention

References

1. Aksenov S. G., Kurochkina A. S., Gubaidullina I. N. Analysis and assessment of the consequences of emergency situations related to fires in industrial enterprises // *Truck*. — 2022. — sep. — P. 41–43. — URL: <http://dx.doi.org/10.36652/1684-1298-2022-9-41-43>.
2. Hespe Geoffrey E., Levi Benjamin. Burns // *Plastic surgery - principles and practice*. — Elsevier, 2022. — P. 155–171. — ISBN: 9780323653817. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-323-65381-7.00013-7>.
3. Carter Jeffrey E., Holmes James H. The surgical management of burn wounds // *Skin tissue engineering and regenerative medicine*. — Elsevier, 2016. — P. 289–298. — ISBN: 9780128016541. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-801654-1.00014-0>.
4. Tan Jianglin, Luo Gaoxing. Advanced techniques in burn wound repair // *Severe trauma and sepsis*. — Springer Singapore, 2019. — P. 345–355. — ISBN: 9789811333538. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-981-13-3353-8_19.
5. Pleshkov A. S., Shapovalov S. G. Successful treatment of critical burns on the example of firefighters: case study presentation // *Medic-biological and socio-psychological problems of safety in emergency situations*. — 2023. — jan. — no. 3. — P. 65–75. — URL: <http://dx.doi.org/10.25016/2541-7487-2022-0-3-65-75>.
6. Update on current therapeutic approaches in burns / Khan Z. Shirani [et al.] // *Shock*. — 1996. — jan. — Vol. 5, no. 1. — P. 16. — URL: <http://dx.doi.org/10.1097/00024382-199601000-00004>.

7. Allogeneic mesenchymal stem cells for treatment of severe burn injury / Marc G. Jeschke [et al.] // Stem cell research and therapy. — 2019. — nov. — Vol. 10, no. 1. — URL: <http://dx.doi.org/10.1186/S13287-019-1465-9>.
8. Fang Zhi-yang. Modern treatment of severe burns. — Springer Berlin Heidelberg, 1992. — ISBN: 9783642766237. — URL: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-76623-7>.
9. Medical rehabilitation of burn victims / N. B. Malyutina [et al.] // VI Pirogov forum of traumatologists-orthopedists, dedicated to the 50th anniversary of the department of traumatology, orthopedics and disaster medicine of the A. I. Evdokimov Moscow state medical university. — Kazan : OOO Publishing House «Praktika», 2021. — P. 105. — URL: <https://elibrary.ru/fbyzdz>.
10. Dokukina L. N., N. Prokhorova Yu., N. Charykova I. Autologous cells in skin restoration in children with burn injury // Modern aspects of thermal injury treatment: materials of the scientific and practical conference with international participation dedicated to the 70th anniversary of the first burn center in Russia. — Saint Petersburg : OOO Alta Astra, 2016. — P. 36–37. — URL: <https://elibrary.ru/wiitdt>.
11. Malakhov S. F. Possibilities of treating burn wounds using modern technologies // Problems of modern science and education. — 2017. — no. 25 (107). — P. 47–50. — URL: <https://elibrary.ru/yumgdj>.
12. Morphological study of infection of burn wounds / Paltsyn A. A. [et al.] // Surgery. Journal named after N. I. Pirogov. — 2000. — no. 3. — P. 33–37. — URL: <https://elibrary.ru/rtibdv>.
13. Cell transplantation inhibits inflammatory reaction and stimulates repair processes in burn wound / M. F. Rasulov [et al.] // Bulletin of experimental biology and medicine. — 2006. — Vol. 142, no. 1. — P. 112–115. — URL: <https://elibrary.ru/hvbyav>.
14. Burn survivors' pulmonary and muscular impairment, exercise tolerance and return-to-work following medical-vocational rehabilitation: a long-term follow-up / V. Bjornhagen [et al.] // Journal of rehabilitation medicine. — 2018. — Vol. 50, no. 5. — P. 465–471. — URL: <http://dx.doi.org/10.2340/16501977-2337>.

Information about authors:

Sergey Gennadyevich Aksenov — Doctor of Economics, Professor of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Ufa University of Science and Technology”, 450076, Ufa, Russia.

E-mail: beregpilya@mail.ru

ORCID iD  0000-0002-6749-3909

Web of Science ResearcherID  MFK-2727-2025

Albina Rinatovna Akhmetova — student of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Ufa University of Science and Technology”, 450076, Ufa, Russia.

E-mail: pavel1112w@mail.ru

ORCID iD  0009-0000-4288-1705

Web of Science ResearcherID  MFK-2738-2025

Секция 4

Науки об образовании

4.1 Теория и методика обучения и воспитания

Научная статья

УДК 372.853

ББК 74.262.23

ГРНТИ 14.25.09

ВАК 5.8.2.

PACS 41.20.-q

OCIS 000.2060

MSC 78A40

Исследование методики преподавания темы по колебаниям и волнам в курсе физики средней школы

В. В. Левочкина ¹

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

Поступила в редакцию 24 февраля 2025 года

После переработки 26 февраля 2025 года

Опубликована 31 марта 2025 года

Аннотация. Представлены результаты педагогического эксперимента по апробации методики преподавания темы по колебаниям и волнам в средней школе. Проанализированы значения абсолютной успеваемости, качественной успеваемости, степени обученности учащихся экспериментального класса во время апробации методики преподавания темы по колебаниям и волнам в средней школе.

Ключевые слова: физика, физическое образование, механические колебания, электромагнитные волны, педагогический эксперимент

¹E-mail: sokolovavasilevna2002@inbox.ru

Введение

В последние десятилетия физическое образование в мире и России претерпевает существенные изменения, сталкиваясь с рядом серьезных вызовов. В условиях стремительного развития науки и технологий остро стоит вопрос повышения эффективности физического образования для подготовки квалифицированных специалистов, поэтому исследованием проблем современного физического образования является актуальным.

В современных условиях модернизации школьного образования особую значимость приобретает поиск эффективных методов преподавания фундаментальных физических явлений, в частности, колебаний и волн. Преподавание концепций колебаний и волн в средней школе физики может быть эффективно достигнуто путём сочетания традиционных методов, инструментов обучения с использованием технологий и практических занятий. Эти подходы не только делают предмет более интересным, но и помогают учащимся развить более глубокое понимание лежащих в его основе физических принципов.

Цель исследования состоит в том, чтобы апробировать методику преподавания темы по колебаниям и волнам в курсе физики средней школы для повышения качества усвоения материала учащимися. Задачи исследования состоят в том, чтобы проанализировать научную литературу по существующим методикам преподавания темы по колебаниям и волнам в курсе физики средней школы, оценить эффективность предлагаемой методики преподавания темы по колебаниям и волнам в курсе физики средней школы. Объектом исследования является система физического образования в средней школе. Предметом исследования является процесс преподавания темы по колебаниям и волнам в курсе физики средней школы.

Научная новизна исследования состоит в том, что разработана методика преподавания темы с учётом критериального оценивания знаний в курсе физики средней школы.

В качестве методов исследования используются анализ научной литературы, педагогическое наблюдение за результатами преподавания темы по колебаниям и волнам в курсе физики средней школы, статистическая обработка результатов педагогического эксперимента по апробации методики преподавания темы по колебаниям и волнам в курсе физики средней школы. В качестве материалов исследования используются данные мониторинга успеваемости школьников в рамках изучения темы по колебаниям и волнам в курсе физики средней школы.

Гипотеза научного исследования заключается в том, что если использовать предложенную методику, включающую систему проверочных заданий, демонстрационные эксперименты и лабораторные работы, то можно повысить эффективность усвоения темы по колебаниям и волнам в курсе физики средней школы.

Теоретическая значимость исследования состоит в том, что обоснована эффективность предложенной методики преподавания темы по колебаниям и волнам в курсе физики средней школы. Практическая значимость исследования состоит в том, что результаты исследования могут быть использованы для создания рекомендаций по методике преподавания темы по колебаниям и волнам в курсе физики средней школы.

Рассмотрим основные проблемы, с которыми сталкивается современная система преподавания физики. Одной из ключевых проблем является недостаточная связь теории с практикой. Современные учебные программы часто перегружены абстрактными концепциями, в то время как лабораторные работы и практические занятия проводятся редко и формально. Это приводит к тому, что школьники не могут увидеть реальное применение физических законов в жизни. Многие образовательные учреждения сталкиваются с проблемой устаревшего лабораторного оборудования. В то время как современная наука активно использует передовые технологии, школьники часто работают с морально устаревшими приборами. Это создаёт разрыв между реальным научным процессом и образовательным процессом по физике.

Обзор

Традиционный подход к преподаванию колебаний и волн часто включает лекции в сочетании с демонстрациями. Этот метод обеспечивает структурированную основу для введения ключевых понятий, таких как простое гармоническое движение, типы волн (механические, электромагнитные и акустические) и свойства волн (амплитуда, длина волны, частота и скорость). Лекции могут быть дополнены физическими демонстрациями, такими как использование маятника для иллюстрации колебаний или волновой машины для демонстрации распространения волн [1, 2]. Эти демонстрации помогают учащимся визуализировать абстрактные концепции и устанавливать связи между теоретическими знаниями и реальными явлениями.

Интеграция интерактивных технологий в класс произвела революцию в преподавании колебаний и волн. Одним из наиболее эффективных инструментов является использование симуляций, таких как те, которые предоставляются проектом по использованию технологически усовершенствованные инструменты обучения физике в Университете Колорадо. Эти интерактивные симуляции позволяют учащимся изучать такие концепции, как механические колебания и поведение волн в виртуальной среде. Например, ученики могут настраивать такие параметры, как затухание, движущая сила и частота, чтобы наблюдать, как они влияют на колебания и волновые пакеты. Этот практический интерактивный подход способствует развитию критического мышления и навыков решения проблем [3, 4]. Другим технологическим инструментом является использование интерактивных цифровых учебников. Эти учебники включают виртуальные эксперименты и лабораторные работы, позволяя учащимся проводить измерения и анализировать данные в моделируемой среде. Этот подход особенно полезен для дистанционного обучения, поскольку он предоставляет учащимся гибкость для изучения колебаний и волн в своем собственном темпе [4].

Практические занятия и демонстрационные эксперименты необходимы для закрепления концепций колебаний и волн. Простые эксперименты, такие как создание волны на струне или измерение периода маятника, позволяют учащимся непосредственно наблюдать и измерять свойства волн. Эти занятия не только улучшают понимание, но и поощряют научные исследования и сотрудничество между учащимися [5]. В дополнение к простым экспериментам преподаватели могут включать более сложные занятия, такие как создание и анализ музыкальных инструментов. Например, учащиеся могут сконструировать гитару или барабан и исследовать, как длина, натяжение и материал струн влияют на производимый звук. Этот подход связывает физику волн с реальными приложениями, делая процесс обучения более интересным и релевантным [5].

Разработка компьютеризированных учебных материалов, адаптированных к стилям обучения и социально-демографическому фону учащихся, может значительно улучшить преподавание колебаний и волн. Эти материалы часто включают интерактивные упражнения, анимацию и моделирование, которые подходят для разных стилей обучения, гарантируя, что все учащиеся могут эффективно взаимодействовать с контентом. Например, компьютеризированный инструмент может включать модули по колебаниям и волнам, дополненные интерактивными упражнениями и тестами для оценки понимания физики. Виртуальные модели и симуляции являются мощными инструментами для обучения динамической природе волн. Эти модели позволяют учащимся визуализировать распространение волн, измерять такие параметры, как амплитуда и длина волны, и исследовать причинно-следственные связи. Например, учащиеся могут использовать виртуальные волновые модели для исследования того, как изменения частоты влияют на скорость и длину волны. Этот интерактивный подход не только углубляет понимание, но и развивает чувство любопытства и исследования [4].

Чтобы сделать изучение колебаний и волн более значимым, преподаватели могут

подчеркнуть их реальные приложения. Например, физика звуковых волн имеет решающее значение в таких областях, как музыка, акустика и телекоммуникации. Связывая концепции с повседневным опытом, таким как работа радио или качество звука в концертном зале, учащиеся могут оценить актуальность предмета [1, 5].

Эффективное обучение также включает регулярную оценку и обратную связь. Преподаватели могут использовать тесты, домашние задания и лабораторные отчёты для оценки понимания учащимися колебаний и волн. Кроме того, интерактивные симуляции и виртуальные эксперименты могут быть разработаны для обеспечения немедленной обратной связи, помогая выявлять и исправлять неправильные представления [4].

Совместные учебные мероприятия, такие как групповые проекты и обсуждения, могут улучшить преподавание колебаний и волн. Например, учащиеся могут работать в группах, чтобы разрабатывать и проводить эксперименты, делиться своими открытиями и обсуждать последствия своих результатов. Такой подход не только способствует командной работе, но и побуждает учащихся мыслить критически и эффективно передавать свои идеи [3]. Мультимедийные ресурсы, такие как видео, анимация и интерактивные руководства, могут дополнять традиционные методы обучения физике. Эти ресурсы могут обеспечивать визуальное представление сложных концепций, таких как распространение электромагнитных волн или поведение связанных осцилляторов. Включая мультимедиа в учебную программу, преподаватели могут подстраиваться под разные стили обучения и делать предмет более интересным [4].

Современное физическое образование сталкивается с рядом существенных проблем на разных уровнях образования. Современное физическое образование часто фокусируется на теоретических концепциях, оставляя школьников с ограниченным практическим опытом. Это может привести к разрыву между теоретическим пониманием и реальным применением. В результате учащиеся могут испытывать трудности с применением физических принципов к практическим задачам. Учащиеся часто испытывают трудности с освоением сложных концепций из-за отсутствия увлекательного и интерактивного опыта обучения, о чём свидетельствуют трудности в средах онлайн-обучения, где практическое применение ограничено [6]. В средних школах различия в технологиях обучения и устаревшие учебные программы препятствуют эффективному обучению, что требует срочных реформ для приведения их в соответствие с современными научными достижениями [7]. В статье [7] рассматриваются проблемы в преподавании физики в средних школах, подчеркиваются различия в технологиях обучения и потребность в современных образовательных программах для удовлетворения растущих потребностей в быстро развивающемся научном и технологическом мире. В статье [7] определяются значительные различия в технологиях обучения в разных школах, настоятельная необходимость в улучшении образования физики в связи с быстрым научным прогрессом и потребность в новых насыщенных содержанием образовательных программах и современных технологиях обучения для удовлетворения современных потребностей. Кроме того, в технических университетах студенты часто демонстрируют низкую мотивацию и недостаточные базовые знания, что затрудняет их способность усваивать основные принципы физики [8]. В работе [8] рассматриваются основные проблемы, связанные с преподаванием физики будущим бакалаврам технических направлений подготовки, такие как недостаточный уровень базовой готовности первокурсников, необходимой для восприятия и усвоения естественнонаучных и профессионально-ориентированных учебных дисциплин, низкая мотивация студентов к изучению физики, дефицит времени, отведённого на аудиторные занятия. К основным проблемам современного физического образования можно отнести недостаточную базовую готовность первокурсников, низкую мотивацию студентов, ограниченность аудиторного времени. Решение этих проблем с помощью дифференцированного содержания и модели «перевёрнутого обучения» мо-

жет повысить качество образования в технических вузах. Разрозненное представление современных физических тем в сочетании с неадекватной подготовкой и поддержкой учителей ещё больше способствует высокому уровню неудач в обучении. Для решения этих проблем рекомендуются инновационные методы обучения, такие как модель «перевёрнутого обучения» и интегрированные учебные программы, которые связывают современную физику с реальными приложениями, для повышения вовлечённости и понимания студентов [9]. Проблемы современного физического образования включают концептуальные несоответствия в классической физике, различные образовательные стратегии, нечёткое дублирование содержания и сложность интеграции современной физики в учебные программы, одновременно гарантируя учащимся умение справляться с интерпретационными проблемами в различных контекстах и принимать социальные решения [9]. В статье [10] обсуждаются некоторые актуальные вопросы современной физики, роль системы образования в решении проблем, новые подходы и эффективность образовательных процессов в высших учебных заведениях, которые могут быть широко использованы специалистами, специализирующимися в области теории образования и воспитания. В статье [10] обозначены проблемы современного физического образования, включая необходимость обновления методов обучения, интеграции современной физики в учебные программы и развития педагогических навыков для эффективного преподавания сложных концепций на различных уровнях образования.

Результаты

Педагогический эксперимент проводился в МБОУ «Средняя школа № 21 города Ульяновска» с 25 ноября 2024 года по 31 декабря 2024 года. Исследуемая группа состояла из девяти учеников одиннадцатого класса, изучающих физику на базовом уровне. Уроки проводились в оборудованном кабинете физики. Демонстрационный стол, находящийся на подиуме, не заставлен предметами, не относящимся к уроку. Методические и дидактические пособия, ученические тетради для контрольных работ и лабораторных работ по физике находятся в специальных шкафах. Кабинет оборудован проектором и интерактивной доской для наглядной демонстрации учебного материала по физике. На стенах кабинета физики присутствуют плакаты со справочным материалом по физике, а также с учёными в области физики. В ходе педагогического эксперимента были проведены два психологических тестирования: опросник на определение уровня креативности и дифференциально-диагностический опросник Е. А. Климова. Опросники проведены для определения профессиональной ориентации и для выявления уровня креативности. Опросник на определение уровня креативности включает в себя пятнадцать простых вопросов, по результатам которых можно присвоить ученику высокий, средний или низкий уровень креативности. Дифференциально-диагностический опросник Е. А. Климова состоит из тридцати вопросов, на которые необходимо отвечать быстро, не задумываясь. В результате выявляется ориентация человека на пять типов профессий: человек-природа, человек-техника, человек-человек, человек-знаковая система, человек-художественный образ, человек-сам человек. Благоприятная атмосфера царила в одиннадцатом классе среди учащихся. Ученики были дружелюбны как друг к другу. Среди учащихся были как отличники, так и ученики, балансирующие между оценками «удовлетворительно» и «хорошо». По результатам психологического тестирования 55 % учащихся обладают высоким уровнем креативности, 45 % обладают средним уровнем. Большая часть учащихся отдаёт предпочтение типам профессии «Человек-природа» и «Человек-художественный образ», наименьшую часть отдаёт предпочтение типу профессии «Человек-знаковая система».

В ходе педагогического эксперимента были проведены десять занятий по физике. Первое занятие по физике в экспериментальной группе было проведено 25.11.2024 по

теме, связанной с изучением экологических рисков при производстве электроэнергии и культуры использования электроэнергии в повседневной жизни. Второе занятие по физике в экспериментальной группе было проведено 28.11.2024 по теме, связанной с изучением механических волн, условия распространения механических волн, периода, скорости распространения и длины волны для поперечных и продольных волн. Третье занятие по физике в экспериментальной группе было проведено 2.12.2024 по теме, связанной с изучением звука, скорости звука, громкости звука, высоты тона, тембра звука. Четвёртое занятие по физике в экспериментальной группе было проведено 5.12.2024 по теме, связанной с изучением физических свойств электромагнитных волн, шкалы электромагнитных волн. Пятое занятие по физике в экспериментальной группе было проведено 9.12.2024 по теме, связанной с изучением физических принципов радиосвязи и телевидения, развития средств связи, радиолокации. Шестое занятие по физике в экспериментальной группе было проведено 12.12.2024 в виде контрольной работы по колебаниям и волнам. Седьмое занятие по физике в экспериментальной группе было проведено 16.12.2024 по теме, связанной с изучением прямолинейного распространения света в однородной среде, точечных источников света, луча света. Восьмое занятие по физике в экспериментальной группе было проведено 19.12.2024 по теме, связанной с изучением отражения света, законов отражения света, построения изображений в плоском зеркале. Девятое занятие по физике в экспериментальной группе было проведено 23.12.2024 по теме, связанной с изучением преломления света, полного внутреннего отражения, предельного угла полного внутреннего отражения. Десятое занятие по физике в экспериментальной группе было проведено 26.12.2024 по теме, связанной с выполнением лабораторной работы по измерению показателя преломления. Целью лабораторной работы по измерению показателя преломления является изучение законов преломления света и определение показателя преломления стекла. Результаты выполнения лабораторной работы были оформлены в ученических тетрадях для лабораторных работ по физике. Перед проведением лабораторной работы по измерению показателя преломления были оговорены техники безопасности и правила работы с физическим оборудованием в виде стеклянной пластиной, острыми предметами (булавкой), лазерной указкой.

В ходе педагогического эксперимента были проведены две самостоятельные работы по физике, одна контрольная работа по физике и одна лабораторная работа по физике. Задания самостоятельной работы по механическим волнам представляют собой карточки с физическими задачами разного уровня сложности. Карточка состоит из трёх задач, где первая и вторая задачи оцениваются по одному баллу, а третья задача оценивается в два балла. Для получения оценки «удовлетворительно» достаточно набрать один балл, а для получения оценки «отлично» необходимо набрать всевозможное количество баллов. При выполнении самостоятельной работы можно воспользоваться непрограммируемым калькулятором. Первая задача связана с нахождением разности фаз точек при известных данных о скорости и частоте волны, а также расстояния между двумя точками. Вторая задача направлена на проверку теоретических знаний о свойствах продольных и поперечных волн. Третья задача связана с нахождением длины волны и её периода механической волны.

Самостоятельная работа по электромагнитным волнам включает в себя пять вопросов: первый вопрос по определениям понятий поляризации, интерференции, отражения, дифракции; второй вопрос по определениям взаимной ориентации векторов скорости электромагнитной волны, напряжённости электрического поля и индукции магнитного поля; третий вопрос по определению длины электромагнитной волны на основании графика колебаний силы тока в колебательном контуре; четвёртый вопрос на установление соответствия между учёным и их научными трудами в области изучения электромагнитных волн; пятый вопрос включает количественную задачу на определение

индуктивности контура. Каждый вопрос оценивается в один балл. Для получения оценки «удовлетворительно» было достаточно набрать три балла, а для получения оценки «отлично» необходимо набрать пять баллов.

Контрольная работа по колебаниям и волнам включает в себя семь задач. Первые две задачи из контрольной работы направлены на нахождение линейной частоты и периода колебаний материальной точки или груза на пружине, следующие три задачи решаются с использованием законов гармонических колебаний, шестая и седьмая задачи проверяют знания о трансформаторе и колебательном контуре. Для получения оценки «удовлетворительно» необходимо набрать 4 балла, а для получения оценки «отлично» необходимо набрать 7 баллов.

Ученик 1 получил отметку «отлично», ученик 2 получил отметку «хорошо», ученик 3 получил отметку «хорошо», ученик 4 получил отметку «хорошо», ученик 5 получил отметку «хорошо», ученик 6 получил отметку «отлично», ученик 7 получил отметку «хорошо», ученик 8 получил отметку «хорошо», ученик 9 получил отметку «удовлетворительно» на самостоятельной работе по механическим волнам, проведённой 28 ноября 2024 года. На самостоятельной работе по механическим волнам, проведённой 28 ноября 2024 года, абсолютная успеваемость составила 100 %, что соответствует оптимальному уровню абсолютной успеваемости. На самостоятельной работе по механическим волнам, проведённой 28 ноября 2024 года, качественная успеваемость составила 88.9 %, что соответствует оптимальному уровню качественной успеваемости. На самостоятельной работе по механическим волнам, проведённой 28 ноября 2024 года, степень обученности учащихся составила 68.9 %, что соответствует оптимальному уровню степени обученности учащихся. На самостоятельной работе по механическим волнам, проведённой 28 ноября 2024 года, высший уровень требований составил 68.9 %, средний уровень требований составил 40.0 %, низший уровень требований составил 19.1 %. На самостоятельной работе по механическим волнам, проведённой 28 ноября 2024 года, экспериментальное значение хи-квадрат равно 13.778, что меньше критического значения хи-квадрат, равного 15.08627 при $\alpha = 0.01$ и $n = 5$, поэтому принимается первая гипотеза.

Ученик 1 получил отметку «отлично», ученик 2 получил отметку «отлично», ученик 3 получил отметку «хорошо», ученик 4 получил отметку «хорошо», ученик 5 получил отметку «удовлетворительно», ученик 6 получил отметку «хорошо», ученик 7 отсутствовал, ученик 8 получил отметку «удовлетворительно», ученик 9 получил отметку «удовлетворительно» на самостоятельной работе по электромагнитным волнам, проведённой 5 декабря 2024 года. На самостоятельной работе по электромагнитным волнам, проведённой 5 декабря 2024 года, абсолютная успеваемость составила 88.9 %, что соответствует оптимальному уровню абсолютной успеваемости. На самостоятельной работе по электромагнитным волнам, проведённой 5 декабря 2024 года, качественная успеваемость составила 55.6 %, что соответствует оптимальному уровню качественной успеваемости. На самостоятельной работе по электромагнитным волнам, проведённой 5 декабря 2024 года, степень обученности учащихся составила 56.3 %, что соответствует допустимому уровню степени обученности учащихся. На самостоятельной работе по электромагнитным волнам, проведённой 5 декабря 2024 года, высший уровень требований составил 55.6 %, средний уровень требований составил 31.6 %, низший уровень требований составил 14.7 %. На самостоятельной работе по электромагнитным волнам, проведённой 5 декабря 2024 года, экспериментальное значение хи-квадрат равно 3.778, что меньше критического значения хи-квадрат, равного 15.08627 при $\alpha = 0.01$ и $n = 5$, поэтому принимается первая гипотеза.

Ученик 1 получил отметку «хорошо», ученик 2 получил отметку «хорошо», ученик 3 получил отметку «хорошо», ученик 4 получил отметку «удовлетворительно», ученик 5 получил отметку «удовлетворительно», ученик 6 получил отметку «удовлетвори-

тельно», ученик 7 получил отметку «неудовлетворительно», ученик 8 получил отметку «удовлетворительно», ученик 9 получил отметку «хорошо» на контрольной работе по колебаниям и волнам, проведённой 12 декабря 2024 года. На контрольной работе по колебаниям и волнам, проведённой 12 декабря 2024 года, абсолютная успеваемость составила 88.9 %, что соответствует оптимальному уровню абсолютной успеваемости. На контрольной работе по колебаниям и волнам, проведённой 12 декабря 2024 года, качественная успеваемость составила 44.5 %, что соответствует допустимому уровню качественной успеваемости. На контрольной работе по колебаниям и волнам, проведённой 12 декабря 2024 года, ступень обученности учащихся составила 46.2 %, что соответствует удовлетворительному уровню ступени обученности учащихся. На контрольной работе по колебаниям и волнам, проведённой 12 декабря 2024 года, высший уровень требований составил 44.4 %, средний уровень требований составил 23.1 %, низший уровень требований составил 8.9 %. На контрольной работе по колебаниям и волнам, проведённой 12 декабря 2024 года, экспериментальное значение хи-квадрат равно 9.333, что меньше критического значения хи-квадрат, равного 15.08627 при $\alpha = 0.01$ и $n = 5$, поэтому принимается первая гипотеза.

Ученик 1 получил отметку «хорошо», ученик 2 получил отметку «хорошо», ученик 3 получил отметку «хорошо», ученик 4 получил отметку «удовлетворительно», ученик 5 получил отметку «удовлетворительно», ученик 6 получил отметку «отлично», ученик 7 получил отметку «удовлетворительно», ученик 8 получил отметку «хорошо», ученик 9 получил отметку «хорошо» на лабораторной работе по измерению показателя преломления, проведённой 26 декабря 2024 года. На лабораторной работе по измерению показателя преломления, проведённой 26 декабря 2024 года, абсолютная успеваемость составила 100 %, что соответствует оптимальному уровню абсолютной успеваемости. На лабораторной работе по измерению показателя преломления, проведённой 26 декабря 2024 года, качественная успеваемость составила 66.7 %, что соответствует оптимальному уровню качественной успеваемости. На лабораторной работе по измерению показателя преломления, проведённой 26 декабря 2024 года, ступень обученности учащихся составила 58.7 %, что соответствует удовлетворительному уровню ступени обученности учащихся. На лабораторной работе по измерению показателя преломления, проведённой 26 декабря 2024 года, высший уровень требований составил 58.7 %, средний уровень требований составил 32.4 %, низший уровень требований составил 14.2 %. На контрольной работе по колебаниям и волнам, проведённой 12 декабря 2024 года, экспериментальное значение хи-квадрат равно 10.444, что меньше критического значения хи-квадрат, равного 15.08627 при $\alpha = 0.01$ и $n = 5$, поэтому принимается первая гипотеза.

Заключение

Разработанная методика по преподаванию темы по колебаниям и волнам в курсе физики средней школы показала свою эффективность в средней школе. Показано, что наблюдалось повышение качества знаний учащихся по теме колебаний и волн в ходе педагогического эксперимента за счёт формирования устойчивого познавательного интереса к физике и систематического развития практических навыков по физике. Поставленные задачи решены в полном объёме.

Гипотеза научного исследования, заключающаяся в том, что если использовать предложенную методику, включающую систему проверочных заданий, демонстрационные эксперименты и лабораторные работы, то можно повысить эффективность усвоения темы по колебаниям и волнам в курсе физики средней школы, полностью подтвердилась.

Предложенная методика может быть использована учителями физики для совершенствования методики преподавания темы по колебаниям и волнам в курсе физики.

Список использованных источников

1. Ozerov R. P., Vorobyev A. A. Oscillations and waves // Physics for chemists. — Elsevier, 2007. — P. 105–167. — ISBN: 9780444528308. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-044452830-8/50004-0>.
2. Kneubuhl Fritz K., Roelofs Lyle. Oscillations and vaves // American journal of physics. — 2001. — aug. — Vol. 69, no. 8. — P. 922–922. — URL: <http://dx.doi.org/10.1119/1.4755920>.
3. Petrova Hristina, Atanasova Hristina. Applying phet simulations in teaching mechanical oscillations and waves at seconary school // Education and technologies journal. — 2023. — aug. — Vol. 14, no. 2. — P. 380–384. — URL: <http://dx.doi.org/10.26883/2010.232.5504>.
4. Balmus Nicolae, Andronic Ion, Tincu Radu. Distance teaching and learning of physics. “Oscillations and oscillatory phenomena” section // Fizica si tehnologii moderne. — 2022. — jan. — no. 3-4(75-76). — P. 24–33. — URL: <http://dx.doi.org/10.53081/1810-6498.2021.75-76.24>.
5. Vongsawad Cameron T. Wave phenomena andthe high school AP physics classroom // The Journal of the acoustical society of America. — 2023. — mar. — Vol. 153, no. 3. — P. A360–A360. — URL: <http://dx.doi.org/10.1121/10.0019157>.
6. Learning problems of prospective teachers in lectures modern physics during the Covid-19 pandemic / Tarpin Juandi [et al.] // KnE Social Sciences. — 2024. — apr. — URL: <http://dx.doi.org/10.18502/kss.v9i13.16064>.
7. Orucov Vidadi, Karimova Ayten. Some problems of teaching physics in secondary schools // Scientific Works. — 2024. — dec. — Vol. 91, no. 6. — P. 198–202. — URL: [http://dx.doi.org/10.69682/arti.2024.91\(6\).198-202](http://dx.doi.org/10.69682/arti.2024.91(6).198-202).
8. An A. Ph. On the problems of physical education in a technical university // Alma mater. Vestnik Vysshey Shkoly. — 2022. — mar. — no. 3. — P. 59–64. — URL: <http://dx.doi.org/10.20339/am.03-22.059>.
9. Micheline Marisa, Santi Lorenzo, Stefanel Alberto. Teaching modern physics in secondary school // Proceedings of frontiers of fundamental physics 14 - PoS(FFP14). — FFP14. — Sissa Medialab, 2016. — sep. — P. 231. — URL: <http://dx.doi.org/10.22323/1.224.0231>.
10. Some actual issues of teaching modern physics in higher education / Safo Olimovich Saidov [et al.] // Psychology and education journal. — 2021. — jan. — Vol. 58, no. 1. — P. 3542–3549. — URL: <http://dx.doi.org/10.17762/PAE.V58I1.1304>.

Сведения об авторах:

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

E-mail: sokolovavasilevna2002@inbox.ru

ORCID iD  0000-0003-3479-119X

Web of Science ResearcherID  AGV-8078-2022

Original article
 PACS 41.20.-q
 OCIS 000.2060
 MSC 78A40

Investigation of the methodology of teaching the topic of oscillations and waves in the course of physics at secondary school

V. V. Levochkina 

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted February 24, 2025

Resubmitted February 26, 2025

Published March 31, 2025

Abstract. The results of a pedagogical experiment on testing the methodology of teaching the topic of oscillations and waves at secondary school are presented. The values of absolute academic performance, qualitative academic performance, and the degree of learning of students in the experimental class during the testing of the methodology of teaching the topic of oscillations and waves at secondary school are analyzed.

Keywords: physics, physical education, mechanical vibrations, electromagnetic waves, pedagogical experiment

References

1. Ozerov R. P., Vorobyev A. A. Oscillations and waves // Physics for chemists. — Elsevier, 2007. — P. 105–167. — ISBN: 9780444528308. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-044452830-8/50004-0>.
2. Kneubuhl Fritz K., Roelofs Lyle. Oscillations and waves // American journal of physics. — 2001. — aug. — Vol. 69, no. 8. — P. 922–922. — URL: <http://dx.doi.org/10.1119/1.4755920>.
3. Petrova Hristina, Atanasova Hristina. Applying phet simulations in teaching mechanical oscillations and waves at secondary school // Education and technologies journal. — 2023. — aug. — Vol. 14, no. 2. — P. 380–384. — URL: <http://dx.doi.org/10.26883/2010.232.5504>.
4. Balmus Nicolae, Andronic Ion, Tincu Radu. Distance teaching and learning of physics. “Oscillations and oscillatory phenomena” section // Fizica si tehnologii moderne. — 2022. — jan. — no. 3-4(75-76). — P. 24–33. — URL: <http://dx.doi.org/10.53081/1810-6498.2021.75-76.24>.
5. Vongsawad Cameron T. Wave phenomena and the high school AP physics classroom // The Journal of the acoustical society of America. — 2023. — mar. — Vol. 153, no. 3. — P. A360–A360. — URL: <http://dx.doi.org/10.1121/10.0019157>.
6. Learning problems of prospective teachers in lectures modern physics during the Covid-19 pandemic / Tarpin Juandi [et al.] // KnE Social Sciences. — 2024. — apr. — URL: <http://dx.doi.org/10.18502/kss.v9i13.16064>.

7. Orucov Vidadi, Karimova Ayten. Some problems of teaching physics in secondary schools // Scientific Works. — 2024. — dec. — Vol. 91, no. 6. — P. 198–202. — URL: [http://dx.doi.org/10.69682/arti.2024.91\(6\).198-202](http://dx.doi.org/10.69682/arti.2024.91(6).198-202).
8. An A. Ph. On the problems of physical education in a technical university // Alma mater. Vestnik Vysshey Shkoly. — 2022. — mar. — no. 3. — P. 59–64. — URL: <http://dx.doi.org/10.20339/am.03-22.059>.
9. Michelini Marisa, Santi Lorenzo, Stefanel Alberto. Teaching modern physics in secondary school // Proceedings of frontiers of fundamental physics 14 - PoS(FFP14). — FFP14. — Sissa Medialab, 2016. — sep. — P. 231. — URL: <http://dx.doi.org/10.22323/1.224.0231>.
10. Some actual issues of teaching modern physics in higher education / Safo Olimovich Saidov [et al.] // Psychology and education journal. — 2021. — jan. — Vol. 58, no. 1. — P. 3542–3549. — URL: <http://dx.doi.org/10.17762/PAE.V58I1.1304>.

Information about authors:

Veronika Vasilievna Levochkina — 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: sokolovavasilevna2002@inbox.ru

ORCID iD  0000-0003-3479-119X

Web of Science ResearcherID  AGV-8078-2022

Научная статья
УДК 372.853
ББК 74.262.23
ГРНТИ 14.29.25
БАК 5.8.2.
PACS 01.40.Di
OCIS 000.2060
MSC 00A79

Система подготовки учащихся по физике в классах коррекционно-развивающего обучения с использованием технических возможностей технопарка

В. В. Шишкарёв , Е. С. Фролова  ¹

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

Поступила в редакцию 5 февраля 2025 года

После переработки 12 февраля 2025 года

Опубликована 31 марта 2025 года

Аннотация. В ходе проведённого исследования системы подготовки проведено обоснование коррекционно-развивающей работы на уроках физики в разделе механики для учеников старшего школьного возраста в классах коррекционно-развивающего обучения с использованием возможностей технопарка. Показано, что включение в практику работы экспериментальных задач позволяет не только повысить уровень знаний по физике, но и способствует созданию условий для развития учеников.

Ключевые слова: физика, система подготовки, коррекционное обучение, технопарк, педагогический эксперимент, диагностика уровня обученности

Введение

В настоящее время, одной из задач общеобразовательной школы является повышение качества образования. Современное образование направлено на самостоятельную работу учащихся при выполнении большей части исследовательского эксперимента. Выполнение экспериментальных исследований по физике сложно представить без применения цифровых измерительных приборов, проверка и оценка достижения учащихся с освоением технопарка составляют важную часть учебного процесса, способствуют повышению качества обучения и воспитания. Технопарки, оснащённые современным оборудованием, предоставляют учащимся возможность заниматься экспериментальной и творческой деятельностью, а также изучать на углубленном уровне предметы не только в теории, но и на практике.

Целью работы является апробация методики коррекционно-развивающей работы как средство повышения уровня обученности на уроках физики в разделе механики с использованием технического оборудования технопарка в процессе обучения физике

¹E-mail: frolovaev28@gmail.com

в общеобразовательном процессе. Для достижения поставленной цели поставлены следующие задачи: проанализировать научную литературу по системам подготовки учащихся по физике в классах коррекционно-развивающего обучения, определить место системы подготовки учащихся по механике в общеобразовательном процессе по физике в классах коррекционно-развивающего обучения, провести педагогический эксперимент по использованию физических задач на уроках физики в классах коррекционно-развивающего обучения, апробировать модель работы с низким уровнем обученности у детей старшего школьного возраста на уроках физики в разделе по механике с использованием возможностей технопарка, разработать инструментарий для диагностики уровня обученности и изучить уровень обученности у детей старшего школьного возраста на уроках физики в классах коррекционно-развивающего обучения, реализовать систему коррекционно-развивающей работы на уроках физики для повышения уровня обученности у детей старшего школьного возраста. В ходе исследования необходимо выявить возможности использования экспериментальных задач на уроках физики в классах коррекционно-развивающего обучения.

Объектом исследования является процесс повышения эффективности обучения с помощью системы подготовки школьников на уроках физики в классах коррекционно-развивающего обучения.

Предметом исследования является система коррекционно-развивающей работы на уроках физики в разделе механики в старших классах как средство повышения эффективности образовательного процесса в классах коррекционно-развивающего обучения с использованием оборудования технопарка.

Гипотеза научного исследования заключается в том, что если соблюдать педагогические условия организации учебного процесса при дифференциации процесса обучения, использовании личностно-ориентированного подхода, использовании стимулирования в процессе организации групповой работы в процессе обучения физике, то уровень обученности школьников на уроке физики повысится в процессе проведения коррекционно-развивающей работы.

Для проверки гипотезы исследования и реализации поставленных задач были использованы следующие методы исследования: анализ научно-педагогической литературы по теме исследования, наблюдение в ходе педагогического эксперимента, количественный сравнительный анализ данных педагогического эксперимента в классах коррекционно-развивающего обучения.

Научная новизна исследования заключается в том, что обобщены и систематизированы исследования в области коррекционно-развивающего обучения на уроках физики; расширены, уточнены и дополнены представления об особенностях усвоения физического материала учащимися с низким уровнем обученности; теоретически обоснована необходимость создания специальных условий обучения физики учеников старших классов, которые реализованы в предложенной коррекционно-педагогической системе.

Теоретическая значимость исследования заключается в совершенствовании методики решения задач на тему по механическому движению. Практическая значимость исследования заключается в том, что в работе проведена диагностика уровня обученности старших школьников на уроке физики, разработаны и апробированы коррекционно-развивающие занятия по физике для повышения уровня обученности учеников старшего школьного возраста в классах коррекционно-развивающего обучения.

Обзор

Коррекционное и развивающее обучение физике делает акцент на улучшении познавательных и проблемных навыков учащихся с помощью инновационных педагогических подходов. Исследования показывают, что модели совместного творческого обучения мо-

гут значительно улучшить научное творчество среди учащихся младших классов средней школы, демонстрируя эффективность структурированных учебных материалов в развитии навыков совместной работы и научного исследования [1]. В статье [1] проанализированы учебные материалы, основанные на модели совместного творческого обучения, с точки зрения их валидности (содержание и конструкция, надежность) и эффективности для улучшения научного творчества учащихся на уроках естествознания, в частности, для обучения физике. Статья [1] посвящена разработке учебных материалов по физике на основе модели совместного творческого обучения, которая направлена на улучшение научного творчества, навыков сотрудничества и навыков научного процесса среди учащихся младших классов средней школы с помощью эффективных и валидных учебных стратегий. Кроме того, развивающий подход к обучению поощряет активное участие учащихся, что имеет решающее значение для более глубокого вовлечения и понимания в преподавании физики [2]. В статье [2] подчёркивается развивающий подход к преподаванию физики, выступающий за активное участие студентов и самостоятельное обучение. В статье [2] подчёркивается необходимость дальнейших действий по совершенствованию этого метода, особенно в контексте занятий по базовой физике в Университете Камагуэя. В статье [2] изучается развивающий подход к преподаванию-обучению на уроках физики, подчеркивающий протагонизм студентов и активное обучение, и предлагается система заданий для руководства самостоятельной работой и обучением на занятиях по базовой физике. Проблемно-ориентированное обучение также показало себя эффективным для развития способностей к решению проблем, особенно в таких сложных темах, как оптика, предоставляя учащимся практические, реальные контексты для применения своих знаний [3]. В статье [3] основное внимание уделяется разработке учебных материалов по физике с использованием проблемно-ориентированного обучения для улучшения навыков решения проблем, что указывает на корректирующий и развивающий подход в образовании по физике, особенно для учащихся средних школ, изучающих световые и оптические приборы. В статье [3] показано, что разработанные учебные материалы по физике с использованием проблемно-ориентированного обучения эффективны для обучения учащихся навыкам решения проблем в области световых и оптических приборов. Кроме того, интеграция развития пространственного воображения в преподавание физики улучшает понимание абстрактных концепций, используя наглядные пособия и интерактивные методы для облегчения обучения [4]. Разработка методических рекомендаций по обучению физике с учетом развития пространственного воображения. В ходе исследования [4] разработана методика обучения физике с акцентом на развитие пространственного воображения учащихся. Методика, представленная в работе [4], включает использование в процессе обучения наглядностей и трёхмерных моделей, а также эффективные приемы развития пространственных способностей учащихся. В совокупности эти стратегии подчеркивают важность адаптивных методик обучения для достижения образовательных целей и решения современных проблем в образовании физики [5]. В статье [5] был проведён анализ курса физики для будущих учителей физики в ангольской школе и исследовательское исследование годом позже, чтобы изучить, как электроэнергия может преподаваться в начальной программе педагогического образования для разработки концепций и практик педагогов-преподавателей. В статье [5] подчёркивается необходимость инновационных последовательностей обучения в области физики, способствующих контекстуализированному обучению, которое учитывает социальную значимость и устойчивое развитие, а не традиционные методы, которые фокусируются исключительно на академических концепциях без учёта местных энергетических ресурсов и ролей гражданства. В статье [6] описан курс, который делает акцент на развивающем обучении с помощью активных стратегий обучения, решая концептуальные трудности студентов в физике.

В статье [6] описан курс, который способствует размышлениям среди учителей об их практике, позволяя им внедрять итеративное планирование и формирующую оценку для улучшения понимания студентами концепций физики. В статье [7] основное внимание уделяется разработке инструментов обучения физике с использованием научного подхода для развития навыков критического мышления, при этом подчеркивается важность методов коррекционного и развивающего обучения для улучшения понимания и вовлечённости учащихся в процесс обучения физике.

Обучение студентов физике в рамках коррекционного и развивающего образования может выиграть от многогранного подхода, который интегрирует инновационные педагогические стратегии. Единая система обучения, уподобленная «Дереву обучения», подчеркивает структурированную, но гибкую среду обучения, которая способствует как концептуальному пониманию, так и практическим навыкам в физике [8]. В статье [8] рассматривается система обучения общей физике с единым подходом, поясняется методика создания данной педагогической системы, показывается синергизм разработанной обучающей системы, устанавливается, что она в полной мере соответствует критериям обучающей технологии. В статье [8] рассматривается единый подход к обучению общей физике, уподобляющий процесс обучения натуральному дереву. В статье [8] показано, что педагогическая система направлена на повышение эффективности обучения, потенциально применима в коррекционно-развивающих образовательных учреждениях за счёт своей структурированной методологии. Подход инженерно-технологического образования ещё больше усиливает это, продвигая междисциплинарное обучение и активные методы обучения, которые, как было показано, значительно повышают мотивацию и вовлечённость студентов, одновременно развивая критическое мышление и навыки решения проблем [9]. В статье [9] рассматривается педагогическое устройство на основе инженерно-технологического образования, направленное на улучшение практики преподавания физических наук и повышение мотивации и понимания учащихся в общеобразовательных учреждениях. В статье [9] разрабатывается и оценивается система обучения на основе инженерно-технологического образования для преподавания физических наук с использованием смешанной методологии для оценки её влияния на практику учителей и понимание, мотивацию и развитие навыков учащихся. Кроме того, реформирование методов обучения с целью сосредоточения внимания на креативности и практических способностях имеет важное значение, поскольку оно согласует образовательный контент с общественными потребностями и побуждает студентов анализировать и решать реальные проблемы [10]. В статье [10] основное внимание уделяется реформированию физического образования для повышения инновационных способностей и практических навыков студентов в колледжах, ориентированных на прикладную подготовку. В статье [10] выдвигается идея о том, что критическим моментом реформы физики колледжа в прикладно-ориентированном колледже является создание практической системы преподавания физики, которая может предложить строгую подготовку студентов в различных научных экспериментах, расчётах и мышлении; развивать их способность анализировать и решать проблемы и повышать их научное качество и творческие способности. Сотрудничество между университетами и школами также имеет решающее значение для воспитания высококлассных преподавателей физики, гарантируя, что методы обучения постоянно совершенствуются и адаптируются для удовлетворения меняющихся образовательных потребностей [11]. В статье [11] основное внимание уделяется развитию совершенства в подготовке учителей физики посредством сотрудничества университетов и школ и повышению качества педагогического образования. В статье [11] основываясь на опыте сотрудничества университетов и школ, выбрана в качестве примера специальность физика, обобщается опыт реформы преподавания обычной специальности физика и создают систему обучения для выдающихся

обычных студентов физики.

Анализ научно-педагогической литературы по системам подготовки учащихся по физике позволил определить функции проверки знаний в процессе изучения физики, классификации проверки и особенности оценки достижений учащимися целей обучения физики в классах коррекционно-развивающего обучения.

Методы и материалы

Опишем процесс работы с задачами по физике у незрячих и слабовидящих учеников. В основе методики работы над задачами по физике со слепыми и слабовидящими обучающимися лежит общая методика работы с задачей, но на этапе анализа текста имеются особенности. Дело в том, что у школьников с тяжёлыми нарушениями зрения информация об окружающем мире очень ограничена, и не всегда имеются отчётливые представления о тех объектах и процессах, которые описываются в тексте задачи по физике. Например, большинство незрячих детей ещё не имеют опыта покупки товаров в магазине, поэтому задачи с соответствующей тематикой им менее понятны. Ещё большее затруднение вызывают задачи на движение, особенно, если в движении участвуют два или более объекта, так как ученик с глубокими нарушениями зрения такое движение не может ни увидеть, ни ощутить, поэтому педагогу следует провести предварительную работу по описанию и проигрыванию этого процесса.

Эти упражнения значительно облегчают процесс поиска решения задач, способствуют развитию математической речи обучающихся, усвоению основных понятий. Создание системы подготовки учащихся по механике в классах коррекционно-развивающего обучения с использованием возможностей технопарка является многогранной задачей, требующей интеграции учебных программ, технологий и индивидуального подхода к каждому ученику. Приведём несколько шагов и рекомендаций по организации такой системы. Работа с семьями детей с особыми образовательными потребностями представляет собой процесс сотрудничества, который требует постоянного диалога и понимания. Удачное сочетание устной и письменной формы общения поможет установить крепкие отношения и создать открытую атмосферу для обмена знаниями и опытом. Для учащихся с нарушениями зрения очень важно сформировать чёткий порядок действий (алгоритм) работы над задачей и её решения, при этом целесообразно составлять и использовать памятки с алгоритмами. На этапе подготовки к уроку нужно позаботиться о подборе задач с разнообразной тематикой, чтобы обеспечить расширение кругозора слепых и слабовидящих детей, знакомство с новыми для них объектами и процессами.

На уроках физики используются используемые методические материалы в виде индивидуальных карточек, сделанных учителем в форме краткой записи, схем, рисунков, записей. Карточки нужны для экономии времени. Карточки должны быть на плотном листе бумаги, в красной рамочке, шрифт Arial размером от 22 до 24 пунктов. Если ученик учится по Брайлю, но имеет остаток зрения, то карточки схемы и рисунки полезно дублировать карточками с плоским рисунком, выполненным толстыми линиями чёрного цвета. Для конструирования полезно использовать прибор «Графика». На нём можно изучать геометрические фигуры, изображать расстояния от точки до прямой, моделировать задачи на движение. Магнитная доска в этом случае позволяет свободно рассматривать чертёж, не боясь его сбить.

Цель проведения контрольных работ по физике состоит в том, чтобы определить общий уровень физических знаний и умений, определить качество формирования знаний по физике, проанализировать способность учащихся применять свои знания и умения, выявить уровень физических знаний в соответствии с программой по физике.

Экспериментальная контрольная работа по физике для седьмого класса по теме «Механическое движение. Расчёт скорости движения». Задание контрольной работы

состоит в том, чтобы определить среднюю скорость своего движения и представить отчёт о выполненной работе по следующему плану. Во-первых, какое физическое явление изучается в данном исследовании, и поясните, почему Вы так считаете? Во-вторых, какие физические величины использовали для выполнения задания? В-третьих, какие приборы понадобились? В-четвёртых, поясните, как проходил эксперимент? В-пятых, по какой формуле можно рассчитать среднюю скорость движения? В-шестых, вычислите среднюю скорость движения. В-седьмых, представьте результаты своей работы в графическом виде. В-восьмых, что удалось сделать в данной работе?

Опишем методический инструментарий для проведения контрольной работы по физике. На контрольной работе по физике необходимо выявить образовательные результаты учащихся по теме «Механическое движение. Расчёт скорости движения», состоящие в выявлении уровня овладения учащимися знаниями по механике для практической задачи; выявлении понимания смысла физических величин: путь, скорость; выявления уровня умения использовать приборы и измерительные инструменты для измерения физических величин: расстояния, промежутка времени; выявлении умения планирования и выполнения действий, направленных на решение задачи по определению средней скорости движения; выявлении умения составления плана и последовательности действий для определения средней скорости движения.

В распределении заданий по уровню сложности уровню требований «учащийся научится» соответствуют задания 2 – 6 (базовый уровень), уровню требований «учащийся получит возможность научиться» соответствуют задания 1, 7, 8 (повышенный уровень).

Приведём описание эталонных этапов выполнения контрольной работы. На первом этапе в данном задании изучается механическое явление. К механическим явлениям относятся явления, в которых наблюдается изменение положения тела в пространстве. В данном случае изменяется положение человека (ученика) по отношению к окружающим телам (предметам). На втором этапе для выполнения данного задания используются физические величины: путь, скорость, время. На третьем этапе для выполнения данного задания необходимы приборы для измерения времени и расстояния (рулетка или линейка, часы). На четвёртом этапе для расчёта средней скорости движения необходимо выбрать объекты, между которыми совершается перемещение, например из дома в школу, измерить количество шагов между ними, при этом засечь время перемещения, затем определить пройденное расстояние, перемножив количество шагов на среднюю длину шага. На пятом этапе записана формула для расчёта скорости $v = s/t$. На шестом этапе правильно вычислена скорость. На седьмом этапе представлен результат работы в графическом виде, то есть в виде графиков $v(t)$ и $s(t)$. На восьмом этапе сформулирован вывод и определена средняя скорость движения ученика.

Результаты педагогического эксперимента

Исследование проводилось на базе ОГКОУ Школа интернат 91 в городе Ульяновске. Для подтверждения этой гипотезы в течение 2017-2019 учебных годов было проведено исследование использования экспериментальных задач по физике. Первый этап включает анализ литературы для подготовки материалов для проведения педагогического эксперимента. Второй этап включает разработку методов и средств использования экспериментальных физических задач на уроках физики. При отборе содержания экспериментальных задач необходимо учитывать возможность индивидуально-дифференцированного подхода учащихся. Третий этап включает реализацию обучающего педагогического эксперимента, обработку данных результатов экспериментального обучения в ходе педагогического эксперимента.

Для анализа умений школьников решать физические задачи на тему «Механическое движение. Расчёт скорости движения». Были проанализированы работы школьников по

физике за последние три учебных года. В ходе педагогического эксперимента предлагалась задача для седьмого класса по теме: «Механическое движение. Расчёт скорости движения». В 2022-2023 учебном году с решением предложенной задачи по теме «Механическое движение. Расчёт скорости движения» из 15 учеников седьмого класса 8 человек выполнили менее 50 %, 5 человек выполнили от 50 % до 65 %, 2 человека выполнили более 65 %. В 2023-2024 учебном году с решением предложенной задачи по теме «Механическое движение. Расчёт скорости движения» из 28 учеников седьмого класса 14 человек выполнили менее 50 %, 5 человек выполнили от 50 % до 65 %, 9 человек выполнили более 65 %. В 2024-2025 учебном году с решением предложенной задачи по теме «Механическое движение. Расчёт скорости движения» из 25 учеников седьмого класса 10 человек выполнили менее 50 %, 6 человек выполнили от 50 % до 65 %, 9 человек выполнили более 65 %. Видно, что основная масса учащихся плохо справляется с задачами по физике. Третья часть участников выполняет задание только на 20 %. Детальный анализ показал, что лучшие результаты показывают ученики слабовидящие, в котором осуществляется целенаправленная работа по использованию в учебном процессе физических задач на данную тему. В названном учебном заведении в каждом классе организуется физический практикум и факультативы. Можно отметить и хорошие результаты учащихся школы, где существуют классы со слабовидящими и слепыми детьми, ориентированные на решение задач по физике.

Особым классом физических задач являются экспериментальные задачи, среди достоинств которых, следует отметить: способствование более глубокому пониманию сущности физических явлений, физических законов, формирование обобщенных умений и навыков, развитие исследовательских навыков. При отборе содержания экспериментальных задач необходимо учитывать возможность индивидуально-дифференцированного подхода в обучении учащихся.

Для выявления знаний по физике были проведены контрольные работы по механике в трёх триместрах 2023-2024 учебного года.

В первом триместре 2023-2024 учебного года в 7 А классе было всего 22 ученика, из которых 22 ученика писали контрольную работу, отметку «отлично» получили 2 ученика, отметку «хорошо» получили 8 учеников, отметку «удовлетворительно» получили 12 учеников, отметку «неудовлетворительно» получили 0 учеников. Средний балл равен 3.55. Во втором триместре 2023-2024 учебного года в 7 А классе было всего 22 ученика, из которых 20 учеников писали контрольную работу, отметку «отлично» получили 2 ученика, отметку «хорошо» получили 8 учеников, отметку «удовлетворительно» получили 10 учеников, отметку «неудовлетворительно» получили 0 учеников. Средний балл равен 3.60. В третьем триместре 2023-2024 учебного года в 7 А классе было всего 22 ученика, из которых 18 учеников писали контрольную работу, отметку «отлично» получили 4 ученика, отметку «хорошо» получили 8 учеников, отметку «удовлетворительно» получили 8 учеников, отметку «неудовлетворительно» получили 0 учеников. Средний балл равен 3.80.

В первом триместре 2023-2024 учебного года в 7 Б классе было всего 16 учеников, из которых 16 учеников писали контрольную работу, отметку «отлично» получили 2 ученика, отметку «хорошо» получили 6 учеников, отметку «удовлетворительно» получили 8 учеников, отметку «неудовлетворительно» получили 0 учеников. Средний балл равен 3.63. Во втором триместре 2023-2024 учебного года в 7 Б классе было всего 16 учеников, из которых 14 учеников писали контрольную работу, отметку «отлично» получили 2 ученика, отметку «хорошо» получили 4 ученика, отметку «удовлетворительно» получили 8 учеников, отметку «неудовлетворительно» получили 0 учеников. Средний балл равен 3.57. В третьем триместре 2023-2024 учебного года в 7 Б классе было всего 16 учеников, из которых 14 учеников писали контрольную работу, отметку «отлично»

получили 2 ученика, отметку «хорошо» получили 6 учеников, отметку «удовлетворительно» получили 6 учеников, отметку «неудовлетворительно» получили 0 учеников. Средний балл равен 3.71.

В первом триместре 2023-2024 учебного года в 7 В классе было всего 16 учеников, из которых 16 учеников писали контрольную работу, отметку «отлично» получили 2 ученика, отметку «хорошо» получили 4 ученика, отметку «удовлетворительно» получили 10 учеников, отметку «неудовлетворительно» получили 0 учеников. Средний балл равен 3.50. Во втором триместре 2023-2024 учебного года в 7 В классе было всего 16 учеников, из которых 14 учеников писали контрольную работу, отметку «отлично» получили 2 ученика, отметку «хорошо» получили 4 ученика, отметку «удовлетворительно» получили 8 учеников, отметку «неудовлетворительно» получили 0 учеников. Средний балл равен 3.57. В третьем триместре 2023-2024 учебного года в 7 В классе было всего 16 учеников, из которых 16 учеников писали контрольную работу, отметку «отлично» получили 2 ученика, отметку «хорошо» получили 8 учеников, отметку «удовлетворительно» получили 6 учеников, отметку «неудовлетворительно» получили 0 учеников. Средний балл равен 3.75.

Анализируя итоги контрольных работ по механике в третьем триместре 2023-2024 учебного года, пришли к выводу, что во всех классах невысокий уровень знаний. По результатам педагогического эксперимента было принято решение увеличить долю экспериментальных задач.

В первом триместре 2024-2025 учебного года в 8 А классе было всего 22 ученика, из которых 22 ученика писали контрольную работу, отметку «отлично» получили 3 ученика, отметку «хорошо» получили 9 учеников, отметку «удовлетворительно» получили 10 учеников, отметку «неудовлетворительно» получили 0 учеников. Средний балл равен 3.68. Во втором триместре 2024-2025 учебного года в 8 А классе было всего 22 ученика, из которых 20 учеников писали контрольную работу, отметку «отлично» получили 3 ученика, отметку «хорошо» получили 9 учеников, отметку «удовлетворительно» получили 8 учеников, отметку «неудовлетворительно» получили 0 учеников. Средний балл равен 3.75.

В первом триместре 2024-2025 учебного года в 8 Б классе было всего 16 учеников, из которых 16 учеников писали контрольную работу, отметку «отлично» получили 3 ученика, отметку «хорошо» получили 7 учеников, отметку «удовлетворительно» получили 6 учеников, отметку «неудовлетворительно» получили 0 учеников. Средний балл равен 3.81. Во втором триместре 2024-2025 учебного года в 8 Б классе было всего 16 учеников, из которых 16 учеников писали контрольную работу, отметку «отлично» получили 3 ученика, отметку «хорошо» получили 5 учеников, отметку «удовлетворительно» получили 6 учеников, отметку «неудовлетворительно» получили 0 учеников. Средний балл равен 3.79.

В первом триместре 2024-2025 учебного года в 8 В классе было всего 16 учеников, из которых 16 учеников писали контрольную работу, отметку «отлично» получили 3 ученика, отметку «хорошо» получили 6 учеников, отметку «удовлетворительно» получили 8 учеников, отметку «неудовлетворительно» получили 0 учеников. Средний балл равен 3.81. Во втором триместре 2024-2025 учебного года в 8 В классе было всего 16 учеников, из которых 16 учеников писали контрольную работу, отметку «отлично» получили 3 ученика, отметку «хорошо» получили 5 учеников, отметку «удовлетворительно» получили 6 учеников, отметку «неудовлетворительно» получили 0 учеников. Средний балл равен 3.79.

Анализируя итоги контрольных работ, приходим к выводу, что во всех классах повысился уровень физических знаний и умений учащихся, в соответствии с рисунком, то есть проведённые в течение года уроки с использованием экспериментальных задач,

реализовали поставленные задачи. Ученики стремятся проникнуть в сущность объекта изучения, с особым интересом подходят к выбору различных способов решения задач, на уроках физики стали возникать кратковременные споры и дискуссии, класс становится активнее в изучении физики. После уроков ученики чаще стали собираться вокруг учительского стола или около установки, разбирая и доказывая друг другу правильность их рассуждений, предлагая свои способы решения. Учащиеся стали больше работать дома. Когда предлагаются экспериментальные задачи, в классе наступает оживление, учащиеся активнее работают. Таким образом, проведённое исследование показывает, что включение в практику работы позволяет не только повысить уровень знаний по физике, но и способствует созданию условий для развития мышления учащихся, создает положительную мотивацию к изучению физики.

Заключение

Проанализированы возможности развития у учащихся с использованием технопарка функциональную грамотность и повышения качества образования в коррекционной школе. В ходе проведённого исследования системы подготовки в коррекционной школе проведено обоснование коррекционно-развивающей работы на уроках физики в разделе механики для учеников старшего школьного возраста. Показано, что во время подготовки слепых и слабовидящих школьников к решению задач должно уделяться внимание отдельным упражнениям, позволяющим ввести в речь учащихся те или иные физические понятия, выражения, словосочетания, лежащие в основе выбора арифметического действия. Проведённое исследование показывает, что включение в практику работы экспериментальных задач позволяет не только повысить уровень знаний по физике, но и способствует созданию условий для развития. Формируя у обучающихся общие приёмы решения задач, учитель особое внимание должен уделить самому первому этапу работы над задачей: разъяснить значение незнакомых слов и терминов, описать (по возможности показать) незнакомые объекты и процессы, при необходимости смоделировать описанную в тексте задачи ситуацию, изобразить её схематически, активно использовать наглядные пособия.

Проведённый педагогический эксперимент позволил подтвердить гипотезу исследования, суть которой состоит в том, что если систематически включать в учебный процесс экспериментальные задачи по физике, то уровень усвоения обучающимися физических законов и физических теорий повысится. Гипотеза научного исследования, заключающаяся в том, что если соблюдать педагогические условия организации учебного процесса при дифференциации процесса обучения, использовании личностно-ориентированного подхода, использовании стимулирования в процессе организации групповой работы в процессе обучения физике, то уровень обученности школьников на уроке физики повысится в процессе проведения коррекционно-развивающей работы, подтверждена полностью.

Анализ проведённого исследования показывает, что хороший педагог, реализуя коррекционную работу по преодолению низкого уровня обученности, опирается на следующие позиции: знание признаков неуспеваемости и умение их диагностировать, знание того, какую помощь оказать обучающимся в зависимости от признака неуспеваемости, и умение организовать нужную помощь, знание путей устранения причин низкого уровня обученности, знание способов проверки эффективности своей деятельности и умение ими пользоваться. Решение задач по физике неотъемлемая часть в учебном процессе, так как они формируют мышление, решают воспитательные задачи. Решение задач по физике является неотъемлемой частью в учебном процессе, в связи с тем, что они формируют мышление, решают воспитательные задачи. Среди всех задач по физике особо выделяются экспериментальные задачи, среди достоинств которых, следует отметить:

способствование более глубокому пониманию сущности физических явлений, физических законов, формирование обобщённых умений и навыков; развитие исследовательских навыков. Таким образом, повышение низкого уровня обученности связано с постоянной заботой о полноценной учебной деятельности каждого обучающегося, ведь отставание возможны у любого школьника.

Деятельность педагога средней школы по преодолению неуспеваемости должна быть проникнута духом гуманизма, уважения к личности, веры в её возможности. Такое отношение требует от учителя высоких моральных качеств, профессиональных знаний, педагогической компетентности. Результаты исследования могут быть использованы учителями физики, преподающими в старшей школе для повышения уровня обученности детей старшего школьного возраста, а также для повышения педагогами собственной профессиональной компетенции. Результаты исследования могут применяться учителями на уроках физики в классах коррекционно-развивающего обучения.

Список использованных источников

1. Astutik Sri, Prahani Binar Kurnia. Developing teaching material for physics based on collaborative creativity learning model to improve scientific creativity of junior high school students // *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*. — 2018. — dec. — Vol. 8, no. 2. — P. 91. — URL: <http://dx.doi.org/10.26740/JPFA.V8N2.P91-105>.
2. Landa Pelaez Luis Cristobal, Morales Crespo Carlos Manuel, Guedan Ramirez Isel. Enfoque didactico para una ensenanza desarrolladora en las clases de Fisica: experiencias desde el aula // *Revista Cognosis*. — 2023. — apr. — Vol. 8, no. 2. — P. 59–70. — URL: <http://dx.doi.org/10.33936/cognosis.v8i2.3795>.
3. Rahman Muhammad Rezki, Suyidno Suyidno, Suryajaya Suryajaya. Development of physics teaching material with problem-based learning to train students' problem-solving skills // *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*. — 2023. — dec. — Vol. 7, no. 3. — P. 459. — URL: <http://dx.doi.org/10.20527/jipf.v7i3.9395>.
4. Development of methodological recommendations for teaching physics based on the development of spatial imagination / Syrga Berdibekova [et al.] // *Scientific herald of Uzhhorod university series physics*. — 2023. — dec. — Vol. 55, no. 55. — P. 2877–2889. — URL: <http://dx.doi.org/10.54919/physics/55.2024.287hd7>.
5. Malavoloneque Gilberto, Costa Nilza. Physics education and sustainable development: a study of energy in a glocal perspective in an Angolan initial teacher education school // *Frontiers in education*. — 2022. — may. — Vol. 6. — URL: <http://dx.doi.org/10.3389/feduc.2021.639388>.
6. Zavala Genaro, Alarcon Hugo, Benegas Julio. Innovative training of In-service teachers for active learning: a short teacher development course based on physics education research // *Journal of science teacher education*. — 2007. — jun. — Vol. 18, no. 4. — P. 559–572. — URL: <http://dx.doi.org/10.1007/S10972-007-9054-7>.
7. Wenno Izaak Hendrik, Limba Anatasija, Silahoy Yessy Greintje Marged. The development of physics learning tools to improve critical thinking skills // *International journal of evaluation and research in education (IJERE)*. — 2022. — jun. — Vol. 11, no. 2. — P. 862. — URL: <http://dx.doi.org/10.11591/ijere.v11i2.21621>.
8. Safarov Nakhchivan Yusub ogly. New look on training the general physics // *International journal of life sciences*. — 2015. — sep. — Vol. 9, no. 6. — P. 83–90. — URL: <http://dx.doi.org/10.3126/IJLS.V9I6.13428>.

9. Designing and developing a training system based on the STEM approach; case of physical science teaching: research methodology / Majd El Meraoui [et al.] // Global journal of engineering and technology advances. — 2024. — dec. — Vol. 21, no. 3. — P. 133–143. — URL: <http://dx.doi.org/10.30574/gjeta.2024.21.3.0239>.
10. The training mode reform of physical practical talents emphasizing on innovation ability / Shiming Hao [et al.] // Creative education. — 2014. — Vol. 05, no. 01. — P. 1–3. — URL: <http://dx.doi.org/10.4236/CE.2014.51001>.
11. Liu Tingting, Sun Haibin. Building a system for cultivating excellence in physics teacher training based on university-school collaboration // International journal of engineering applied sciences and technology. — 2022. — sep. — Vol. 7, no. 5. — P. 233–236. — URL: <http://dx.doi.org/10.33564/ijeast.2022.v07i05.038>.

Сведения об авторах:

Виктор Вячеславович Шишкарёв — заведующий кафедрой физики и технических дисциплин, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», Ульяновск, Россия.

E-mail: svulgpu@mail.ru

ORCID iD  0000-0002-6340-7620

Web of Science ResearcherID  AAW-8459-2021

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

E-mail: frolovaev28@gmail.com

ORCID iD  0009-0009-0817-7242

Web of Science ResearcherID  JKI-1830-2023

Original article
 PACS 01.40.Di
 OCIS 000.2060
 MSC 00A79

System of training students in physics in classes of correctional and developmental education using the technical capabilities of the technology park

V. V. Shishkarev , E. S. Frolova 

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted February 5, 2025
 Resubmitted February 12, 2025
 Published March 31, 2025

Abstract. In the course of the conducted study of the training system, a justification was given for correctional and developmental work in physics lessons in the mechanics section for senior schoolchildren in classes of correctional and developmental education using the capabilities of the technology park. It was shown that the inclusion of experimental problems in the practice of work allows not only to increase the level of knowledge in physics, but also contributes to the creation of conditions for the development of students.

Keywords: physics, training system, remedial education, technology park, pedagogical experiment, diagnostics of the level of training

References

1. Astutik Sri, Prahani Binar Kurnia. Developing teaching material for physics based on collaborative creativity learning model to improve scientific creativity of junior high school students // Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA). — 2018. — dec. — Vol. 8, no. 2. — P. 91. — URL: <http://dx.doi.org/10.26740/JPFA.V8N2.P91-105>.
2. Landa Pelaez Luis Cristobal, Morales Crespo Carlos Manuel, Guedan Ramirez Isel. Enfoque didactico para una ensenanza desarrolladora en las clases de Fisica: experiencias desde el aula // Revista Cognosis. — 2023. — apr. — Vol. 8, no. 2. — P. 59–70. — URL: <http://dx.doi.org/10.33936/cognosis.v8i2.3795>.
3. Rahman Muhammad Rezki, Suyidno Suyidno, Suryajaya Suryajaya. Development of physics teaching material with problem-based learning to train students' problem-solving skills // Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika. — 2023. — dec. — Vol. 7, no. 3. — P. 459. — URL: <http://dx.doi.org/10.20527/jipf.v7i3.9395>.
4. Development of methodological recommendations for teaching physics based on the development of spatial imagination / Syrga Berdibekova [et al.] // Scientific herald of Uzhhorod university series physics. — 2023. — dec. — Vol. 55, no. 55. — P. 2877–2889. — URL: <http://dx.doi.org/10.54919/physics/55.2024.287hd7>.

5. Malavoloneque Gilberto, Costa Nilza. Physics education and sustainable development: a study of energy in a global perspective in an Angolan initial teacher education school // *Frontiers in education*. — 2022. — may. — Vol. 6. — URL: <http://dx.doi.org/10.3389/feduc.2021.639388>.
6. Zavala Genaro, Alarcon Hugo, Benegas Julio. Innovative training of In-service teachers for active learning: a short teacher development course based on physics education research // *Journal of science teacher education*. — 2007. — jun. — Vol. 18, no. 4. — P. 559–572. — URL: <http://dx.doi.org/10.1007/S10972-007-9054-7>.
7. Wenno Izaak Hendrik, Limba Anatasija, Silahoy Yessy Greintje Marged. The development of physics learning tools to improve critical thinking skills // *International journal of evaluation and research in education (IJERE)*. — 2022. — jun. — Vol. 11, no. 2. — P. 862. — URL: <http://dx.doi.org/10.11591/ijere.v11i2.21621>.
8. Safarov Nakhchivan Yusub ogly. New look on training the general physics // *International journal of life sciences*. — 2015. — sep. — Vol. 9, no. 6. — P. 83–90. — URL: <http://dx.doi.org/10.3126/IJLS.V9I6.13428>.
9. Designing and developing a training system based on the STEM approach; case of physical science teaching: research methodology / Majd El Meraoui [et al.] // *Global journal of engineering and technology advances*. — 2024. — dec. — Vol. 21, no. 3. — P. 133–143. — URL: <http://dx.doi.org/10.30574/gjeta.2024.21.3.0239>.
10. The training mode reform of physical practical talents emphasizing on innovation ability / Shiming Hao [et al.] // *Creative education*. — 2014. — Vol. 05, no. 01. — P. 1–3. — URL: <http://dx.doi.org/10.4236/CE.2014.51001>.
11. Liu Tingting, Sun Haibin. Building a system for cultivating excellence in physics teacher training based on university-school collaboration // *International journal of engineering applied sciences and technology*. — 2022. — sep. — Vol. 7, no. 5. — P. 233–236. — URL: <http://dx.doi.org/10.33564/ijeast.2022.v07i05.038>.

Information about authors:

Viktor Vyacheslavovich Shishkarev — Head of the Department of Physics and Technical Disciplines, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Ulyanovsk State Pedagogical University”, Ulyanovsk, Russia.

E-mail: svulgpu@mail.ru

ORCID iD  0000-0002-6340-7620

Web of Science ResearcherID  AAW-8459-2021

Evgenia Sergeevna Frolova — Master’s 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: frolovaev28@gmail.com

ORCID iD  0009-0009-0817-7242

Web of Science ResearcherID  JKI-1830-2023

Авторский указатель

Аксенов, С. Г., 49
Алтунин, К. К., 28
Ахметова, А. Р., 49
Левочкина, В. В., 59
Мащенко, П. А., 40

Новикова, Ю. А., 1
Родионова, А. А., 12
Фролова, Е. С., 70
Шишкарёв, В. В., 70

Author's index

Akhmetova, A. R., 49

Aksenov, S. G., 49

Altunin, K. K., 28

Frolova, E. S., 70

Levochkina, V. V., 59

Mashchenko, P. A., 40

Novikova, Yu. A., 1

Rodionova, A. A., 12

Shishkarev, V. V., 70

