

ISSN 2712-8326



НАУКА ONLINE
SCIENCE ONLINE

Сетевое издание
№ 3 (28) | 2024

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

НАУКА ONLINE, № 3 (28), 2024.

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 3 (28), 2024.

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.

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, декан факультета физико-математического и 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.

Идиатуллоев 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, декан естественно-географического факультета ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», город Ульяновск, Российская Федерация.

Цыганов Андрей Владимирович, кандидат физико-математических наук, заведующий научно-исследовательской лабораторией математического моделирования, профессор кафедры высшей математики 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.

Шишкарёв 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.

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, Dean of the Faculty of Physics, Mathematics and Technological Education of the 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 Idiattullov, 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, Dean of the Faculty of Natural Geography 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

Науки об образовании	1
Теория и методика обучения и воспитания	1
1 Разработка дистанционного курса по фотонным кристаллам <i>К. К. Алтунин, Р. Р. Алиева</i>	
26 Разработка дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований в системе управления обучением MOODLE <i>Е. С. Железникова</i>	
39 Разработка онлайн-курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях <i>П. П. Карасева</i>	
52 Разработка дистанционного курса по квантовой фотонике в системе управления обучением MOODLE <i>В. В. Левочкина</i>	
81 Апробация элемента билингвального обучения в курсе физики <i>Ю. О. Смолева</i>	
91 Анализ результатов деятельности научного кружка по нанотехнологиям в педагогическом университете <i>В. М. Тымченко</i>	
104 Педагогическое проектирование курса по теории электрических цепей и сигналов в педагогическом университете <i>И. А. Шарнина</i>	
Авторский указатель	112

CONTENTS

Educational sciences	1
Theory and methodology of training and education	1
1 Development of a distance learning course on photonic crystals <i>K. K. Altunin, R. R. Alieva</i>	
26 Development of a distance learning course on automation of physical experiments and research in the learning management system MOODLE <i>E. S. Zheleznikova</i>	
39 Development of an online course on the physics of nanosystems and nanodevices in modern technologies <i>P. P. Karaseva</i>	
52 Development of a distance learning course on quantum photonics in the learning management system MOODLE <i>V. V. Levochkina</i>	
81 Testing the element of bilingual teaching in the physics course <i>Yu. O. Smoleva</i>	
91 Analysis of the results of the activities of the scientific club on nanotechnology in the pedagogical university <i>V. M. Timchenko</i>	
104 Pedagogical design of a course on the theory of electrical circuits and signals at a pedagogical university <i>I. A. Sharnina</i>	
Author's index	113

Секция 1

Науки об образовании

1.1 Теория и методика обучения и воспитания

Научная статья

УДК 378.147

ББК 74.489

ГРНТИ 14.35.09

ВАК 5.8.2.

PACS 01.40.-d

OCIS 000.2060

MSC 00A79

Разработка дистанционного курса по фотонным кристаллам

К. К. Алтунин , Р. Р. Алиева  ¹

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

Поступила в редакцию 23 июня 2024 года

После переработки 27 июля 2024 года

Опубликована 12 сентября 2024 года

Аннотация. Представлены результаты разработки дистанционного курса по фотонным кристаллам в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. Рассматриваются особенности разработки теоретических элементов и элементов контроля знаний по курсу фотонных кристаллов, созданному в системе управления обучением MOODLE. Приводится краткое описание основных характеристик процесса создания дистанционного курса по фотонным кристаллам в системе управления обучением MOODLE. Обсуждаются результаты создания теоретических и контрольно-измерительных материалов курса по фотонным кристаллам в системе управления обучением MOODLE. Обозначаются основные особенности преподавания курса по фотонным кристаллам с применением системы управления обучением MOODLE в университете.

Ключевые слова: фотонный кристалл, нанотехнологии, курс, дистанционный курс, элемент курса, система управления обучением, образовательный портал

¹E-mail: alieva02regina@mail.ru

Введение

Целью исследования является создание модульной структуры и избранных элементов дистанционного курса по фотонным кристаллам в системе управления обучением MOODLE. Задачи исследования включают в себя создание теоретических и контрольно-измерительных материалов курса по фотонным кристаллам, а также разработку избранных элементов в составе дистанционного курса по фотонным кристаллам в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета.

Объектом исследования является курс по фотонным кристаллам. Предметом исследования является процесс создания дистанционного курса по фотонным кристаллам в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. В качестве методов исследования используются методы разработки теоретического материала по физическим основам нанотехнологии получения фотонных кристаллов, компьютерные методы создания дистанционного курса в системе управления обучения MOODLE. В качестве материалов исследования используются теоретические материалы междисциплинарной области исследований на стыке физики фотонных кристаллов и нанотехнологии получения фотонных кристаллов.

Гипотеза исследования состоит в том, что если выявить особенности оптических свойств фотонных кристаллов, то можно наполнить теоретическими сведениями курс по фотонным кристаллам в системе управления обучением MOODLE.

В связи с возрастающей информатизацией образования идёт активное внедрение дистанционных курсов, электронных курсов, онлайн-курсов, систем информационной поддержки изучения курсов в междисциплинарной области исследований на стыке физики и нанотехнологии. Поэтому разработка дистанционного курса по фотонным кристаллам представляет практическую значимость для образовательного процесса по физике с элементами нанотехнологии.

Обзор по фотонным кристаллам

Фотонные кристаллы демонстрируют фотонные запрещенные зоны, которые препятствуют распространению определенных длин волн света, подобно электронным запрещенным зонам в полупроводниках [1]. В работе [1] обсуждаются последние тенденции в области фотонных кристаллов, подчеркивая их потенциал в различных областях. В работе [1] рассмотрены возможности изучения курсов по оптике, фотонике или материаловедению для углубленного изучения фотонных кристаллов. Фотонные кристаллы — это искусственные многомерные периодические структуры, которые демонстрируют захватывающее поведение света. Они имеют высокий потенциал для передовых применений в различных областях. Фотонная запрещенная зона позволяет локализовать свет и создавать сложные схемы. Курс по фотонным кристаллам будет углубляться в теорему Блоха и уравнения Максвелла в периодических средах, необходимые для понимания поведения света в фотонных кристаллах [2]. В статье [2] рассматриваются основы фотонных кристаллов, включая одномерные структуры, теорему Блоха, дефекты, размер запрещенной зоны, зону Бриллюэна и различные типы фотонных кристаллов, подходящие для курса по фотонным кристаллам. В статье [2] представлены основные принципы фотонных кристаллических структур и их возможные применения, включая дефекты, размер запрещенной зоны и связь между зоной Бриллюэна и обратной решёткой. Фотонные кристаллы обладают значительным потенциалом в таких областях, как биофотоника, квантовая инженерия и оптоэлектроника, позволяя внедрять инновации в интегральную оптику и нанофотонику [1, 3]. В работе [3] рассматриваются фотонные кристаллы и метаматериалы, которые могут стать основой для курса по передовым оптическим материалам и устройствам с пространственно-изменяющимися показателями

преломления. Фотонные кристаллы и метаматериалы — это искусственные материалы, разработанные с пространственно-изменяющимся показателем преломления. Фотонные кристаллы могут быть изготовлены с градиентом показателя преломления в одном или нескольких измерениях. В работе [4] описано проектирование двумерных и трёхмерных фотонных кристаллов, включая влияние дефектов и использование численных методов, таких как разложение плоской волны. В работе [4] изучается интеграция фотонных кристаллов в оптические устройства, такие как демультимплексоры для плотного мультимплексирования с разделением по длине волны [4]. В работе [5] представлен вводный обзор фотонных кристаллов, охватывающий теоретические концепции, фотонные зоны, запрещённые зоны, размерности, волноводы, дефекты и микрорезонаторы, подходящие для курса по фотонным кристаллам. В работе [5] были введены несколько основных теоретических концепций, связанных с фотонными кристаллами различной размерности, что привело к концепциям фотонных зон и фотонных запрещённых зон. В работе [6] представлено введение в фотонные кристаллы, охватывающее их основы, зонную структуру и применение в оптической связи и лазерах, что делает её ценным ресурсом для курса по фотонным кристаллам. В работе [6] даётся краткое введение в основы фотонных кристаллов, которые являются особым классом оптических сред с периодической модуляцией диэлектрической проницаемости, а также приводятся некоторые исторические заметки, где представлены первые вычисленные зонные структуры трёхмерного фотонного кристалла с гранецентрированной кубической и алмазной решётками, а также зонная структура инвертированного опала. В статье [7] представлен обзор свойств фотонных кристаллов и описаны возможные области применения (интегральные и электронные устройства (усилители и генераторы) оптического диапазона частот). В статье [8] обсуждаются фотонные кристаллы, их свойства, изготовление и применение, что делает её ценным ресурсом для курса по фотонным кристаллам в интегральных схемах для фотоники. В статье [8] рассматриваются некоторые основы фотонных кристаллических структур и обсуждается современное состояние в производстве, а также приводятся некоторые примеры устройств с уникальными свойствами, обусловленными использованием фотонных кристаллов. В работе [9] обсуждается управление светом с помощью периодических структур в фотонных кристаллах, рассматриваются фундаментальные особенности, изготовление, экспериментальные достижения и потенциальное воздействие, что делает её ценным ресурсом для курса по фотонным кристаллам. В работе [9] представлен краткий обзор концепции фотонных кристаллов и её применения в нелинейных взаимодействиях света и вещества и их применениях в устройствах. В работе [9] также обсуждаются подробные методы численного и экспериментального определения структуры фотонных зон, которые полезны и необходимы для анализа фотонных кристаллов. В статье [10] рассматривается применение кристаллов в фотонике, особое внимание уделяется перестраиваемым лазерам и вынужденному комбинационному рассеянию. В статье [10] обсуждаются перспективы применения кристаллов в фотонике, а основное внимание уделяется созданию источников лазерного излучения с заданными длинами волн. В работе [11] обсуждаются фотонные кристаллы, созданные с помощью методов микроstructuring в оптических волноводах, с упором на поведение фотонной запрещённой зоны и новые концепции устройств, подходящие для курса по фотонным кристаллам. В работе [11] обсуждается физическое понимание того, как поведение фотонной запрещённой зоны может проявляться в фотонных кристаллах, что приводит к различным новым концепциям устройств. В работе [12] обсуждаются конструкции фотонных кристаллов, включая плазмон-поляритоны Тамма и поверхностные плазмон-поляритоны, необходимые для курса по передовым оптоэлектронным приборам и гибридным структурам. В работе [12] обсуждаются различные конструкции фотонных кристаллов, включая распреде-

лённые брэгговские отражатели и органические микрорезонаторы, демонстрирующие высококачественные фотонные моды резонаторов. В работе [13] обсуждаются фотонные кристаллы и кремниевая фотоника, подчеркиваются их миниатюризация и уникальные функциональные возможности. В работе [13] обсуждаются текущее состояние и эффективный выбор фотонных наноструктур в каждом фотонном устройстве, а также осуществимость крупномасштабной фотонной интеграции, если $A^{III}B^V$ устройства разумно сочетаются с кремниевой платформой. В статье [14] обсуждаются теоретические модели фотонных кристаллов, модели бесконечных кристаллов, модели конечных кристаллов, квазикристаллов и архимедовых мозаик. В статье [15] обсуждается эволюция и будущее фотонных кристаллов в оптическом режиме, что делает её потенциальной темой для курса по продвинутой фотонике или оптическим материалам.

Анализ научной литературы по фотонным кристаллам показывает актуальность темы исследования.

Результаты разработки курса по фотонным кристаллам

Дистанционный курс по фотонным кристаллам будет содержать новые сведения из оптики фотонных кристаллов, а также описание оригинальных результатов по описанию оптических свойств фотонных кристаллов, находящихся во внешнем поле оптического излучения.

Курс по фотонным кристаллам посвящён изучению текущего состояния и перспектив развития физики фотонных кристаллов. В настоящее время стало возможным применение технологий смешанного обучения, дистанционного обучения и мобильного обучения в университете.

Общая трудоёмкость курса по фотонным кристаллам составляет 5 зачётных единиц. Курс по фотонным кристаллам состоит из 14 тематических модулей. Первым тематическим модулем курса по фотонным кристаллам является модуль по введению в фотонные кристаллы. Вторым тематическим модулем курса по фотонным кристаллам является модуль по дисперсионным соотношениям. Третьим тематическим модулем курса по фотонным кристаллам является модуль по методам расчёта оптических свойств периодических наноструктур. Четвёртым тематическим модулем курса по фотонным кристаллам является модуль по методу плоских волн для двумерных и трёхмерных фотонных кристаллов. Пятым тематическим модулем курса по фотонным кристаллам является модуль по методу матриц переноса. Шестым тематическим модулем курса по фотонным кристаллам является модуль по одномерному фотонному кристаллу. Седьмым тематическим модулем курса по фотонным кристаллам является модуль по методу конечных разностей во временной области. Восьмым тематическим модулем курса по фотонным кристаллам является модуль по методу связанных мод в пространстве Фурье. Девятым тематическим модулем курса по фотонным кристаллам является модуль по плотности фотонных состояний. Десятым тематическим модулем курса по фотонным кристаллам является модуль по синтезу фотонных кристаллов. Одиннадцатым тематическим модулем курса по фотонным кристаллам является модуль по созданию фотонных кристаллов методом коллоидной сборки. Двенадцатым тематическим модулем курса по фотонным кристаллам является модуль по методам формирования упорядоченных структур искусственных опалов. Тринадцатым тематическим модулем курса по фотонным кристаллам является модуль по методам исследования фотонных кристаллов. Четырнадцатым тематическим модулем курса по фотонным кристаллам является модуль по новым физическим явлениям на основе фотонных кристаллов.

Описание модульной структуры и элементов первой зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам

Рассмотрим основные результаты разработки модульной структуры и элементов первой зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. Раздел первой зачётной единицы курса по фотонным кристаллам включает в себя первую тему по введению в фотонные кристаллы, вторую тему по дисперсионным соотношениям, третью тему по методом расчёта оптических свойств периодических наноструктур.

Фотонные кристаллы являются современными материалами, характеризующимися периодическими структурами, которые управляют светом уникальными способами, что делает их необходимыми для различных приложений в оптике и фотонике. Курс по фотонным кристаллам охватывает фундаментальные физические принципы из оптики фотонных кристаллов, методологии проектирования оптоэлектронных систем на основе фотонных кристаллов. Курс по фотонным кристаллам будет охватывать их свойства, области применения в интегральных и электронных устройствах, а также нетрадиционные квазиоптические особенности, включая структуры, допускающие обратные волны в оптике.

Первым тематическим модулем курса по фотонным кристаллам является модуль, посвящённый изучению введения в фотонные кристаллы. Вторым тематическим модулем курса по фотонным кристаллам является модуль, посвящённый изучению дисперсионных соотношений. Третьим тематическим модулем курса по фотонным кристаллам является модуль, посвящённый изучению методов расчёта оптических свойств периодических наноструктур.

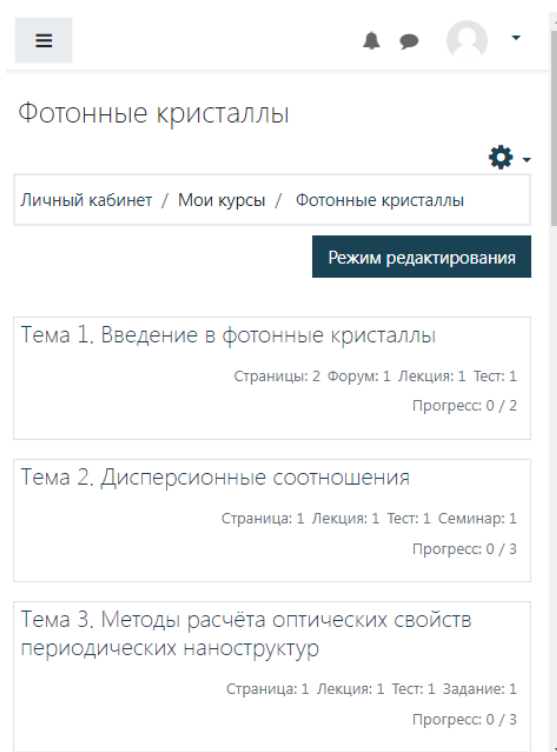


Рис. 1. Страница тематических модулей первой зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 1 приведено изображение страницы тематических модулей первой зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образователь-

ном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

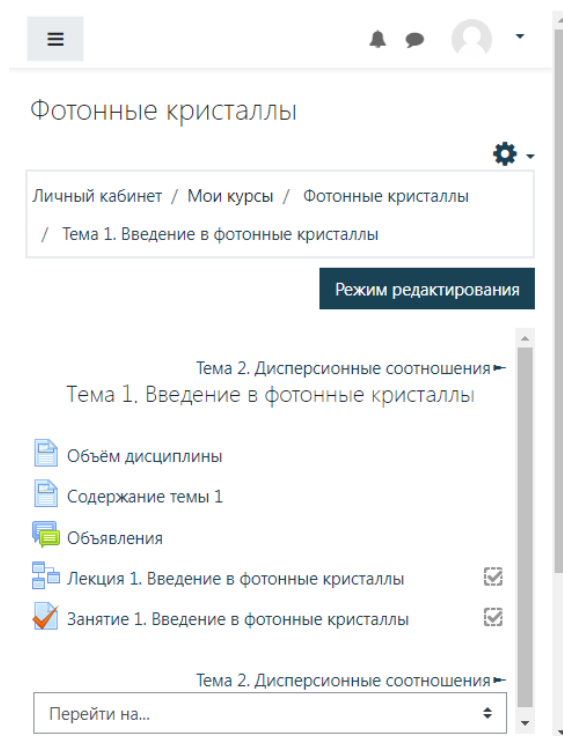


Рис. 2. Страница элементов первого тематического модуля в составе материалов первой зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 2 приведено изображение страницы элементов первого тематического модуля в составе материалов первой зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 3 приведено изображение страницы элементов второго тематического модуля в составе материалов первой зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного в системе MOODLE.

На рис. 4 приведено изображение страницы элементов третьего тематического модуля в составе материалов первой зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. В составе элементов первой зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам есть лекция, посвящённая методам расчёта оптических свойств периодических структур, тест к занятию по методам расчёта оптических свойств периодических структур, задание методам расчёта оптических свойств периодических структур.

Описание модульной структуры и элементов второй зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам

Рассмотрим основные результаты разработки модульной структуры и элементов второй зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. Раздел второй зачётной единицы курса по фотонным кристаллам включает в себя четвёртую тему по методу плоских волн для двумерных и трёхмерных фотонных кристаллов, пятую тему по методу матриц переноса, шестую тему по одномерному фотонному кристаллу.

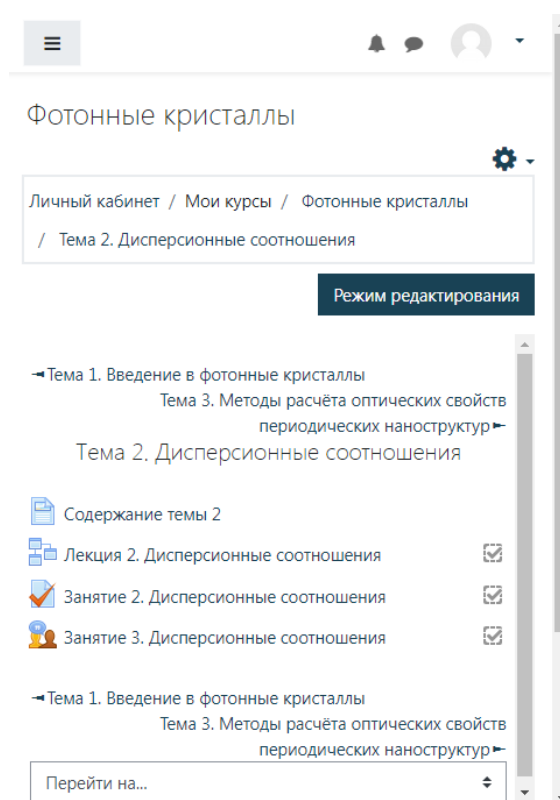


Рис. 3. Страница элементов второго тематического модуля в составе материалов первой зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

Четвёртым тематическим модулем курса по фотонным кристаллам является модуль, посвящённый изучению метода плоских волн для двумерных и трёхмерных фотонных кристаллов. Пятым тематическим модулем курса по фотонным кристаллам является модуль, посвящённый изучению метода матриц переноса. Шестым тематическим модулем курса по фотонным кристаллам является модуль, посвящённый изучению одномерного фотонного кристалла.

На рис. 5 приведено изображение страницы тематических модулей второй зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 6 приведено изображение страницы элементов четвёртого тематического модуля в составе материалов второй зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 7 приведено изображение страницы элементов пятого тематического модуля в составе материалов второй зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 8 приведено изображение страницы элементов шестого тематического модуля в составе материалов второй зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

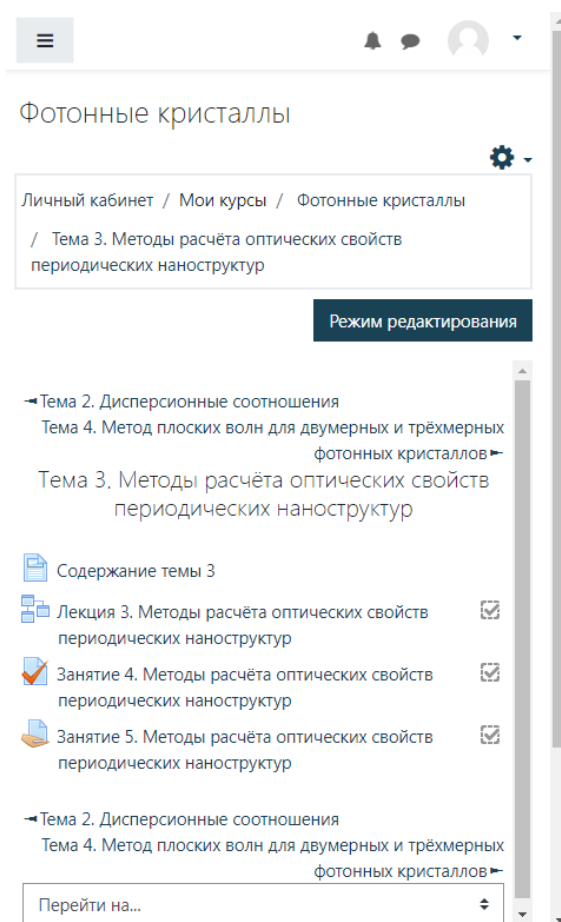


Рис. 4. Страница элементов третьего тематического модуля в составе материалов первой зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

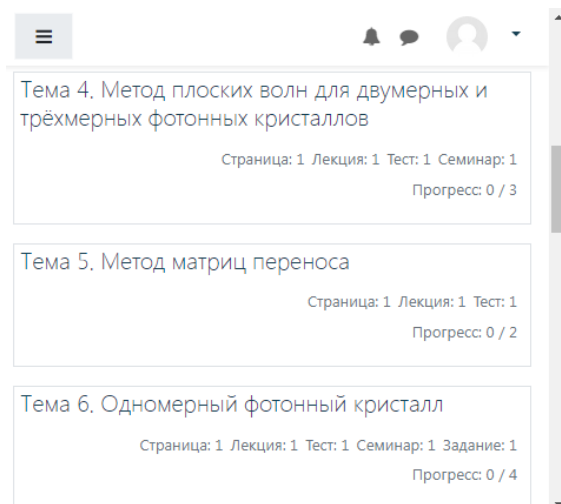


Рис. 5. Страница тематических модулей второй зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

Описание модульной структуры и элементов третьей зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам

Рассмотрим основные результаты разработки модульной структуры и элементов третьей зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам в систе-

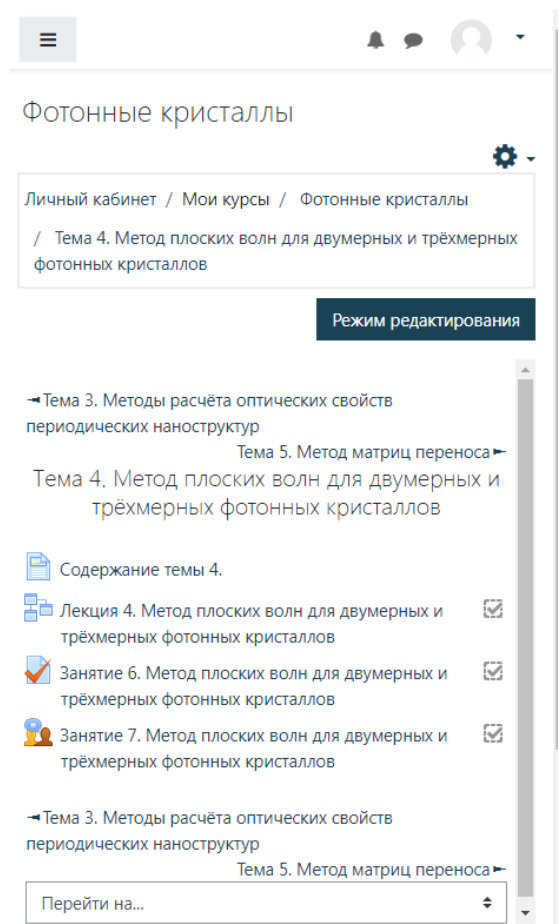


Рис. 6. Страница избранных элементов четвертого тематического модуля в составе материалов второй зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

ме управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. Раздел третьей зачётной единицы курса по фотонным кристаллам включает в себя седьмую тему по методу конечных разностей во временной области, восьмую тему по методу связанных мод в пространстве Фурье, девятую тему по плотности фотонных состояний.

Седьмым тематическим модулем курса по фотонным кристаллам является модуль, посвящённый изучению метода конечных разностей во временной области. Восьмым тематическим модулем курса по фотонным кристаллам является модуль, посвящённый изучению метода связанных мод в пространстве Фурье. Девятым тематическим модулем курса по фотонным кристаллам является модуль, посвящённый изучению плотности фотонных состояний.

На рис. 9 приведено изображение страницы тематических модулей третьей зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 10 приведено изображение страницы элементов седьмого тематического модуля в составе материалов третьей зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 11 приведено изображение страницы элементов восьмого тематического модуля в составе материалов третьей зачётной единицы дистанционного курса по фо-

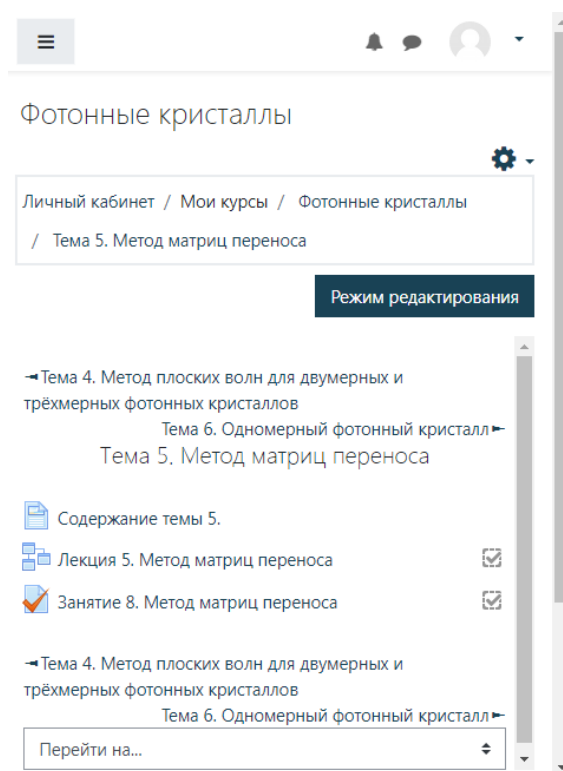


Рис. 7. Страница элементов пятого тематического модуля в составе материалов второй зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

тонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 12 приведено изображение страницы элементов девятого тематического модуля в составе материалов третьей зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

Описание модульной структуры и элементов четвёртой зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам

Рассмотрим основные результаты разработки модульной структуры и элементов четвёртой зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. Раздел четвёртой зачётной единицы курса по фотонным кристаллам включает в себя десятую тему по синтезу фотонных кристаллов, одиннадцатую тему по созданию фотонных кристаллов методом коллоидной сборки, двенадцатую тему по методу формирования упорядоченных структур искусственных опалов.

Десятым тематическим модулем курса по фотонным кристаллам является модуль, посвящённый изучению синтеза фотонных кристаллов. Одиннадцатым тематическим модулем курса по фотонным кристаллам является модуль, посвящённый изучению создания фотонных кристаллов методом коллоидной сборки. Двенадцатым тематическим модулем курса по фотонным кристаллам является модуль, посвящённый изучению методов формирования упорядоченных структур искусственных опалов.

На рис. 13 приведено изображение гипертекстовой страницы тематических модулей четвёртой зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением

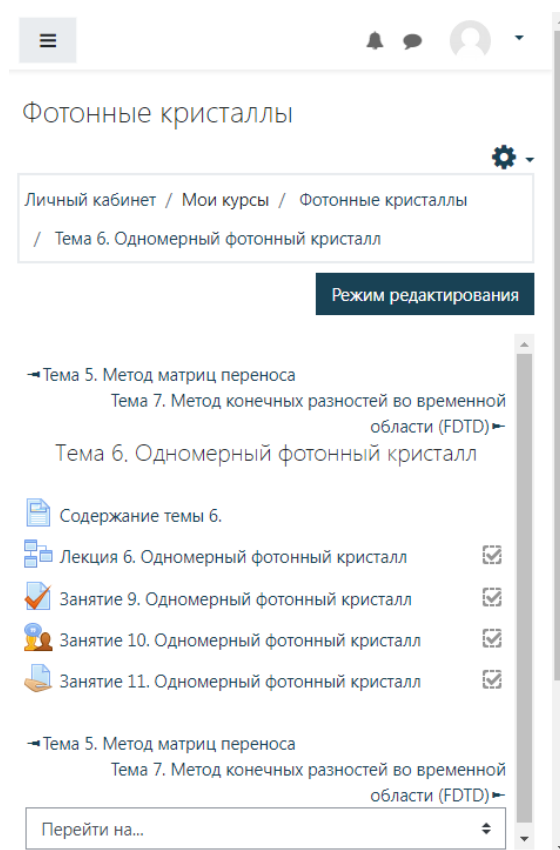


Рис. 8. Страница элементов шестого тематического модуля в составе материалов второй зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

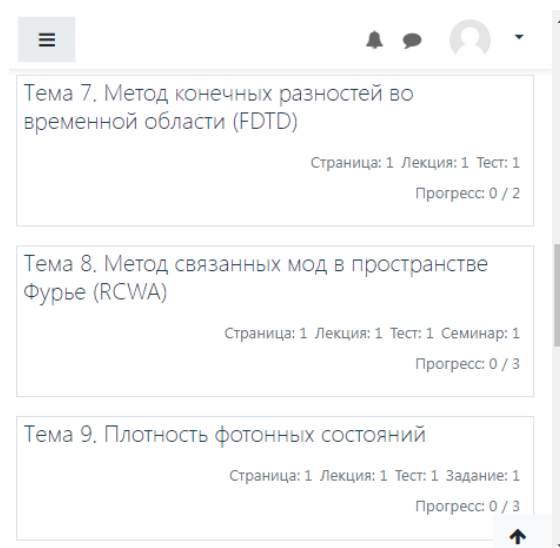


Рис. 9. Страница тематических модулей третьей зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

MOODLE.

На рис. 14 приведено изображение страницы элементов десятого тематического модуля в составе материалов четвёртой зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе

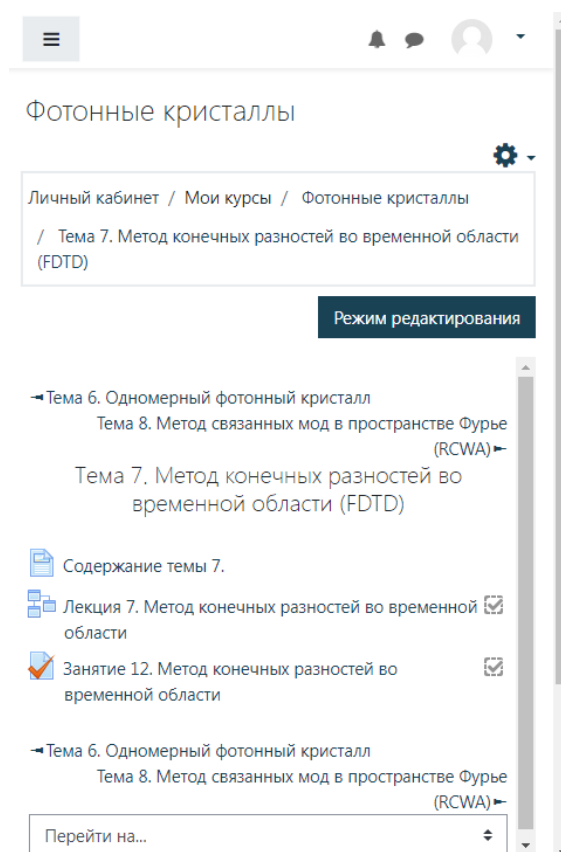


Рис. 10. Страница элементов седьмого тематического модуля в составе материалов третьей зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

управления обучением MOODLE.

На рис. 15 приведено изображение страницы элементов одиннадцатого тематического модуля в составе материалов четвертой зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 16 приведено изображение страницы элементов двенадцатого тематического модуля в составе материалов четвертой зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

Описание модульной структуры и элементов пятой зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам

Рассмотрим основные результаты разработки модульной структуры и элементов пятой зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. Раздел пятой зачётной единицы курса по фотонным кристаллам включает в себя тринадцатую тему по методам исследования фотонных кристаллов, четырнадцатую тему по новым физическим явлениям на основе фотонных кристаллов.

Тринадцатым тематическим модулем курса по фотонным кристаллам является модуль, посвящённый изучению методов исследования фотонных кристаллов. Четырнадцатым тематическим модулем курса по фотонным кристаллам является модуль, посвящённый изучению новых физических явлений на основе фотонных кристаллов.

На рис. 17 приведено изображение страницы тематических модулей пятой зачётной

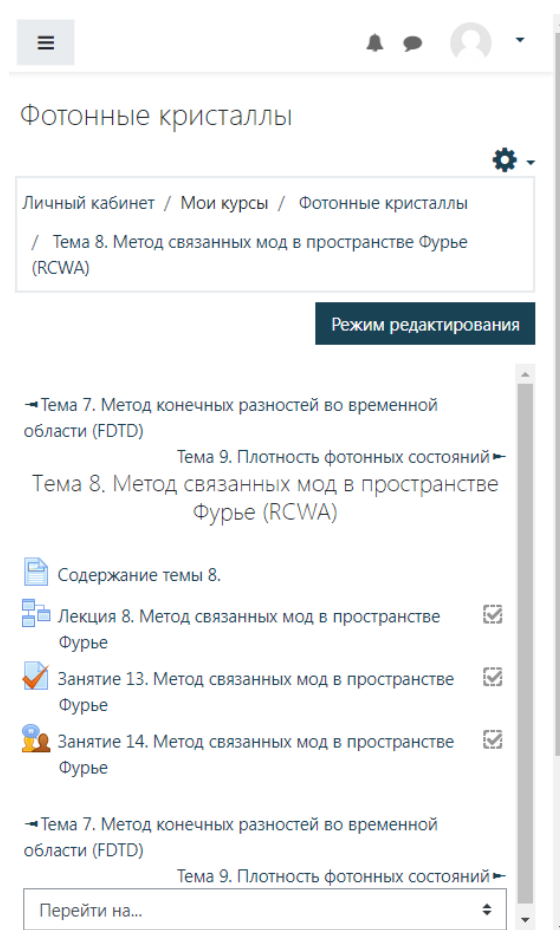


Рис. 11. Страница элементов восьмого тематического модуля в составе материалов третьей зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 18 приведено изображение страницы элементов тринадцатого тематического модуля в составе материалов пятой зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 19 приведено изображение страницы элементов четырнадцатого тематического модуля в составе материалов пятой зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

Результаты разработки теоретических материалов на основе моделей для описания физических свойств фотонных кристаллов в составе дистанционного курса по фотонным кристаллам в системе управления обучением MOODLE были опубликованы в [16, 17].

В статье [18] рассматриваются результаты разработки электронного образовательного ресурса в виде сайта по оптике сред с отрицательным эффективным показателем преломления, созданного на платформе Microsoft SharePoint в системе Intranet Academic.

В статье [19] рассматриваются результаты разработки элементов на основе оригинальных материалов по физической теории систем нанoeлектроники в составе дистанционного курса по физической нанoeлектронике при помощи инструментария системы управления обучением MOODLE.

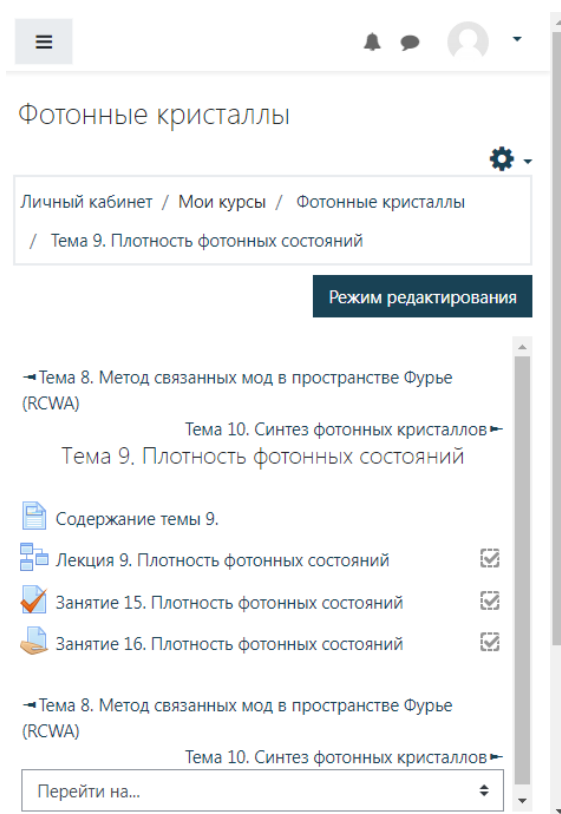


Рис. 12. Страница элементов девятого тематического модуля в составе материалов третьей зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

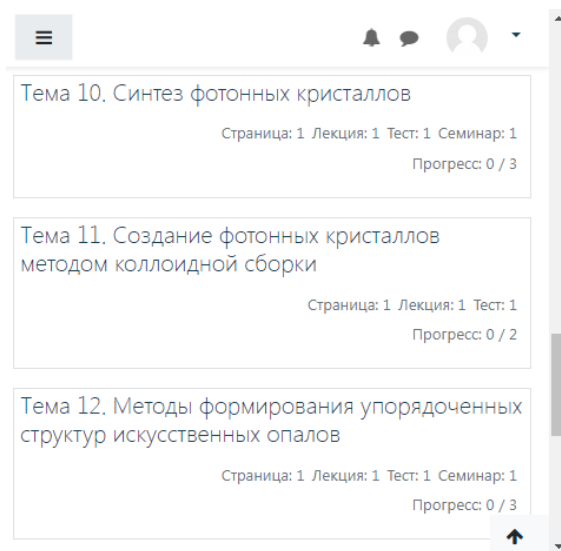


Рис. 13. Страница тематических модулей четвёртой зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

Итак, разработан дистанционный курс по фотонным кристаллам в системе управления обучением MOODLE с элементами для контроля знаний по квантовой оптике фотонных кристаллов. В работе описан результат разработки дистанционного курса по фотонным кристаллам, который готов к началу использования в учебном процессе в педагогическом университете, позволяет автоматизировать проверку знаний по кван-

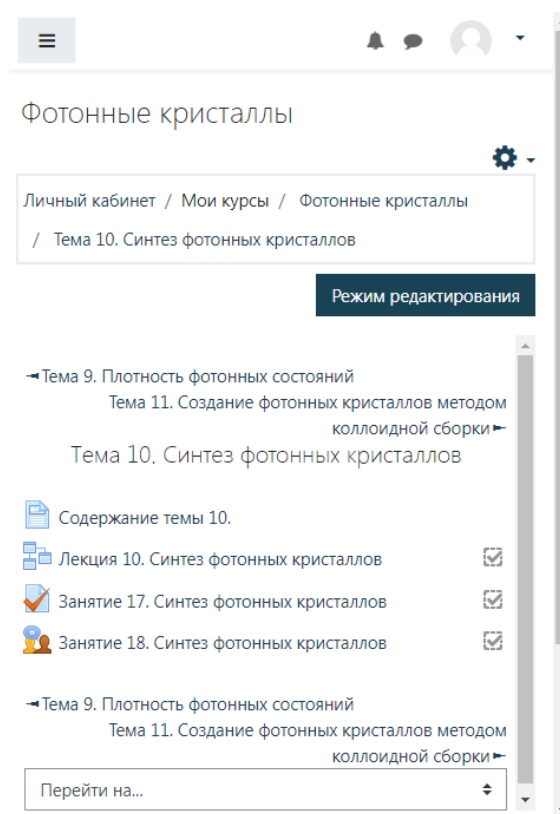


Рис. 14. Страница элементов десятого тематического модуля в составе материалов четвертой зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

товой оптике фотонных кристаллов. Дистанционный курс по фотонным кристаллам, созданный в системе управления обучением MOODLE, способствует систематизации хранения учебного материала по квантовой теории фотонных кристаллов. При изучении курса по фотонным кристаллам система MOODLE вносит то, что кроме основного курса по фотонным кристаллам, используется материал для подготовки в домашних условиях, который позволяет расширить учебное содержание, а также провести дифференциацию учебного материала в соответствии с индивидуальными потребностями и запросами студентов, изучающих курс по фотонным кристаллам. Система управления обучением MOODLE позволяет открывать и закрывать тематические модели в соответствии со временем изучения, что позволяет поддерживать необходимый темп продвижения на курсе по фотонным кристаллам. Дистанционный курс по фотонным кристаллам, созданный в системе MOODLE, способен стать эффективным помощником, автоматизирующим наиболее трудоёмкие элементы труда преподавателя в процессе преподавания квантовой оптики фотонных кристаллов.

Созданный дистанционный курс по фотонным кристаллам позволит планировать, организовывать и проводить изучение материала курса по фотонным кристаллам в дистанционной или смешанной форме обучения. Использование дистанционного курса по фотонным кристаллам способствует интенсификации учебного процесса и более осмысленному изучению теоретического материала по фотонным кристаллам, приобретению систематических знаний и превращению систематических знаний в системные, помогает развитию познавательной деятельности студентов и интереса к квантовой оптике фотонных кристаллов. Созданный дистанционный курс по фотонным кристаллам позволяет эффективно планировать, организовывать и проводить обучение по оптике фотонных кристаллов. Проведённое исследование процесса создания элементов и

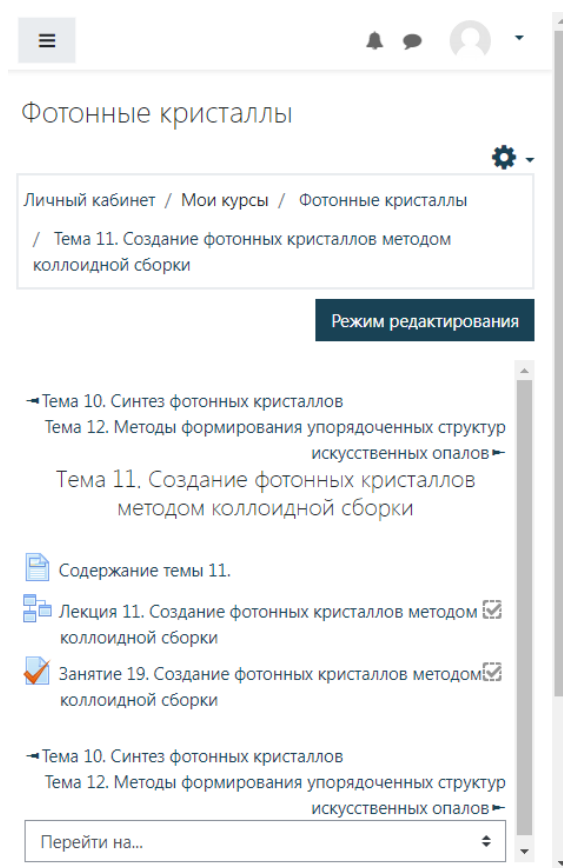


Рис. 15. Страница элементов одиннадцатого тематического модуля в составе материалов четвёртой зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

материалов дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного при помощи инструментария системы MOODLE, показало работоспособность и функциональную пригодность элементов курса по фотонным кристаллам.

Результаты экспертной оценки дистанционного курса по фотонным кристаллам

Экспертная оценка дистанционного курса по фотонным кристаллам проводилась десятью экспертами по восьми критериям: структура, интерактивность, навигация, дизайн, интерфейс, диагностика, организация самостоятельной работы, соблюдение авторских прав. По каждому из восьми критериев выставлялась отметка по десятибалльной шкале.

Эксперт 1 за структуру дистанционного курса по фотонным кристаллам выставил 9 баллов, за интерактивность курса выставил 7 баллов, за навигацию курса выставил 7 баллов, за дизайн курса выставил 7 баллов, за интерфейс курса выставил 8 баллов, за диагностику курса выставил 8 баллов, за организацию самостоятельной работы курса выставил 7 баллов, за соблюдение авторских прав в курсе выставил 10 баллов.

Эксперт 2 за структуру дистанционного курса по фотонным кристаллам выставил 10 баллов, за интерактивность курса выставил 10 баллов, за навигацию курса выставил 10 баллов, за дизайн курса выставил 10 баллов, за интерфейс курса выставил 10 баллов, за диагностику курса выставил 10 баллов, за организацию самостоятельной работы курса выставил 8 баллов, за соблюдение авторских прав в курсе выставил 10 баллов.

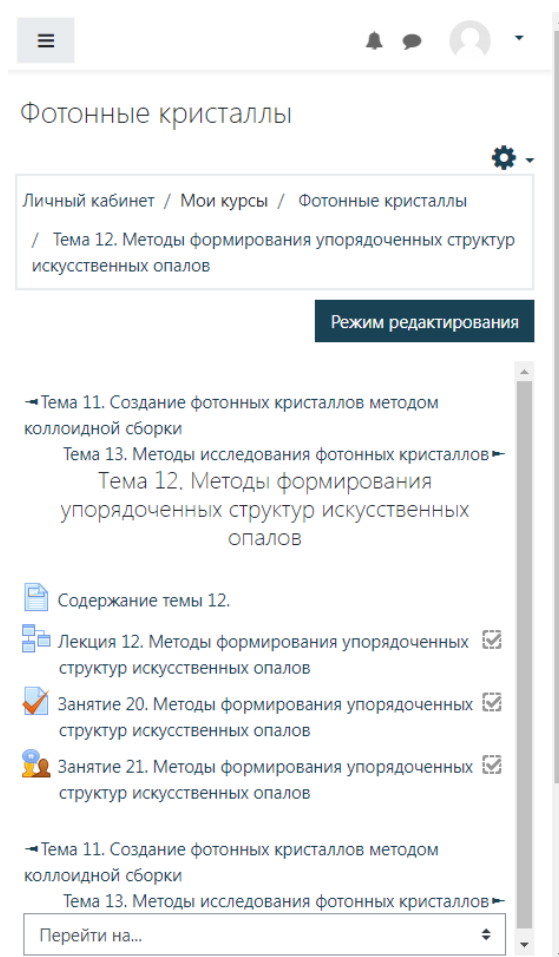


Рис. 16. Страница элементов двенадцатого тематического модуля в составе материалов четвёртой зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

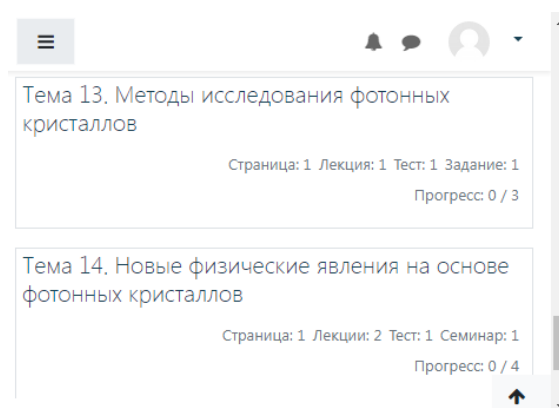


Рис. 17. Страница тематических модулей пятой зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

Эксперт 3 за структуру дистанционного курса по фотонным кристаллам выставил 10 баллов, за интерактивность курса выставил 10 баллов, за навигацию курса выставил 10 баллов, за дизайн курса выставил 9 баллов, за интерфейс курса выставил 10 баллов, за диагностику курса выставил 10 баллов, за организацию самостоятельной работы

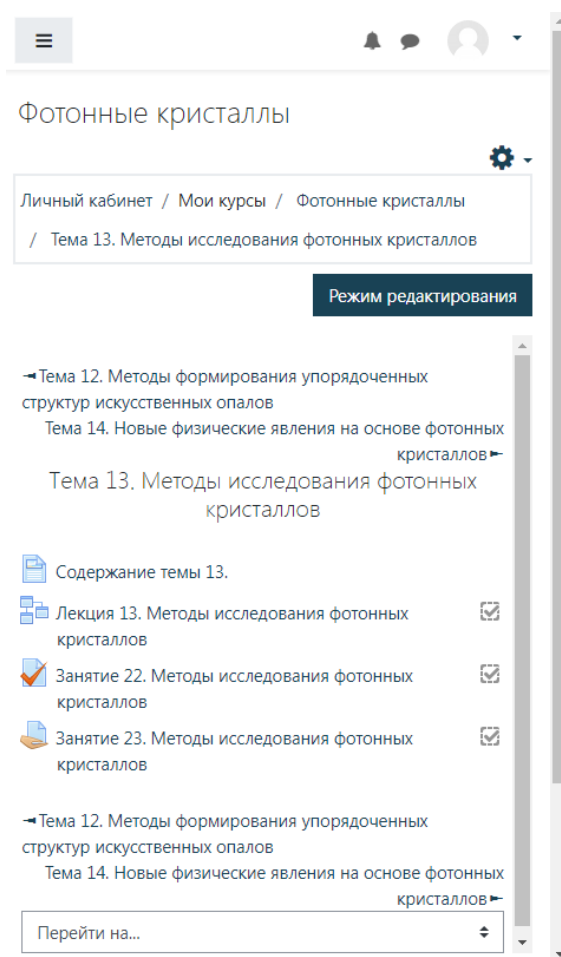


Рис. 18. Страница элементов тринадцатого тематического модуля в составе материалов пятой зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

курса выставил 9 баллов, за соблюдение авторских прав в курсе выставил 10 баллов.

Эксперт 4 за структуру дистанционного курса по фотонным кристаллам выставил 10 баллов, за интерактивность курса выставил 10 баллов, за навигацию курса выставил 10 баллов, за дизайн курса выставил 10 баллов, за интерфейс курса выставил 10 баллов, за диагностику курса выставил 6 баллов, за организацию самостоятельной работы курса выставил 9 баллов, за соблюдение авторских прав в курсе выставил 10 баллов.

Эксперт 5 за структуру дистанционного курса по фотонным кристаллам выставил 10 баллов, за интерактивность курса выставил 10 баллов, за навигацию курса выставил 10 баллов, за дизайн курса выставил 10 баллов, за интерфейс курса выставил 9 баллов, за диагностику курса выставил 8 баллов, за организацию самостоятельной работы курса выставил 8 баллов, за соблюдение авторских прав в курсе выставил 10 баллов.

Эксперт 6 за структуру дистанционного курса по фотонным кристаллам выставил 9 баллов, за интерактивность курса выставил 10 баллов, за навигацию курса выставил 9 баллов, за дизайн курса выставил 8 баллов, за интерфейс курса выставил 9 баллов, за диагностику курса выставил 7 баллов, за организацию самостоятельной работы курса выставил 8 баллов, за соблюдение авторских прав в курсе выставил 9 баллов.

Эксперт 7 за структуру дистанционного курса по фотонным кристаллам выставил 10 баллов, за интерактивность курса выставил 9 баллов, за навигацию курса выставил 7 баллов, за дизайн курса выставил 8 баллов, за интерфейс курса выставил 8 баллов, за диагностику курса выставил 8 баллов, за организацию самостоятельной работы курса

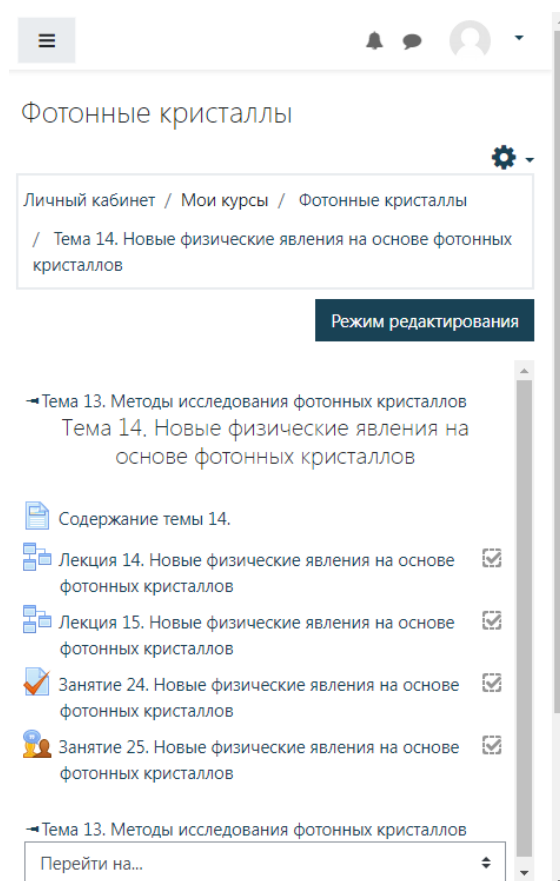


Рис. 19. Страница элементов четырнадцатого тематического модуля в составе материалов пятой зачётной единицы дистанционного курса по фотонным кристаллам, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

выставил 6 баллов, за соблюдение авторских прав в курсе выставил 10 баллов.

Эксперт 8 за структуру дистанционного курса по фотонным кристаллам выставил 10 баллов, за интерактивность курса выставил 10 баллов, за навигацию курса выставил 10 баллов, за дизайн курса выставил 10 баллов, за интерфейс курса выставил 9 баллов, за диагностику курса выставил 6 баллов, за организацию самостоятельной работы курса выставил 10 баллов, за соблюдение авторских прав в курсе выставил 10 баллов.

Эксперт 9 за структуру дистанционного курса по фотонным кристаллам выставил 9 баллов, за интерактивность курса выставил 9 баллов, за навигацию курса выставил 8 баллов, за дизайн курса выставил 7 баллов, за интерфейс курса выставил 8 баллов, за диагностику курса выставил 7 баллов, за организацию самостоятельной работы курса выставил 6 баллов, за соблюдение авторских прав в курсе выставил 9 баллов.

Эксперт 10 за структуру дистанционного курса по фотонным кристаллам выставил 10 баллов, за интерактивность курса выставил 10 баллов, за навигацию курса выставил 10 баллов, за дизайн курса выставил 10 баллов, за интерфейс курса выставил 9 баллов, за диагностику курса выставил 7 баллов, за организацию самостоятельной работы курса выставил 10 баллов, за соблюдение авторских прав в курсе выставил 10 баллов.

Используя экспертные отметки по каждому критерию оценивания дистанционного курса по фотонным кристаллам вычислим средние значения по каждому критерию оценивания. Среднее значение отметок экспертов за структуру дистанционного курса по фотонным кристаллам составило 9.7. Среднее значение отметок экспертов за интерактивность дистанционного курса по фотонным кристаллам составило 9.5. Среднее

значение отметок экспертов за навигацию дистанционного курса по фотонным кристаллам составило 9.1. Среднее значение отметок экспертов за дизайн дистанционного курса по фотонным кристаллам составило 8.9. Среднее значение отметок экспертов за интерфейс дистанционного курса по фотонным кристаллам составило 9.0. Среднее значение отметок экспертов за диагностику дистанционного курса по фотонным кристаллам составило 7.7. Среднее значение отметок экспертов за организацию самостоятельной работы дистанционного курса по фотонным кристаллам составило 8.1. Среднее значение отметок экспертов за соблюдение авторских прав в дистанционном курсе по фотонным кристаллам составило 9.8. Сумма средних значений по восьми критериям составила 71.8. Если перевести рейтинговую отметку по курсу в проценты, то получим значение, равное 89.75 %, что соответствует оптимальному уровню дистанционного курса по фотонным кристаллам.

Заключение

Разработанный дистанционный курс по фотонным кристаллам в системе управления обучением MOODLE может быть использован в процессе преподавания модульной дисциплины по квантовой оптике наноструктур в университете. Дистанционный курс по фотонным кристаллам позволяет организованно хранить теоретические материалы и практические задания в области междисциплинарных исследований по физике фотонных кристаллов и нанотехнологии получения фотонных кристаллов, организовать систематическое изучение теоретических материалов и практических заданий курса по фотонным кристаллам. Разработаны элементы модулей дистанционного курса по фотонным кристаллам, позволяющие контролировать усвоение знаний по физике фотонных кристаллов от репродуктивного до творческого уровня.

Результаты разработки дистанционного курса по фотонным кристаллам позволят улучшить методы и технологии преподавания модульной дисциплины по квантовой оптике наноструктур, основанные на использовании оригинальных материалов для описания оптических процессов в наноструктурных материалах с фотонными кристаллами в нанооптике и нанофотонике. Применение формата системы управления обучением MOODLE для курса по фотонным кристаллам на проблемно-ориентированной основе обеспечивает прозрачность результатов обучения, включая тестирование в формате активного, операционального, рефлексивного обучения. Созданный дистанционный курс по фотонным кристаллам может обеспечить информационную поддержку процесса построения индивидуальных образовательных траекторий для студентов университета.

Задачи работы решены полностью.

Гипотеза исследования, состоящая в том, что если выявить особенности оптических свойств фотонных кристаллов, то можно наполнить теоретическими сведениями курс по фотонным кристаллам в системе управления обучением MOODLE, подтверждена полностью.

Исследование оптических свойств наноструктур с фотонными кристаллами в контексте квантовой оптики наноструктур имеет важное теоретическое значение для расширения понимания оптических явлений и физических процессов в фотонных кристаллах, поскольку оно помогает лучше понимать основные физические принципы функционирования наноструктур на основе фотонных кристаллов и взаимодействие наноструктур на основе фотонных кристаллов с оптическим излучением. Исследование оптических свойств наноструктур с фотонными кристаллами в контексте учебной дисциплины по квантовой оптике наноструктур имеет важное практическое значение, поскольку оно может помочь в изучении новых методов и технологий, основанных на оптических свойствах наноструктур с фотонными кристаллами, а также в создании новых оптоэлектронных приборов и устройств с улучшенными физическими характеристиками.

Список использованных источников

1. Suriyan Kannadhasan, Nagarajan R. Recent trends in photonic crystals // Next generation materials for sustainable engineering. — IGI Global, 2024. — mar. — P. 350–356. — ISBN: 9798369313077. — URL: <http://dx.doi.org/10.4018/979-8-3693-1306-0.ch017>.
2. Elkaramany Essam M. A., Hameed Mohamed Farhat O., Obayya S. S. A. Fundamentals of photonic crystals // Computational photonic sensors. — Springer International Publishing, 2018. — jun. — P. 29–52. — ISBN: 9783319765563. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-76556-3_2.
3. Agrawal Govind P. Photonic crystals and metamaterials // Physics and engineering of graded-index media. — Cambridge University Press, 2023. — jul. — P. 292–314. — ISBN: 9781009282079. — URL: <http://dx.doi.org/10.1017/9781009282086.011>.
4. Robinson S., Balaji V. R. Photonic crystal-based optical devices for photonic intergraded circuits // Micro- and nanotechnology enabled applications for portable miniaturized analytical systems. — Elsevier, 2022. — P. 217–258. — ISBN: 9780128237274. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-823727-4.00012-2>.
5. Liscidini Marco, Andreani Lucio Claudio. Photonic crystals: an introductory survey // Organic and hybrid photonic crystals. — Springer International Publishing, 2015. — P. 3–29. — ISBN: 9783319165806. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-16580-6_1.
6. Sukhoivanov Igor A., Guryev Igor V. Introduction to photonic crystals // Photonic Crystals. — Springer Berlin Heidelberg, 2009. — P. 1–12. — ISBN: 9783642026461. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-02646-1_1.
7. Silin R. A. Photonic crystals // Journal of communications technology and electronics. — 2008. — feb. — Vol. 53, no. 2. — P. 121–130. — URL: <http://dx.doi.org/10.1134/S1064226908020010>.
8. Thylen Lars, Qiu Min, Anand Srinivasan. Photonic crystals - a step towards integrated circuits for photonics // ChemPhysChem. — 2004. — sep. — Vol. 5, no. 9. — P. 1268–1283. — URL: <http://dx.doi.org/10.1002/CPHC.200301075>.
9. Inoue Shin-ichiro. Photonic crystals: manipulating light with periodic structures // Optical properties of advanced materials. — Springer Berlin Heidelberg, 2013. — P. 39–65. — ISBN: 9783642335273. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-33527-3_2.
10. Basiev T. T., Zharikov E. V., Osiko V. V. Crystals for photonics // Crystallography reports. — 2002. — jan. — Vol. 47, no. S1. — P. S15–S26. — URL: <http://dx.doi.org/10.1134/1.1529955>.
11. De La Rue R. M. Photonic crystals and photonic microstructures: technologies and device potential // Proceedings of LFNМ'2001. 3rd International Workshop on Laser and Fiber-Optical Networks Modeling (Cat. No.01EX463). — LFNМ-01. — IEEE, 2001. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/LFNМ.2001.930189>.
12. Brückner Robert, Lyssenko Vadim G., Leo Karl. Plasmonic and photonic crystals // Organic and hybrid photonic crystals. — Springer International Publishing,

2015. — P. 275–301. — ISBN: 9783319165806. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-16580-6_12.
13. Baba Toshihiko. Photonic crystals and silicon photonics // 2008 International nanophotonics workshop. — IEEE, 2008. — aug. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/INOW.2008.4634438>.
 14. Yablonovitch Eli. Photonic crystals: towards nanoscale photonic devices // Physics Today. — 2006. — aug. — Vol. 59, no. 8. — P. 54–55. — URL: <http://dx.doi.org/10.1063/1.2349736>.
 15. Krauss T. Photonic crystals in the optical regime — past, present and future // Progress in quantum electronics. — 1999. — mar. — Vol. 23, no. 2. — P. 51–96. — URL: [http://dx.doi.org/10.1016/S0079-6727\(99\)00004-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0079-6727(99)00004-X).
 16. Алтунин К. К., Алиева Р. Р. Исследование оптических свойств наноструктур с одномерными фотонными кристаллами типа АВ // Наука online. — 2024. — № 2 (27). — С. 1–20. — URL: <http://nauka-online.ru/wp-content/uploads/2024/06/02272024-001.pdf>.
 17. Алтунин К. К., Алиева Р. Р. Исследование оптических свойств наноструктур с одномерными фотонными кристаллами типа ABC // Наука online. — 2024. — № 2 (27). — С. 21–40. — URL: <http://nauka-online.ru/wp-content/uploads/2024/06/02272024-002.pdf>.
 18. Алтунин К. К., Шарнина И. А. Разработка электронного образовательного ресурса по оптике «левых» сред в системе Intranet Academic // Наука online. — 2019. — № 4 (9). — С. 18–41. — URL: <https://www.elibrary.ru/ajvghv>.
 19. Разработка элементов дистанционного курса по физической наноэлектронике в системе управления обучением MOODLE // Наука online. — 2022. — № 1 (18). — С. 88–112. — URL: <https://www.elibrary.ru/dutumg>.

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

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

E-mail: alieva02regina@mail.ru

ORCID iD  0000-0003-2871-3486

Web of Science ResearcherID  AAX-8215-2021

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

Development of a distance learning course on photonic crystals

K. K. Altunin , R. R. Alieva 

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted June 23, 2024
Resubmitted July 27, 2024
Published September 12, 2024

Abstract. The results of development of the distance course on photonic crystals in the learning management system MOODLE on the university educational portal are presented. The features of the development of theoretical elements and knowledge control elements for the photonic crystals course created in the learning management system MOODLE are considered. A brief description of the main characteristics of the process of creating a distance learning course on photonic crystals in the learning management system MOODLE is provided. The results of creating theoretical and control and measuring materials for the photonic crystals course in the learning management system MOODLE are discussed. The main features of teaching the photonic crystals course using the learning management system MOODLE at the university are outlined.

Keywords: photonic crystal, nanotechnology, course, distance learning course, course element, learning management system, educational portal

References

1. Suriyan Kannadhasan, Nagarajan R. Recent trends in photonic crystals // Next generation materials for sustainable engineering. — IGI Global, 2024. — mar. — P. 350–356. — ISBN: 9798369313077. — URL: <http://dx.doi.org/10.4018/979-8-3693-1306-0.ch017>.
2. Elkaramany Essam M. A., Hameed Mohamed Farhat O., Obayya S. S. A. Fundamentals of photonic crystals // Computational photonic sensors. — Springer International Publishing, 2018. — jun. — P. 29–52. — ISBN: 9783319765563. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-76556-3_2.
3. Agrawal Govind P. Photonic crystals and metamaterials // Physics and engineering of graded-index media. — Cambridge University Press, 2023. — jul. — P. 292–314. — ISBN: 9781009282079. — URL: <http://dx.doi.org/10.1017/9781009282086.011>.
4. Robinson S., Balaji V. R. Photonic crystal-based optical devices for photonic intergraded circuits // Micro- and nanotechnology enabled applications for portable miniaturized analytical systems. — Elsevier, 2022. — P. 217–258. — ISBN: 9780128237274. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-823727-4.00012-2>.


5. Liscidini Marco, Andreani Lucio Claudio. Photonic crystals: an introductory survey // Organic and hybrid photonic crystals.— Springer International Publishing, 2015.— P. 3–29.— ISBN: 9783319165806.— URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-16580-6_1.
6. Sukhoivanov Igor A., Guryev Igor V. Introduction to photonic crystals // Photonic crystals.— Springer Berlin Heidelberg, 2009.— P. 1–12.— ISBN: 9783642026461.— URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-02646-1_1.
7. Silin R. A. Photonic crystals // Journal of communications technology and electronics.— 2008.— feb.— Vol. 53, no. 2.— P. 121–130.— URL: <http://dx.doi.org/10.1134/S1064226908020010>.
8. Thylen Lars, Qiu Min, Anand Srinivasan. Photonic crystals - a step towards integrated circuits for photonics // ChemPhysChem.— 2004.— sep.— Vol. 5, no. 9.— P. 1268–1283.— URL: <http://dx.doi.org/10.1002/CPHC.200301075>.
9. Inoue Shin-ichiro. Photonic crystals: manipulating light with periodic structures // Optical properties of advanced materials.— Springer Berlin Heidelberg, 2013.— P. 39–65.— ISBN: 9783642335273.— URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-33527-3_2.
10. Basiev T. T., Zharikov E. V., Osiko V. V. Crystals for photonics // Crystallography reports.— 2002.— jan.— Vol. 47, no. S1.— P. S15–S26.— URL: <http://dx.doi.org/10.1134/1.1529955>.
11. De La Rue R. M. Photonic crystals and photonic microstructures: technologies and device potential // Proceedings of LFNМ'2001. 3rd International Workshop on Laser and Fiber-Optical Networks Modeling (Cat. No.01EX463).— LFNМ-01.— IEEE, 2001.— URL: <http://dx.doi.org/10.1109/LFNМ.2001.930189>.
12. Brückner Robert, Lyssenko Vadim G., Leo Karl. Plasmonic and photonic crystals // Organic and hybrid photonic crystals.— Springer International Publishing, 2015.— P. 275–301.— ISBN: 9783319165806.— URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-16580-6_12.
13. Baba T. Photonic crystals and related photonic nanodevices // 16th IPRM. 2004 International conference on Indium Phosphide and related materials.— IEEE, 2004.— URL: <http://dx.doi.org/10.1109/ICIPRM.2004.1442618>.
14. Baba Toshihiko. Photonic crystals and silicon photonics // 2008 International nanophotonics workshop.— IEEE, 2008.— aug.— URL: <http://dx.doi.org/10.1109/INOW.2008.4634438>.
15. Yablonovitch Eli. Photonic crystals: towards nanoscale photonic devices // Physics Today.— 2006.— aug.— Vol. 59, no. 8.— P. 54–55.— URL: <http://dx.doi.org/10.1063/1.2349736>.
16. Krauss T. Photonic crystals in the optical regime — past, present and future // Progress in quantum electronics.— 1999.— mar.— Vol. 23, no. 2.— P. 51–96.— URL: [http://dx.doi.org/10.1016/S0079-6727\(99\)00004-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0079-6727(99)00004-X).
17. Altunin K. K., Sharnina I. A. Development of an electronic educational resource on optics of “left” media in the Intranet Academic system // Science online.— 2019.— no. 4 (9).— P. 18–41.— URL: <https://www.elibrary.ru/ajvghv>.


18. Development of elements of a distance course on physical nanoelectronics in the learning management system MOODLE // Science online. — 2022. — no. 1 (18). — P. 88–112. — URL: <https://www.elibrary.ru/dutumg>.
19. Altunin K. K., Alieva R. R. Study of optical properties of nanostructures with one-dimensional photonic crystals of the AB type // Science online. — 2024. — no. 2 (27). — P. 1–20. — URL: <http://nauka-online.ru/wp-content/uploads/2024/06/02272024-001.pdf>.
20. Altunin K. K., Alieva R. R. Study of optical properties of nanostructures with one-dimensional photonic crystals of the ABC type // Science online. — 2024. — no. 2 (27). — P. 21–40. — URL: <http://nauka-online.ru/wp-content/uploads/2024/06/02272024-002.pdf>.

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

Regina Ramilevna Alieva — 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: alieva02regina@mail.ru

ORCID iD  0000-0003-2871-3486

Web of Science ResearcherID  AAX-8215-2021

Научная статья
УДК 378.147
ББК 74.489
ГРНТИ 14.35.09
ВАК 5.8.2.
PACS 01.40.-d
OCIS 000.2060
MSC 00A79

Разработка дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований в системе управления обучением MOODLE

Е. С. Железникова  ¹

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

Поступила в редакцию 19 августа 2024 года

После переработки 27 августа 2024 года

Опубликована 12 сентября 2024 года

Аннотация. Представлены результаты разработки дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований в системе управления обучением MOODLE. История проблемы связана с ростом потребности в удалённом обучении и необходимостью обеспечения качественного доступа к результатам физических экспериментов. Дистанционный курс по автоматизации физических экспериментов и исследований призван обеспечить студентам возможность получать знания в области автоматизации физических экспериментов и исследований, независимо от их местоположения. Основным результатом исследования является создание дистанционного курса, включающего в себя теоретический материал и практические задания. Практическая значимость исследования состоит в том, что разработанный дистанционный курс может быть использован для обучения студентов в университетах в области физики и автоматизации технологических производств.

Ключевые слова: курс, дистанционный курс, автоматизация, физический эксперимент, физическое исследование, элемент контроля знаний, подготовке специалистов

Введение

В современном мире, где технологии играют всё более важную роль, автоматизация становится неотъемлемой частью научных исследований в области физики и техники. Автоматизация физических исследований позволяет повысить точность и скорость получения результатов, а также снизить вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором. Кроме того, в условиях, когда дистанционное обучение становится всё более популярным, разработка дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований может послужить значимым вкладом в развитие физического образования.

¹E-mail: zheleznikovaliza200@gmail.com

Актуальность исследования заключается в необходимости создания эффективных образовательных ресурсов, способствующих качественной подготовке будущих специалистов в области современной физики и высокотехнологической инженерии физических производств. В условиях глобализации образования и стремительного развития технологий, автоматизация физических экспериментов становится важной темой как в научной, так и в образовательной сфере. Дистанционные курсы могут значительно расширить доступ обучающихся к качественным знаниям и практическим навыкам, что имеет большое значение для формирования конкурентоспособного кадрового резерва.

Автоматизация физических экспериментов и исследований представляет собой процесс использования технологий для управления и контроля экспериментальных процессов, анализа данных и получения результатов. Автоматизация физических экспериментов и исследований позволяет учёным и исследователям в области физики сосредоточиться на более высокоуровневых задачах, таких как интерпретация результатов физических экспериментов и принятие решений для оптимизации параметров физических экспериментов.

Целью исследования является разработка дистанционного курса, предназначенного для обучения студентов навыкам автоматизации физических экспериментов и прикладных физических исследований с помощью радиоэлектронных устройств и микропроцессорных систем.

Задачи исследования:

1. анализ литературы по существующим образовательным программам и курсам по автоматизации физических экспериментов для определения сильных и слабых сторон существующих методов автоматизации физических экспериментов и исследований,
2. разработка модульной структуры и элементной базы для дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований,
3. разработка элементов контроля знаний в составе дистанционного курса, который позволит эффективно контролировать знаний студентов по автоматизации физических экспериментов и прикладных физических исследований.

Объектом исследования является дистанционный курс, посвящённый автоматизации физических экспериментов и прикладных физических исследований в сфере высшего образования в области физики. Предметом исследования является процесс разработки, внедрения и оценки дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов с использованием современных инструментов автоматизации физических экспериментов и исследований.

В качестве методов исследования используются следующие методы: метод системного анализа литературы по существующим методам автоматизации физических экспериментов и исследований для выявления ключевых элементов автоматизации физического эксперимента, метод контент-анализа, применяемый для оценки содержания существующих курсов по автоматизации и их соответствия современным требованиям, компьютерные методы разработки дистанционного курса с использованием современных технологий и инструментов автоматизации физических экспериментов.

В качестве материалов исследования используются источники из научной литературы по теме автоматизации экспериментов и рабочие программы учебных дисциплин в области автоматизации физических экспериментов и прикладных физических исследований.

Научная новизна исследования заключается в создании уникального дистанционного курса, который сочетает теоретические знания и практические навыки в области автоматизации физических экспериментов на основе современных инструментов для автоматизации физических экспериментов и исследований.

Гипотеза исследований состоит в том, что разработка дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований может значительно улучшить качество образования в области автоматизации физических экспериментов и обеспечить равный доступ к знаниям для всех студентов.

Теоретическая значимость исследования состоит в том, что разработка дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов способствует углублению знаний в области технологии обучения физике. Исследование позволит расширить теоретическую базу знаний в области автоматизации физических экспериментов и исследований, а также разработать новые методы и инструменты для реализации автоматизации физических экспериментов.

Практическая значимость исследования заключается в создании дистанционного курса, который может быть использован в высших учебных учреждениях для подготовки студентов в области физики, где требуется автоматизация физических экспериментов и исследований.

Обзор работ по автоматизации физических исследований

Автоматизация физических исследований трансформирует экспериментальные методологии в различных научных областях, повышая эффективность и воспроизводимость. Этот сдвиг особенно очевиден в синтетической биологии, физических науках и космических исследованиях, где технологии автоматизации интегрируются в экспериментальные рабочие процессы. Автоматизированные системы были успешно внедрены в физических экспериментах, таких как изучение взрывов воздуха и метана, где программируемые миксеры и датчики повышают экспериментальную точность [1]. В статье [1] использованы методы моделирования для изучения распространения фронта пламени при иницировании смесей воздуха и горючего газа на автоматизированном стенде. В работе [1] основное внимание уделяется автоматизации физических экспериментов со смесями воздуха и метана с использованием методов визуализации, инфракрасных датчиков и программируемого смесителя для точного контроля и понимания распространения фронта пламени. Образовательные инициативы также сосредоточены на обучении основам автоматизации с помощью практических лабораторных опытов, интегрируя технологии с научными концепциями [2]. В работе [3] исследуются оптимальные системы автоматического управления на физической тепловой модели, демонстрируя возможность автоматизации исследовательских процессов в реальном времени с использованием программно-аппаратной интеграции. В работе [3] представлен лабораторный стенд для исследования оптимальной и квазиоптимальной системы автоматического управления по быстродействию, состоящий из теплового узла и программно-аппаратного комплекса. В статье [4] описывается автоматизация исследования теплофизических свойств жидкостей и газов с использованием высокотемпературного адиабатического калориметра, измерительных приборов и компьютера для управления данными. В статье [4] описывается процесс исследования комплекса теплофизических свойств жидкостей и газов с помощью высокотемпературного адиабатического калориметра. В работе [5] рассматривается автоматизация экспериментов на цифро-аналогово-физическом комплексе для исследования энергосистем с акцентом на его создание и использование для исследования стационарных и переходных процессов. В работе [5] обсуждаются вопросы, связанные с созданием и использованием цифро-аналогово-физического комплекса для исследования стационарных и переходных процессов в широких электроэнергетических системах. Автоматическая обработка данных в физических науках включает решение математических задач, моделирование систем и анализ экспериментальных данных, демонстрируя автоматизацию в исследовательских процессах в физических науках. В работе [6] даётся общее описание систем

автоматической обработки данных, а также объясняются концепции получения, хранения и преобразования данных. В работе [7] древовидная структура используется для разделения путей зондирования и измерения токов в квазираспределённом резистивном датчике, который может быть адаптирован для измерения различных физических полей с помощью соответствующих резистивных датчиков. Автоматизированная система в работе [7] использует квазираспределённый резистивный датчик для измерения физических полей, демонстрируя высокий потенциал точности ниже 0.3 % ошибок. В статье [8] обсуждаются возможности исследовательских учреждений по исследованию концепции автоматизации распределения, а также один подход к подготовке к внедрению автоматизации распределения, который включает полную автоматизацию с использованием распределительной линии электропередачи.

Анализ научной литературы по автоматизации физических экспериментов и исследований показывает актуальность темы исследования.

Результаты разработки дистанционного курса

Для начала рассмотрим ключевые компоненты, необходимые для создания дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований. К ним относятся:

Дистанционный курс по автоматизации физических экспериментов и исследований должен включать в себя теоретические основы автоматизации физических экспериментов и исследований, а также практические занятия по использованию соответствующего программного и аппаратного обеспечения. Контент должен быть представлен в доступной и понятной форме, с использованием различных медиа-форматов (текст, видео, анимация и т.д.).

Дистанционный курс по автоматизации физических экспериментов и исследований должен иметь интуитивно понятный и удобный интерфейс, позволяющий легко перемещаться по материалам курса, выполнять задания и получать обратную связь.

Курс по автоматизации физических экспериментов и исследований должен предусматривать возможность интерактивного взаимодействия с пользователями, например, через онлайн-занятия, форумы обсуждений или чаты.

Курс по автоматизации физических экспериментов и исследований должен включать в себя систему оценки знаний и навыков пользователей, например, через тесты, кейсы или проекты.

Для обеспечения бесперебойной работы курса по автоматизации физических экспериментов и исследований необходима техническая поддержка, которая могла бы помочь пользователям в случае возникновения технических проблем.

На рис. 1 приведено изображение входной страницы дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 2 приведено изображение страницы тематических модулей в составе материалов первой зачётной единицы дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 3 приведено изображение страницы тематических модулей в составе материалов второй зачётной единицы дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 4 приведено изображение страницы элементов первого тематического модуля в составе материалов первой зачётной единицы дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований, созданного на образовательном

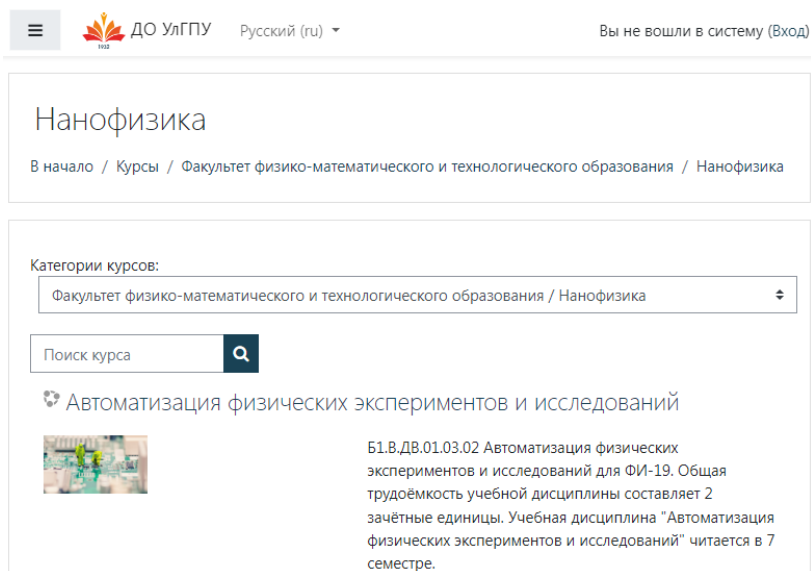


Рис. 1. Входная страница дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

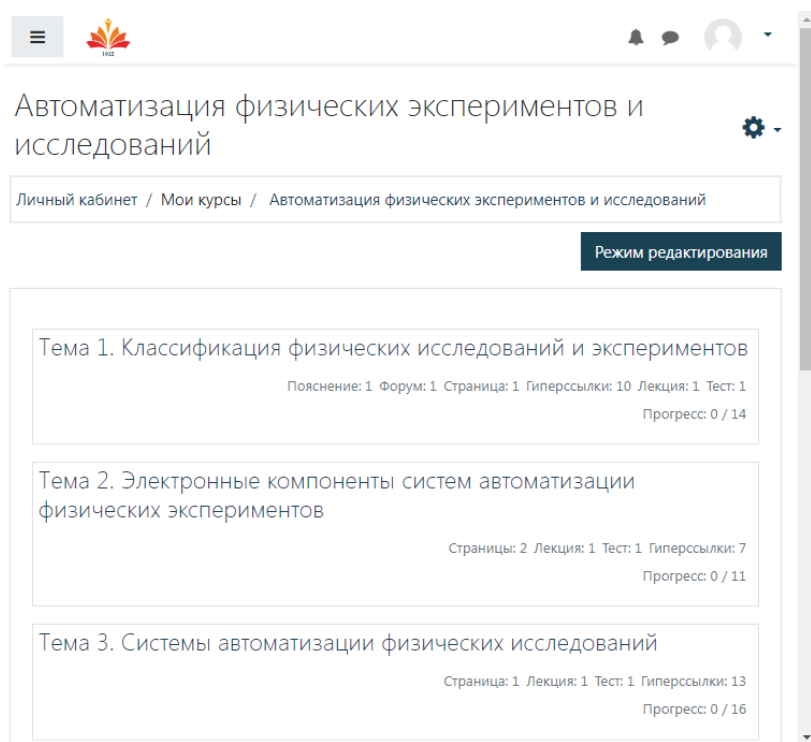


Рис. 2. Страница тематических модулей в составе материалов первой зачётной единицы дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 5 приведено изображение страницы элементов второго тематического модуля в составе материалов первой зачётной единицы дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 6 приведено изображение страницы элементов третьего тематического мо-

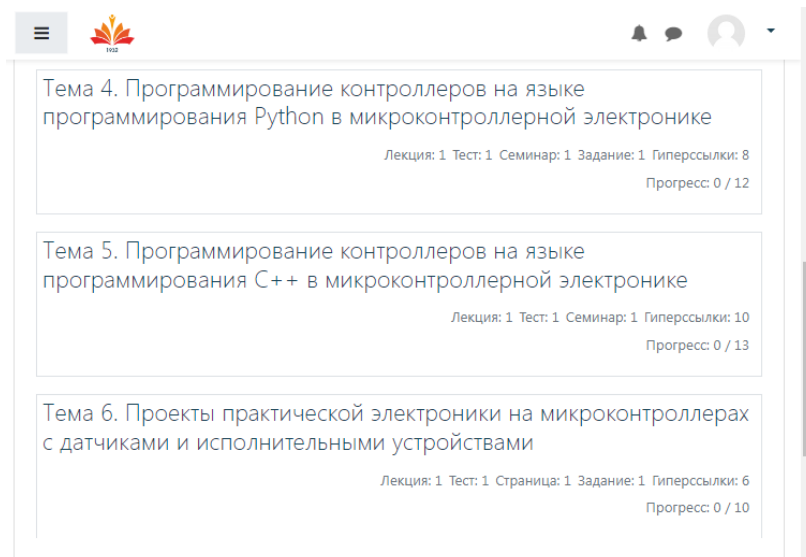


Рис. 3. Страница тематических модулей в составе материалов второй зачётной единицы дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

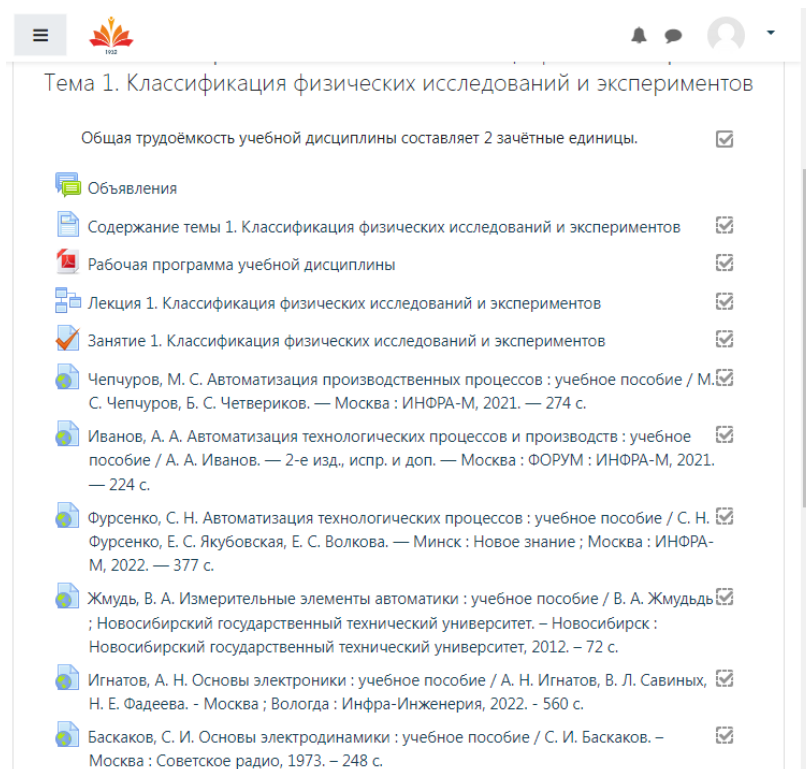


Рис. 4. Страница элементов первого тематического модуля в составе материалов первой зачётной единицы дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

дуля в составе материалов первой зачётной единицы дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 7 приведено изображение страницы элементов четвёртого тематического

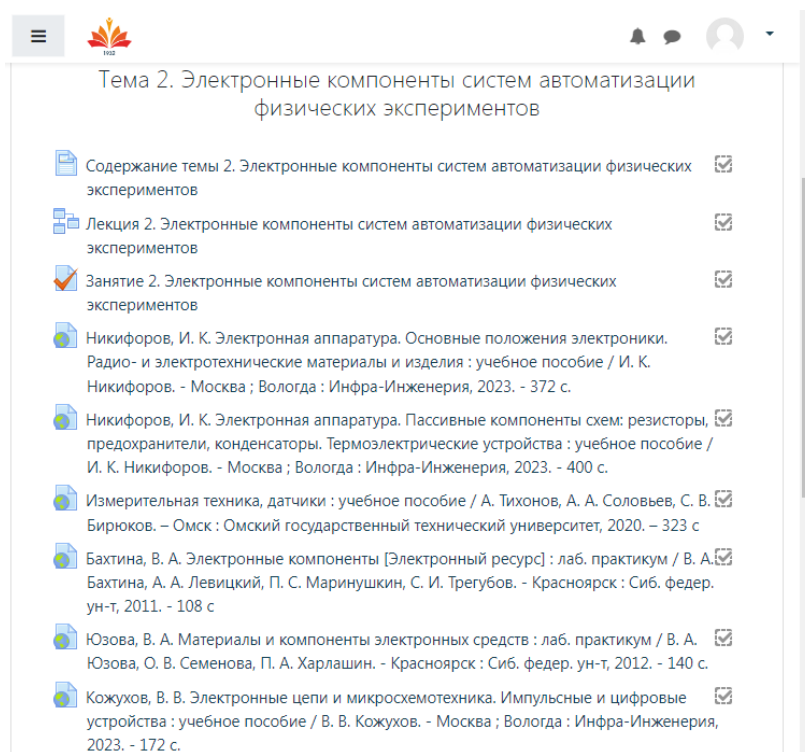


Рис. 5. Страница элементов второго тематического модуля в составе материалов первой зачётной единицы дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

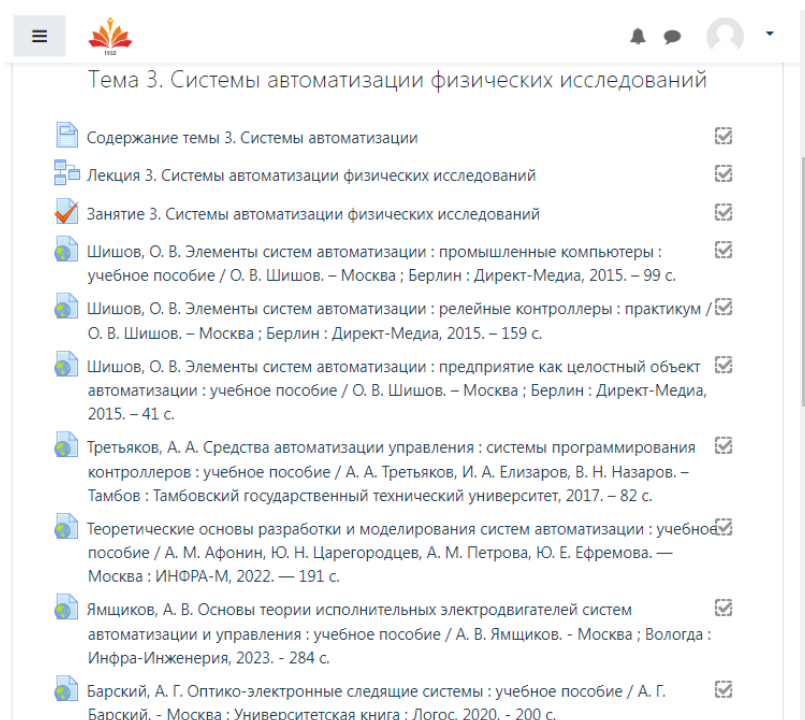


Рис. 6. Страница элементов третьего тематического модуля в составе материалов первой зачётной единицы дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

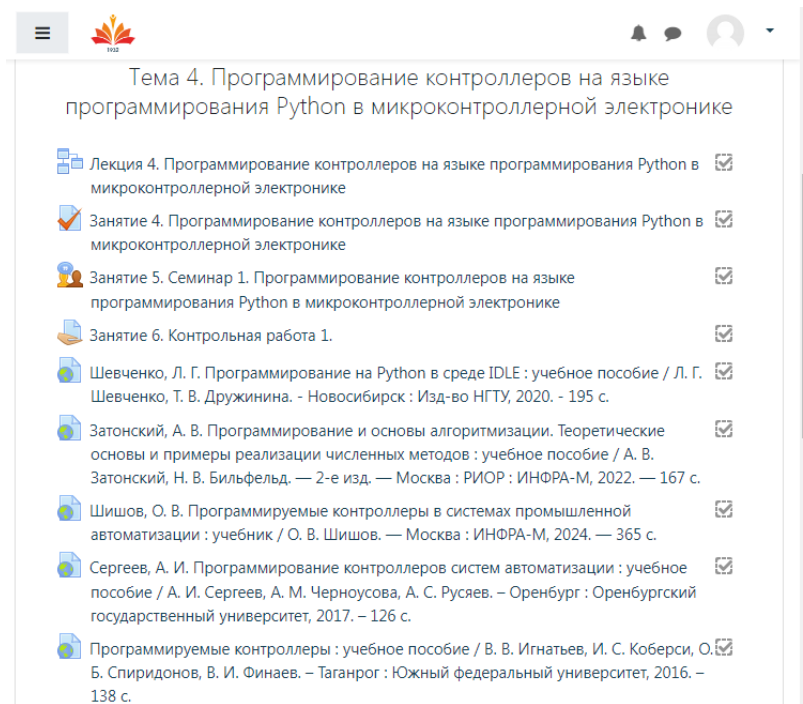


Рис. 7. Страница элементов четвёртого тематического модуля в составе материалов второй зачётной единицы дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

модуля в составе материалов второй зачётной единицы дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

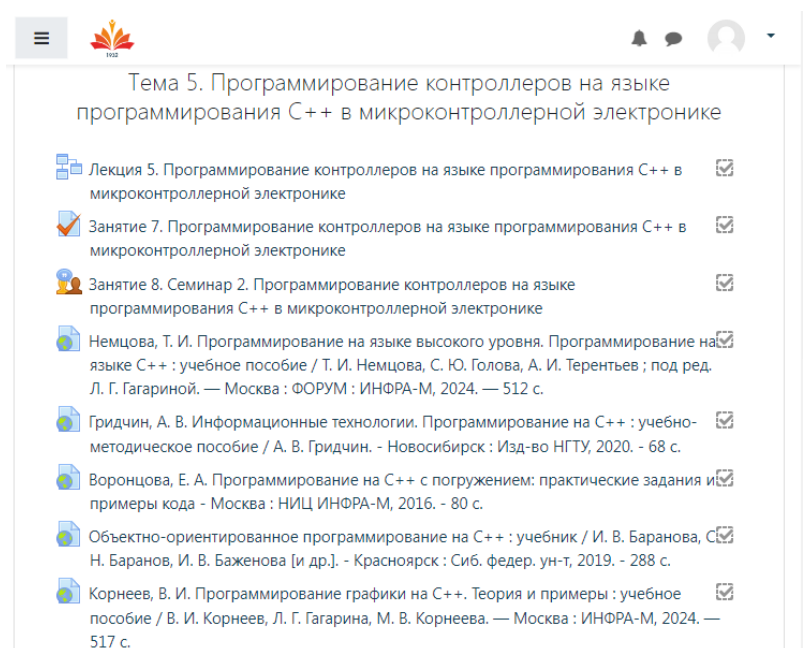


Рис. 8. Страница элементов пятого тематического модуля в составе материалов второй зачётной единицы дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 8 приведено изображение страницы элементов пятого тематического модуля в составе материалов второй зачётной единицы дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

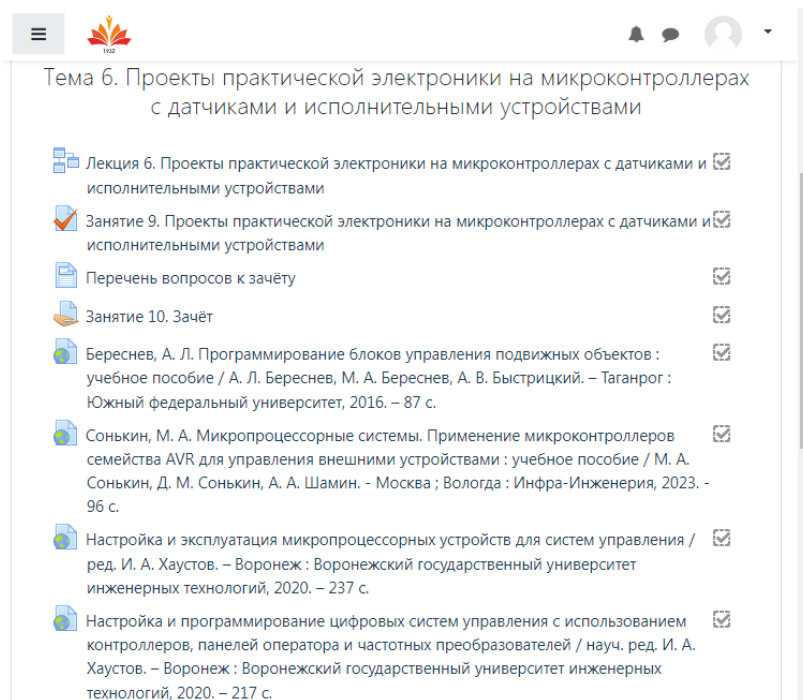


Рис. 9. Страница элементов шестого тематического модуля в составе материалов второй зачётной единицы дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 9 приведено изображение страницы элементов шестого тематического модуля в составе материалов второй зачётной единицы дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 10 приведено изображение страницы с перечнем вопросов к зачёту в составе дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

Заключение

Исследование показало, что разработка дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований является актуальной и необходимой задачей в современном мире. В результате исследования был успешно разработан и апробирован дистанционный курс по автоматизации физических экспериментов. Курс предлагает прогрессивный подход к обучению, эффективно совмещая теоретическую подготовку с практическими навыками. Полученные результаты свидетельствуют о его высокой эффективности и значимости для образования в области физики и инженерии. Исследование позволило выявить потребности студентов и исследователей в области автоматизации физических экспериментов и исследований, а также разработать новые методы и инструменты для их реализации. Таким образом, исследование процесса разработки дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований имеет высокую теоретическую и практическую значимость.

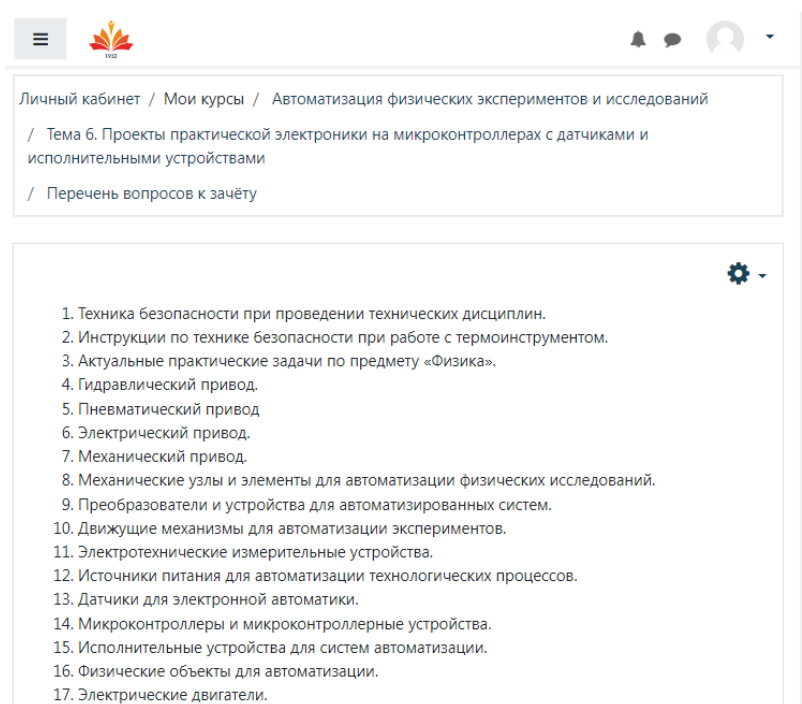


Рис. 10. Страница с перечнем вопросов к зачёту в составе дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

По результатам исследования можно сформулировать следующие выводы:

1. Разработка дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований является актуальной и необходимой задачей в современном мире.
2. Исследование позволило выявить потребности студентов и исследователей в области автоматизации физических экспериментов и исследований.
3. Разработка дистанционного курса с использованием современных технологий и инструментов автоматизации позволит существенно улучшить качество обучения и исследований в области физики.

Гипотеза исследования состояла в том, что разработка дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований позволит существенно улучшить качество обучения и исследований в области физики. На основании полученных результатов, можно сделать вывод, что гипотеза подтвердилась.

Исследование позволило расширить знания в области автоматизации физических экспериментов и исследований, а также разработать новые методы и инструменты для их реализации. Таким образом, степень реализации теоретической значимости исследования является высокой. Исследование позволило разработать дистанционный курс, который будет полезен студентам и исследователям в области физики, а также другим специальностям, где требуется автоматизация физических экспериментов и исследований. Таким образом, степень реализации практической значимости исследования является высокой.

На основании вышеизложенного, можно сделать вывод, что разработка дистанционного курса по автоматизации физических экспериментов и исследований является актуальной и необходимой задачей в современном мире. Исследование позволило выявить потребности студентов в области автоматизации физических экспериментов и исследований, а также разработать новые методы и инструменты для их реализации. Таким образом, исследование имеет высокую теоретическую и практическую значимость.


Список использованных источников


1. Simon-Marinica Adrian Bogdan, Vass Zoltan. Automation of physical experiments regarding explosions of air-methane mixtures // MATEC Web of Conferences. — 2020. — Vol. 305. — P. 00013. — URL: <http://dx.doi.org/10.1051/MATECCONF/202030500013>.
2. Perea Martins J. E. M. Automation experiments in physics laboratories // Physics education. — 2018. — jul. — Vol. 53, no. 5. — P. 055009. — URL: <http://dx.doi.org/10.1088/1361-6552/AACCD8>.
3. Tryputen Nikolay, Kuznetsov Vitaliy, Kuznetsova Yevheniia. About the possibility of researching the optimal automatic control system on a physical model of a thermal object // 2019 IEEE 2nd Ukraine conference on electrical and computer engineering. — IEEE, 2019. — jul. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/UKRCON.2019.8879830>.
4. Mirskaya V. A., Nazarevich D. A., I Bavov N. V. Automated experimental facility to investigate a complex of thermophysical properties of liquids and gases // High Temperature. — 2016. — mar. — Vol. 54, no. 2. — P. 223–228. — URL: <http://dx.doi.org/10.1134/S0018151X16020127>.
5. Automation of scientific experiments on digital-analog physical complex for investigation of processes in power systems / Yu. M. Gorsky [et al.] // 4th IFAC/IFIP International conference on digital computer applications to process control. — Springer Berlin Heidelberg, 1974. — P. 221–229. — ISBN: 9783642657986. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-65798-6_19.
6. Barlow G. E., Ovenstone J. A., Thonemann F. F. Automatic data processing in the physical sciences // Advances in electronics and electron physics. — Elsevier, 1959. — Vol. 11. — P. 185–223. — URL: [http://dx.doi.org/10.1016/S0065-2539\(08\)60995-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0065-2539(08)60995-6).
7. Shafigullin Inaz D., Denisov Evgeny S., Evdokimov Yury K. Automated system for physical fields measurements based on a quasi-distributed resistive sensor // 2021 International Ural conference on electrical power engineering. — IEEE, 2021. — sep. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/URALCON52005.2021.9559462>.
8. Clinard Kay. Distribution automation: research and the emergence of reality // IEEE Transactions on power apparatus and systems. — 1984. — aug. — Vol. PAS-103, no. 8. — P. 2071–2075. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/TPAS.1984.318515>.

Сведения об авторах:

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

E-mail: zheleznikovaliza200@gmail.com

ORCID iD  0000-0002-5854-1366

Web of Science ResearcherID  AGV-8100-2022

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

Development of a distance learning course on automation of physical experiments and research in the learning management system MOODLE

E. S. Zheleznikova 

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted August 19, 2024
Resubmitted August 27, 2024
Published September 12, 2024

Abstract. The results of the development of a distance course on automation of physical experiments and research in the learning management system MOODLE are presented. The history of the problem is associated with the growing need for distance learning and the need to ensure high-quality access to the results of physical experiments. The distance course on automation of physical experiments and research is designed to provide students with the opportunity to gain knowledge in the field of automation of physical experiments and research, regardless of their location. The main result of the study is the creation of a distance course that includes theoretical material and practical tasks. The practical significance of the study is that the developed distance course can be used to teach students at universities in the field of physics and automation of technological production.

Keywords: course, distance learning course, automation, physical experiment, physical research, knowledge control element, training of specialists

References

1. Simon-Marinica Adrian Bogdan, Vass Zoltan. Automation of physical experiments regarding explosions of air-methane mixtures // MATEC Web of Conferences. — 2020. — Vol. 305. — P. 00013. — URL: <http://dx.doi.org/10.1051/MATECONF/202030500013>.
2. Perea Martins J. E. M. Automation experiments in physics laboratories // Physics education. — 2018. — jul. — Vol. 53, no. 5. — P. 055009. — URL: <http://dx.doi.org/10.1088/1361-6552/AACCD8>.
3. Tryputen Nikolay, Kuznetsov Vitaliy, Kuznetsova Yevheniia. About the possibility of researching the optimal automatic control system on a physical model of a thermal object // 2019 IEEE 2nd Ukraine conference on electrical and computer engineering. — IEEE, 2019. — jul. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/UKRCON.2019.8879830>.
4. Mirskaya V. A., Nazarevich D. A., Ibovov N. V. Automated experimental facility to investigate a complex of thermophysical properties of liquids and gases // High Temperature. — 2016. — mar. — Vol. 54, no. 2. — P. 223–228. — URL: <http://dx.doi.org/10.1134/S0018151X16020127>.

5. Automation of scientific experiments on digital-analog physical complex for investigation of processes in power systems / Yu. M. Gorsky [et al.] // 4th IFAC/IFIP International conference on digital computer applications to process control. — Springer Berlin Heidelberg, 1974. — P. 221–229. — ISBN: 9783642657986. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-65798-6_19.
6. Barlow G. E., Ovenstone J. A., Thonemann F. F. Automatic data processing in the physical sciences // Advances in electronics and electron physics. — Elsevier, 1959. — Vol. 11. — P. 185–223. — URL: [http://dx.doi.org/10.1016/S0065-2539\(08\)60995-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0065-2539(08)60995-6).
7. Shafigullin Ilnaz D., Denisov Evgeny S., Evdokimov Yury K. Automated system for physical fields measurements based on a quasi-distributed resistive sensor // 2021 International Ural conference on electrical power engineering. — IEEE, 2021. — sep. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/URALCON52005.2021.9559462>.
8. Clinard Kay. Distribution automation: research and the emergence of reality // IEEE Transactions on power apparatus and systems. — 1984. — aug. — Vol. PAS-103, no. 8. — P. 2071–2075. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/TPAS.1984.318515>.

Information about authors:

Elizaveta Sergeevna Zheleznikova — 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: zheleznikovaliza200@gmail.com

ORCID iD  0000-0002-5854-1366

Web of Science ResearcherID  AGV-8100-2022

Научная статья
УДК 378.147
ББК 74.489
ГРНТИ 14.35.09
ВАК 5.8.2.
PACS 01.40.-d
OCIS 000.2060
MSC 00A79

Разработка онлайн-курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях

П. П. Карасева  ¹

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

Поступила в редакцию 22 августа 2024 года
После переработки 24 августа 2024 года
Опубликована 12 сентября 2024 года

Аннотация. Представлены результаты разработки модульной структуры онлайн-курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях. Целью работы является описание и научно-методическое обоснование процесса разработки онлайн-курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях, который будет способствовать формированию у студентов базовых знаний и навыков в области квантовой физики наносистем и нанотехнологий. Проведено описание избранные элементы содержания онлайн-курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях с учётом особенностей дистанционного обучения в университетах. Курс по физике наносистем и наноустройств способствует формированию критического мышления и навыков самостоятельной работы с научной литературой по нанотехнологии.

Ключевые слова: физика, нанотехнологии, наносистема, наноустройство, курс, онлайн-курс, элемент курса, элемент контроля знаний

Введение

Развитие нанотехнологий является одним из приоритетных направлений научно-технического прогресса, что обуславливает необходимость подготовки квалифицированных специалистов в области нанотехнологий. Онлайн-курсы предоставляют возможность получить качественное образование в области нанотехнологий без необходимости постоянного посещения учебного заведения, что особенно актуально для студентов, проживающих в отдалённых регионах или имеющих другие обязательства. Использование современных технологий в образовательном процессе способствует повышению мотивации студентов и делает обучение более интересным и эффективным.

¹E-mail: karassiic1407@mail.ru

Целью работы является описание и научно-методическое обоснование процесса разработки онлайн-курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях, который будет способствовать формированию у студентов базовых знаний и навыков в области квантовой физики наносистем и нанотехнологий.

Задачи исследования:

1. написать обзор литературы по основным понятиям и физическим принципам физики наносистем и наноустройств в современных технологиях,
2. разработать модульную структуру онлайн-курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях, учитывая особенности дистанционного обучения в университетах,
3. разработать элементы содержания онлайн-курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях, учитывая особенности дистанционного обучения в университетах.

Объектом исследования является онлайн-курс физики наносистем и наноустройств в современных технологиях. Предметом исследования является процесс разработки курса физики наносистем и наноустройств, изготавливаемых с помощью современных технологий.

В качестве метода исследования будет использован аналитический метод к разработке материалов онлайн-курса по физике наносистем и наноустройств, а также метод сравнительного анализа при реализации элементов контроля знаний в составе онлайн-курса по физике наносистем и наноустройств.

Научная новизна исследования состоит в том, что создание комплексного и систематического изложения основных принципов и методов физики наносистем и нанотехнологий, которое ранее не было представлено в таком объёме в онлайн-курсах в области нанотехнологий.

Гипотеза исследования состоит в том, что если применять элементы курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях, то можно построить систему подготовки, которая будет эффективной, а курс по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях имеет ряд преимуществ перед другими формами обучения.

Теоретическая значимость онлайн-курса по физике наносистем и наноустройств заключается в систематизации и обобщении знаний в области нанотехнологий, изучении их свойств, методов исследования и возможностей применения. Курс способствует формированию критического мышления и навыков самостоятельной работы с научной литературой, а также стимулирует интерес студентов к нанотехнологиям. Кроме того, теоретическая значимость курса заключается в возможности его использования как основы для дальнейшего углубленного изучения нанотехнологий и подготовки специалистов в этой области, а также в интернационализации образования и развитии научных исследований в области нанотехнологий.

Практическая значимость онлайн-курса по физике наносистем и наноустройств заключается в возможности его применения для обучения студентов и специалистов в области нанотехнологий, а также для популяризации научных знаний в этой сфере. Курс также может быть использован для создания и развития образовательных программ в области нанотехнологий, как в рамках высших учебных заведений, так и на уровне дополнительного образования. Кроме того, данный курс может быть полезен для организации научных исследований и разработок в области нанотехнологий, а также для формирования стратегии развития нанотехнологий в различных отраслях промышленности и науки.

Обзор курсов по физике наносистем и наноустройств

Наноразмерные материалы демонстрируют уникальные свойства, такие как увеличенная площадь поверхности и измененное трение, которые имеют решающее значение для разработки современных наноустройств [1]. Наноустройства и наномашин в наномасштабной биофизике фокусируются на разработке и применении наноустройств и наномашин в медицинской биофизике. В статье [1] обсуждаются наноустройства и наномашин в биофизике, особое внимание уделяется их применению в наномедицине, плазмонике, визуализации и терапии рака, подчеркивая значимость нанотехнологий в современных технологиях. Поведение наноразмерных электронных устройств существенно отличается от поведения объёмных материалов из-за квантовых эффектов, таких как квантование энергии и интерференция электронных волн [2]. В работе [2] представлены физика и приложения транспорта в мезоскопических и наномасштабных электронных системах и устройствах. Эти принципы необходимы для проектирования электронных компонентов следующего поколения, включая углеродную наноэлектронику [2]. Применения в медицине включают целевые системы доставки лекарств и новые методы визуализации, использующие уникальные взаимодействия в наномасштабе [3]. В работе [3] основное внимание уделено применению идей и физических явлений нанофизики в онкологии и противовирусной терапии, с акцентом на использование наносистем как для визуализации опухолей, так и для борьбы с некоторыми типами опухолей. В статье [3] обсуждается применение нанофизики в современной медицине, с акцентом на онкологию, противовирусную терапию и доставку лекарств с помощью наносистем. Курсы по наноэлектронным системам и микроэлектромеханическим системам разрабатываются с целью охватить квантовую механику, нанотехнологии и их применение в инженерии [4]. Эта образовательная структура готовит студентов к карьере в быстро меняющихся технологических ландшафтах, делая упор на практические навыки в нанопроизводстве и оценке устройств [4]. В статье [4] обсуждаются курсы по физике и технологии наноструктур, охватывающие квантовую механику, нанотехнологии и наноэлектронику, которые необходимы в современных технологиях, включающих наносистемы и наноустройства. Роль и значение квантовой механики, нанотехнологий, микроскопических систем, молекулярной инженерии, микроэлектроники и наноэлектроники, рассматриваются в статье [4], где обсуждается интеграция квантовой физики, электроники, микросистем и нанотехнологий в учебные программы по инженерии и нанофизике. В статье [5] обсуждаются принципы параметризации сложных нанообъектов, необходимые для понимания физики наносистем и наноустройств в современных технологиях с помощью методов интерполяции, корреляции и аппроксимации. В статье [5] рассматриваются общие принципы описания и параметризации сложных нанообъектов или наносистем, а также интерполяция по пространственным параметрам, корреляция свойств по набору нанообъектов одного типа, сокращенные описания с привлечением эффективных квантовых чисел и современные методы аппроксимации для получения интерполяционных формул. В статье [6] обсуждаются междисциплинарные приложения нанотехнологий, в том числе в физике, для разработки наносистем и наноустройств для доставки лекарств и биомедицинского использования. В статье [6] обсуждаются междисциплинарные приложения нанотехнологий, в том числе в физике, для разработки наносистем и наноустройств для доставки лекарств и биомедицинского использования. В работе [7] подчёркивается необходимость междисциплинарных знаний в области микросистем. Курс физики наносистем и наноустройств имеет решающее значение для понимания современных технологий, таких как технологии изготовления электромеханических микроустройств и систем. Разработка технологий в области электромеханических микроустройств и систем является очень сложной междисциплинарной задачей, которая требует глубоких знаний в различных технических и научных

областях, таких как технология полупроводниковых процессов, физика многоэнергетических доменных устройств, проектирование схем и систем. В работе [8] обсуждаются наноэлектромеханические системы в современных технологиях, подчеркиваются их потенциальные применения в метрологии, экологическом зондировании, науках о жизни и здравоохранении, что соответствует курсу физики наносистем. Чтобы проиллюстрировать появляющийся потенциал наносистем, описываются несколько достижений в области наноэлектромеханических систем, которые открывают огромные перспективы для приложений, охватывающих метрологию, экологическое зондирование, науки о жизни и здравоохранение. В работе [9] обсуждается преобразование наноустройств в наносистемы следующего поколения с использованием новых нанотехнологий, которые могут быть актуальны для курса физики наносистем. В работе [9] представлен обзор прогресса в реализации монолитных трёхмерных интегральных схем, ставшего возможным благодаря недавним достижениям в новых нанотехнологиях, таких как полевые транзисторы на основе углеродных нанотрубок и новых технологиях памяти, таких как резистивная оперативная память. В работе [10] обсуждаются будущие нанотехнологии и наноустройства, указывая на потенциальный курс в физике наносистем и наноустройств для современных технологий, чтобы решать возникающие проблемы. В работе [10] рассматриваются некоторые проблемы с использованием стиля обучающей презентации дорожной карты для классических КМОП-устройств и схем. В статье [11] показано, что наномасштабные системы смогут изготавливать широкий спектр структур, работая с высокой производительностью и точным молекулярным контролем, но их компоненты могут быть спроектированы и смоделированы уже сегодня. Продуктивные наносистемы используют точный молекулярный контроль для изготовления, предлагая понимание физики молекулярного изготовления, что имеет решающее значение для курсов по наносистемам и наноустройствам в современных технологиях.

Результаты разработки курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях

Опишем результаты разработки модульной структуры курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях. Общая трудоёмкость курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях составляет 2 зачётные единицы или 72 часа. Онлайн-курс по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях может быть дополнен актуальными сведениями в области нанотехнологий, демонстрацией реальных проектов и кейсов успешных стартапов в области нанотехнологий, а также интерактивными заданиями и тестами для закрепления материала по курсу физики наносистем и наноустройств. Курс физики наносистем и наноустройств является ключевым в современных технологиях, объединяя принципы из нанофизики и наноэлектроники. Этот междисциплинарный подход способствует инновациям в различных областях, включая электронику и материаловедение. Хотя акцент на наносистемах является многообещающим, сохраняются проблемы с масштабируемостью и интеграцией в существующие технологии, что требует постоянных исследований и разработок в этой динамичной области. Для проведения исследования будет использован комплексный подход, включающий анализ литературы, разработку онлайн-курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях, проведение педагогического эксперимента и анализ полученных результатов. Курс включает в себя лекции, практические занятия и семинары. Лекции посвящены основам физики наносистем, квантовой механике, статистической физике, квантовой теории твёрдого тела и другим темам. Практические занятия направлены на развитие навыков решения задач и анализа данных по физическим свойствам наноматериалов. Семинары дают возможность обсудить результаты изучения свойств наносистем. Курс предназначен для студентов,

изучающих нанотехнологии и их применение в современных технологиях. Курс поможет углубить знания в области физики наносистем и наноустройств, а также развить навыки работы с наноматериалами и нанотехнологиями. Онлайн-курс по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях охватывает следующие темы: термины и определения нанотехнологии, продукция наноиндустрии, история развития нанотехнологий, Российские нанотехнологии, первичные наноматериалы, направления реализации нанотехнологии.

Приведём описание избранных элементов онлайн-курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях.

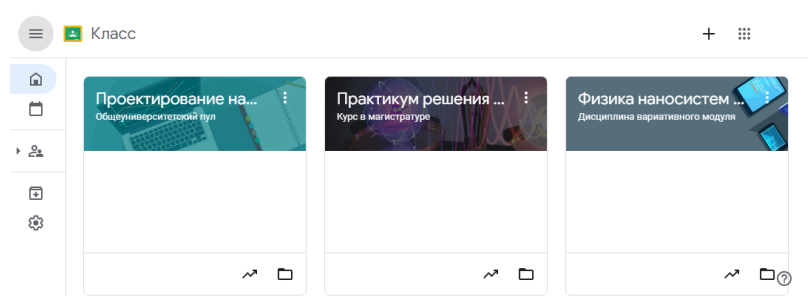


Рис. 1. Входная страница курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях.

На рис. 1 приведено изображение входной страницы курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях.

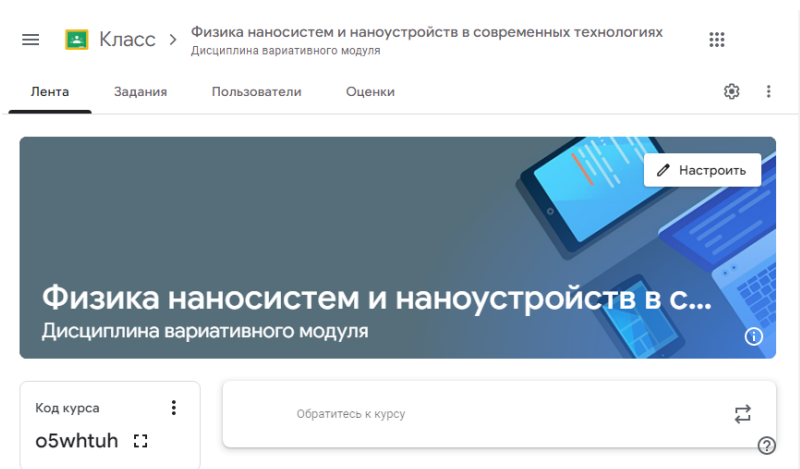


Рис. 2. Лента курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях.

На рис. 2 приведено изображение ленты онлайн-курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях.

На рис. 3 приведено изображение страницы элементов первой темы по терминам и определениям нанотехнологий в составе курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях.

На рис. 4 приведено изображение гипертекстовой страницы элементов второй темы по продукции наноиндустрии в составе курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях.

На рис. 5 приведено изображение гипертекстовой страницы элементов третьей темы по истории развития нанотехнологий в составе курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях.

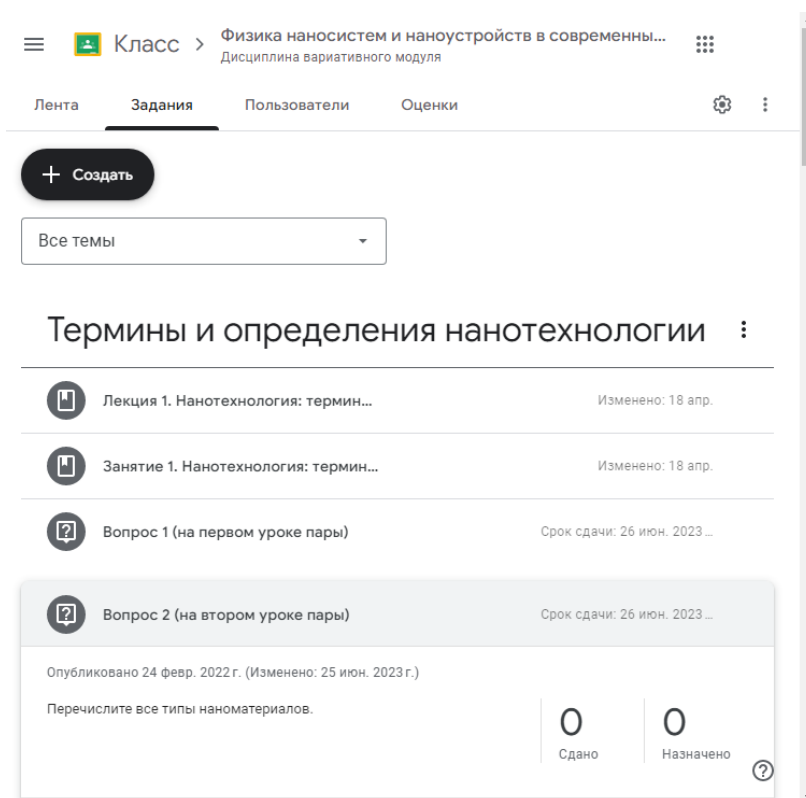


Рис. 3. Элементы первой темы по терминам и определениям нанотехнологий в составе курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях.

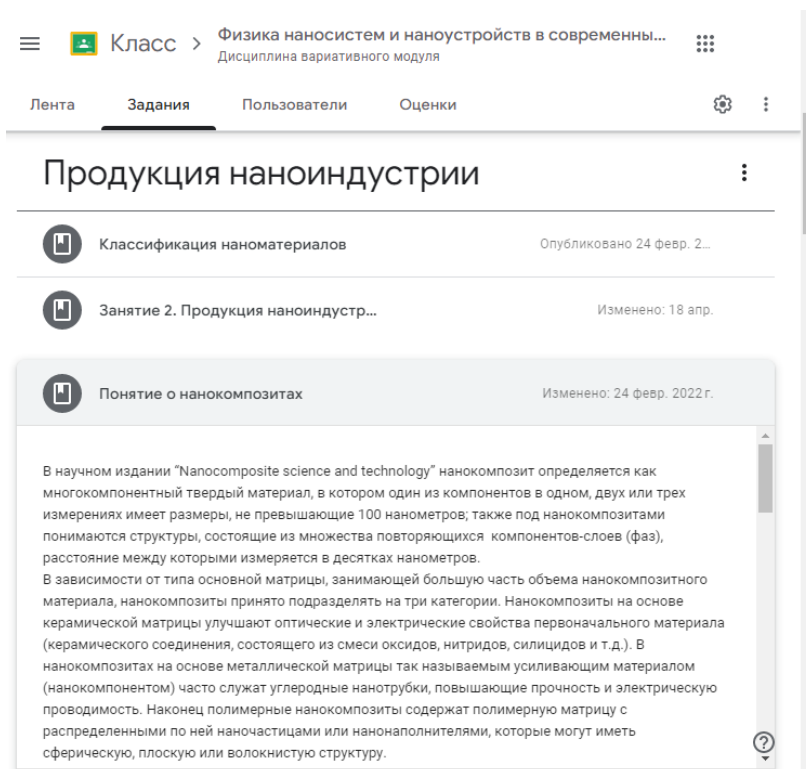


Рис. 4. Элементы второй темы по продукции nanoиндустрии в составе курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях.

На рис. 6 приведено изображение гипертекстовой страницы элементов четвёртой темы по Российским нанотехнологиям в составе курса по физике наносистем и нано-

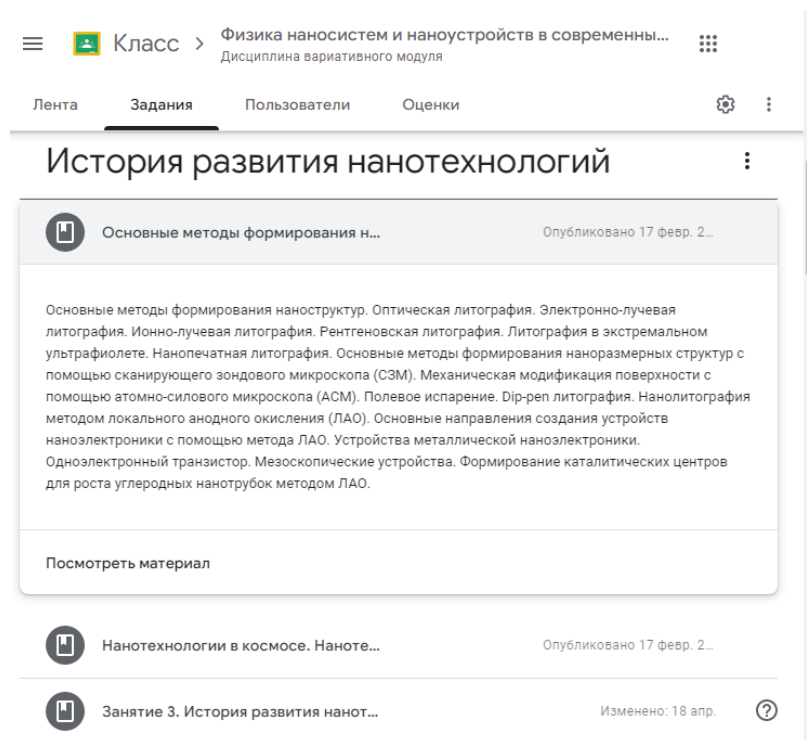


Рис. 5. Элементы третьей темы по истории развития нанотехнологий в составе курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях.

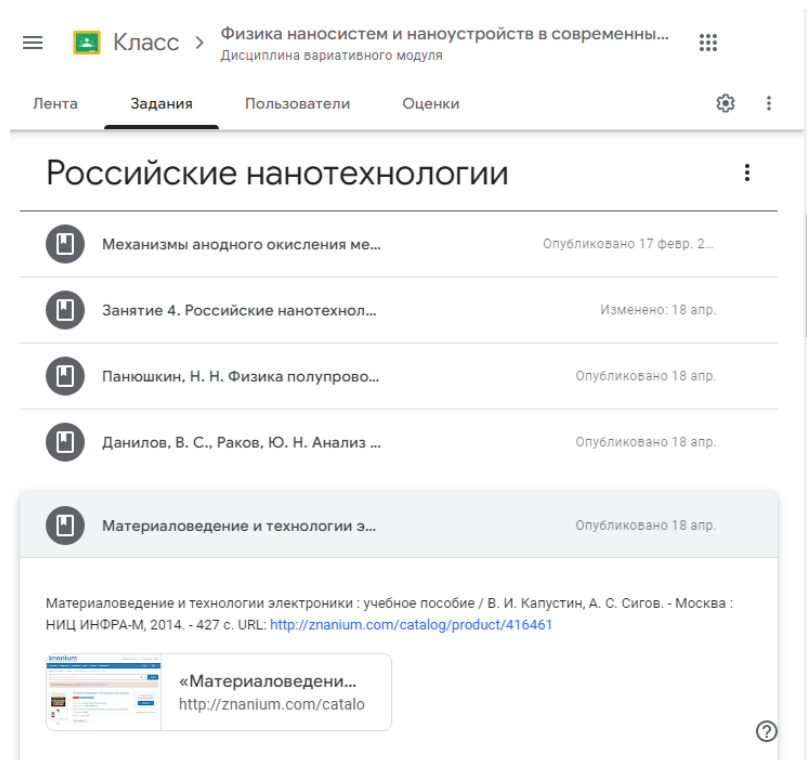


Рис. 6. Элементы четвёртой темы по Российским нанотехнологиям в составе курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях.

устройств в современных технологиях.

На рис. 7 приведено изображение гипертекстовой страницы элементов пятой темы по первичным наноматериалам в составе курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях.

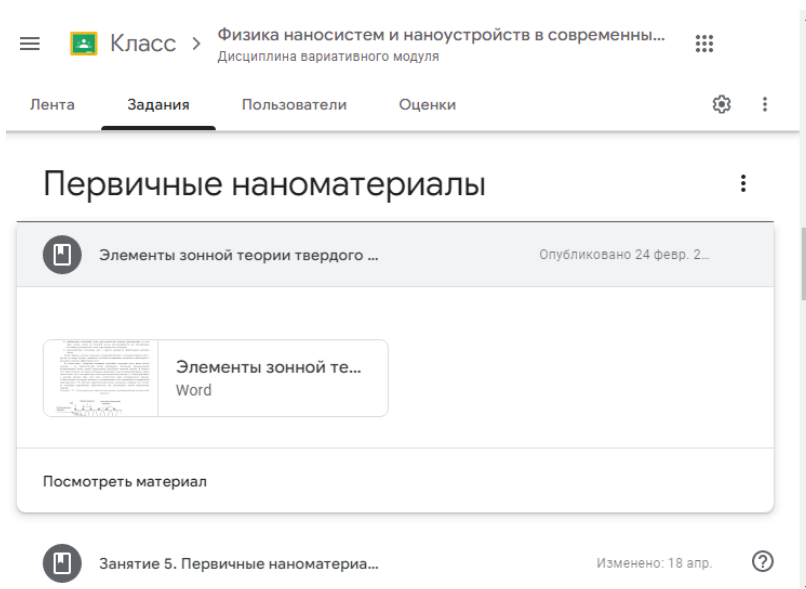


Рис. 7. Элементы пятой темы по первичным наноматериалам в составе курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях.

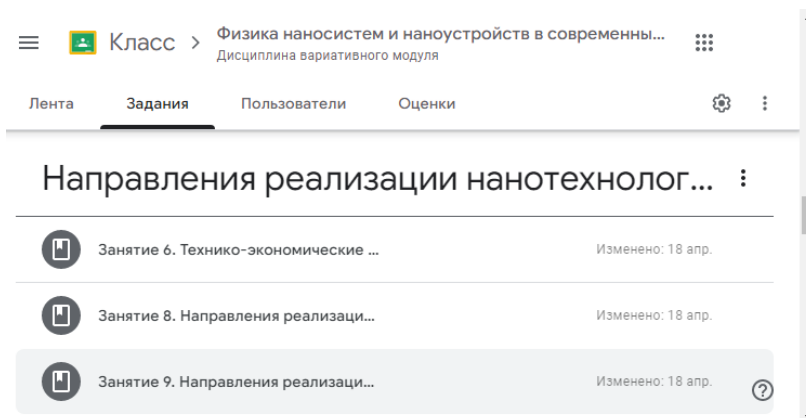


Рис. 8. Элементы шестой темы по направлениям реализации нанотехнологий в составе курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях.

На рис. 8 приведено изображение гипертекстовой страницы элементов шестой темы по направлениям реализации нанотехнологий в составе курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях.

Далее приведём примеры заданий в составе курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях.

Задание 1. Изучите основные свойства и методы исследования наносистем, а также принципы работы нанoeлектронных устройств. Создайте модель нанoeлектронного устройства (например, нанотранзистора или наносенсора) и исследуйте его характеристики с помощью компьютерного моделирования. Обобщите полученные результаты и представьте их в виде доклада или презентации.

Задача 2. Изучите применение нанотехнологий в медицине и биологии. Разработайте научный проект использования наноструктурных материалов или устройств в медицинских целях (например, для диагностики или лечения заболеваний). Обоснуйте целесообразность и эффективность использования нанотехнологий в данной области, учитывая возможные риски и проблемы.

Wiki-элемент. Создайте и оформите статью для вики-энциклопедии на тему «На-

потехнологии в медицине», отразив в ней основные направления применения нанотехнологий в медицинской диагностике, лечении и профилактике заболеваний, а также перспективы и этические аспекты их использования.

Далее приведём вопросы семинарских занятий курса физики наносистем и наноразмерных устройств в современных технологиях.

Семинар 1. Каковы основные свойства наносистем и как они отличаются от свойств обычных систем, Какие методы используются для исследования наносистем? Как свойства материалов изменяются при переходе от макроскопического уровня к наноразмерному?

Семинар 2. Что такое наноэлектронные устройства и как они работают? Какие основные типы наноэлектронных устройств существуют? Какие технологии используются для создания наноэлектронных устройств?

Семинар 3. Что такое углеродные нанотрубки? Как углеродные нанотрубки используются в нанотехнологиях?

Семинар 4. Что такое сканирующая зондовая микроскопия и как она используется для исследования наносистем? Какие новые возможности для диагностики и терапии открывает использование нанотехнологий в медицине? Как нанотехнологии могут помочь в решении экологических проблем? Какие этические и социальные проблемы связаны с развитием нанотехнологий? Каковы перспективы развития нанотехнологий и какие новые возможности они могут открыть в будущем?

Заключение

Онлайн-курс по физике наносистем и наноразмерных устройств в современных технологиях является актуальным и востребованным в современном образовательном пространстве, поскольку нанотехнологии играют ключевую роль в развитии многих отраслей науки и техники. Структура и содержание курса обеспечивают комплексное и систематическое изложение основных принципов и методов физики наносистем и нанотехнологий, включая изучение их свойств, методов исследования, а также возможностей их применения в различных областях. Использование современных образовательных технологий, таких как интерактивные задания, видеоматериалы, презентации и онлайн-тестирование, позволяет сделать процесс обучения более эффективным и привлекательным для студентов. Включение в курс информации о последних достижениях и тенденциях в области нанотехнологий стимулирует интерес студентов к данной тематике и способствует их профессиональному росту. Курс способствует формированию у студентов критического мышления и навыков самостоятельной работы с научной литературой, что является важным компонентом современного образования. Разработка и внедрение онлайн-курсов по физике наносистем и наноразмерных устройств способствует интернационализации образования, так как такие курсы могут быть доступны студентам со всего мира. Данный курс может служить основой для дальнейшего углубленного изучения нанотехнологий и подготовки специалистов в этой области. Использование онлайн-курсов позволяет сделать образовательный процесс более гибким и адаптивным к индивидуальным потребностям студентов, учитывая их занятость и возможности для обучения. Онлайн-курсы по физике наносистем и наноразмерных устройств могут быть полезны не только студентам, но и специалистам в различных отраслях, которые хотят получить новые знания и навыки в области нанотехнологий. Создание и развитие онлайн-курсов стимулирует научные исследования в области нанотехнологий, так как преподаватели могут использовать эти курсы для популяризации результатов и привлечения внимания к исследованиям.

Онлайн-курс по физике наносистем и наноразмерных устройств является важным инструментом для изучения современных нанотехнологий и их применения в различных отрас-

лях науки и промышленности. Онлайн-курс по физике наносистем и наноустройств позволяет студентам получить знания о наноматериалах, их физических свойствах и возможностях использования в наноэлектронике.

Написанный обзор научных работ по теме, связанной с исследованиями по физике наноразмерных систем и устройств, показал актуальность разработки онлайн-курса по учебной дисциплине «Физика наносистем и наноустройств в современных технологиях». Написанный обзор научных работ по теме, связанной с исследованиями в области нанотехнологий, позволил наполнить структуру курса по учебной дисциплине «Физика наносистем и наноустройств в современных технологиях».

Выводы по работе можно сформулировать следующим образом:

1. разработанные элементы в виде лекций и материалов содержат необходимые теоретические сведения для изучения курса по учебной дисциплине «Физика наносистем и наноустройств в современных технологиях»,
2. разработанная система заданий и вопросов, семинаров позволяет контролировать знания в онлайн-курсе по учебной дисциплине «Физика наносистем и наноустройств в современных технологиях»,
3. разработанный курс по учебной дисциплине «Физика наносистем и наноустройств в современных технологиях» может быть использован на педагогическом управлении подготовки с профилями по физике и математике, физике и информатике, физике и астрономии.

Задачи работы решены полностью.

Гипотеза исследования, состоящая в том, что если применять элементы курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях, то можно построить систему подготовки, которая будет эффективной, а курс по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях имеет ряд преимуществ перед другими формами обучения, подтверждена полностью.

Использование современных образовательных технологий и методов обучения физике наносистем и наноустройств в современных технологиях, таких как интерактивные задания, видеоматериалы и онлайн-тестирование, для повышения эффективности обучения и мотивации студентов к изучению физики наносистем и наноустройств в современных технологиях. Включение в курс актуальной информации о последних достижениях и тенденциях в области физики наносистем и нанотехнологий, что позволяет студентам быть в курсе последних научных открытий и стимулирует их профессиональное развитие. Онлайн-курс может быть использован для привлечения студентов к изучению нанотехнологий.

Список использованных источников


1. Nanodevices and nanomachines at the nanoscale biophysics / Semra Akgönüllü [et al.] // Biophysics at the nanoscale. — Elsevier, 2024. — P. 233–261. — ISBN: 9780443153594. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-443-15359-4.00003-6>.
2. Ferry David K. The world of nanoelectronics // Transport in semiconductor mesoscopic devices. — IOP Publishing, 2015. — aug. — P. 1–26. — ISBN: 9780750311021. — URL: <http://dx.doi.org/10.1088/978-0-7503-1103-8CH1>.
3. Lozovski V. Z., Lysenko V. S., Rusinchuk N. M. Nanophysics in modern medicine // Semiconductor physics, quantum electronics and optoelectronics. — 2022. — jun. — Vol. 25, no. 02. — P. 185–195. — URL: <http://dx.doi.org/10.15407/spqeo25.02.185>.


4. Nano and microelectromechanical systems courses / Sergey E. Lyshevski [et al.] // 2011 11th IEEE International conference on nanotechnology. — IEEE, 2011. — aug. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/NANO.2011.6144382>.
5. Aleksandrov V. S., Trunov N. N., Lobashev A. A. Systematizing and parametrizing nanosystems // Measurement techniques. — 2012. — oct. — Vol. 55, no. 7. — P. 763–769. — URL: <http://dx.doi.org/10.1007/S11018-012-0035-7>.
6. Emilian Leucuta Sorin. Nanotechnology for delivery of drugs and biomedical applications // Current Clinical Pharmacology. — 2010. — nov. — Vol. 5, no. 4. — P. 257–280. — URL: <http://dx.doi.org/10.2174/157488410793352003>.
7. Wachutka G. Computer simulations of microdevices and microsystems: gaining insights by visualizing physical concepts // Microelectronics education. — Springer Netherlands, 2000. — P. 91–94. — ISBN: 9789401595063. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-94-015-9506-3_20.
8. Roukes Michael. Nanoelectromechanical systems: a new opportunity for microelectronics // 2009 Proceedings of the European solid state device research conference. — IEEE, 2009. — sep. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/ESSDERC.2009.5331370>.
9. Transforming nanodevices to next generation nanosystems / Max Marcel Shulaker [et al.] // 2016 International conference on embedded computer systems: architectures, modeling and simulation. — IEEE, 2016. — jul. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/SAMOS.2016.7818360>.
10. Stanisavljevic Milos, Schmid Alexandre, Leblebici Yusuf. Nanotechnology and nanodevices // Reliability of nanoscale circuits and systems. — Springer New York, 2010. — sep. — P. 19–34. — ISBN: 9781441962171. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-6217-1_3.
11. Drexler K. Eric. Productive nanosystems: the physics of molecular fabrication // Physics education. — 2005. — jul. — Vol. 40, no. 4. — P. 339–346. — URL: <http://dx.doi.org/10.1088/0031-9120/40/4/003>.

Сведения об авторах:

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

E-mail: karassiic1407@mail.ru

ORCID iD  0009-0007-7205-0575

Web of Science ResearcherID  LDB-2733-2024

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

Development of an online course on the physics of nanosystems and nanodevices in modern technologies

P. P. Karaseva 

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted August 22, 2024
Resubmitted August 24, 2024
Published September 12, 2024

Abstract. The results of the development of a modular structure of an online course on the physics of nanosystems and nanodevices in modern technologies are presented. The aim of the work is to describe and provide scientific and methodological justification for the process of developing an online course on the physics of nanosystems and nanodevices in modern technologies, which will contribute to the formation of students' basic knowledge and skills in the field of quantum physics of nanosystems and nanotechnology. A description of selected elements of the content of the online course on the physics of nanosystems and nanodevices in modern technologies is given, taking into account the features of distance learning at universities. The course on the physics of nanosystems and nanodevices contributes to the formation of critical thinking and skills of independent work with scientific literature on nanotechnology.

Keywords: physics, nanotechnology, nanosystem, nanodevice, course, online course, course element, knowledge control element

References

1. Nanodevices and nanomachines at the nanoscale biophysics / Semra Akgönüllü [et al.] // Biophysics at the nanoscale. — Elsevier, 2024. — P. 233–261. — ISBN: 9780443153594. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-443-15359-4.00003-6>.
2. Ferry David K. The world of nanoelectronics // Transport in semiconductor mesoscopic devices. — IOP Publishing, 2015. — aug. — P. 1–26. — ISBN: 9780750311021. — URL: <http://dx.doi.org/10.1088/978-0-7503-1103-8CH1>.
3. Lozovski V. Z., Lysenko V. S., Rusinchuk N. M. Nanophysics in modern medicine // Semiconductor physics, quantum electronics and optoelectronics. — 2022. — jun. — Vol. 25, no. 02. — P. 185–195. — URL: <http://dx.doi.org/10.15407/spqeo25.02.185>.
4. Nano and microelectromechanical systems courses / Sergey E. Lyshevski [et al.] // 2011 11th IEEE International conference on nanotechnology. — IEEE, 2011. — aug. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/NANO.2011.6144382>.

5. Aleksandrov V. S., Trunov N. N., Lobashev A. A. Systematizing and parametrizing nanosystems // Measurement techniques. — 2012. — oct. — Vol. 55, no. 7. — P. 763–769. — URL: <http://dx.doi.org/10.1007/S11018-012-0035-7>.
6. Emilian Leucuta Sorin. Nanotechnology for delivery of drugs and biomedical applications // Current Clinical Pharmacology. — 2010. — nov. — Vol. 5, no. 4. — P. 257–280. — URL: <http://dx.doi.org/10.2174/157488410793352003>.
7. Wachutka G. Computer simulations of microdevices and microsystems: gaining insights by visualizing physical concepts // Microelectronics education. — Springer Netherlands, 2000. — P. 91–94. — ISBN: 9789401595063. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-94-015-9506-3_20.
8. Roukes Michael. Nanoelectromechanical systems: a new opportunity for microelectronics // 2009 Proceedings of the European solid state device research conference. — IEEE, 2009. — sep. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/ESSDERC.2009.5331370>.
9. Transforming nanodevices to next generation nanosystems / Max Marcel Shulaker [et al.] // 2016 International conference on embedded computer systems: architectures, modeling and simulation. — IEEE, 2016. — jul. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/SAMOS.2016.7818360>.
10. Stanisavljevic Milos, Schmid Alexandre, Leblebici Yusuf. Nanotechnology and nanodevices // Reliability of nanoscale circuits and systems. — Springer New York, 2010. — sep. — P. 19–34. — ISBN: 9781441962171. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-6217-1_3.
11. Drexler K. Eric. Productive nanosystems: the physics of molecular fabrication // Physics education. — 2005. — jul. — Vol. 40, no. 4. — P. 339–346. — URL: <http://dx.doi.org/10.1088/0031-9120/40/4/003>.

Information about authors:

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

E-mail: karassiic1407@mail.ru

ORCID iD  0009-0007-7205-0575

Web of Science ResearcherID  LDB-2733-2024

Научная статья
УДК 378.147
ББК 74.489
ГРНТИ 14.35.09
ВАК 5.8.2.
PACS 01.40.-d
OCIS 000.2060
MSC 00A79

Разработка дистанционного курса по квантовой фотонике в системе управления обучением MOODLE

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 22 августа 2024 года

После переработки 23 августа 2024 года

Опубликована 12 сентября 2024 года

Аннотация. Рассматриваются результаты разработки дистанционного курса по квантовой фотонике в виде дистанционного курса, созданного в системе управления обучением MOODLE. Дистанционный курс по квантовой фотонике посвящён изучению квантовых свойств наносистем и наноструктур в поле фотонов. Проведено описание основных функциональных возможностей дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. Рассматриваются методические особенности процесса разработки дистанционного курса по квантовой фотонике в системе управления обучением MOODLE, который может быть использован в вузовском курсе физики. Обсуждаются возможности модульной структуры дистанционного курса по квантовой фотонике.

Ключевые слова: фотоника, квантовая фотоника, курс, дистанционный курс, квантовые свойства наносистем, наноструктура, поле фотонов

Введение

Дистанционный курс по квантовой фотонике посвящён изучению фундаментальных идей квантовой механики и квантовой электродинамики наносистем и наноструктур в поле фотонов. Целью исследования является научно-методическое обоснование процесса разработки дистанционного курса по квантовой фотонике. Задача исследования состоит в разработке модульной структуры и заданий дистанционного курса по квантовой фотонике в системе управления обучением MOODLE. Объектом исследования является курс по квантовой фотонике. Предметом исследования является процесс создания информационных и контролирующих элементов дистанционного курса по квантовой фотонике в системе управления обучением MOODLE.

¹E-mail: sokolovavasilevna2002@inbox.ru

Гипотеза исследования состоит в том, что если использовать курс квантовой фотоники, основанный на комбинации теоретических методов и численных методов в процессе изучения квантовой фотоники, то можно повысить познавательный интерес студентов к квантовой оптике и фотонике.

Базой исследования курса по квантовой фотонике в системе управления обучением MOODLE является образовательный портал ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И. Н. Ульянова».

Обзор литературы по квантовой оптике и фотонике

Квантовая оптика — это область, которая исследует квантовое поведение электронов, взаимодействующих со светом, включая такие явления, как осцилляции Раби и полосы Рамсея @auxrussian@auxenglish[1]. Квантовая оптика связана с исследованием квантовомеханического поведения электронов, взаимодействующих с фотонами в веществе. В работе [1] обсуждаются осцилляции Раби, полосы Рамсея и диссипативные процессы во взаимодействии света и вещества. Эти квантовые явления используют физические свойства квантового света с низким уровнем шума для стимулирования научных открытий и технологических достижений, используя компоненты оптических телекоммуникаций для эффективных детекторов и манипулирования фотонами [2]. В статье [2] обсуждается, как квантовая оптика обеспечивает новые технологии, основанные на свете, включая безопасную связь, зондирование, моделирование и вычисления. Эта дисциплина выходит за рамки традиционных изображений и спектроскопии, предлагая новые каналы информации через статистику фотонов и орбитальный угловой момент, что имеет решающее значение для понимания процессов излучения в природных лазерных источниках и средах компактных объектов [3]. Квантовая оптика исследует дополнительные свойства света, помимо традиционных изображений и спектроскопии, предлагая понимание статистики фотонов, орбитального углового момента и процессов излучения в астрономических наблюдениях [3]. Квантовая оптика знакомит с фундаментальными концепциями квантовой механики, включая квантование электромагнитных полей, квантовые состояния света и квантовую запутанность, необходимые для квантовых вычислений [4]. В работе [4] представлены основные понятия квантовой оптики, включая квантование электромагнитных полей, квантовые состояния света, квантовые операции, измерения и квантовую запутанность. Квантовая оптика — это новая область, которая исследует взаимодействие отдельных квантов света с обычной материей, способствуя пониманию квантовой механики [5]. Роль света в эволюции квантовой механики полностью осознается благодаря появлению квантовой оптики, что стало важной вехой в понимании света как квантовой сущности [5]. Квантовая оптика рассматривает явления, которые можно формализовать, только рассматривая свет как потоки дискретных квантов энергии или фотонов. Квантовая оптика рассматривает свет как дискретные энергетические кванты, называемые фотонами. Квантовая оптика включает в себя моделирование оптических компонентов в рамках этой структуры, включая квантовые состояния света, зеркала, фотодетектирование и оптических полостей [6]. Квантовая оптика исследует квантовые явления во взаимодействиях света и материи, охватывая такие темы, как квантовые пропагаторы, неклассические состояния света и функции распределения фотонов, как обсуждается в работе [7]. В работе [7] рассматривается теория квантового пропагатора и нестационарных интегралов движения в квантовой оптике, а также свойства функции Вигнера, Q -функции и представления когерентного состояния. Пропагаторы и волновые функции свободной частицы, гармонического осциллятора и осциллятора с изменяющейся частотой изучаются с использованием нестационарных интегралов движения, линейных по положению и импульсу. В работе [7] рассмотрены такие неклассические состояния света (квантовых систем), как сжатые состояния, коррелированные состояния, чётные и

нечётные когерентные состояния (состояния кота Шрёдингера). В работе [7] приведены функции распределения фотонов мужского и женского состояний кота Шрёдингера, а также получена функция распределения фотонов сжатого вакуума с использованием теории осциллятора с варьирующимися параметрами. В работе [7] изучены свойства многовариантных полиномов Эрмита, используемых для описания многомодового сжатого и коррелированного света, а также полимодных кошек Шрёдингера. Холодные атомы и фотоны в оптических резонаторах образуют кристаллические структуры, что позволяет в реальном времени изучать явления твёрдого тела в наблюдаемых масштабах, демонстрируя потенциал квантовой оптики в этом контексте [8]. Квантовая оптика исследует фотонные корреляции, проверенные на нелокальность с использованием резонансной флуоресценции полупроводниковой квантовой точки, раскрывая богатый ландшафт двухфотонных корреляций [9]. Квантовая оптика фокусируется на оптических явлениях, объясняемых квантовой теорией, включая вакуумные флуктуации, статистику Бозе-Эйнштейна, состояния суперпозиции и нарушения неравенства Белла, демонстрируя фундаментальные квантовые эффекты в свете [10]. Квантовая оптика — это область исследований с довольно гибкими границами. В самом узком определении эта область ограничивается изучением тех оптических явлений, которые можно понять только с точки зрения квантовой теории света. Даже эта узкая область применения включает в себя богатое разнообразие эффектов, и в последнее время особенно поразительны достижения в использовании оптических экспериментов для демонстрации аспектов фундаментальной квантовомеханической теории, таких как вакуумные флуктуации, статистика Бозе-Эйнштейна, состояния суперпозиции в интерференции частиц и нарушении неравенства Белла [10]. Квантовая оптика предполагает генерацию сжатого света с уменьшенными квантовыми флуктуациями, что имеет решающее значение для квантовых информационных систем и точной метрологии, такой как детекторы гравитационных волн, как описано в статье [11]. «Сжатый» свет демонстрирует меньшие квантовые флуктуации, чем полное отсутствие света. Локализованные сжатые области теперь создаются с помощью инфракрасной световой волны и исследуются с беспрецедентным временным разрешением. Важным методом в области квантовой оптики является получение сжатого света, который имеет флуктуации ниже вакуумного предела, по крайней мере, либо по амплитуде, либо по фазе светового поля. Колебания одной из этих переменных можно уменьшить за счёт другой, что соответствует пределу неопределённости Гейзенберга. Такие сжатые состояния света имеют большое значение в квантовых информационных системах и прецизионной метрологии, включая детекторы гравитационных волн. В статье [11] открывают захватывающее направление в этой области, генерируя сжатый свет в переходных световых полях среднего инфракрасного диапазона и обнаруживая квантовые флуктуации непосредственно во временной области с помощью лазерных импульсов длительностью в несколько фемтосекунд. В статье [11] удаётся наблюдать сжатые и увеличенные квантовые флуктуации в соседних временных регионах. В отличие от существующих методов квантового обнаружения, квантовые свойства можно охарактеризовать без необходимости их усиления или изменения. Квантовая оптика исследует эффекты атомной когерентности и интерференции, такие как генерация без инверсии, состояния захвата и электромагнитно-индуцированная прозрачность, демонстрируя уникальные явления в атомной и радиационной физике [12]. Квантовая оптика с квантовыми газами исследует взаимодействие между светом и ультрахолодной материей на предельном квантовом уровне, где квантовая природа обоих компонентов одинаково важна во взаимодействиях [13].

Фотоника — это междисциплинарная область, объединяющая оптику и электронику, предлагающая огромный потенциал для улучшения различных технологий [14, 15]. Фотоника — это обширная область исследований, лежащая в основе многих различ-

ных областей науки и техники [14]. В статье [14] представлены разработка, внедрение и оценка нового преподаваемого курса по прикладной фотонике, призванного расширить навыки исследователей фотоники по интеграции аналоговой и программируемой цифровой электроники в фотонные системы. Фотоника — это область, которая потенциально может улучшить электронику за счёт использования фотонов в качестве носителя информации вместо электронов, что позволит ускорить обработку данных с меньшим энергопотреблением. В статье [15] обсуждаются различные применения фотоники в таких областях, как вычисления и нейронные сети. Фотоника предполагает использование фотонов вместо электронов для более эффективной обработки данных, причем его применение варьируется от оптоволоконной для систем связи до фотонных вычислений и нейронных сетей [16, 17]. Фотоника — это широкая тема, которая охватывает световые системы, используемые в различных технологиях, включая обработку сигналов для оптоволоконной, многоволновую передачу и достижения фотоники в медицине [16]. Фотоника описывается как важнейшая технология, играющая значительную роль в повседневной жизни [17]. Интеграция фотоники и вычислений сыграла решающую роль в развитии обеих областей, поскольку фотонные архитектуры позволяют выполнять вычисления, выходящие за рамки традиционных аппаратных возможностей [18]. Фотоника играет решающую роль в современной оптике, предлагая захватывающие возможности для высокоскоростной обработки данных, связи и вычислительных достижений. В статье [18] обсуждаются взаимные отношения между фотоникой и вычислениями, подчеркивая, как компьютеры способствовали развитию фотоники и как фотонные архитектуры открывают возможности для продвинутых вычислений. Связь между фотоникой и вычислениями является основой современной оптики и предметом передовых исследований на протяжении более полувека. Как и во многих научных дисциплинах, высокопроизводительные вычислительные методы стали необходимы для описания, проектирования, интерпретации и, в конечном итоге, прогнозирования поведения оптической системы, и сегодня широкая доступность высокопроизводительных фотонных компонентов является свидетельством того, как вычисления способствовали развитию фотоники [18]. В то же время фотонные архитектуры предлагают потрясающие возможности для проведения вычислений, выходящие за рамки современного вычислительного оборудования. Это устанавливает почти уникальную взаимную связь между фотоникой и вычислениями. Фотоника предполагает использование машинного обучения для обратного проектирования и определения характеристик фотонных устройств, повышения эффективности нанофотонных метаструктур и определения характеристик однофотонного эмиттера для более быстрого получения изображений со сверхвысоким разрешением [19]. Интеграция машинного обучения в обратное проектирование, изготовление и определение характеристик фотонных устройств приводит к ускорению вычислений на протяжении всего процесса проектирования устройств. В работе [19] сообщается об использовании машинного обучения для улучшения обратного проектирования нанофотонных метаструктур и ускорения определения характеристик однофотонных эмиттеров при разреженных измерениях. Фотонику можно определить как науку об использовании света для выполнения функций, которые обычно выполняет электроника, например обработки информации [20]. Название «Фотоника» происходит от греческого слова «photos», означающего «свет», и фотоника тесно связана с «оптикой» как «наукой о свете» в классическом смысле как волна (классическая оптика) и в квантовом смысле как частица (квантовая оптика). С развитием лазеров и передачи данных термин «фотоника» был введён из-за необходимости описать область исследований, целью которой было использование света для выполнения функций, которые обычно входят в область электроники, такая как обработка информации. Следовательно, фотонику можно определить как науку, занимающуюся генерацией, передачей, уси-

лением, обнаружением, модуляцией и манипулированием фотонами [20]. Фотоника в этом контексте означает нанесение случайных и взаимозависимых фазовых структур на лазерные лучи, как описано в статье [21].

Недавние достижения в области кремниевых кольцевых резонаторов стимулировали разработку топологических решёток для фотонов с потенциальным применением в интегрированных фотонных устройствах. Черпая вдохновение из ультрахолодных атомов, в работе [22] предлагается, как такие массивы можно расширить до дополнительного синтетического измерения путём объединения различных мод каждого кольцевого резонатора. Таким образом, цепочка одномерных резонаторов может стать эффективной двумерной системой, а массив трехмерных резонаторов может использоваться как четырехмерная фотонная решетка. В качестве примера эффективности этого подхода в работе [22] обсуждается, как впервые экспериментально реализовать оптический аналог четырёхмерного квантового эффекта Холла. Это открывает путь к исследованию решеток более высокой размерности в интегрированной фотонике. Фотоника в этом контексте относится к исследованию решеток более высокой размерности в интегрированной фотонике, включая потенциальную реализацию четырёхмерного квантового эффекта Холла с использованием массивов кольцевых резонаторов [22].

Фотоника — это область, которая предлагает преимущества перед аналоговой и цифровой электроникой, такие как низкие потери при распространении в оптоволокне и широкая полоса пропускания. Аналоговая оптика, обычно называемая микроволновой фотоникой [23], представляет собой область с многолетней историей, которая предлагает широко известные преимущества по сравнению с аналоговой и цифровой электроникой. Двумя наиболее важными особенностями в большинстве, если не во всех, случаях развертывания являются низкие потери при распространении по оптоволокну и широкая полоса пропускания [24]. Действительно, индустрия массовой оптоволоконной связи родилась в результате одновременного использования этих двух преимуществ по сравнению с другими средствами передачи сигнала. Платформы авионики предоставляют множество путей аналогового сигнала, но отсутствие больших расстояний передачи затрудняет внедрение технологии микроволновой фотоники. То есть потеря коэффициента шума при преобразовании между электронной и оптической областью не компенсируется на типичных расстояниях авиационной передачи. Однако за последние шесть лет наблюдался быстрый рост исследований методов микроволновой фотоники для подавления радиочастотных помех, которые не обязательно используют преимущества низких потерь в оптоволокне. Такие методы могут принести пользу военным и коммерческим бортовым платформам. В статье [24] рассматривается современное состояние фотоники для снижения радиочастотных помех, что позволяет предположить, что многоуровневый подход с использованием фотоники, аналоговой электроники и цифровой электроники имеет большой потенциал. В статье [24] обсуждается потенциал использования фотонных методов для подавления радиочастотных помех на военных и коммерческих авиационных платформах.

Топологическая фотоника сочетает фотонику с глубоким обучением для моделирования сложных систем, обеспечивая новые свойства, такие как однонаправленное распространение волн и манипулирование фотонами, для передовых нанофотонных устройств [25]. В статье [25] рассматривается конкретная область, которая сочетает в себе топологическую фотонику и глубокое обучение. Недавний прогресс топологической фотоники привлек огромный интерес благодаря её новым и экзотическим свойствам, таким как однонаправленное распространение электромагнитных волн и надёжное манипулирование фотонами. Ожидается, что эти явления удовлетворят растущие потребности в нанофотонных устройствах следующего поколения. Однако моделирование и проектирование таких очень сложных систем является сложной задачей. Недавно глу-

бокое обучение, подмножество методов машинного обучения, использующих алгоритмы нейронных сетей, было введено в область нанофотоники как эффективный способ уловить сложную нелинейную взаимосвязь между параметрами конструкции и соответствующими им оптическими свойствами. В частности, среди различных областей нанофотоники приложения глубокого обучения топологической фотоники, основанные на моделях нейронных сетей, показали удивительные результаты в определении глобальных свойств материала топологических систем. В статье [25] представлены фундаментальные концепции топологической фотоники и основы глубокого обучения, применяемые параллельно к нанофотонике. После этого обсуждаются недавние исследования приложений глубокого обучения в топологических системах с использованием моделей нейронных сетей. Также обсуждаются резюме и перспективы, показывающие потенциал использования подходов, основанных на данных, в исследованиях топологической фотоники и общей физики.

Фотоника — это наука и технология генерации, обнаружения и управления фотонами (световыми частицами) для различных приложений, таких как передача данных, датчики и оптоэлектроника, как обсуждается в статье [26]. Свет нашел применение в передаче данных, например, в оптических волокнах и волноводах, а также в оптоэлектронике. Он состоит из серии электромагнитных волн с поведением частиц. Фотоника предполагает правильное использование света в качестве инструмента на благо человека. Он происходит от корня слово «фотон», которое означает мельчайшую частицу света, аналогичную электрону в электричестве. Фотоника имеет широкий спектр научных и технологических применений, которые практически безграничны и включают медицинскую диагностику, органический синтез, связь, а также энергию термоядерного синтеза. качество жизни во многих областях, таких как связь и информационные технологии, передовое производство, оборона, здравоохранение, медицина и энергетика. Методы передачи сигналов, используемые в беспроводных фотонных системах, — это цифровая базовая полоса и оптическая связь RoF (радио по оптоволокну). Микроволновая фотоника. считается одной из новых областей исследований. Спектроскопия среднего инфракрасного диапазона (среднего инфракрасного диапазона) предлагает основные средства для анализа биологической структуры, а также неинтрузивных измерений. При распространении с использованием волноводов потери меньше. Волноводы имеют простую структуру и экономичны. эффективность по сравнению с оптическими волокнами. Это важные компоненты благодаря своей компактности, низкому профилю и множеству преимуществ по сравнению с обычными металлическими волноводами. Среди волноводов было обнаружено, что оптофлюидные волноводы обеспечивают очень мощную основу для создания оптофлюидных датчиков. Их можно использовать для изготовления биосенсоры на основе флуоресценции. В оптическом волокне возбуждение затухающим полем используется для определения изменений показателя преломления окружающей среды. Оптические волокна в качестве волноводов могут использоваться в качестве датчиков для измерения деформации, температуры, давления, смещений, вибраций и других величин путём модификации Однако в некоторых областях применения волоконно-оптические датчики всё чаще признаются как технология с очень интересными возможностями. В статье [26] представлены наиболее распространённые и новейшие применения датчиков на основе оптоволоконна. Датчики такого типа могут быть изготовлены с помощью модификация волноводных структур для усиления исчезающего поля; следовательно, может осуществляться прямое взаимодействие измеряемой величины с электромагнитными волнами [26].

Квантовая фотоника относится к использованию фотонов для квантовых информационных процессов. В статье [27] показано, что достигнут прогресс в разработке интегрированных волноводных источников пар фотонов, продвигаясь к универсальным

квантовым вычислениям на этой платформе.

Фотоника относится к изучению и применению генерации, обнаружения и манипулирования светом. Квантовая оптика исследует взаимодействия света и материи на квантовом уровне. В работе [28] обсуждаются физические свойства квантово-оптических корреляций в полупроводниковых системах с квантовыми точками и квантовыми ямами, уделяя особое внимание сжатию, сильной связи и корреляционной спектроскопии. В работе [28] представлена теоретическая основа для исследования формирования квантово-оптических корреляций в полупроводниковых квантовых точках и расширенных системах квантовая яма/квантовая проволока. В качестве показательных примеров анализируются генерация сжатия и сильная связь света с материей. В работе [28] показано, что фермионный и бозонный характер материи оказывают существенное влияние на общую связь света и материи. Корреляционная спектроскопия представлена как подходящий инструмент для демонстрации эффектов квантования света посредством измерения квантовой статистики переизлучённого светового поля. Кроме того, концепция квантово-оптической спектроскопии обсуждается как жизнеспособный метод прямого манипулирования сильно взаимодействующими состояниями многих тел.

Фотонные наноструктуры играют решающую роль в различных технических приложениях, таких как передача информации, сенсорные технологии, фотонные вычисления и повышение эффективности солнечных батарей. Эти структуры обеспечивают экстремальное ограничение света, улучшенное взаимодействие света и материи и создание сложных устройств, таких как фотонные ускорители [29, 30]. Трёхмерные фотонные наноструктуры обеспечивают гибридную интеграцию фотонных платформ для фотонных вычислений с высокой пропускной способностью, включая архитектуры фотонных тензорных ядер, объединяющие кремниевые схемы и схемы III-V для ускорителей машинного обучения [30]. Для изготовления этих структур используются такие методы, как трёхмерная нанопечать и наноимпринтная литография, что позволяет интегрировать различные фотонные платформы и воспроизводить природные структуры для многофункциональных покрытий [31, 32]. В статье [31] исследуются оптические свойства фотонных кристаллов и наноструктур, демонстрируя контроль над стоп-зонами и возможности регистрации спектров рассеяния света в экспериментальных установках. Фотонные наноструктуры, имитирующие цветочный эпидермис, воспроизводятся на покрытиях для улучшения улавливания и защиты света в перовскитных солнечных элементах, достигая высокой эффективности 24.61% [32]. Более того, точное позиционирование металлических наночастиц на фотонных наноструктурах достигается за счёт мягкой литографической печати, что приводит к усилению взаимодействия света и вещества в нанофотонных устройствах [33]. В целом, контролируемая интеграция металлических наночастиц в фотонные наноструктуры открывает возможности для передовых приложений в области зондирования, спектроскопии и обработки сигналов. Точный перенос отдельных наночастиц на фотонные наноструктуры достигается с помощью метода мягкой литографии, что позволяет улучшить взаимодействие света и вещества и создавать сложные нанофотонные устройства [33].

В статье [34] основное внимание уделяется синтезу оптоэлектронных наноструктур на кремниевых и кремниевых подложках с золотым покрытием с использованием ультракоротких лазерных импульсов, демонстрирующих генерацию фотонных наноструктур. В статье [34] определяется генерация наноструктур на кремниевых и кремниевых подложках с золотым покрытием путём настройки длительности импульса предлагаемого метода: ультракоротких лазерных импульсов для генерации наноструктур в условиях окружающей среды. Этот метод представляет собой новый одностадийный метод, который эффективен при синтезе наноструктур на подложках. В статье [34] наблюдали более высокую генерацию нановолокон при более короткой длительности импульса

с помощью изображений сканирующей электронной микроскопии. Образование оксида кремния подтверждено методами энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии, а для образца Si+Au достигнута ширина запрещённой зоны 8.19 эВ, что определено по спектрам спектроскопии потерь энергии электронов на отражение. Для образцов на основе кремния для границы раздела Si/SiO₂ был измерен высокий сдвиг валентной зоны 4.93 эВ. Добавление наночастиц золота уменьшило ширину запрещённой зоны, и с помощью оптической спектроскопии мы наблюдали синий сдвиг оптической проводимости для образцов с нановолокнами.

Проведённый обзор научных источников показал актуальность темы исследования.

Результаты разработки модульной структуры дистанционного курса по квантовой фотонике в системе управления обучением MOODLE

Курс по квантовой фотонике посвящён изучению современного состояния и перспектив развития квантовой фотоники. В настоящее время стало возможным применение технологий смешанного обучения, дистанционного обучения и мобильного обучения в университете.

Опишем полученные результаты разработки модульной структуры и избранных элементов дистанционного курса по квантовой фотонике. Общая трудоёмкость курса по квантовой фотонике составляет 4 зачётные единицы или 144 часа. Курс по квантовой фотонике состоит из 12 тематических модулей. Первым тематическим модулем курса по квантовой фотонике является модуль по основам статистической оптики. Вторым тематическим модулем курса по квантовой фотонике является модуль по квантованию электромагнитного поля. Третьим тематическим модулем курса по квантовой фотонике является модуль по квантовым состояниям электромагнитного поля. Четвёртым тематическим модулем курса по квантовой фотонике является модуль по взаимодействию атомов с электромагнитным полем. Пятым тематическим модулем курса по квантовой фотонике является модуль по фотодетектированию. Шестым тематическим модулем курса по квантовой фотонике является модуль по квантовой интерференции. Седьмым тематическим модулем курса по квантовой фотонике является модуль по основам квантовой теории информации. Восьмым тематическим модулем курса по квантовой фотонике является модуль по примерам квантовых состояний и способы их описания. Девятым тематическим модулем курса по квантовой фотонике является модуль по преобразованию мод. Десятым тематическим модулем курса по квантовой фотонике является модуль по однофотонным кубитам, кутритам, куквартам и кудитам. Одиннадцатым тематическим модулем курса по квантовой фотонике является модуль по запутанным состояниям света. Двенадцатым тематическим модулем курса по квантовой фотонике является модуль по неизлучающим источникам и нераспространяющимся полям, неизлучательной дифракции, ближнему полю, ближнеполевой оптике и эванесцентной оптике, формулам Френеля.

Описание элементов первой зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике в системе управления обучением MOODLE

Рассмотрим основные результаты разработки модульной структуры и элементов первой зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета.

Первым тематическим модулем дистанционного курса по квантовой фотонике является модуль по основам статистической оптики. Вторым тематическим модулем ди-

станционного курса по квантовой фотонике является модуль по квантованию электромагнитного поля. Третьим тематическим модулем дистанционного курса по квантовой фотонике является модуль по квантовым состояниям электромагнитного поля.

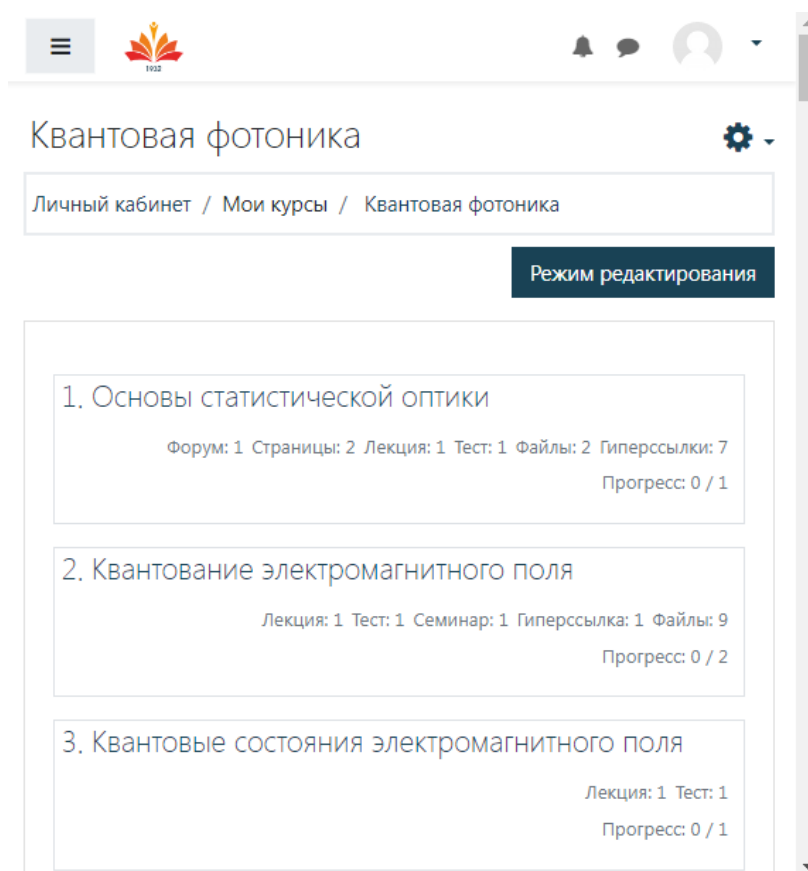


Рис. 1. Страница тематических модулей первой зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 1 приведено изображение страницы тематических модулей первой зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 2 приведено изображение страницы элементов первого тематического модуля в составе материалов первой зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 3 приведено изображение страницы элементов второго тематического модуля в составе материалов первой зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 4 приведено изображение страницы элементов третьего тематического модуля в составе материалов первой зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

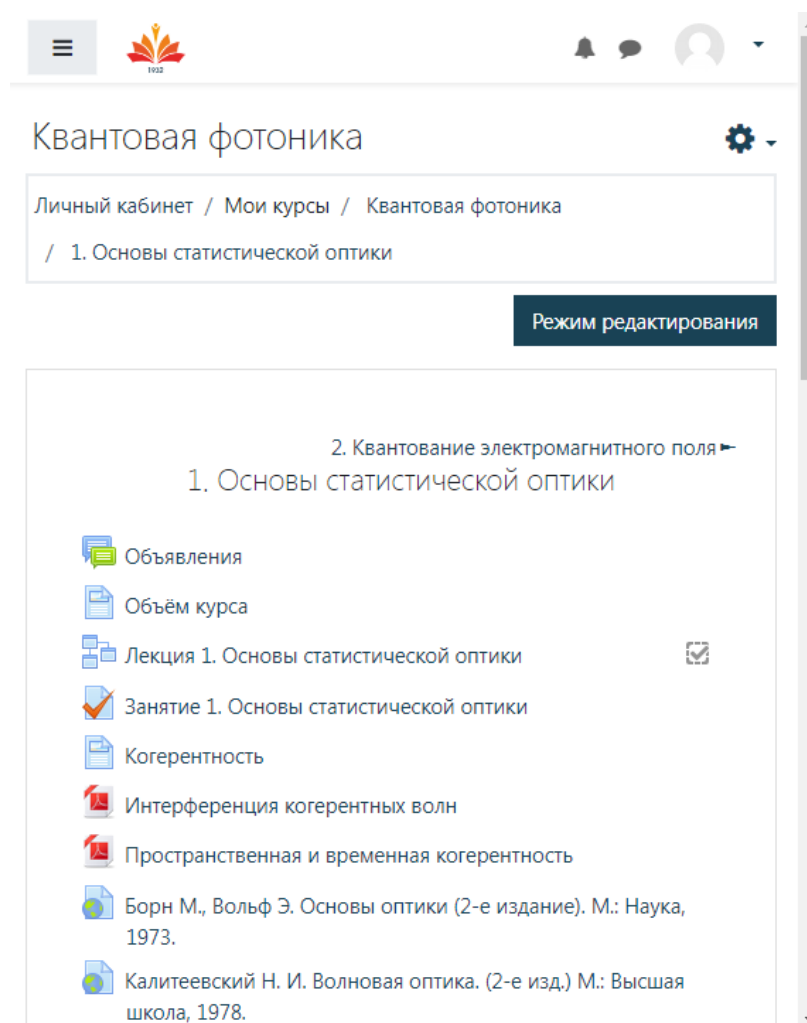


Рис. 2. Страница элементов первого тематического модуля в составе материалов первой зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

Описание элементов второй зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике в системе управления обучением MOODLE

Рассмотрим основные результаты разработки модульной структуры и элементов второй зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета.

Четвёртым тематическим модулем курса по квантовой фотонике является модуль по взаимодействию атомов с электромагнитным полем. Пятым тематическим модулем курса по квантовой фотонике является модуль по фотодетектированию. Шестым тематическим модулем курса по квантовой фотонике является модуль по квантовой интерференции.

На рис. 5 приведено изображение страницы тематических модулей второй зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 6 приведено изображение страницы элементов четвёртого тематического модуля в составе материалов второй зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

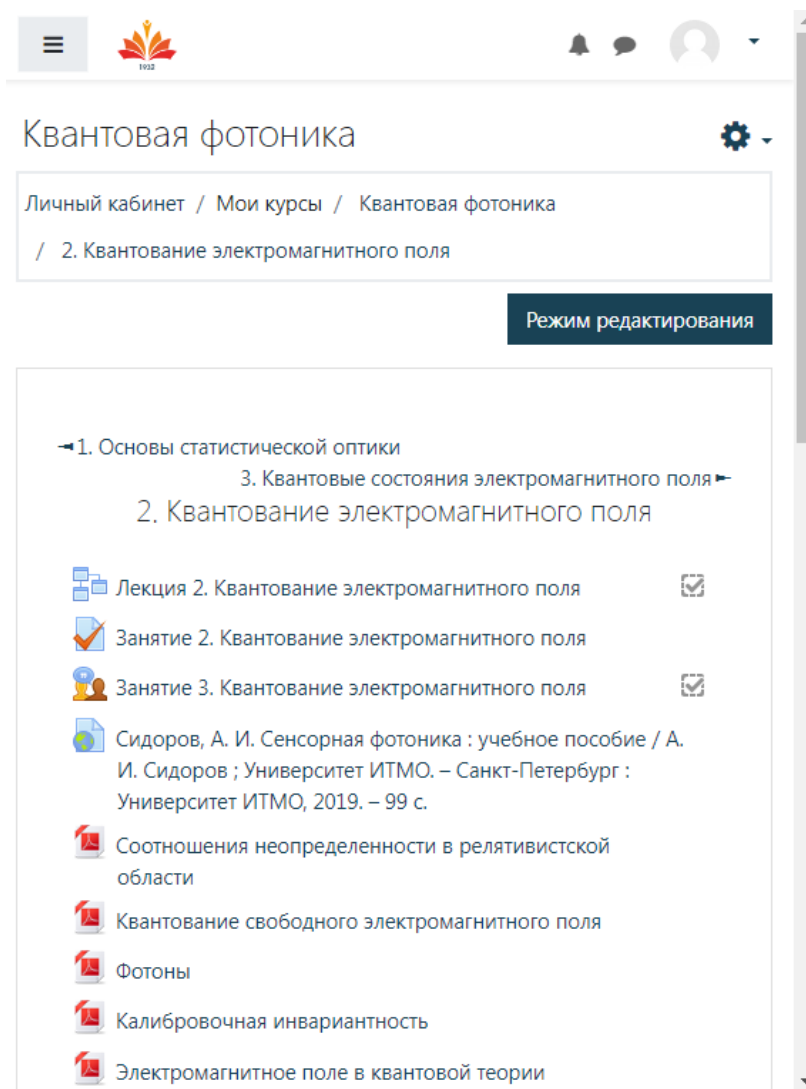


Рис. 3. Страница элементов второго тематического модуля в составе материалов первой зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 7 приведено изображение страницы элементов пятого тематического модуля в составе материалов второй зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 8 приведено изображение страницы элементов шестого тематического модуля в составе материалов второй зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

Описание элементов третьей зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике в системе управления обучением MOODLE

Рассмотрим основные результаты разработки модульной структуры и элементов третьей зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета.

Седьмым тематическим модулем курса по квантовой фотонике является модуль

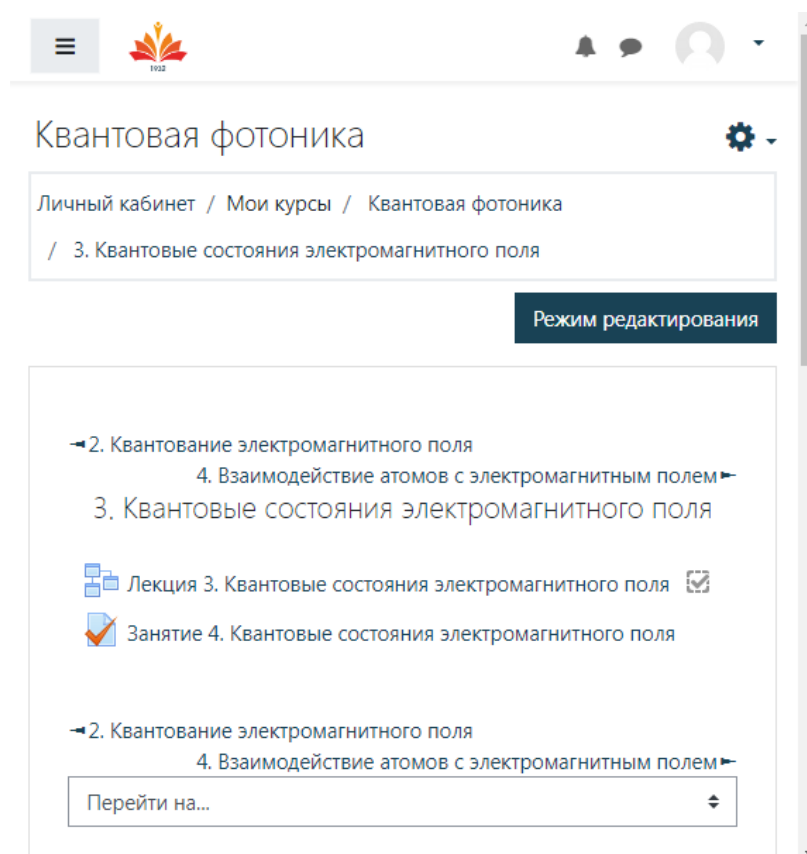


Рис. 4. Страница элементов третьего тематического модуля в составе материалов первой зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

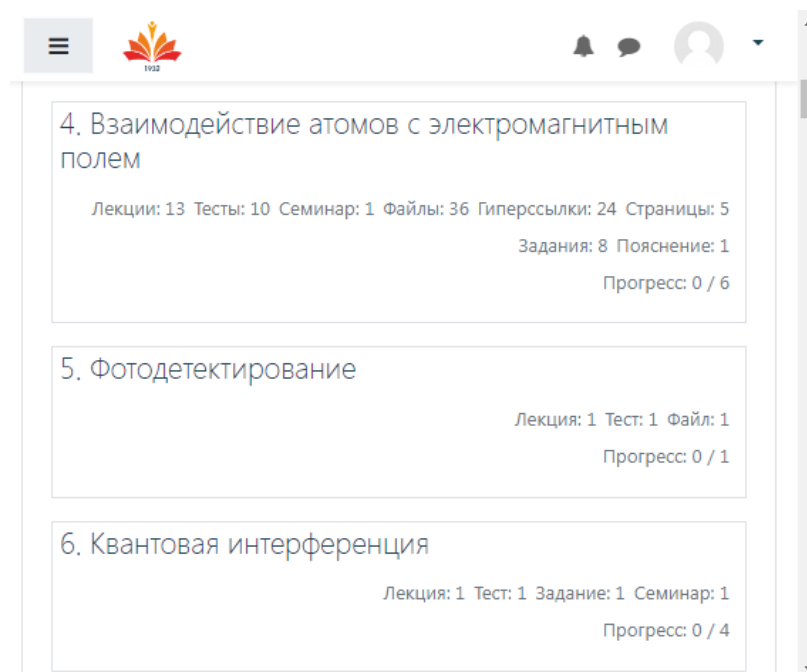


Рис. 5. Страница тематических модулей второй зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

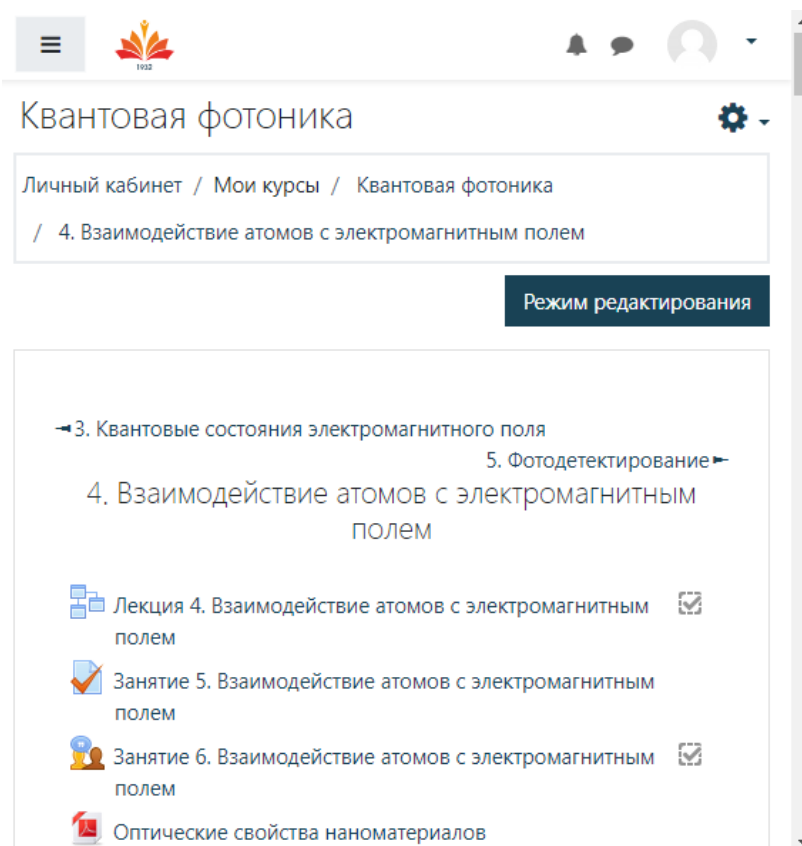


Рис. 6. Страница элементов четвёртого тематического модуля в составе материалов второй зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

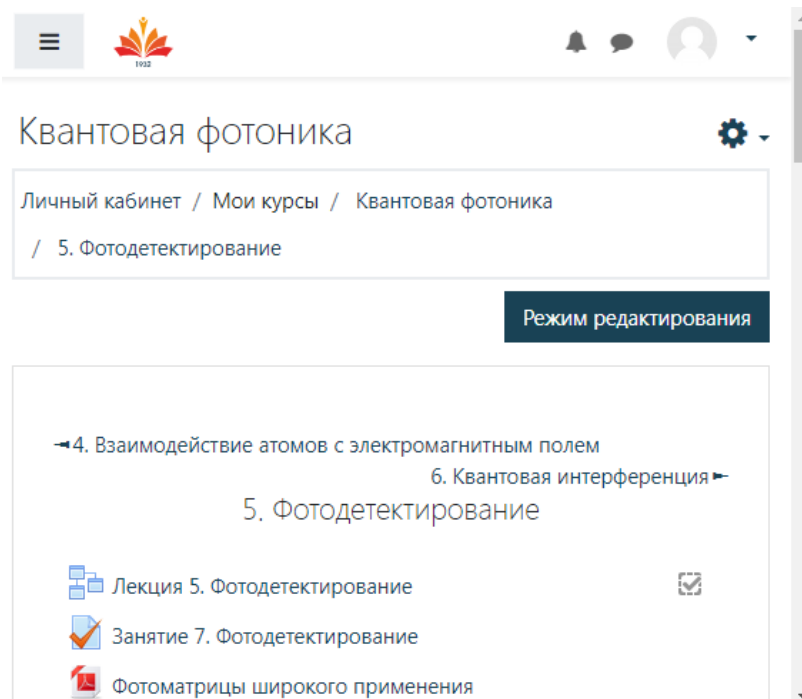


Рис. 7. Страница элементов пятого тематического модуля в составе материалов второй зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

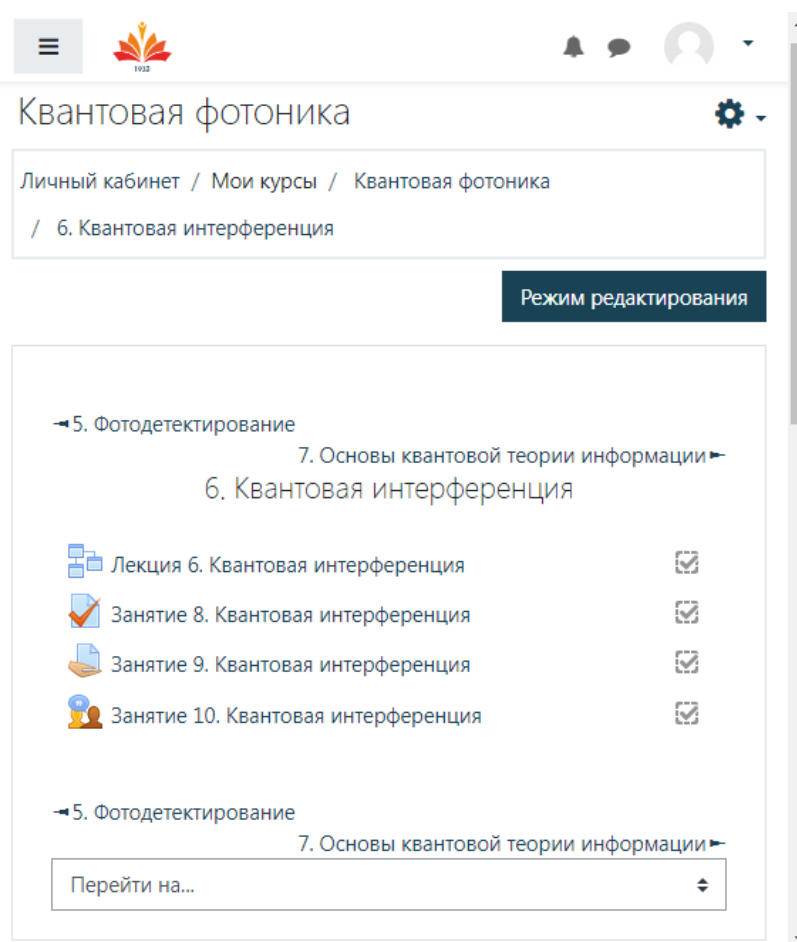


Рис. 8. Страница элементов шестого тематического модуля в составе материалов второй зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

по основам квантовой теории информации. Восьмым тематическим модулем курса по квантовой фотонике является модуль по примерам квантовых состояний и способы их описания. Девятым тематическим модулем курса по квантовой фотонике является модуль по преобразованию мод.

На рис. 9 приведено изображение страницы тематических модулей третьей зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 10 приведено изображение страницы элементов седьмого тематического модуля в составе материалов третьей зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 11 приведено изображение страницы элементов восьмого тематического модуля в составе материалов третьей зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 12 приведено изображение страницы элементов девятого тематического модуля в составе материалов третьей зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

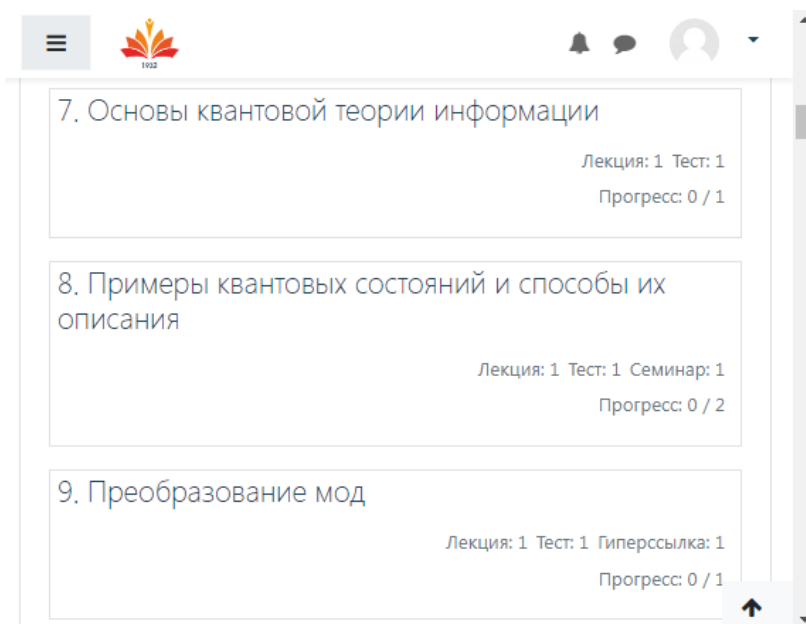


Рис. 9. Страница тематических модулей третьей зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

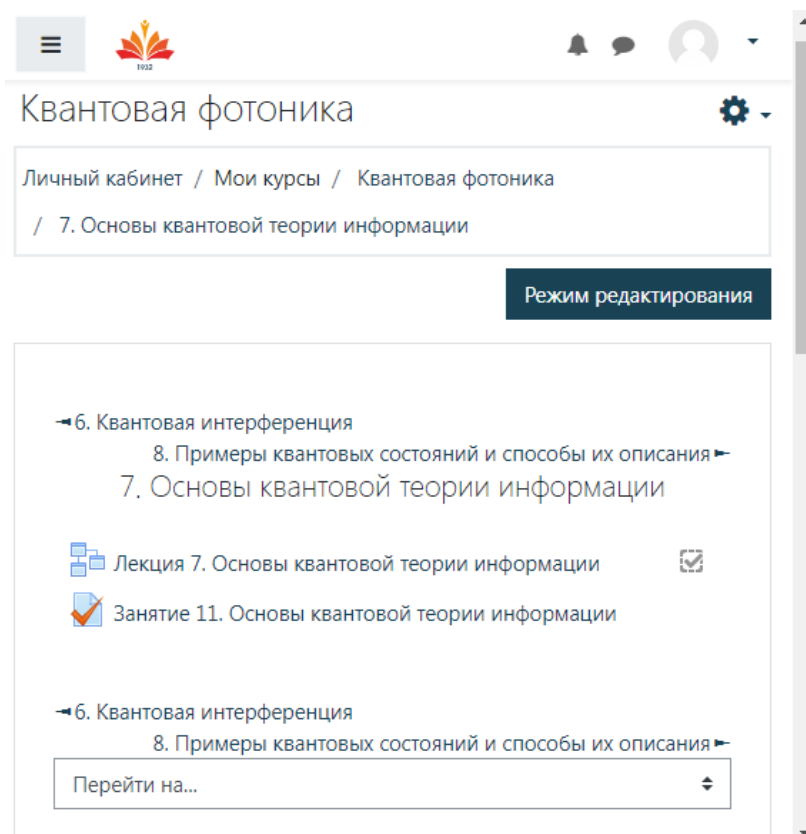


Рис. 10. Страница элементов седьмого тематического модуля в составе материалов третьей зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

Описание элементов четвёртой зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике в системе управления обучением MOODLE

Рассмотрим основные результаты разработки модульной структуры и элементов четвёртой зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике в системе

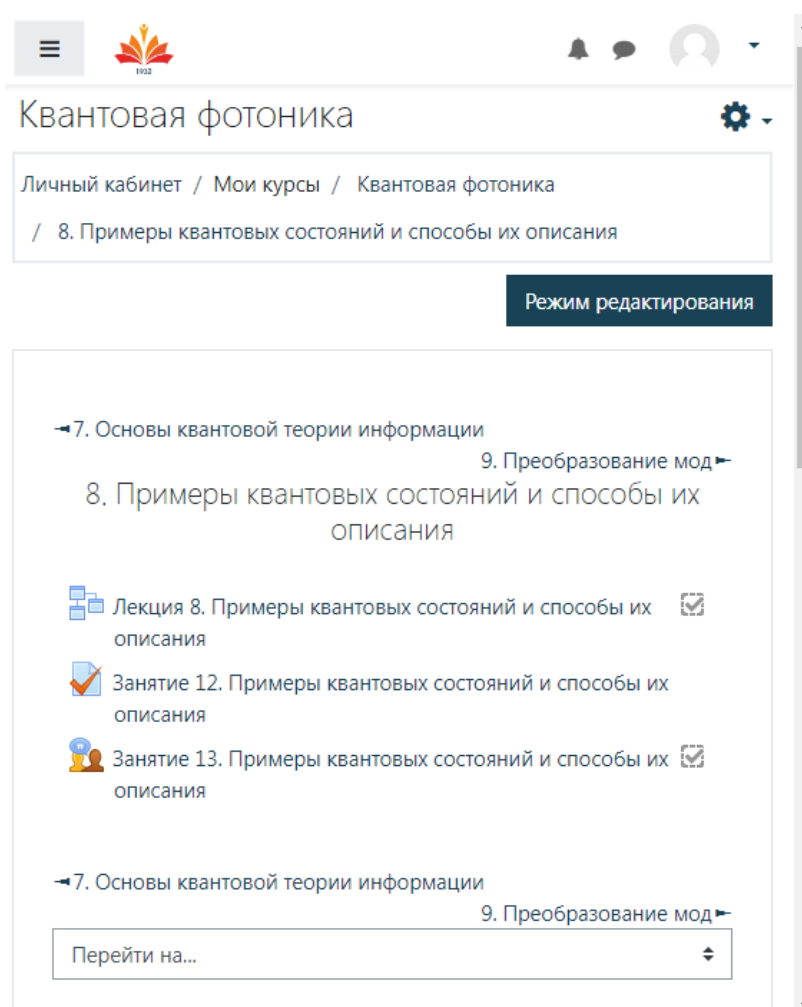


Рис. 11. Страница элементов восьмого тематического модуля в составе материалов третьей зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

управления обучением MOODLE на образовательном портале университета.

Десятым тематическим модулем курса по квантовой фотонике является модуль по однофотонным кубитам, кутритам, куквартам и кудитам. Одиннадцатым тематическим модулем курса по квантовой фотонике является модуль по запутанным состояниям света. Двенадцатым тематическим модулем курса по квантовой фотонике является модуль по неизлучающим источникам и нераспространяющимся полям, неизлучательной дифракции, ближнему полю, ближнеполевой оптике и эванесцентной оптике, формулам Френеля.

На рис. 13 приведено изображение гипертекстовой страницы тематических модулей четвёртой зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 14 приведено изображение страницы элементов десятого тематического модуля в составе материалов четвёртой зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 15 приведено изображение страницы элементов одиннадцатого тематического модуля в составе материалов четвёртой зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

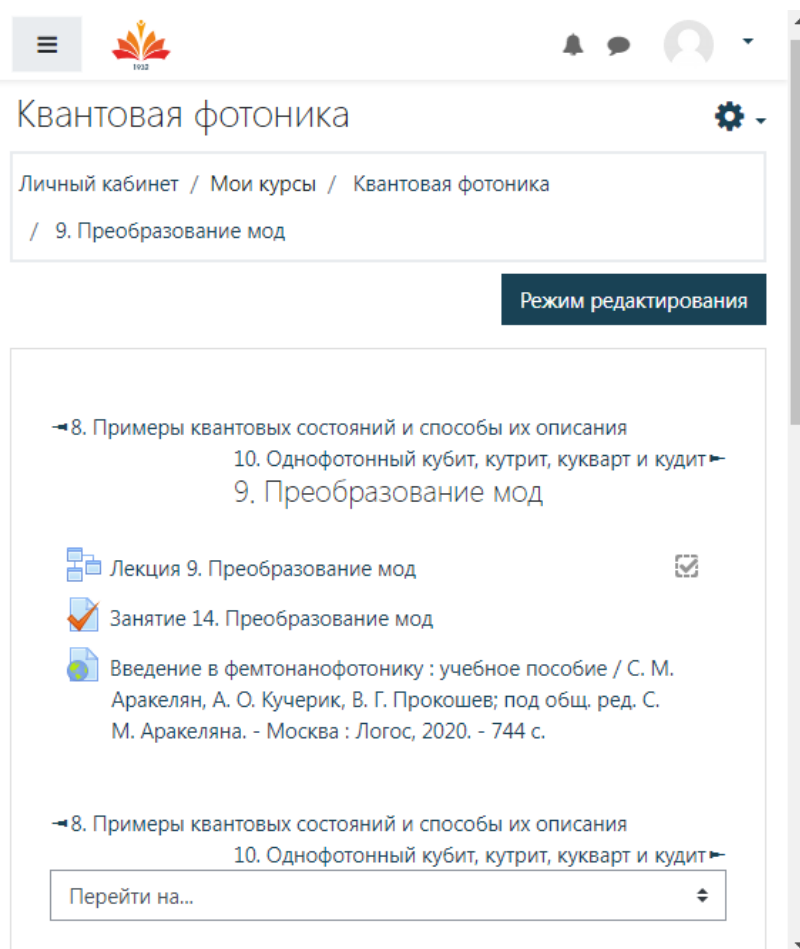


Рис. 12. Страница элементов девятого тематического модуля в составе материалов третьей зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 16 приведено изображение страницы элементов двенадцатого тематического модуля в составе материалов четвёртой зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

Дистанционный курс по квантовой фотонике представляет собой совокупность гипертекстовых страниц, в которых заключен необходимый теоретический материал, справочные таблицы, рисунки, информационно-справочные материалы по квантовой фотонике, тесты и элементы навигации средствами системы управления обучением MOODLE. Закрывая и открывая модули можно поддерживать темп продвижения по курсу квантовой фотонике средствами системы управления обучением MOODLE. Для более глубокого изучения тем можно воспользоваться источниками, приведёнными в списке рекомендуемой литературы, и гиперссылками на внутренние и внешние источники информации в глобальной сети Интернет. По основным терминам и определениям дистанционный курс по квантовой фотонике содержит гиперссылки на статьи глоссария. Весь теоретический материал по квантовой фотонике разделён на модули, а каждый из модулей, в свою очередь, делится на темы. В свою очередь темы могут подразделяться на подтемы. В дистанционном курсе по квантовой фотонике приведены примеры решения задач, задачи с ответами для самостоятельного решения и задачи без ответов для проведения проверочных и контрольных работ. Каждая изучаемая тема в дистанционном курсе по квантовой фотонике включает элементы, содержащие следующие

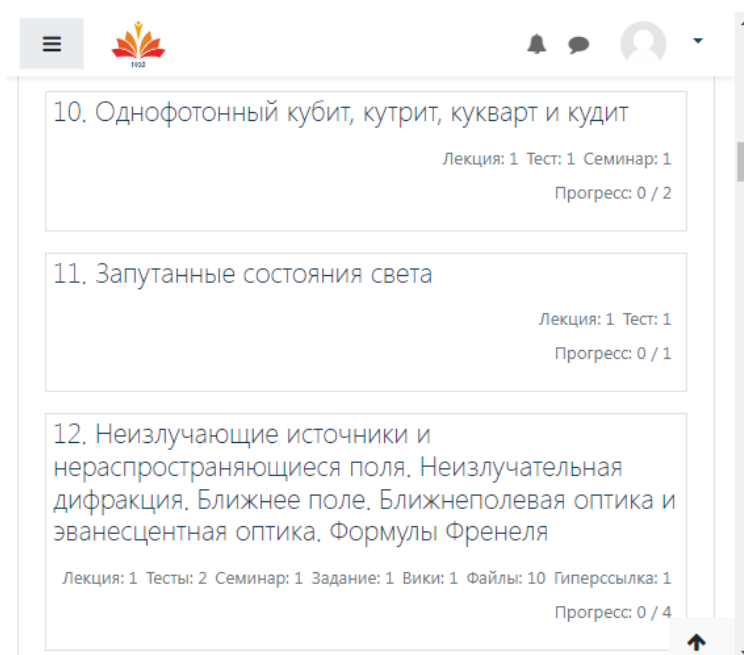


Рис. 13. Страница тематических модулей четвёртой зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

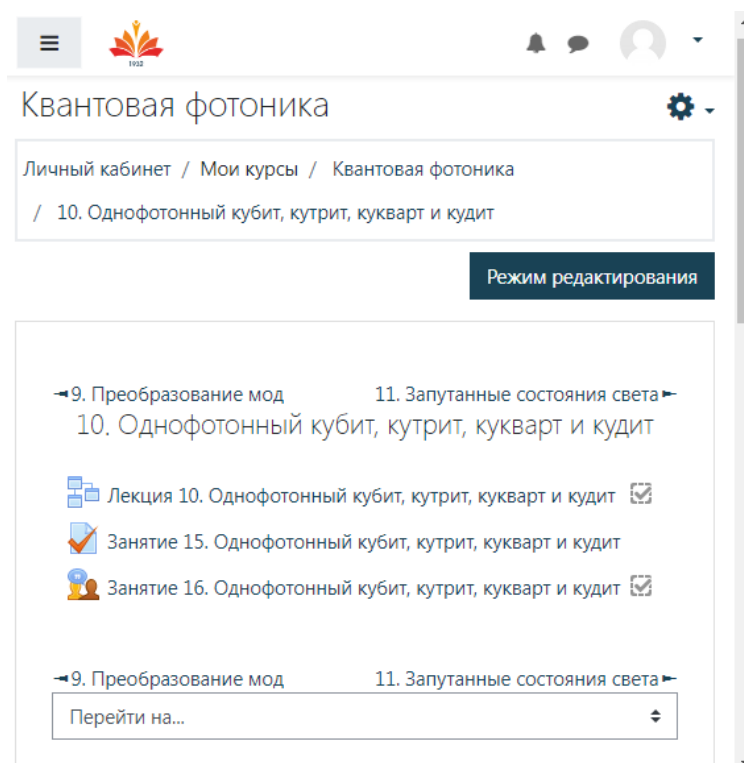


Рис. 14. Страница элементов десятого тематического модуля в составе материалов четвёртой зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

учебные элементы: необходимый теоретический материал, дидактические материалы к занятиям, ряд заданий для самостоятельной работы, гиперссылки на рекомендуемые учебные издания и учебники по квантовой фотонике, гиперссылки на внешние электронные источники информации по квантовой фотонике. Каждая изучаемая тема в

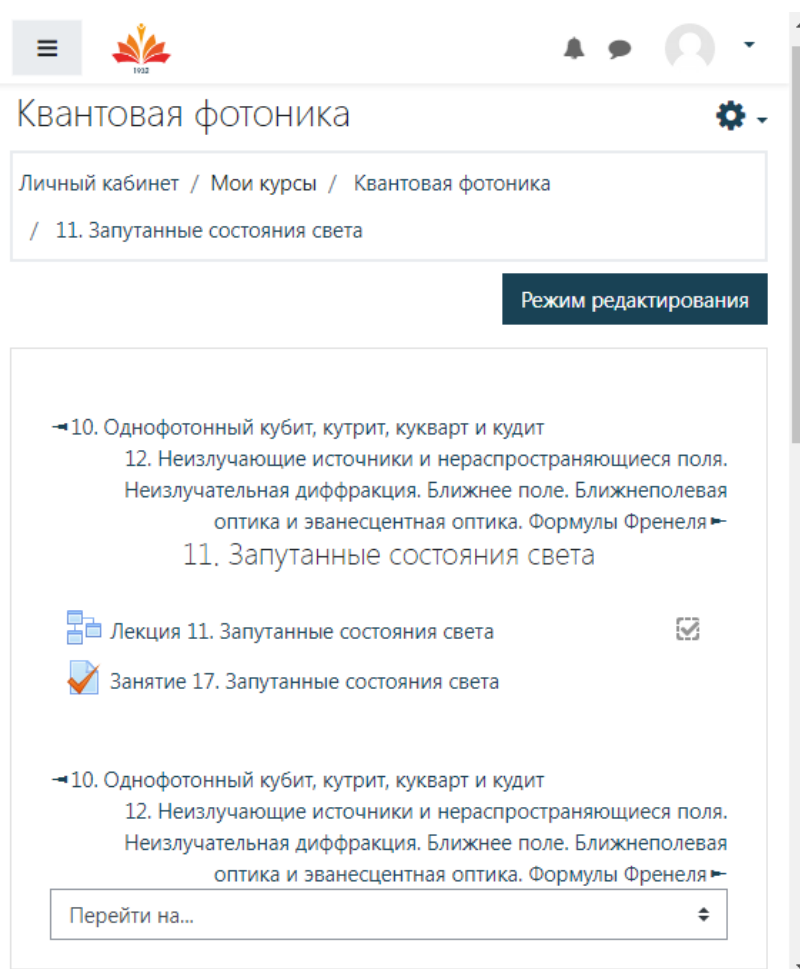


Рис. 15. Страница элементов одиннадцатого тематического модуля в составе материалов четвёртой зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

электронном образовательном ресурсе по квантовой фотонике включает элементы, содержащие следующие контролируемые элементы: тестовые задания для организации промежуточного и итогового контроля по квантовой фотонике. Правильная подборка физических задач и заданий в каждом тематическом модуле курса квантовой фотоники поможет закрепить изученный материал и подготовить студента с помощью курса квантовой фотоники.

Можно подчеркнуть, что специфика курса по квантовой фотонике осуществляется с помощью компьютера с выходом в Интернет. Возможно применение синхронной и асинхронной методик дистанционного обучения в рамках курса дистанционного курса по квантовой фотонике. Существуют особые формы занятий, применяемых в дистанционном обучении по квантовой фотонике. К ним можно отнести чат-занятия и веб-занятия, то есть занятия с использованием современных коммуникационных технологий. Эти типы дистанционных занятий подразумевают текстовое, голосовое или видео-общение при изучении дистанционного курса квантовой фотоники. Примером занятия такого типа может послужить проведение видеоконференции для обсуждения заданий дистанционного курса по квантовой фотонике. Эта форма наиболее приближена к очному обучению, где преподаватель в режиме реального времени передаёт информацию студентам, задаёт и отвечает на вопросы по заданиям дистанционного курса квантовой фотоники. Для осуществления данного вида занятий существует множество

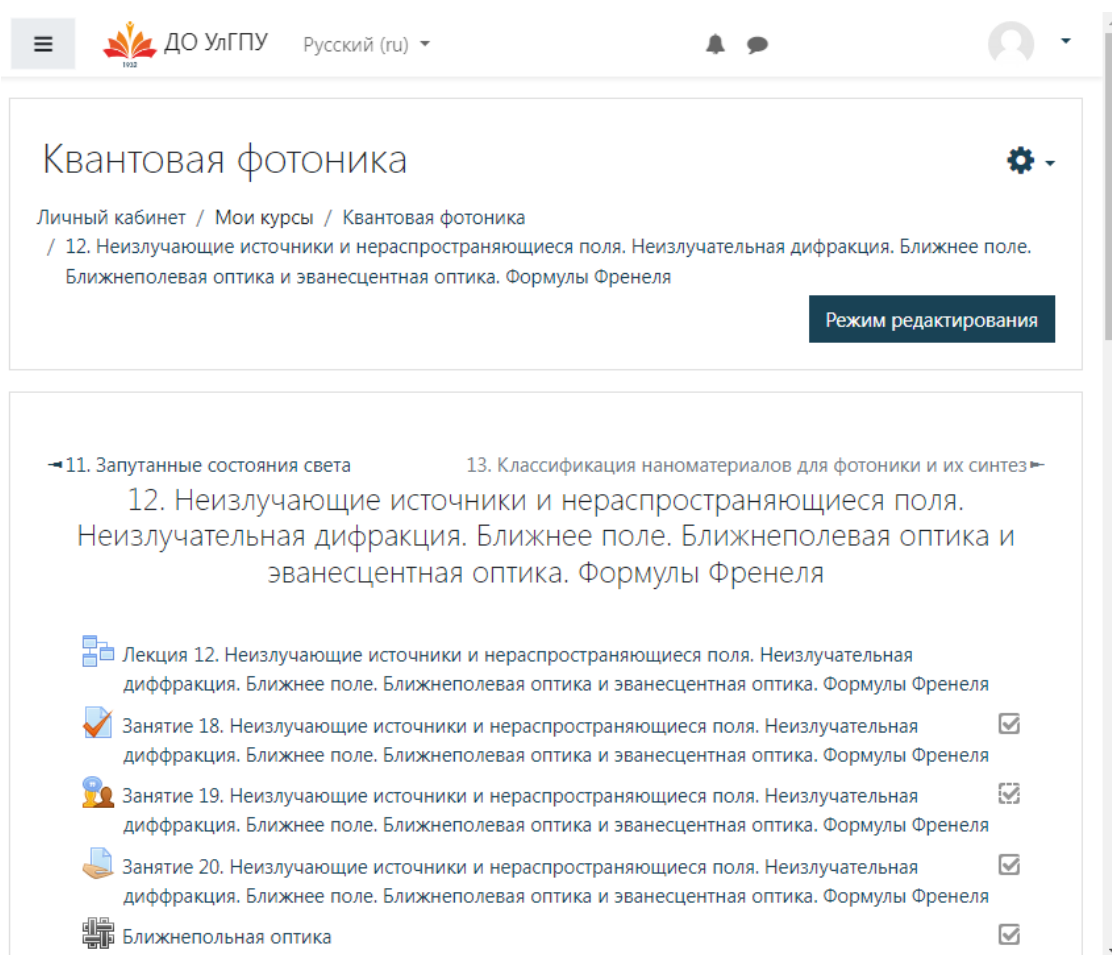


Рис. 16. Страница элементов двенадцатого тематического модуля в составе материалов четвёртой зачётной единицы дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

программ таких, как Zoom, Skype для осуществления видеосвязи, интерактивные доски для совместных записей в ходе обсуждения решения задач по квантовой фотонике. Современные платформы позволяют записывать занятия, чтобы можно было в удобное время пересмотреть, повторить материал, что является несомненным плюсом, по сравнению с традиционным методом аудиторного обучения. Когда невозможно провести занятия в онлайн-форме, используется методика асинхронного дистанционного обучения по квантовой фотонике. При применении данной методики больше ответственности за прохождение обучения возлагается на самостоятельность студента. На первый план выдвигается самообучение, индивидуальный темп обучения, а также регулирования темпа продвижения студента. Ещё одним положительным моментом дистанционной формы обучения квантовой фотонике является то, что студенты могут выполнять задания в удобное для них время с необходимыми перерывами. Преподаватель может своевременно отслеживать продвижение своих студентов.

В результате выполнения самостоятельной части работы создан дистанционный курс по квантовой фотонике на платформе MOODLE. Проведённое исследование процесса создания элементов и материалов дистанционного курса по квантовой фотонике, созданного при помощи инструментария системы управления обучением MOODLE, показало работоспособность и функциональную пригодность элементов дистанционного курса квантовой фотоники. Разработанный дистанционный курс по квантовой фотонике позволяет реализовать непрерывное информационное сопровождение изучения кван-

товой фотоники.

Дистанционный курс по квантовой фотонике, созданный в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета, способствует систематизации хранения учебного материала по квантовой фотонике. При изучении курса по квантовой фотонике система управления обучением MOODLE привносит то, что кроме основного курса по квантовой фотонике, используются теоретические материалы для подготовки в домашних условиях, который позволяет расширить учебное содержание курса квантовой фотоники, а также провести дифференциацию материала в соответствии с индивидуальными потребностями и запросами студентов, изучающих курс квантовой фотоники. Система управления обучением MOODLE позволяет открывать и закрывать тематические модели в соответствии с временем изучения, что позволяет поддерживать необходимый темп продвижения по курсу.

Заключение

В настоящей работе проведено всестороннее исследование дистанционного курса по квантовой фотонике в системе управления обучением MOODLE. В работе описан результат разработки дистанционного курса по квантовой фотонике, который готов к началу использования в учебном процессе в университете, позволяет автоматизировать проверку знаний по квантовой оптике и фотонике. Дистанционный курс по квантовой фотонике, созданный в системе управления обучением MOODLE, способствует систематизации хранения учебного материала по квантовой оптике и фотонике. При изучении курса по квантовой фотонике система дистанционного обучения MOODLE привносит то, что кроме основного курса по изучаемой дисциплине, используется материал для подготовки в домашних условиях, который позволяет расширить учебное содержание, а также провести дифференциацию учебного материала в соответствии с индивидуальными потребностями и запросами студентов, изучающих курс квантовой фотоники. Система управления обучением MOODLE позволяет открывать и закрывать тематические модели в соответствии с временем изучения, что позволяет поддерживать необходимый темп продвижения по курсу квантовой фотоники. Дистанционный курс по квантовой фотонике, созданный в системе управления обучением MOODLE, способен стать эффективным помощником, автоматизирующим наиболее трудоёмкие элементы труда преподавателя в процессе преподавания учебных дисциплин физико-математической направленности. Созданный дистанционный курс по квантовой фотонике позволит планировать, организовывать и проводить изучение теоретического материала курса по квантовой фотонике в дистанционной или смешанной форме обучения. Разработанный дистанционный курс по квантовой фотонике может занять особое место среди дистанционных курсов по физико-математической тематике, предназначенных для студентов физико-математических профилей подготовки университетов.

Выводы по работе можно сформулировать следующим образом:

1. проведённый анализ научной литературы по квантовой фотонике показал существование возрастающих потребностей в создании курсов по квантовой фотонике для различных уровней образования,
2. разработан оригинальный дистанционный курс по квантовой фотонике, который готов к началу использования в учебном процессе университета,
3. созданные задания и тесты позволяют проводить проверку знаний студентов по курсу квантовой фотоники в условиях смешанного обучения или дистанционного обучения квантовой фотонике.

Задачи работы решены полностью.

Гипотеза научного исследования, состоящая в том, что если использовать курс квантовой фотоники, основанный на комбинации теоретических методов и численных методов в процессе изучения квантовой фотоники, то можно повысить познавательный интерес студентов к квантовой оптике и фотонике, подтверждена полностью. В качестве подтверждения гипотезы исследования спроектирован дистанционный курс по квантовой фотонике, основанный на комбинации теоретических методов и численных методов в процессе изучения квантовой оптики и фотоники, позволяющий повысить познавательный интерес студентов к квантовой оптике и фотонике по традиционной, смешанной и дистанционной формам обучения с применением компьютеров.

Использование дистанционного курса квантовой фотоники, созданного в системе управления обучением MOODLE, способствует интенсификации учебного процесса и более осмысленному изучению теоретического материала курса квантовой фотоники, приобретению навыков самоорганизации и превращению систематических знаний в системные, помогает развитию познавательной деятельности обучающихся и интереса к фотонике. Созданный в работе дистанционный курс по квантовой фотонике позволяет эффективно планировать, организовывать и проводить обучение по квантовой фотонике.

Результаты разработки дистанционного курса квантовой фотоники позволят улучшить методы и технологии преподавания модульной дисциплины по квантовой фотонике в университете, основанные на использовании оригинальных материалов для описания оптических процессов в квантовой фотонике.

По итогам разработки дистанционного курса квантовой фотоники в системе управления обучением MOODLE можно сделать вывод о наличии элементов для эффективного контроля знаний по квантовой фотонике в составе дистанционного курса в системе управления обучением MOODLE.

Список использованных источников

1. Vollmer Frank, Yu Deshui. Fundamentals of quantum optics // Optical whispering gallery modes for biosensing. — Springer International Publishing, 2020. — P. 299–344. — ISBN: 9783030602352. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-60235-2_6.
2. Walmsley I. A. Quantum optics: science and technology in a new light // Science. — 2015. — may. — Vol. 348, no. 6234. — P. 525–530. — URL: <http://dx.doi.org/10.1126/SCIENCE.AAB0097>.
3. Dravins Dainis. Photonic astronomy and quantum optics // Astrophysics and space science library. — Springer Netherlands, 2008. — P. 95–132. — ISBN: 9781402065170. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-6518-7_6.
4. Asavanant Warit, Furusawa Akira. Quantum optics // Optical quantum computers. — AIP Publishing LLC Melville, New York, 2022. — jan. — P. 2–1–2–58. — ISBN: 9780735424067. — URL: http://dx.doi.org/10.1063/9780735424074_002.
5. Bertolotti Mario. Quantum optics, by John Garrison and Raymond Chiao: Scope: Textbook. Level: post-graduate students; early career researchers, researchers // Contemporary physics. — 2016. — may. — Vol. 57, no. 3. — P. 426–432. — URL: <http://dx.doi.org/10.1080/00107514.2016.1156769>.
6. Chua Sheon S. Y. Quantum optics and light // Quantum enhancement of a 4 km laser interferometer gravitational-wave detector. — Springer International Publishing,

2015. — P. 27–45. — ISBN: 9783319176864. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-17686-4_3.
7. Man'ko V. I. Introduction to quantum optics // AIP conference proceedings. — AIP, 1996. — URL: <http://dx.doi.org/10.1063/1.50228>.
 8. Ritsch Helmut. Crystals of atoms and light // Nature Physics. — 2009. — nov. — Vol. 5, no. 11. — P. 781–782. — URL: <http://dx.doi.org/10.1038/NPHYS1435>.
 9. Laussy Fabrice P. A new way to correlate photons // Nature Materials. — 2017. — mar. — Vol. 16, no. 4. — P. 398–399. — URL: <http://dx.doi.org/10.1038/NMAT4884>.
 10. Loudon Rodney. Quantum optics at a stretch // Physics World. — 1990. — oct. — Vol. 3, no. 10. — P. 45–48. — URL: <http://dx.doi.org/10.1088/2058-7058/3/10/24>.
 11. Bellini Marco. Quiet moments in time // Nature. — 2017. — jan. — Vol. 541, no. 7637. — P. 292–293. — URL: <http://dx.doi.org/10.1038/541292A>.
 12. Scully Marlan O., Zubairy M. Suhail. Lasing without inversion and other effects of atomic coherence and interference // Quantum optics. — Cambridge University Press, 1997. — sep. — P. 220–247. — URL: <http://dx.doi.org/10.1017/CB09780511813993.009>.
 13. Mekhov I. B., Ritsch H. Quantum optics with quantum gases // Laser Physics. — 2009. — apr. — Vol. 19, no. 4. — P. 610–615. — URL: <http://dx.doi.org/10.1134/S1054660X09040136>.
 14. Flockhart Gordon M., Bauer Ralf, Lengden Michael. Photonic systems integration for postgraduate students in the centre for doctoral training in applied photonics // Seventeenth conference on education and training in optics and photonics: ETOP 2023 / Ed. by David J. Hagan, Michael McKee. — SPIE, 2023. — jun. — URL: <http://dx.doi.org/10.1117/12.2670785>.
 15. Pavesi Lorenzo. Editorial: editor's challenge in optics and photonics: advancing electronics with photonics // Frontiers in physics. — 2023. — apr. — Vol. 11. — URL: <http://dx.doi.org/10.3389/fphy.2023.1199022>.
 16. Townsend Peter. Photonics in the twenty-first century // The power of imperfections. — Oxford University Press Oxford, 2022. — jan. — P. 203–219. — ISBN: 9780191948268. — URL: <http://dx.doi.org/10.1093/oso/9780192857477.003.0013>.
 17. McKenzie James. The power of photonics // Physics World. — 2022. — nov. — Vol. 35, no. 9. — P. 19–19. — URL: <http://dx.doi.org/10.1088/2058-7058/35/09/18>.
 18. Photonics for computing and computing for photonics / Daniel Brunner [et al.] // Nanophotonics. — 2020. — sep. — Vol. 9, no. 13. — P. 4053–4054. — URL: <http://dx.doi.org/10.1515/NANOPH-2020-0470>.
 19. Boltasseva Alexandra, Shalaev Vladimir M., Wilson Blake. Machine learning for photonics // Active Photonic Platforms (APP) 2022 / Ed. by Ganapathi S. Subramania, Stavroula Foteinopoulou. — SPIE, 2022. — oct. — URL: <http://dx.doi.org/10.1117/12.2633108>.
 20. Girtan Mihaela. Trends in photonics // Springer Briefs in applied sciences and technology. — Springer International Publishing, 2017. — sep. — P. 77–96. — ISBN: 9783319673370. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-67337-0_4.


21. Eichelkraut Toni, Szameit Alexander. Random sudoku light // *Nature*. — 2015. — oct. — Vol. 526, no. 7575. — P. 643–644. — URL: <http://dx.doi.org/10.1038/526643A>.
22. Towards four-dimensional photonics / Hannah M. Price [et al.] // *Advances in photonics of quantum computing, memory, and communication IX* / Ed. by Zameer U. Hasan [et al.]. — SPIE, 2016. — mar. — URL: <http://dx.doi.org/10.1117/12.2218539>.
23. Microwave photonic signal processing / Jose Capmany [et al.] // *Journal of Lightwave Technology*. — 2013. — feb. — Vol. 31, no. 4. — P. 571–586. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/JLT.2012.2222348>.
24. Urick Vincent J., Mikeska Dennis C., Godinez Modesto E. Photonics for electronic interference suppression // 2017 IEEE Avionics and vehicle fiber-optics and photonics conference (AVFOP). — IEEE, 2017. — nov. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/AVFOP.2017.8169761>.
25. Deep learning for topological photonics / Jooyeong Yun [et al.] // *Advances in Physics: X*. — 2022. — mar. — Vol. 7, no. 1. — URL: <http://dx.doi.org/10.1080/23746149.2022.2046156>.
26. Introduction to photonics: principles and the most recent applications of microstructures / Iraj Amiri [et al.] // *Micromachines*. — 2018. — sep. — Vol. 9, no. 9. — P. 452. — URL: <http://dx.doi.org/10.3390/MI9090452>.
27. Bonneau Damien. Silicon quantum photonics // 2016 18th International conference on transparent optical networks (ICTON). — IEEE, 2016. — jul. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/ICTON.2016.7550615>.
28. Schneebeli L., Kira M., Koch S. W. Quantum optics with quantum-dot and quantum-well systems // *Quantum optics with semiconductor nanostructures*. — Elsevier, 2012. — P. 369–393e. — ISBN: 9780857092328. — URL: <http://dx.doi.org/10.1533/9780857096395.3.369>.
29. Wang Yifan, Yang Shize, Crozier Peter A. Spectroscopic observation and modeling of photonic modes in CeO₂ nanostructures // *Microscopy and microanalysis*. — 2023. — jul. — Vol. 29, no. 4. — P. 1307–1314. — URL: <http://dx.doi.org/10.1093/micmic/ozad059>.
30. 3D-photonics nanostructures for photonic computing / Wolfram H. P. Pernice [et al.] // *Advanced fabrication technologies for micro/nano optics and photonics XVI* / Ed. by Georg von Freymann, Eva Blasco, Debashis Chanda. — SPIE, 2023. — mar. — URL: <http://dx.doi.org/10.1117/12.2653599>.
31. Spectroscopic properties study of photonic crystals and nanostructures / I. N. Aliev [et al.] // *Herald of the Bauman Moscow State Technical University. Series natural sciences*. — 2023. — apr. — no. 2 (107). — P. 35–49. — URL: <http://dx.doi.org/10.18698/1812-3368-2023-2-35-49>.
32. Photonic nanostructures mimicking floral epidermis for perovskite solar cells / Maria Vasilopoulou [et al.] // *Cell reports physical science*. — 2022. — sep. — Vol. 3, no. 9. — P. 101019. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.xcrp.2022.101019>.


33. Accurate transfer of individual nanoparticles onto single photonic nanostructures / Javier Redolat [et al.] // ACS Applied materials and interfaces. — 2022. — dec. — Vol. 15, no. 2. — P. 3558–3565. — URL: <http://dx.doi.org/10.1021/acscami.2c13633>.
34. Jamwal Nishant, Kiani Amirkianoosh. Synthesis of optoelectronic nanostructures on silicon and gold-coated silicon via high-intensity laser pulses at varied pulse durations // Coatings. — 2023. — feb. — Vol. 13, no. 2. — P. 375. — URL: <http://dx.doi.org/10.3390/coatings13020375>.

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 01.40.-d
OCIS 000.2060
MSC 00A79

Development of a distance learning course on quantum photonics in the learning management system MOODLE

V. V. Levochkina 

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted August 22, 2024
Resubmitted August 23, 2024
Published September 12, 2024

Abstract. The results of the development of a distance course on quantum photonics in the form of a distance course created in the learning management system MOODLE are considered. The distance course on quantum photonics is devoted to studying the quantum properties of nanosystems and nanostructures in the photon field. The main functional capabilities of the distance course on quantum photonics created in the learning management system MOODLE on the university educational portal are described. The methodological features of the process of developing a distance course on quantum photonics in the learning management system MOODLE, which can be used in a university physics course, are considered. The possibilities of the modular structure of the distance course on quantum photonics are discussed.

Keywords: photonics, quantum photonics, course, distance learning course, quantum properties of nanostructure, nanostructure, photon field

References

1. Vollmer Frank, Yu Deshui. Fundamentals of quantum optics // Optical whispering gallery modes for biosensing.— Springer International Publishing, 2020.— P. 299–344.— ISBN: 9783030602352.— URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-60235-2_6.
2. Walmsley I. A. Quantum optics: science and technology in a new light // Science.— 2015.— may.— Vol. 348, no. 6234.— P. 525–530.— URL: <http://dx.doi.org/10.1126/SCIENCE.AAB0097>.
3. Dravins Dainis. Photonic astronomy and quantum optics // Astrophysics and space science library.— Springer Netherlands, 2008.— P. 95–132.— ISBN: 9781402065170.— URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-6518-7_6.
4. Asavanant Warit, Furusawa Akira. Quantum optics // Optical quantum computers.— AIP Publishing LLC Melville, New York, 2022.— jan.— P. 2–1–2–58.— ISBN: 9780735424067.— URL: http://dx.doi.org/10.1063/9780735424074_002.

5. Bertolotti Mario. Quantum optics, by John Garrison and Raymond Chiao: Scope: Textbook. Level: post-graduate students; early career researchers, researchers // Contemporary physics. — 2016. — may. — Vol. 57, no. 3. — P. 426–432. — URL: <http://dx.doi.org/10.1080/00107514.2016.1156769>.
6. Chua Sheon S. Y. Quantum optics and light // Quantum enhancement of a 4 km laser interferometer gravitational-wave detector. — Springer International Publishing, 2015. — P. 27–45. — ISBN: 9783319176864. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-17686-4_3.
7. Man'ko V. I. Introduction to quantum optics // AIP conference proceedings. — AIP, 1996. — URL: <http://dx.doi.org/10.1063/1.50228>.
8. Ritsch Helmut. Crystals of atoms and light // Nature Physics. — 2009. — nov. — Vol. 5, no. 11. — P. 781–782. — URL: <http://dx.doi.org/10.1038/NPHYS1435>.
9. Laussy Fabrice P. A new way to correlate photons // Nature Materials. — 2017. — mar. — Vol. 16, no. 4. — P. 398–399. — URL: <http://dx.doi.org/10.1038/NMAT4884>.
10. Loudon Rodney. Quantum optics at a stretch // Physics World. — 1990. — oct. — Vol. 3, no. 10. — P. 45–48. — URL: <http://dx.doi.org/10.1088/2058-7058/3/10/24>.
11. Bellini Marco. Quiet moments in time // Nature. — 2017. — jan. — Vol. 541, no. 7637. — P. 292–293. — URL: <http://dx.doi.org/10.1038/541292A>.
12. Scully Marlan O., Zubairy M. Suhail. Lasing without inversion and other effects of atomic coherence and interference // Quantum optics. — Cambridge University Press, 1997. — sep. — P. 220–247. — URL: <http://dx.doi.org/10.1017/CB09780511813993.009>.
13. Mekhov I. B., Ritsch H. Quantum optics with quantum gases // Laser Physics. — 2009. — apr. — Vol. 19, no. 4. — P. 610–615. — URL: <http://dx.doi.org/10.1134/S1054660X09040136>.
14. Flockhart Gordon M., Bauer Ralf, Lengden Michael. Photonic systems integration for postgraduate students in the centre for doctoral training in applied photonics // Seventeenth conference on education and training in optics and photonics: ETOP 2023 / Ed. by David J. Hagan, Michael McKee. — SPIE, 2023. — jun. — URL: <http://dx.doi.org/10.1117/12.2670785>.
15. Pavesi Lorenzo. Editorial: editor's challenge in optics and photonics: advancing electronics with photonics // Frontiers in physics. — 2023. — apr. — Vol. 11. — URL: <http://dx.doi.org/10.3389/fphy.2023.1199022>.
16. Townsend Peter. Photonics in the twenty-first century // The power of imperfections. — Oxford University PressOxford, 2022. — jan. — P. 203–219. — ISBN: 9780191948268. — URL: <http://dx.doi.org/10.1093/oso/9780192857477.003.0013>.
17. McKenzie James. The power of photonics // Physics World. — 2022. — nov. — Vol. 35, no. 9. — P. 19–19. — URL: <http://dx.doi.org/10.1088/2058-7058/35/09/18>.
18. Photonics for computing and computing for photonics / Daniel Brunner [et al.] // Nanophotonics. — 2020. — sep. — Vol. 9, no. 13. — P. 4053–4054. — URL: <http://dx.doi.org/10.1515/NANOPH-2020-0470>.

19. Boltasseva Alexandra, Shalaev Vladimir M., Wilson Blake. Machine learning for photonics // Active Photonic Platforms (APP) 2022 / Ed. by Ganapathi S. Subramania, Stavroula Foteinopoulou. — SPIE, 2022. — oct. — URL: <http://dx.doi.org/10.1117/12.2633108>.
20. Girtan Mihaela. Trends in photonics // Springer Briefs in applied sciences and technology. — Springer International Publishing, 2017. — sep. — P. 77–96. — ISBN: 9783319673370. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-67337-0_4.
21. Eichelkraut Toni, Szameit Alexander. Random sudoku light // Nature. — 2015. — oct. — Vol. 526, no. 7575. — P. 643–644. — URL: <http://dx.doi.org/10.1038/526643A>.
22. Towards four-dimensional photonics / Hannah M. Price [et al.] // Advances in photonics of quantum computing, memory, and communication IX / Ed. by Zameer U. Hasan [et al.]. — SPIE, 2016. — mar. — URL: <http://dx.doi.org/10.1117/12.2218539>.
23. Urick Vincent J., Mikeska Dennis C., Godinez Modesto E. Photonics for electronic interference suppression // 2017 IEEE Avionics and vehicle fiber-optics and photonics conference (AVFOP). — IEEE, 2017. — nov. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/AVFOP.2017.8169761>.
24. Microwave photonic signal processing / Jose Capmany [et al.] // Journal of Lightwave Technology. — 2013. — feb. — Vol. 31, no. 4. — P. 571–586. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/JLT.2012.2222348>.
25. Deep learning for topological photonics / Jooyeong Yun [et al.] // Advances in Physics: X. — 2022. — mar. — Vol. 7, no. 1. — URL: <http://dx.doi.org/10.1080/23746149.2022.2046156>.
26. Introduction to photonics: principles and the most recent applications of microstructures / Iraj Amiri [et al.] // Micromachines. — 2018. — sep. — Vol. 9, no. 9. — P. 452. — URL: <http://dx.doi.org/10.3390/MI9090452>.
27. Bonneau Damien. Silicon quantum photonics // 2016 18th International conference on transparent optical networks (ICTON). — IEEE, 2016. — jul. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/ICTON.2016.7550615>.
28. Schneebeli L., Kira M., Koch S. W. Quantum optics with quantum-dot and quantum-well systems // Quantum optics with semiconductor nanostructures. — Elsevier, 2012. — P. 369–393e. — ISBN: 9780857092328. — URL: <http://dx.doi.org/10.1533/9780857096395.3.369>.
29. Wang Yifan, Yang Shize, Crozier Peter A. Spectroscopic observation and modeling of photonic modes in CeO₂ nanostructures // Microscopy and microanalysis. — 2023. — jul. — Vol. 29, no. 4. — P. 1307–1314. — URL: <http://dx.doi.org/10.1093/micmic/ozad059>.
30. 3D-photonic nanostructures for photonic computing / Wolfram H. P. Pernice [et al.] // Advanced fabrication technologies for micro/nano optics and photonics XVI / Ed. by Georg von Freymann, Eva Blasco, Debashis Chanda. — SPIE, 2023. — mar. — URL: <http://dx.doi.org/10.1117/12.2653599>.


31. Spectroscopic properties study of photonic crystals and nanostructures / I. N. Aliev [et al.] // Herald of the Bauman Moscow State Technical University. Series natural sciences. — 2023. — apr. — no. 2 (107). — P. 35–49. — URL: <http://dx.doi.org/10.18698/1812-3368-2023-2-35-49>.
32. Photonic nanostructures mimicking floral epidermis for perovskite solar cells / Maria Vasilopoulou [et al.] // Cell reports physical science. — 2022. — sep. — Vol. 3, no. 9. — P. 101019. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.xcrp.2022.101019>.
33. Accurate transfer of individual nanoparticles onto single photonic nanostructures / Javier Redolat [et al.] // ACS Applied materials and interfaces. — 2022. — dec. — Vol. 15, no. 2. — P. 3558–3565. — URL: <http://dx.doi.org/10.1021/acscami.2c13633>.
34. Jamwal Nishant, Kiani Amirkianoosh. Synthesis of optoelectronic nanostructures on silicon and gold-coated silicon via high-intensity laser pulses at varied pulse durations // Coatings. — 2023. — feb. — Vol. 13, no. 2. — P. 375. — URL: <http://dx.doi.org/10.3390/coatings13020375>.

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 74.47
ГРНТИ 14.25.09
ВАК 5.8.2.
PACS 01.40.-d
OCIS 000.2060
MSC 00A79

Апробация элемента билингвального обучения в курсе физики

Ю. О. Смолева ¹

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

Поступила в редакцию 23 июня 2024 года
После переработки 27 июля 2024 года
Опубликована 12 сентября 2024 года

Аннотация. Рассмотрены результаты разработки элемента билингвального обучения в курсе физики. Исследование направлено на апробацию элемента билингвального обучения в курсе физики с целью улучшения понимания учащимися теоретического материала по физике и повышения успеваемости учащихся по физике в школе. Представлены результаты проведения педагогического эксперимента по внедрению разработанного элемента билингвального обучения физике в образовательный процесс по физике в школе и оценке эффективности билингвального метода обучения на результаты обучения физике.

Ключевые слова: физика, преподавание физики, билингвальное обучение, двуязычная школа, педагогический эксперимент, уровень владения английским языком, академические знания

Введение

В современном мире билингвальное обучение становится всё более популярным и требуемым. В сфере образования возрастает интерес к интеграции иностранного языка с различными предметами, такими, как физика. Это открывает новые перспективы для обучения и позволяет углубленнее изучать предметы на языке оригинала, что способствует развитию когнитивных способностей и интеллектуального потенциала учащихся. Актуальность исследования обусловлена необходимостью обновления технологий обучения и создания дидактических условий для включения инновационных технологий и форм педагогической деятельности в практику школ с билингвальным обучением физике. Исследование актуально в свете растущей потребности в билингвальном образовании и необходимости улучшения качества обучения учащихся физике на английском языке.

¹E-mail: yulya.smoleva.99@mail.ru

Цель исследования заключается в теоретическом обосновании и эмпирической проверке дидактических условий эффективности билингвального обучения физике в школе на основе апробации элемента билингвального обучения в курсе физики с целью улучшения понимания учащимися теоретического материала по физике и повышения успеваемости учащихся по физике в школе.

Для достижения цели исследования были поставлены следующие задачи:

1. написание обзора литературы по существующим подходам к билингвальному обучению в образовании на основе анализа опыта российских и зарубежных школ в области билингвального обучения физике;
2. разработка специального учебного материала, сочетающий содержание курса физики с изучением иностранного языка, в качестве элемента билингвального обучения для курса физики;
3. проведение педагогического эксперимента по внедрению разработанного элемента в образовательный процесс по физике в школе и оценке эффективности билингвального метода обучения на результаты обучения физике;
4. анализ результатов педагогического эксперимента и оценка эффективности внедренного элемента билингвального обучения физике.

Объектом исследования является процесс билингвального обучения учащиеся средней школы, изучающие физику на английском языке.

Предметом исследования является влияние элементов билингвального обучения на понимание и усвоение физических концепций в различных дидактических условиях, обеспечивающие эффективность билингвального обучения физике в школе.

В качестве методов исследования используются анализ научной литературы по теме билингвального обучения в образовании, эмпирические методы разработки элемента билингвального обучения для курса физики такие, как наблюдение, опрос, тестирование, педагогический эксперимент, проведение эксперимента по внедрению разработанного элемента в образовательный процесс по физике, методы математической статистики для обработки полученных результатов педагогического эксперимента с контрольной группой, методы сравнительного анализа результатов педагогического эксперимента по апробации элементов билингвального обучения физике в школе.

В качестве материалов исследования используются учебные программы по физике и планы билингвального обучения физике в школе, методические разработки и рекомендации по организации билингвального обучения, тестовые задания для оценки понимания материала, анкеты для оценки удовлетворенности учащимися результатами обучения, результаты экспериментальной работы по апробации элемента билингвального обучения в курсе физики.

Научная новизна исследования заключается в разработке и апробации нового элемента билингвального обучения для курса физики, а также выявлении особенностей мотивации учащихся при обучении в школах и определении дидактических условий эффективности билингвального обучения физике, способствующих повышению качества образования и адаптации учащихся в новой образовательной среде.

Теоретическая значимость исследования заключается в разработке и обосновании дидактических условий эффективности билингвального обучения физике для развития теории билингвального обучения в образовании на основе методов преподавания физики на английском языке. Практическая значимость исследования заключается в создании методических рекомендаций по организации билингвального обучения физике, которые могут быть использованы в практике российских школ.

Обзор литературы по билингвальному обучению

Двуязычное преподавание физики представляет как проблемы, так и возможности, как подчеркивается в исследовательской литературе. В статье [1] рассматривается двуязычное образование иностранных студентов, в том числе преподавание физики. Особое внимание уделяется двуязычной профессионально-предметной компетентности и дидактическим условиям эффективного двуязычного образования по физике. Исследования подчеркивают важность создания двуязычных материалов и содействия знакомству педагогов с культурой глухих для улучшения преподавания физики в двуязычных школах [2]. Преподавание физики на двух языках в школах для глухих сопряжено с такими проблемами, как барьеры грамотности и незнание жестов [2]. Инвестиции в двуязычные материалы и понимание культуры глухих имеют решающее значение для улучшения обучения. Кроме того, поощрение практики транслингвизма среди студентов, как показано в исследовании случая, может значительно улучшить результаты обучения в лингвистически разнообразных классах физики [3]. В исследовании [3] изучается спонтанное переключение языков новичками в лингвистически разнообразном классе физики, демонстрируя, как многоязычная практика может расширить возможности обучения, указывая на потенциальные преимущества двуязычного преподавания физики. Кроме того, разработка многоязычных онлайн-курсов, таких как курс физики на английском языке с языковой поддержкой, имеет решающее значение для развития академического языка студентов в условиях дистанционного обучения [4]. В статье [4] обсуждается разработка многоязычного онлайн-курса физики на английском языке, в котором особое внимание уделяется языковой поддержке академических знаний, ориентированию на студентов с разным уровнем владения английским языком и использованию разнообразных методов обучения. Создание двуязычных курсов, таких как Физический, так и химический эксперимент в Университете Цзаочжуан, может эффективно сочетать профессиональное применение с английским языком, обеспечивая целевой подход к развитию сложных талантов в прикладных университетах [5]. В статье [5] рассматривается двуязычный режим обучения на курсе «Эксперимент по физической химии», при этом особое внимание уделяется сочетанию профессионального применения с английским языком для эффективного развития сложных талантов в прикладных университетах. Эти идеи подчеркивают ценность двуязычия в образовании физики и необходимость индивидуальных подходов для улучшений результатов обучения. В работе [6] обсуждается преподавание физики в университете с полным погружением в английский язык, при этом особое внимание уделяется двуязычным методам обучения концепциям перевода и ротации, способствующим эффективному обучению в среде второго языка. В статье [7] обсуждается новаторское двуязычное преподавание физики в Национальном педагогическом университете Колумбии с упором на закон Фарадея на английском языке, что способствует повышению понимания и уверенности студентов на среднем и среднем уровне знаний. В работе [8] рассматривается двуязычное обучение в ходе физических экспериментов, которое способствует развитию инноваций в Китае, преодолевая препятствия с помощью различных методов, что доказывает его ценность в воспитании талантливых двуязычных студентов. В статье [9] показано, что двуязычное преподавание физики предполагает интеграцию языка с содержанием, акцент на новой научной терминологии и использование стратегий для улучшения понимания на двуязычных занятиях по естественным наукам в китайском университете. Разрабатываются инновационные образовательные инструменты для поддержки изучения языка в специализированных классах, таких как техническая механика, с целью улучшения двуязычных способностей студентов [10]. Интегративное двуязычное обучение в области инженерии не только объединяет познание и коммуникацию, но и способствует личностному росту, когнитивному развитию и лучшему позиционированию на рынке

труда, подчеркивая важность чётких образовательных целей и эффективных методологий для педагогов [11, 12].

Таким образом, рассмотренный обзор литературы показал актуальность темы исследования, связанной с методикой преподавания физики на английском языке.

Результаты педагогического эксперимента

Для исследования результатов применения электронного образовательного ресурса на английском языке был проведён педагогический эксперимент на уроках физики с учащимися средней школы. Под педагогическим экспериментом понимается метод исследования, который используется с целью выявления эффективных методов и средств обучения и воспитания. Правильно организованный педагогический эксперимент и своевременный анализ полученных результатов являются главными критериями для успешного построения образовательного процесса по физике. Педагогический эксперимент проводился на базе МБОУ «Средняя школа № 62», находящейся по адресу город Ульяновск, улица Варейкиса 22а. В исследовании принимали участие ученики двух восьмых классов в количестве 40 человек: 20 человек из 8 А класса и 20 человек из 8 Б класса. В контрольном классе 8 Б использовались традиционные методы и способы проведения урока по физике, то есть изучение материала происходило с помощью учебника, в качестве проверки уровня знаний по изученному материалу использовались вопросы в конце параграфа, самостоятельные работы. В 8 А классе экспериментальной группы в преподавании физики использовались разработанные электронные пособия и материалы на английском языке, для контроля и оценки знаний обучающихся были использованы различные интерактивные задания.

Для получения корректных результатов были проведены три этапа педагогического эксперимента: констатирующий, формирующий, контрольный. Целью констатирующего этапа педагогического эксперимента по физике с использованием электронного образовательного ресурса по агрегатным состояниям вещества является проведение оценки текущего уровня знаний учащихся, выявление сформированности умений и навыков по физике. Поэтому, чтобы определить уровень знаний учащихся восьмых классов по физике, было проведено предварительное тестирование по ранее изученному в восьмом классе материалу. Ученикам восьмых классов были выставлены оценки за входную контрольную работу. Также были подсчитаны степень обученности учащихся, абсолютная успеваемость класса, которая определяется как процентное соотношение учащихся, успешно справившихся с учебным планом от общей численности учащихся, сдававших работу и качественная успеваемость класса как процент учащихся, имеющих отличные и хорошие оценки от численности учащихся, получивших положительные отметки.

Абсолютная успеваемость учащихся 8 «А» класса на входной диагностике по текущей теме равна 100 %. Абсолютная успеваемость учащихся 8 Б класса на входной диагностике по текущей теме равна 100 %. Качественная успеваемость учащихся 8 А класса на входной диагностике по текущей теме равна 70 %. Качественная успеваемость учащихся 8 Б класса равна 85 %. Степень обученности учащихся 8 А класса на входной диагностике по текущей теме равна 63 %. Степень обученности учащихся 8 Б класса на входной диагностике по текущей теме равна 71 %. На основе результатов входной диагностики, определяем контрольный и экспериментальный классы: 8А выбираем в качестве экспериментального класса, 8 Б выбираем в качестве контрольного класса.

На формирующем этапе педагогического эксперимента по физике с использованием электронного образовательного ресурса по агрегатным состояниям вещества были задействованы новые элементы контроля знаний по физике в экспериментальном классе. Так, в ходе уроков по разделу, связанному с изучением агрегатных состояний вещества в экспериментальном 8 А использовали разработанный электронный образовательный

ресурс по физике на английском языке. В контрольном 8 Б классе уроки проводились по традиционной методике преподавания указанного раздела. В ходе урока с применением разработанного электронного образовательного ресурса учащиеся 8 класса экспериментальной группы стали проявлять познавательный интерес к физике, задавать вопросы по теме урока, связанной с изучением агрегатных состояний вещества. У них появилось большое желание к учебной деятельности. На этапе первичного закрепления полученных знаний по теме урока, учащиеся двух классов выполнили самостоятельную работу. Содержание самостоятельной работы по физике было одинаково для обеих групп. Результаты самостоятельной работы экспериментального класса: количество учащихся, получившие отметки «отлично» составило 6 человек, количество учащихся, получившие отметки «хорошо» составило 12 человек, количество учащихся, получившие отметки «удовлетворительно» составило 2 человека. Результаты самостоятельной работы контрольного класса: количество учащихся, получившие отметки «отлично» составило 5 человек, количество учащихся, получившие отметки «хорошо» составило 13 человек, количество учащихся, получившие отметки «удовлетворительно» составило 2 человека. Абсолютная успеваемость учащихся 8 А класса на самостоятельной работе по текущей теме равна 100 %. Абсолютная успеваемость 8 Б класса на самостоятельной работе по текущей теме равна 100 %. Качественная успеваемость учащихся 8 «А» класса на самостоятельной работе по текущей теме равна 90 %. Качественная успеваемость учащихся 8 Б класса на самостоятельной работе по текущей теме равна 90 %. Степень обученности учащихся 8 А класса на самостоятельной работе по текущей теме равна 72 %. Степень обученности учащихся 8 Б класса на самостоятельной работе по текущей теме равна 70 %. Таким образом, анализируя данные результатов формирующего этапа проведения педагогического эксперимента по внедрению билингвального обучения физике у учащихся экспериментальной группы 8 А класса можно наблюдать положительную динамику в результатах обучения.

Степень обученности учащихся увеличилась с 63 % до 72 % в то время, как в контрольном 8 Б классе данный показатель остался практически без изменений. Качественная успеваемость в двух классах выросла, в контрольном классе на 5 %, в экспериментальном же классе с 70 % до 90 %. Абсолютная успеваемость в обоих классах осталась без изменений. На уроках были использованы различные контрольно-измерительные материалы и электронные ресурсы. Контрольно-измерительные материалы для проведения промежуточной аттестации в 2023 году по физике в 8 классе, составленные в соответствии с программой общеобразовательных учреждений, включают тематические и итоговые тесты, задания трёх уровней сложности.

В заключении педагогического эксперимента на контрольном этапе определения качественных и количественных различий в параметрах была осуществлена диагностика в форме контрольной работы по теме, связанной с изучением агрегатных состояний вещества в восьмом классе. Результаты теста стали основанием для вычисления степени обученности учащихся восьмых классов. Затем можно проанализировать степень обученности учащихся, а также качественную успеваемость учащихся восьмых классов до и после эксперимента. На контрольном этапе педагогического эксперимента после проведения занятий по физике результаты степени обученности учащихся, а также абсолютной и качественной успеваемости имеют следующие показатели. Абсолютная успеваемость учащихся 8 А класса на контрольной работе по текущей теме равна 100 %. Абсолютная успеваемость 8 Б класса на контрольной работе по текущей теме равна 100 %. Качественная успеваемость учащихся 8 А класса на контрольной работе по текущей теме равна 90 %. Качественная успеваемость учащихся 8 Б класса на контрольной работе по текущей теме равна 95 %. Степень обученности учащихся 8 А класса на контрольной работе по текущей теме равна 76 %. Степень обученности учащихся 8 Б

класса на контрольной работе по текущей теме равна 70 %. Изучив и выделив основные особенности обучения физике на английском языке, которые влияют на понимание и вовлечение учащихся, можно сделать вывод о том, что, уделяя внимание пополнению словарного запаса, развитию навыков чтения, письма, слушания и речи для обучения физики на английском языке.

В результате проведенного педагогического эксперимента можно сделать следующие выводы: разработанная система педагогического взаимодействия с обучающимися с применением электронного образовательного ресурса на английском языке по физике существенно повысила эффективность обучения, и можно отметить улучшение показателей в экспериментальном 8 А классе. Степень обученности учащихся увеличилась с 63 % до 76 %, в то время как в контрольном 8 Б классе остался практически без изменений и даже немного уменьшился из-за статистической погрешности. Качественная успеваемость выросла в обоих классах. В контрольной группе данный показатель увеличился на 5 %, тогда как в экспериментальном классе показатель вырос 70 % до 90 %. Абсолютная успеваемость в обоих классах на всех этапах проведения эксперимента была 100 %. Учащиеся экспериментальной группы, использовавшие методику билигвального обучения физике при изучении курса физики, показали значительное улучшение понимания физических понятий и законов, связанных с агрегатными состояниями вещества. Учащиеся также продемонстрировали лучшие навыки решения физических задач по агрегатным состояниям вещества и более глубокое понимание физических принципов. В результате проведения педагогического эксперимента показано, что разработанная методика билигвального обучения физике способствует расширению кругозора и повышению уровня интереса к изучению физики, а также развивает навыки владения английским языком учащихся. Показано, что использование разработанной методики билигвального обучения физике сыграло важную роль в улучшении преподавания физики в восьмом классе общеобразовательной школы, помогая учащимся лучше понять сложности вопросов агрегатного состояния вещества. Проведение педагогического эксперимента по апробации и оценке эффективности методики билигвального обучения физике в рамках темы по агрегатным состояниям вещества, созданной на основе учебных материалов по физике на английском языке, дало положительные результаты.

В ходе педагогического эксперимента по физике отмечено увеличение наглядности образовательного процесса по физике и повышение уровня усвоения теоретического материала по физике, интереса к физике за счёт использования английского языка, что поможет обучающимся развить навыки чтения, письма, аудирования и говорения на английском языке, связанными с предметной областью физики. Таким образом, применение методики билигвального обучения физике в рамках темы по агрегатным состояниям вещества на английском языке обеспечивает высокую эффективность процесса обучения физике, способствует повышению качества физического образования, меняет в лучшую сторону отношение учащихся к физике, стимулирует формирование знаний по физике. Результаты исследования могут помочь определить эффективность использования методики билигвального обучения физике в рамках темы по агрегатным состояниям вещества на английском языке в обучении физике и выявить преимущества и недостатки электронного образовательного ресурса. Использование методики билигвального обучения физике сыграло важную роль в улучшении преподавания физики в восьмом классе общеобразовательной школы, помогая учащимся лучше понять сложности вопросов агрегатного состояния вещества. Разработка и апробация элементов билигвального обучения физике на примере темы по агрегатным состояниям вещества позволила создать завершённый подход преподавания темы по агрегатным состояниям вещества в условиях билигвального обучения физике на основе учебных материалов по физике на английском языке.

Заключение

Исследование подтвердило эффективность использования билингвальных методов в обучении физике. Этот подход способствует не только улучшению академических показателей, но и развитию языковых и когнитивных навыков учащихся. Полученные результаты могут быть использованы для оптимизации процесса обучения и создания инновационных учебных программ. Билингвальное обучение может улучшить понимание учащимися материала по физике, повысить академическую успеваемость учащихся, способствовать развитию языковых навыков учащихся. Ожидаемые результаты исследования включают повышение уровня мотивации учащихся, улучшение качества их образования и успешную адаптацию в новой образовательной среде. Гипотеза исследования подтверждена, так как уровень мотивации учащихся действительно повысился благодаря снятию психологического барьера и использованию билингвального обучения. Гипотеза исследования подтвердилась, так как результаты педагогического эксперимента показали, что билингвальное обучение улучшило понимание учащимися материала и повысило их академическую успеваемость. Исследование выявило, что внедрение билингвальных элементов в курс физики способствует улучшению усвоения материала учащимися. Учащиеся, которые учились с использованием иностранного языка, показали более высокие результаты по сравнению с традиционными методами обучения. Кроме того, учащиеся проявили больший интерес к физике и улучшили свои навыки коммуникации на английском языке. Теоретическая значимость исследования реализована в разработке нового элемента билингвального обучения для курса физики и анализе результатов эксперимента. Теоретическая значимость исследования заключается в изучении и адаптации зарубежного опыта билингвального обучения, а практическая значимость заключается в разработке дидактической модели и билингвального учебного пособия, которые способствуют формированию предметных знаний учащихся по физике. Рекомендации практического применения включают внедрение разработанных дидактических условий и материалов в образовательный процесс языковых школ. Результаты исследования могут быть использованы для развития теории билингвального обучения в образовании. Исследование также может способствовать развитию методов преподавания физики на английском языке. Практическая значимость исследования реализована в улучшении процесса обучения физике на английском языке и помощи преподавателям в выборе методов преподавания и оценки эффективности обучения. Результаты исследования могут быть использованы для улучшения процесса обучения учащихся физике на английском языке. Исследование может помочь учителям в выборе методов преподавания физике на английском языке.

Список использованных источников

1. Smirnova Z. M. Bilingual training for foreign students. Teaching physics and mathematics at medical universities // Methodology and technology of continuing professional education. — 2024. — mar. — Vol. 17, no. 1. — URL: <http://dx.doi.org/10.24075/mtcpe.2024.09>.
2. Prestes Vivian Ellen Cristine, Leonel Andre Ary. Teaching-learning physics in bilingual education schools for the deaf // Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. — 2022. — jan. — P. e38163. — URL: <http://dx.doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2022u93117>.
3. Uddling Jenny, Reath Warren Anne. A newcomer's spontaneous translanguaging in lower-secondary physics education // International multilingual research journal. — 2023. — may. — Vol. 17, no. 3. — P. 270–288. — URL: <http://dx.doi.org/10.1080/19313152.2023.2208508>.


4. Zhakupov Nursultan Ruslanovich, Seitkhanova Ainur, Dakhin Alexander. Development of a multilingual online course with the language support for teaching physics in English // International journal of evaluation and research in education. — 2024. — apr. — Vol. 13, no. 2. — P. 752. — URL: <http://dx.doi.org/10.11591/ijere.v13i2.26803>.
5. Mu Dan, Liu Chun-Li, Luo Hai-Nan. Exploring the chinese-english bilingual teaching mode in an applied university – taking physical chemistry experiment bilingual course in Zaozhuang University as an example // Proceedings of the 2nd international seminar on education research and social science. — iserss-19. — Atlantis Press, 2019. — URL: <http://dx.doi.org/10.2991/ISERSS-19.2019.149>.
6. Deng HuaQiu. Full english immersion teaching of translation and rotation of university physics // Proceedings of the international conference on education, management and information technology. — icemit-15. — Atlantis press, 2015. — URL: <http://dx.doi.org/10.2991/ICEMIT-15.2015.72>.
7. Barragán Parra John Eduard, Moreno Sanguino Luis Alejandro. El bilingüismo en la Universidad Pedagógica Nacional, Colombia: experiencias pioneras en la clase de ciencias con estudiantes de pregrado // Nodos y Nudos. — 2014. — mar. — Vol. 4, no. 36. — URL: <http://dx.doi.org/10.17227/01224328.3112>.
8. Study of bilingual teaching for physics experiment / Jia Jing [et al.] // 2010 International conference on e-health networking digital ecosystems and technologies. — IEEE, 2010. — apr. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/EDT.2010.5496416>.
9. Liang Xiaoping, W. Smith Sara. Teaching language and content: instructor strategies in a bilingual science class at a Chinese university // International journal of higher education. — 2012. — jun. — Vol. 1, no. 2. — URL: <http://dx.doi.org/10.5430/IJHE.V1N2P92>.
10. Vukadinova Tsvetelina, Terzieva Senia, Javorova Juliana. Foreign language teaching - purpose of engineering education and instruments in educational environment // Chuzhdoezikovo obuchenie - foreign language teaching. — 2022. — aug. — Vol. 49, no. 4. — P. 385–396. — URL: <http://dx.doi.org/10.53656/for22.422cujd>.
11. Krylov Eduard. Practical implementation of integrative bilingual teaching/learning at a technical university // Research anthology on bilingual and multilingual education. — IGI Global, 2022. — P. 352–372. — URL: <http://dx.doi.org/10.4018/978-1-6684-3690-5.ch019>.
12. Krylov Eduard. On integrative bilingual teaching of a foreign language and engineering at a technical university // Research anthology on bilingual and multilingual education. — IGI Global, 2022. — P. 176–193. — URL: <http://dx.doi.org/10.4018/978-1-6684-3690-5.ch010>.

Сведения об авторах:

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

E-mail: yulya.smoleva.99@mail.ru

ORCID iD  0009-0006-9572-7676

Web of Science ResearcherID  KBP-8878-2024

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

Testing the element of bilingual teaching in the physics course

Yu. O. Smoleva 

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted June 23, 2024
Resubmitted July 27, 2024
Published September 12, 2024

Abstract. The results of developing an element of bilingual education in a physics course are considered. The study is aimed at testing the bilingual teaching element in the physics course in order to improve students' understanding of theoretical material in physics and to improve students' academic performance in physics at school. The article presents the results of a pedagogical experiment on the introduction of the developed bilingual teaching element in physics into the educational process in physics at school and an assessment of the effectiveness of the bilingual teaching method on the results of learning physics.

Keywords: physics, physics teaching, bilingual education, bilingual school, pedagogical experiment, English proficiency level, academic knowledge

References


1. Smirnova Z. M. Bilingual training for foreign students. Teaching physics and mathematics at medical universities // Methodology and technology of continuing professional education. — 2024. — mar. — Vol. 17, no. 1. — URL: <http://dx.doi.org/10.24075/mtcpe.2024.09>.
2. Prestes Vivian Ellen Cristine, Leonel Andre Ary. Teaching-learning physics in bilingual education schools for the deaf // Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. — 2022. — jan. — P. e38163. — URL: <http://dx.doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2022u93117>.
3. Uddling Jenny, Reath Warren Anne. A newcomer's spontaneous translanguaging in lower-secondary physics education // International multilingual research journal. — 2023. — may. — Vol. 17, no. 3. — P. 270–288. — URL: <http://dx.doi.org/10.1080/19313152.2023.2208508>.
4. Zhakupov Nursultan Ruslanovich, Seitkhanova Ainur, Dakhin Alexander. Development of a multilingual online course with the language support for teaching physics in English // International journal of evaluation and research in education. — 2024. — apr. — Vol. 13, no. 2. — P. 752. — URL: <http://dx.doi.org/10.11591/ijere.v13i2.26803>.


5. Mu Dan, Liu Chun-Li, Luo Hai-Nan. Exploring the chinese-english bilingual teaching mode in an applied university – taking physical chemistry experiment bilingual course in Zaozhuang University as an example // Proceedings of the 2nd international seminar on education research and social science. — iserss-19. — Atlantis Press, 2019. — URL: <http://dx.doi.org/10.2991/ISERSS-19.2019.149>.
6. Deng HuaQiu. Full english immersion teaching of translation and rotation of university physics // Proceedings of the international conference on education, management and information technology. — icemit-15. — Atlantis press, 2015. — URL: <http://dx.doi.org/10.2991/ICEMIT-15.2015.72>.
7. Barragán Parra John Eduard, Moreno Sanguino Luis Alejandro. El bilingüismo en la Universidad Pedagógica Nacional, Colombia: experiencias pioneras en la clase de ciencias con estudiantes de pregrado // Nodos y Nudos. — 2014. — mar. — Vol. 4, no. 36. — URL: <http://dx.doi.org/10.17227/01224328.3112>.
8. Study of bilingual teaching for physics experiment / Jia Jing [et al.] // 2010 International conference on e-health networking digital ecosystems and technologies. — IEEE, 2010. — apr. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/EDT.2010.5496416>.
9. Liang Xiaoping, W. Smith Sara. Teaching language and content: instructor strategies in a bilingual science class at a Chinese university // International journal of higher education. — 2012. — jun. — Vol. 1, no. 2. — URL: <http://dx.doi.org/10.5430/IJHE.V1N2P92>.
10. Vukadinova Tsvetelina, Terzieva Senia, Javorova Juliana. Foreign language teaching - purpose of engineering education and instruments in educational environment // Chuzhdoezikovo obuchenie - foreign language teaching. — 2022. — aug. — Vol. 49, no. 4. — P. 385–396. — URL: <http://dx.doi.org/10.53656/for22.422cujd>.
11. Krylov Eduard. Practical implementation of integrative bilingual teaching/learning at a technical university // Research anthology on bilingual and multilingual education. — IGI Global, 2022. — P. 352–372. — URL: <http://dx.doi.org/10.4018/978-1-6684-3690-5.ch019>.
12. Krylov Eduard. On integrative bilingual teaching of a foreign language and engineering at a technical university // Research anthology on bilingual and multilingual education. — IGI Global, 2022. — P. 176–193. — URL: <http://dx.doi.org/10.4018/978-1-6684-3690-5.ch010>.

Information about authors:

Yulia Olegovna Smoleva — 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: yulya.smoleva.99@mail.ru

ORCID iD  0009-0006-9572-7676

Web of Science ResearcherID  KBP-8878-2024

Научная статья
УДК 378.147
ББК 74.489
ГРНТИ 14.35.09
ВАК 5.8.2.
PACS 01.40.-d
OCIS 000.20608
MSC 00A79

Анализ результатов деятельности научного кружка по нанотехнологиям в педагогическом университете

В. М. Тимченко  ¹

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

Поступила в редакцию 22 июля 2024 года

После переработки 24 июля 2024 года

Опубликована 12 сентября 2024 года

Аннотация. Рассматриваются теоретические и методические проблемы нанотехнологической подготовки в педагогическом университете в рамках кружка по нанотехнологиям. Проведён всесторонний анализ системы нанотехнологической подготовки в педагогическом университете в рамках кружка по нанотехнологиям на старших курсах бакалавриата педагогического университета. Проведено описание развития и результатов деятельности кружка по нанотехнологиям в педагогическом университете. Проанализированы результаты деятельности и публикационной активности участников кружка по нанотехнологиям в педагогическом университете за период с 2014 года по первую половину 2024 года.

Ключевые слова: кружковое движение, нанотехнологическая подготовка, научный кружок, система проектных работ по нанотехнологии, нанотехнология, наноструктура, наноптика, наноматериал, наноэлектроника, плазмон-поляритон, электромагнитная волна, оптика

Введение

В настоящее время технологические кружки становятся одним из ключевых элементов зарождающейся системы работы с молодым поколением. Кружки как форма объединения единомышленников, желающих изучать физические основы нанотехнологии, пробовать свои силы в фундаментальной и прикладной физике, является частью обучения для поддержания интереса студентов к научно-техническому творчеству. В свою очередь, данный вид занятий не только обучает, но и производит новейшие решения современных фундаментальных и прикладных проблем в области нанотехнологий, поскольку каждый участник кружка стремится создать и развивать научный проект в области нанотехнологий.

¹E-mail: lera.tim2002@icloud.com

В настоящей работе рассматриваются теоретические и методические проблемы нанотехнологической подготовки в педагогическом университете в рамках научного кружка по нанотехнологиям. Проанализированы результаты деятельности и публикационной активности участников кружка по нанотехнологиям в педагогическом университете.

Целью работы является исследование системы нанотехнологической подготовки в педагогическом университете в рамках кружка по нанотехнологиям. Задачей работы является исследование методических аспектов системы нанотехнологической подготовки в педагогическом университете в рамках кружка по нанотехнологиям на примере нескольких лет деятельности кружка. Объектом исследования являются процесс обучения физико-техническим основам нанотехнологий в рамках кружка по нанотехнологиям в педагогическом университете. Предметом исследования является процесс формирования умения написания и защиты квалификационных работ по физике в рамках кружка по нанотехнологиям в педагогическом университете. В качестве метода исследования используется наблюдение в ходе педагогического эксперимента за результатами деятельности кружка по нанотехнологиям в педагогическом университете. В качестве материалов исследования используются материалы годовых отчётов о научно-исследовательской работе и научно-исследовательской работе студентов кафедры физики и технических дисциплин с 2014 года по первую половину 2024 года.

Гипотеза исследования заключается в том, что если осуществлять кружковую деятельность по нанотехнологии в педагогическом университете, то можно повысить познавательный интерес студентов к нанотехнологической тематике.

Нанотехнологии являются новым направлением науки и техники, которое активно развивается в настоящее время. Направление исследования нанотехнологий включает в себя создание и использование материалов, устройств, работа которых определяется наноструктурой. Практически невозможно перечислить все области, в которых эта глобальная технология может существенно повлиять на технический прогресс. Приведём пример лишь некоторых из этих областей: элементы наноэлектроники, нанофотоники, нанолитографии, наноимпринтинга; телекоммуникационные, информационные и вычислительные технологии. Нанотехнология позволяет контролировать размер наночастиц и, таким образом, улучшать свойства наноматериала, используемого в оптоэлектронных приборах и устройствах. Миниатюризация схем приводит к созданию новых приборов, устройств и сборок в оптоэлектронике. Последние достижения в области нанотехнологий позволяют изготавливать метаматериалы, придавая им уникальные оптические свойства.

Наноплазмоника представляет собой область нанооптики, изучающая оптические свойства и физические явления, возникающие в результате колебаний электронов в металлических наночастицах, наноструктурах и наносистемах, а также взаимодействие этих колебаний со световыми волнами. Плазмонные технологии изготовления оптоэлектронных устройств и приборов могут заменить традиционные технологии, используемые в современных компьютерах и других вычислительных устройствах. Исследование плазмон-поляритонов на границе раздела с нанокompозитной плёнкой является перспективным направлением исследования для приложений в медицине. Широкое распространение получили наноматериалы, в которых наночастицы нацелены на доставку лекарств и полезных веществ к клеткам органов, а также на создание мышц и костей. Так же большую роль играют в энергомашиностроении, авиационной и космической промышленности. Оптические эффекты плазмон-поляритонов, эффекты взаимодействия и возбуждения плазмон-поляритонов применяются в новых приборах и устройствах оптоэлектроники. Задумываясь о прикладной значимости темы, в первую очередь, нужно сказать о том, что вся теория по нанотехнологиям, читаемая преподавателями, должна быть проверена и точна.

Обзор научных работ по физическим свойствам нанопустройств

Оптическое зондирование предполагает использование оптических устройств, приборов и структур для различных применений в области оптоэлектроники. Фотонные кристаллы, плазмонные структуры и графеновые устройства являются ключевыми компонентами механизмов оптического восприятия [1]. В работе [1] обсуждается использование оптических устройств, таких как графеновые переключатели, гетероструктуры из наноматериалов и плазмонные амплитудные модуляторы, для оптических сенсорных приложений. В работе [1] показано, что механизм оптического восприятия может быть реализован с помощью оптических устройств, таких как графеновые переключатели, переключатели на основе гетероструктур (плазмонных структур) наноматериалов и плазмонные амплитудные модуляторы. В статье [2] обсуждаются новые разработки в области оптических датчиков, в том числе многоточечная система измерения деформации с температурной компенсацией и система определения характеристик многомодового волокна. В статье [2] предложен метод разработки в оптических областях, например, оптических датчиков и систем управления оптическим потоком, с использованием контроллеров оптического потока и оптических фильтров. Носимые оптические сенсорные модули включают в себя фотонные интегральные схемы из кремния или нитрида кремния с лазерами, работающими на разных длинах волн, и элементами оптического манипулирования для эффективного управления светом. Оптический сенсорный модуль, подходящий для носимых устройств состоит из фотонной интегральной схемы передатчика из кремния или нитрида кремния, при этом фотонная интегральная схема передатчика содержит: множество лазеров, причём каждый лазер из множества лазеров работает на длине волны, отличается от длины волны остальных; область оптического манипулирования, причём области оптического манипулирования содержат одно или более из: оптического модулятора, оптического мультиплексора; и дополнительные элементы оптического манипулирования; и один или несколько оптических выходов для света, исходящего из множества. Оптические датчики могут быть изготовлены с узорчатыми светозащитными слоями, прозрачными диэлектрическими слоями и световодными слоями для направления падающего света к чувствительным пикселям для точного обнаружения. В работе [3] даётся краткое описание оптического дистанционного зондирования, включая историю, достижения в области спутниковых изображений и методы извлечения информации. В работе [3] описана история оптического дистанционного зондирования, основные операции обработки спутниковых изображений, передовые методы извлечения объектов для современных городских проектов, различные применения дистанционного зондирования в городских или пригородных условиях, а также будущие спутниковые миссии и направления городского дистанционного зондирования. Оптическое зондирование значительно развилось благодаря интеграции реконфигурируемых датчиков, алгоритмов машинного обучения и современных материалов, таких как графен и металлоорганические каркасы. Концепция геометрического глубокого оптического зондирования подчеркивает прямое обнаружение различных свойств света, таких как интенсивность, спектр, поляризация и пространственные характеристики, чему способствуют реконфигурируемые датчики и нейронные сети [4, 5]. Графеновые гетероструктуры обеспечивают более широкий спектр поглощения и улучшение оптоэлектронных характеристик в оптических сенсорных системах [6]. Графеновые гетероструктуры позволяют создавать современные оптические сенсорные системы с широким спектром поглощения, улучшая оптоэлектронные характеристики и стабильность, открывая путь для современных футуристических оптоэлектронных систем. В статье [6] обсуждаются последние достижения в устройствах с графеновыми гетероструктурами и их оптической способности восприятия в различных приложениях, обсуждаются известные исследования по улучшению производительности и стабильности на ос-

нове интегрированных графеновых гетероструктур. Кроме того, металлоорганические структуры стали эффективной альтернативой для обнаружения загрязнения окружающей среды, предлагая быстрое реагирование и разнообразные применения для обнаружения загрязняющих веществ, таких как ионы тяжёлых металлов и органические молекулы [7]. Оптическое зондирование, особенно с использованием металлоорганических каркасов, является многообещающей технологией для обнаружения выбросов из окружающей среды, таких как ионы тяжёлых металлов, органические молекулы и бактерии, благодаря своему быстрому реагированию и разнообразным применениям. В статье [7] освещаются текущие достижения оптических датчиков, полученных с использованием различных металлоорганических структур для обнаружения различных типов загрязнителей окружающей среды. Эти достижения в технологиях оптического зондирования не только расширяют возможности обнаружения, но и открывают путь для компактных, многофункциональных и интеллектуальных датчиков, которые можно использовать в различных областях, таких как медицинская визуализация, мониторинг окружающей среды и инфракрасная астрономия [5]. В работе [8] представлен дихроичный резонатор Фабри-Перо для оптического считывания на длинах волн 1064 и 532 нм, продемонстрированы его свойства и потенциальные применения в экспериментах по квантовой оптике и физике высоких энергий. В работе [8] представлен дихроичный резонатор Фабри-Перо, резонансный одновременно для двух длин волн: 1064 нм и 532 нм, его свойства и возможные применения. В волоконно-оптических датчиках используются такие принципы, как брэгговские решетки, интерферометры и поверхностный плазмонный резонанс, для оптического измерения в различных областях благодаря их экономической эффективности, миниатюризации и невосприимчивости к помехам. В статье [9] представлен обзор волоконно-оптических датчиков на основе решёток Брэгга, длиннопериодных решёток, интерферометров, поверхностного плазмонного резонанса, флуоресценции и диффузии света. Плазмонные метаматериалы, такие как резонаторы с разъемным кольцом и H-образные структуры, используются для оптического зондирования органических материалов, таких как полиметилметакрилат и эстрадиол, улучшая молекулярные сигнатуры посредством сопоставления плазмонного резонанса. В работе [10] были рассмотрены относительные достоинства структур и их чувствительность, а также проведено сравнение относительной чувствительности плазмонных структур и соответствующего молекулярного резонанса конкретного аналита. Оптоволоконные сети используются в волоконно-оптических сенсорных системах для обнаружения сенсорной информации, связанной с контролируруемыми объектами, что позволяет идентифицировать объекты на основе собранных данных. Эти достижения в оптических технологиях открывают широкий спектр возможностей для улучшения сенсорных возможностей в различных областях.

Анализ научной литературы по физическим свойствам наноструктур показывает актуальность темы исследования.

Описание деятельности кружка по нанотехнологиям

Область нанотехнологий является актуальной для изучения, поскольку наноструктуры, наноплёнки, нанокомпозиты и наноплазмонные структуры занимают одно из главных мест из материалов, на которые возложен взгляд в будущее, и применяются уже сейчас в большинстве отраслей промышленности, а главное в таких сферах человеческой деятельности, как медицина, электроника, военное дело. Поэтому работа кружка по нанотехнологиям в педагогическом университете была признана необходимой для успешного выполнения курсовых и квалификационных работ студентами, специализирующимися в физике.

Кружок является одним из наиболее распространенных видов групповой внекласс-

ной деятельности, который даёт преподавателю возможность использовать разнообразные формы и методы работы со студентами.

Занятия в кружках осуществляются по подгруппам. Занятие в кружке по нанотехнологиям является полноценной формой работы студентов, помогающей научиться сотрудничать и повышать свой уровень фундаментальных и прикладных знаний в области физических основ нанотехнологий.

В ходе работы кружка преподаватель регулирует порядок работы кружка по нанотехнологиям, контролирует результаты деятельности студентов, отвечает на вопросы, и в экстренных случаях оказывать помощь отдельным студентам или подгруппе студентов в целом. Возбуждение интереса к нанотехнологиям осуществляется через наглядное представление материалов по нанотехнологиям и возможность численного исследования новых закономерностей мира наноструктур и наносистем.

В первой половине первого семестра изучаются основы квантовой физики наноструктур. Во второй половине первого семестра изучаются основы синтаксиса языков программирования и пакетов прикладных программ, необходимых для проведения научных расчётов на основе численных вычислений зависимостей физических величин квантовой физики наноструктур и построения графиков функциональных зависимостей физических величин квантовой физики наноструктур.

В первой половине второго семестра осуществляется компьютерное моделирование физических процессов в наносистемах с помощью изученных ранее языков программирования и пакетов прикладных программ. Во второй половине второго семестра осуществляется анализ полученных численных результатов в результате компьютерного моделирования физических процессов в наносистемах с помощью языков программирования и пакетов прикладных программ. Во второй половине второго семестра завершается написание курсовых работ и квалификационных работ по физике.

На стадии целеполагания осуществляется постановка цели курсовой или квалификационной работы по физике на основе соотнесения того, что уже известно и усвоено из курсов общей физики и теоретической физики, с тем, что ещё не известно из выбранной узкой темы в области нанотехнологий. На стадии целеполагания с помощью численных экспериментов исследовать физические свойства объектов и процесс протекания физических явлений в различных структурах пониженной размерности, наноструктурах и наносистемах.

На стадии классификации осуществляется написание обзора литературы по наносистемам, производится выбор оснований и критериев для сравнения различных моделей для описания квантовых процессов в наноструктурах и наносистемах. На стадии классификации необходимо дать определения всем необходимым понятиям оптики наноструктур.

На стадии выдвижения и обоснования гипотез осуществляется сравнение фактов в области нанотехнологий, установление причинно-следственных связей между моделями и величинами оптики наноструктур и наносистем, построение логической цепи рассуждений для решения основных уравнений оптики наноструктур и наносистем, анализ теорий и моделей оптики наноструктур и наносистем, синтез подходов к описанию наносистем. На стадии выдвижения и обоснования гипотез формируется умение организовывать исследование с целью проверки гипотез, объяснять физические явления, физические процессы в наносистемах, аргументировано представлять результаты научных проектов в области нанотехнологий.

На стадии планирования осуществляется определение последовательности действий студента с учётом конечного результата курсовой работы или квалификационной работы по физике. На стадии планирования производится расчёт зависимостей физических величин, определяющих характеристики наносистемы. Рассчитываются физические ве-

личины для описания наносистемы в результате теоретического и численного анализа известных физических формул оптики наноструктур.

На стадии прогнозирования осуществляется предвосхищение результата, который может быть получен в результате численного моделирования наносистем посредством управления переменными величинами. На стадии прогнозирования осуществляется поиск пар физических величин, характеризующих наносистему, между которыми может быть функциональная зависимость. Аналитическое описание оптических наноматериалов является сложной физической задачей из-за характерных оптических свойств материалов и метаматериалов, используемых в современных приборах и устройствах оптоэлектроники.

На стадии моделирования осуществляется преобразование физического объекта в математическую модель, где выделены существенные характеристики наносистемы. На стадии моделирования необходимо создавать и преобразовывать модели и схемы для решения задач описания наносистем.

На стадии структурирования осуществляется поиск необходимой информации по теоретическому описанию и компьютерным моделям наносистем. На стадии структурирования необходимо методов информационного поиска теоретической информации для описания наносистем. На стадии структурирования формируется умение адекватно, подробно, сжато и выборочно передавать содержание текста.

На стадии контроля осуществляется сличение результатов численных расчётов физических характеристик наносистем с экспериментальными результатами и результатами других расчётов с целью обнаружения отклонений результатов от эталонных данных. На стадии контроля необходимо интерпретировать теоретические и экспериментальные данные по наноструктурам и наноразмерным системам, в том числе раскрыть значение и физический смысл данных и результатов расчётов физических характеристик наноструктур и наноразмерных систем, сделать теоретические выводы на основе физических законов оптики наноструктур, произвести оценку полученных результатов.

На стадии коррекции осуществляется внесение дополнений и корректив в план исследований и способ моделирования физических явлений в наносистемах, в случае расхождения с эталоном. На стадии коррекции можно предложить альтернативный способ расчёта физической величины или численного исследования физического явления в наносистемах.

На стадии оценки осуществляется выделение и осознание того, что уже усвоено по исследуемой наносистеме с тем, что ещё подлежит усвоению. На стадии оценки нужно сделать заключения на основе достигнутых результатов численного моделирования наносистем, систематизации и классификации полученных результатов численных расчётов физических характеристик наносистем. На стадии оценки можно выделить физические явления и факты, подлежащие дальнейшему исследованию.

Результаты педагогического эксперимента

В ходе педагогического эксперимента проводилось наблюдение за деятельностью кружка по нанотехнологиям на кафедре физики и технических дисциплин ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова». Состав кружка по нанотехнологиям составляют студенты старших курсов бакалавриата и магистратуры педагогического направления подготовки, специализирующиеся в области физики. Занятия кружка по нанотехнологиям и наноплазмонике проводятся по 2 часа в неделю за исключением каникул. Занятия кружка по нанотехнологиям дополняют имеющиеся аудиторские занятия по нанотехнологиям в рамках дисциплин по выбору. Занятия кружка по нанотехнологиям дополнялись заседаниями научно-методического семинара кафедры физики и технических дисциплин, где обсуждались результаты кур-

совых и квалификационных работ студентов бакалавриата, заслушивались доклады студентов очной магистратуры и аспирантов.

Проанализируем результаты деятельности кружка по нанотехнологиям за 2014-2021 годы. В 2014 году в состав кружка по нанотехнологиям входили 8 человек, которые опубликовали 18 научных работ в ходе выполнения курсовых работ и квалификационных работ по физике. В 2015 году в состав кружка по нанотехнологиям входили 10 человек, которые опубликовали 2 научные работы в ходе выполнения курсовых работ и квалификационных работ по физике. В 2016 году в состав кружка по нанотехнологиям входили 27 человек, которые опубликовали 8 научных работ в ходе выполнения курсовых работ и квалификационных работ по физике. В 2017 году в состав кружка по нанотехнологиям входили 26 человек, которые опубликовали 19 научных работ в ходе выполнения курсовых работ и квалификационных работ по физике. В 2018 году в состав кружка по нанотехнологиям входили 24 человека, которые опубликовали 31 научную работу в ходе выполнения курсовых работ и квалификационных работ по физике. В 2019 году в состав кружка по нанотехнологиям входили 21 человек, которые опубликовали 23 научных работ в ходе выполнения курсовых работ и квалификационных работ по физике в бакалавриате педагогического направления подготовки. В 2019 году один участник кружка по нанотехнологиям опубликовал статью в журнале «Радиоэлектронная техника». В 2020 году в состав кружка по нанотехнологиям входили 35 человек, которые опубликовали 6 научных работ в ходе выполнения курсовых работ и квалификационных работ по физике. Основные публикации составляли публикации в материалах Всероссийских конференций и региональных конференций по физике и электронике, которые представлены на сайте Научной электронной библиотеки elibrary.ru. Участники кружка по нанотехнологиям активно участвовали во внутривузовских конференциях, проводимых в рамках недели науки на факультете физико-математического и технологического образования. В 2022 году в состав кружка по нанотехнологиям входили 17 человек, которые опубликовали 13 статей в рецензируемых научных изданиях в ходе выполнения курсовых работ и квалификационных работ по физике. В 2023 году в состав кружка по нанотехнологиям входили 23 человека, которые опубликовали 12 статей в рецензируемых научных изданиях в ходе выполнения курсовых работ и квалификационных работ по физике. В первой половине 2024 года в состав кружка по нанотехнологиям входили 22 человека, которые опубликовали 13 статей в рецензируемых научных изданиях в ходе выполнения курсовых работ и квалификационных работ по физике.

Результаты теоретической части работ участников кружка по нанотехнологиям докладывались на конференции «Современные проблемы электродинамики наноструктурных сред и наноплазмоники» 6 апреля 2019 года, на конференции «Наноплазмоника и фотовольтаика» 10 апреля 2019 года в рамках недели науки на факультете физико-математического и технологического образования. Результаты научно-методической части работ участников кружка по нанотехнологиям докладывались на конференции «Современные достижения науки и педагогической практики в системе высшего и среднего образования» 29 октября 2019 года. Результаты теоретической и самостоятельной части работ участников кружка по нанотехнологиям докладывались на научной школе-семинаре «Актуальные проблемы физики и астрономии» 12-17 октября 2020 года, на конференции «Фундаментальные и прикладные проблемы нанотехнологий» 12-17 ноября 2020 года в рамках недель науки на факультете физико-математического и технологического образования ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И. Н. Ульянова».

Для работы с нанотехнологической тематикой студенты должны обладать значительным запасом фундаментальных знаний по квантовой физике наноструктур и нанoeлектронике. Ориентируясь на известные теоретические и численные методы классиче-

ской, нелинейной и квантовой оптики для нанокompозитных сред из наноматериалов, в какой-то степени, обобщая опыт прошлых лет, дорабатывая уже имеющиеся выводы, теории, можно разработать множество научных проектов для усовершенствования и увеличения количества применений наноматериалов в обычной жизни. Так как разработка, реализация, проверка таких проектов на работоспособность требует больших затрат, предлагается использование языков программирования Python, Sage, R, Octave, Scilab, позволяющие осуществлять численные расчёты характеристик физических процессов в наноструктурах и наносистемах.

Приведём описание тематики занятий научного кружка по нанотехнологиям в нечётном семестре. Занятие 1 кружка по нанотехнологиям, проведённое 5.09.2023, посвящено изучению темы по уравнениям Максвелла в дифференциальной форме для оптических сред. Занятие 2 кружка по нанотехнологиям, проведённое 12.09.2023, посвящено изучению темы по уравнениям Максвелла в интегральной форме для оптических сред. Занятие 3 кружка по нанотехнологиям, проведённое 19.09.2023, посвящено изучению темы по системе волновых уравнений для электромагнитных волн в оптической среде. Занятие 4 кружка по нанотехнологиям, проведённое 26.09.2023, посвящено изучению темы по кинематике электромагнитной волны на основе формул Френеля. Занятие 5 кружка по нанотехнологиям, проведённое 3.10.2023, посвящено изучению темы по интегро-дифференциальным уравнениям для дискретно-непрерывных сред в оптике наноструктур. Занятие 6 кружка по нанотехнологиям, проведённое 10.10.2023, посвящено изучению темы по квантовой физике наноструктур на основе принципа размерного квантования в квазиульмерных системах. Занятие 7 кружка по нанотехнологиям, проведённое 17.10.2023, посвящено изучению темы по квантовой физике наноструктур на основе принципа размерного квантования в одномерных системах. Занятие 8 кружка по нанотехнологиям, проведённое 24.10.2023, посвящено изучению темы по квантовой физике наноструктур на основе принципа размерного квантования в двумерных системах. Занятие 9 кружка по нанотехнологиям, проведённое 31.10.2023, посвящено изучению темы по квантовой физике наноструктур на основе принципа размерного квантования в трёхмерных системах. Занятие 10 кружка по нанотехнологиям, проведённое 14.11.2023, посвящено изучению темы по квантовой механике систем пониженной размерности. Занятие 11 кружка по нанотехнологиям, проведённое 21.11.2023, посвящено изучению темы по квантовой механике систем квантовых точек. Занятие 12 кружка по нанотехнологиям, проведённое 28.11.2023, посвящено изучению темы по квантовой механике систем квантовых проволок. Занятие 13 кружка по нанотехнологиям, проведённое 5.12.2023, посвящено изучению темы по квантовой механике одномерных квантово-размерных систем. Занятие 14 кружка по нанотехнологиям, проведённое 12.12.2023, посвящено изучению темы по квантовой механике двумерных квантово-размерных систем и слоёв. Занятие 15 кружка по нанотехнологиям, проведённое 19.12.2023, посвящено изучению темы по квантовой механике трёхмерных квантово-размерных систем. Занятие 16 кружка по нанотехнологиям, проведённое 26.12.2023, посвящено изучению темы по квантовой механике фотонных кристаллов.

Приведём описание тематики занятий научного кружка по нанотехнологиям в чётном семестре. Занятие 17 кружка по нанотехнологиям, проведённое 23.01.2024, посвящено изучению темы по оптике квантово-размерных систем с наночастицами. Занятие 18 кружка по нанотехнологиям, проведённое 30.01.2024, посвящено изучению темы по оптике квантово-размерных систем с квантовыми точками. Занятие 19 кружка по нанотехнологиям, проведённое 6.02.2024, посвящено изучению темы по оптике квантово-размерных систем с квантовыми проволоками. Занятие 20 кружка по нанотехнологиям, проведённое 13.02.2024, посвящено изучению темы по оптике тонкослойных покрытий на основе формул Френеля. Занятие 21 кружка по нанотехнологиям, проведённое

20.02.2024, посвящено изучению темы по оптике тонкослойных покрытий на основе формул Френеля. Занятие 22 кружка по нанотехнологиям, проведённое 27.02.2024, посвящено изучению темы по оптике наноструктурных покрытий с наночастицами на основе модифицированных формул Френеля. Занятие 23 кружка по нанотехнологиям, проведённое 5.03.2024, посвящено изучению темы по оптике наноструктурных покрытий с квантовыми точками на основе модифицированных формул Френеля. Занятие 24 кружка по нанотехнологиям, проведённое 12.03.2024, посвящено изучению темы по оптике наноструктурных покрытий с углеродными нанотрубками на основе модифицированных формул Френеля. Занятие 25 кружка по нанотехнологиям, проведённое 19.03.2024, посвящено изучению темы по оптике наноструктурных покрытий с графеновыми монослоями на основе модифицированных формул Френеля. Занятие 26 кружка по нанотехнологиям, проведённое 26.03.2024, посвящено изучению темы по оптике наноструктурных покрытий с борофеновыми монослоями на основе модифицированных формул Френеля. Занятие 27 кружка по нанотехнологиям, проведённое 2.04.2024, посвящено изучению темы по физическим основам нанотехнологии наноматериалов с квазиулевым показателем преломления. Занятие 28 кружка по нанотехнологиям, проведённое 9.04.2024, посвящено изучению темы по особенностям нанотехнологии изготовления наноматериалов с квазиулевым показателем преломления. Занятие 29 кружка по нанотехнологиям, проведённое 16.04.2024, посвящено изучению темы по физическим основам нанотехнологии наноматериалов с нулевым показателем преломления. Занятие 30 кружка по нанотехнологиям, проведённое 23.04.2024, посвящено изучению темы по особенностям нанотехнологии изготовления наноматериалов с нулевым показателем преломления. Занятие 31 кружка по нанотехнологиям, проведённое 30.04.2024, посвящено изучению темы по физическим основам нанотехнологии наноматериалов с квазиединичным показателем преломления. Занятие 32 кружка по нанотехнологиям, проведённое 14.05.2024, посвящено изучению темы по особенностям нанотехнологии изготовления наноматериалов с квазиединичным показателем преломления. Занятие 33 кружка по нанотехнологиям, проведённое 21.05.2024, посвящено изучению темы по физическим основам нанотехнологии наноматериалов с единичным показателем преломления. Занятие 34 кружка по нанотехнологиям, проведённое 28.05.2024, посвящено изучению темы по особенностям нанотехнологии изготовления наноматериалов с единичным показателем преломления.

Заключение

В кружке по нанотехнологиям реализуется интенсивное развитие личности студента за счёт организации активной познавательной деятельности в области нанотехнологий и наноэлектроники путём развития символического и предметного мышления. Познавание физических законов мира наносистем происходит в процессе активной познавательной деятельности студентов в рамках взаимодействия на занятиях научного кружка по нанотехнологиям. Численные эксперименты по расчёту характеристик физических явлений предлагается студентам выполнять самостоятельно по заданию преподавателя, а затем обсуждать результаты на занятиях кружка по нанотехнологиям. Успешному изучению физических основ нанотехнологий способствует участие в беседах, дискуссиях и спорах при обсуждении результатов численных экспериментов по расчёту характеристик физических явлений в наноструктурах и наносистемах. Все участники кружка по нанотехнологиям успешно защищали курсовые работы по физике, курсовые работы по методике преподавания физики и выпускные квалификационные работы по физике с 2014 по 2024 годы. Все приобретённые знания, умения и навыки исследовательской деятельности в области нанотехнологий получают дальнейшее развитие в профессиональной деятельности выпускников при разработке проектов в области нанотехнологий.

Гипотеза научного исследования, заключающаяся в том, что если осуществлять кружковую деятельность по нанотехнологиям в педагогическом университете, то можно повысить познавательный интерес студентов к нанотехнологической тематике, подтверждена полностью.

Исследования по тематике, связанной с нанотехнологиями, дадут огромный толчок для самоопределения студентов, и в будущем, реализуя проекты, они смогут внести свой вклад в развитие нанотехнологического образования. Кружковое движение помогает решить задачу формирования в стране следующих поколений инженеров, учёных, предпринимателей с высоким уровнем профессионализма, способных разрабатывать и реализовывать новые научно-технологические проекты, ведущих их к высоким прикладным результатам и направленные на развитие нанотехнологий.

Список использованных источников

1. Khani Shiva, Farmani Ali, Rezaei Pejman. Optical resistance switch for optical sensing // Emerging trends in mechatronics. — Springer Nature Singapore, 2023. — P. 1–38. — ISBN: 9789811987908. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-981-19-8790-8_1.
2. Chen Wen, Tang Ming, Wang Liang. Optical imaging, optical sensing and devices // Sensors. — 2023. — mar. — Vol. 23, no. 6. — P. 2882. — URL: <http://dx.doi.org/10.3390/s23062882>.
3. Optical remote sensing / Man Sing Wong [et al.] // The Urban Book Series. — Springer Singapore, 2021. — P. 315–344. — ISBN: 9789811589836. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-981-15-8983-6_20.
4. Optical sensing in high dimensions / Thomas Mueller [et al.] // Unconventional imaging, sensing, and adaptive optics 2023 / Ed. by Santasri R. Bose-Pillai, Jean J. Dolne, Mark F. Spencer. — SPIE, 2023. — oct. — URL: <http://dx.doi.org/10.1117/12.2676232>.
5. Geometric deep optical sensing / Shaofan Yuan [et al.] // Science. — 2023. — mar. — Vol. 379, no. 6637. — URL: <http://dx.doi.org/10.1126/science.ade1220>.
6. Integrated graphene heterostructures in optical sensing / Phuong Pham [et al.] // Micromachines. — 2023. — may. — Vol. 14, no. 5. — P. 1060. — URL: <http://dx.doi.org/10.3390/mi14051060>.
7. Panda Pravati, Chakroborty Subhendu. Optical sensor technology and its application in detecting environmental effluents: a review // International journal of environmental analytical chemistry. — 2022. — jul. — P. 1–16. — URL: <http://dx.doi.org/10.1080/03067319.2022.2098480>.
8. Vujnovic Vedran, Jardas Daria, Karuza Marin. Optical sensing with dichroic resonator // 2022 45th Jubilee international convention on information, communication and electronic technology (MIPRO). — IEEE, 2022. — may. — URL: <http://dx.doi.org/10.23919/MIPRO55190.2022.9803748>.
9. Optical fiber sensors: working principle, applications, and limitations / Mohamed Elsherif [et al.] // Advanced Photonics Research. — 2022. — jul. — Vol. 3, no. 11. — URL: <http://dx.doi.org/10.1002/adpr.202100371>.

10. Optical sensing from plasmonic metamaterials / Ifeoma Mbonson [et al.] // 2016 18th International conference on transparent optical networks (ICTON). — IEEE, 2016. — jul. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/ICTON.2016.7550325>.

Сведения об авторах:

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

E-mail: lera.tim2002@icloud.com

ORCID iD  0009-0006-1685-9612

Web of Science ResearcherID  JRW-5516-2023

Original article
PACS 01.40.-d
OCIS 000.20608
MSC 00A79

Analysis of the results of the activities of the scientific club on nanotechnology in the pedagogical university

V. M. Timchenko 

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted July 22, 2024
Resubmitted July 24, 2024
Published September 12, 2024

Abstract. Theoretical and methodological problems of nanotechnology training at a pedagogical university are considered within the framework of a nanotechnology club. A comprehensive analysis of the nanotechnology training system at a pedagogical university within the framework of a nanotechnology club in senior years of the bachelor's degree at a pedagogical university is conducted. A description of the development and results of the nanotechnology club at a pedagogical university is given. The results of the activities and publication activity of the nanotechnology club participants at a pedagogical university for the period from 2014 to the first half of 2024 are analyzed.

Keywords: circle movement, nanotechnology training, scientific circle, system of project work on nanotechnology, nanotechnology, nanostructure, nanooptics, nanomaterial, nano-electronics, plasmon-polariton, electromagnetic wave, optics

References


1. Khani Shiva, Farmani Ali, Rezaei Pejman. Optical resistance switch for optical sensing // Emerging trends in mechatronics. — Springer Nature Singapore, 2023. — P. 1–38. — ISBN: 9789811987908. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-981-19-8790-8_1.
2. Chen Wen, Tang Ming, Wang Liang. Optical imaging, optical sensing and devices // Sensors. — 2023. — mar. — Vol. 23, no. 6. — P. 2882. — URL: <http://dx.doi.org/10.3390/s23062882>.
3. Optical remote sensing / Man Sing Wong [et al.] // The Urban Book Series. — Springer Singapore, 2021. — P. 315–344. — ISBN: 9789811589836. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-981-15-8983-6_20.
4. Optical sensing in high dimensions / Thomas Mueller [et al.] // Unconventional imaging, sensing, and adaptive optics 2023 / Ed. by Santasri R. Bose-Pillai, Jean J. Dolne, Mark F. Spencer. — SPIE, 2023. — oct. — URL: <http://dx.doi.org/10.1117/12.2676232>.
5. Geometric deep optical sensing / Shaofan Yuan [et al.] // Science. — 2023. — mar. — Vol. 379, no. 6637. — URL: <http://dx.doi.org/10.1126/science.ade1220>.

6. Integrated graphene heterostructures in optical sensing / Phuong Pham [et al.] // *Micromachines*. — 2023. — may. — Vol. 14, no. 5. — P. 1060. — URL: <http://dx.doi.org/10.3390/mi14051060>.
7. Panda Pravati, Chakroborty Subhendu. Optical sensor technology and its application in detecting environmental effluents: a review // *International journal of environmental analytical chemistry*. — 2022. — jul. — P. 1–16. — URL: <http://dx.doi.org/10.1080/03067319.2022.2098480>.
8. Vujnovic Vedran, Jardas Daria, Karuza Marin. Optical sensing with dichroic resonator // 2022 45th Jubilee international convention on information, communication and electronic technology (MIPRO). — IEEE, 2022. — may. — URL: <http://dx.doi.org/10.23919/MIPRO55190.2022.9803748>.
9. Optical fiber sensors: working principle, applications, and limitations / Mohamed Elsherif [et al.] // *Advanced Photonics Research*. — 2022. — jul. — Vol. 3, no. 11. — URL: <http://dx.doi.org/10.1002/adpr.202100371>.
10. Optical sensing from plasmonic metamaterials / Ifeoma Mbonson [et al.] // 2016 18th International conference on transparent optical networks (ICTON). — IEEE, 2016. — jul. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/ICTON.2016.7550325>.

Information about authors:

Valeria Maksimovna Timchenko — 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: lera.tim2002@icloud.com

ORCID iD  0009-0006-1685-9612

Web of Science ResearcherID  JRW-5516-2023

Научная статья
УДК 378.147
ББК 74.489
ГРНТИ 14.35.09
ВАК 5.8.2.
PACS 01.40.-d
OCIS 000.2060
MSC 00A79

Педагогическое проектирование курса по теории электрических цепей и сигналов в педагогическом университете

И. А. Шарнина  ¹

*Областное государственное автономное общеобразовательное учреждение
«Многопрофильный лицей № 20», 432072 Ульяновск, Россия*

Поступила в редакцию 23 июня 2024 года

После переработки 27 июля 2024 года

Опубликована 12 сентября 2024 года

Аннотация. Рассмотрены научно-методические особенности педагогического проектирования курса по теории электрических цепей и сигналов в педагогическом университете. Целью работы является процесс педагогического проектирования курса по теории электрических цепей и сигналов в педагогическом университете. Существует необходимость формирования у студентов педагогических университетов базовых теоретических знаний и практических навыков в области радиоэлектроники и электротехники в рамках радиотехнического модуля. Педагогическое проектирование курса по теории электрических цепей и сигналов в педагогическом университете направлено на создание эффективной образовательной программы подготовки учителей физики, которая способствует формированию у студентов глубоких знаний и навыков в области радиоэлектроники и электротехники. Методы исследования включают анализ существующих подходов к обучению теории электрических цепей и сигналов в рамках модуля по радиотехнике, разработку содержания курса по теории электрических цепей и сигналов, выбор методов обучения и организацию учебного процесса по курсу теории электрических цепей и сигналов. Ожидаемые результаты исследования заключаются в проектировании курса по теории электрических цепей и сигналов, способствующего повышению качества подготовки будущих учителей физики в области радиоэлектроники. Практическая значимость исследования состоит в возможности применения разработанного курса в других образовательных учреждениях для обучения студентов теории электрических цепей и сигналов в рамках модульной учебной дисциплины по радиоэлектронике.

Ключевые слова: курс, педагогическое проектирование, теория электрических цепей, сигнал, шум, лекция

¹E-mail: inna_sharnina27@mail.ru

Введение

Курс по теории электрических цепей и сигналов входит в модуль по радиоэлектронике в предметной подготовке учителей физики в педагогических университетах. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения качества образования в области физики и радиотехники, а также требованиями рынка труда к подготовке учителей физики.

Цель исследования заключается в педагогическом проектировании структуры и элементов курса по теории электрических цепей и сигналов, который учитывает особенности восприятия информации студентами и позволяет студентам успешно применять полученные знания в преподавании физики с использованием знаний из радиотехники.

Задачи исследования включают обзор существующих подходов к преподаванию теории электрических цепей и сигналов, проведение педагогического проектирования курса по теории электрических цепей и сигналов, основанного на принципах активного обучения и интеграции физики и радиотехники.

Объектом исследования является образовательный процесс в педагогическом университете. Предметом исследования является методика педагогического проектирования курса по теории электрических цепей и сигналов.

Научная новизна исследования заключается в том, что предложен новый подход к педагогическому проектированию курса по теории электрических цепей и сигналов, основанного на принципах активного обучения и интеграции физики и электроники.

Методы исследования включают анализ научной литературы по теории электрических цепей и сигналов, разработка и апробация экспериментальной методики преподавания курса по теории электрических цепей и сигналов. Материалы исследования включают результаты педагогического проектирования курса по теории электрических цепей и сигналов.

Теоретическая значимость исследования заключается в разработке инновационной методики преподавания, которая может быть применена в других областях образования. Практическая значимость исследования состоит в повышении качества подготовки специалистов в области электротехники и электроники, а также в улучшении мотивации студентов к изучению сложных технических дисциплин.

Обзор

Шум в электрических цепях является неотъемлемым явлением, которое может значительно повлиять на производительность электронных устройств. Он классифицируется на два основных типа: внутренний шум, который возникает в результате фундаментальных физических эффектов в электронных компонентах и внешнего шума, возникающий в результате взаимодействия окружающей среды и внешних нарушений [1]. Электронный шум в цепях возникает из внутренних источников устройства и экологических взаимодействий. Методы математического анализа и модели шума помогают понять и смягчить эффекты шума на производительность схемы. В интегрированных схемах шум ограничивает минимальные уровни сигналов, которые могут обрабатываться без разложения, влияя на такие приложения, как радиоприёмники и сенсорные системы [2]. Шум в интегрированных схемах, определяемых такими компонентами, как транзисторы и резисторы, влияет на качество сигнала в таких системах, как радиоприемники и усилители, устанавливая ограничения на возможности обработки сигналов. Электрический шум также может проявляться в виде колебаний тока в транзисторах на основе структур металл-окисел-полупроводник, что усложняет работу схем переключенных тока [3]. Электрический шум в цепях переключенных тока относится к колебаниям небольшого тока в транзисторах на основе структур металл-

окисел-полупроводник. Методы макета и сбалансированные цепи могут эффективно снизить нежелательные сигналы в работе схемы. Хотя часто рассматривается негативно, шум может использоваться в различных приложениях, таких как использование случайного шума в качестве тестового сигнала или зондирующие микроскопические явления [4]. Электрический шум в цепях имеет разнообразные применения, включая использование шума в качестве случайного сигнала, тестового сигнала, зонда в микроскопические явления и теоретический инструмент, как указано в статье [4]. Понимание источников и последствий шума имеет решающее значение для оптимизации конструкции схемы и повышения общей производительности системы [5]. В работе [5] обсуждается происхождение, измерение и снижение шума в электрических цепях, охватывая такие источники, как тепловое перемещение, шум выстрела и электромагнитное излучение, с акцентом на применение связи. В работе [6] показано, что шум в электрических цепях может быть классифицирован на устройство, излучается и проводит шум. Понимание источников шума и использование фильтров или устройств с низким шумом может эффективно смягчить проблемы с шумом цепи. В статье [7] была введена дополнительная линия передачи, чтобы явно учитывать влияние проводников в окружающей среде, и выполнены расчёты, используя вновь разработанную теорию линии передачи многопроводников для полученной трёхстрочной схемы, чтобы определить величину связи между схемой и проводниками. Электромагнитный шум в электрических цепях происходит от связи с окружающими материалами, вызывая явления кольца и резонанса в общем режиме, влияя на производительность цепи. В работе [8] был представлен метод анализа шума, основанный на MultiSim, который создает шумовую модель схемы, используя шумовые модели каждого резистора и полупроводникового устройства, вместо моделей переменного тока, а затем выполняет анализ. Шум в электронных схемах, таких как термический, выстрел и мерцание шума, влияет на качество сигнала. MultiSim анализирует шум путём создания моделей для резисторов и полупроводниковых устройств, помогая в оптимизации схемы. В работе [9] обсуждаются электрический шум и способы, которыми шум находит путь в чувствительные сигнальные цепи. Электрический шум в цепях создаёт нежелательные помехи, которые искажают сигналы. Он может быть внутренним или внешним, с методами смягчения, включая экранирование, разделение, трансформаторы и анализ частотного спектра для эффективного снижения. В работе [10] обсуждается низкочастотный и высокочастотный шум в современных полупроводниковых устройствах и схемах, что подчеркивает потенциальные компромиссы в приложениях схемы из-за повышения уровня шума.

Результаты

Задачи курса по теории электрических цепей и сигналов включают изучение основных понятий и законов теории, освоение методов анализа и синтеза электрических цепей, а также приобретение практических навыков работы с электрическими схемами. Педагогическое проектирование курса по теории электрических цепей и сигналов должно включать определение цели и задач курса по теории электрических цепей и сигналов, проектирование модульной структуры курса по теории электрических цепей и сигналов, разработка элементов в виде лекций и заданий к занятиям курса по теории электрических цепей и сигналов. При проектировании курса необходимо учитывать возрастные особенности студентов, их интересы и потребности. Методы обучения должны быть разнообразными и включать: лекции, практические занятия, лабораторные работы, индивидуальные задания, групповые проекты. Учебный процесс должен быть организован таким образом, чтобы студенты могли эффективно усваивать материал. Планирование курса теории электрических цепей и сигналов включает планирование занятий, контроль успеваемости студентов, проведение итогового экзамена.

Общая трудоёмкость учебной дисциплины «Теория электрических цепей и сигналов» составляет 3 зачётные единицы. Лекции запланированы в объеме 18 часов. Занятия по группам запланированы в объёме 30 часов. Тематическое планирование состоит из трёх тем. Первая тема учебной дисциплины «Теория электрических цепей и сигналов» посвящена изучению сигналов. Вторая тема учебной дисциплины «Теория электрических цепей и сигналов» посвящена изучению электрических цепей. Третья тема учебной дисциплины «Теория электрических цепей и сигналов» посвящена изучению преобразования сигналов в электрической цепи.

Первая тема учебной дисциплины «Теория электрических цепей и сигналов» включает в себя 3 лекции и 5 занятий по группам. Лекция 1 из первой темы включает в себя изучение сигналов, используемых в приборостроении, математического описания сигналов, временных и энергетических параметров и характеристик сигналов, представления произвольных сигналов в виде суммы элементарных колебаний, базисных системы функций, гармонического анализа периодических сигналов, разложения в ряд Фурье, спектров простейших периодических сигналов, распределения мощности в спектре периодического сигнала, спектра одиночного импульса, связи спектров периодических и одиночных импульсов, преобразования Лапласа для сигналов и спектров, задачу Мандельштама. Лекция 2 из первой темы включает в себя изучение дуальности частоты и времени, соотношения между длительностью сигнала и шириной его спектра, эффективной полосы частот, представления сигналов с ограниченной полосой частот, теореме Котельникова, дискретизацию сигналов по времени и по уровню, дискретного и быстрого преобразование Фурье, цифровую обработку сигналов, цифровых фильтров. Лекция 3 из первой темы включает в себя изучение модулированных сигналов с амплитудной модуляцией, частотной модуляцией, фазовой модуляцией, применения модулированных сигналов при передаче измерительной информации, в радиовещании, мультимедиа и коммуникационных технологиях, случайных сигналов, виды случайных сигналов, псевдослучайных сигналов, спектра, спектральной плотности мощности случайного процесса, корреляционной функции случайного сигнала, плотности распределения вероятности, шумов электрических, полупроводниковых и электронных элементов. На практических занятиях по подгруппам в ходе изучения первой темы закрепляются теоретические знания, полученные на лекциях в составе первой темы.

Вторая тема учебной дисциплины «Теория электрических цепей и сигналов» включает в себя 3 лекции и 5 занятий по группам. Лекция 4 из второй темы включает в себя изучение понятия электрической цепи, линейных, нелинейных, стационарных, нестационарных, сосредоточенных и распределённых цепей, моделей электрической цепи, линейных электрических цепей, принципов суперпозиции, дуальности, преобразования сигнала в электрической цепи, двухполюсных электрических цепей, сопротивления двухполюсной цепи, нулей и полюсов сопротивления, физически реализуемых двухполюсников, условий физической реализации, многополюсных электрических цепей, основных операторных функций четырёхполюсной электрической цепи, свойств операторных функций, импульсной и переходной функций цепи. Лекция 5 из второй темы включает в себя изучение системы параметров четырёхполюсника, связи параметров между собой, симметричных и несимметричных, минимально-фазовых и неминимально-фазовых четырёхполюсников, сложных четырёхполюсников с каскадным, параллельным, последовательным соединением, формализованных методов анализа электрических цепей, обобщенного матричного метода, метода направленных и ненаправленных графов, устойчивости электрической цепи, методы определения и обеспечения устойчивости, электрических цепей с распределёнными параметрами, длинных линий. Лекция 6 из второй темы включает в себя изучение синтеза линейных электрических цепей, электрических фильтров, нелинейных электрических цепей, харак-

теристик нелинейных элементов: вольт-амперных и вольт-фарадных характеристик, аналитического и графического представления характеристик нелинейных элементов, нелинейных цепей при постоянном, синусоидальном или ином во времени воздействии, преобразования спектра в нелинейной цепи, методов анализа и синтеза нелинейных цепей, метода фазовых траекторий, траекторий на линии, на плоскости и в пространстве, точек равновесия, предельных циклов, странных аттракторов, методов усреднения, малого параметра, кусочно-линейного метода, численных методов. На практических занятиях по подгруппам в ходе изучения второй темы закрепляются теоретические знания, полученные на лекциях в составе второй темы.

Третья тема учебной дисциплины «Теория электрических цепей и сигналов» включает в себя 3 лекции и 5 занятий по группам. Лекция 7 из третьей темы включает в себя изучение прохождения детерминированных сигналов через линейные цепи, методов анализа прохождения сигналов, дифференциального уравнения электрической цепи, метода интеграла наложения, операторных методов. Лекция 8 из третьей темы включает в себя изучение дифференцирования, интегрирования и фильтрации сигналов, переходных процессов в электрической цепи, прохождения амплитудной модуляции и частотной модуляции сигналов через резонансные цепи, методов цифровой фильтрации. Лекция 9 из третьей темы включает в себя изучение прохождения случайных сигналов через типовые электрические цепи, преобразования характеристик случайного сигнала, спектральной плотности мощности и корреляционной функции случайного сигнала на выходе цепи, шумов в электрической цепи. На практических занятиях по подгруппам в ходе изучения третьей темы закрепляются теоретические знания, полученные на лекциях в составе третьей темы.

Заключение

Педагогическое проектирование курса по теории электрических цепей и сигналов в педагогическом университете является важным этапом подготовки учителей физики как специалистов высшей квалификации. При проектировании курса по теории электрических цепей и сигналов необходимо учитывать цели и задачи обучения на направлении подготовки по педагогическому образованию, возрастные особенности студентов, разнообразие методов обучения и организацию учебного процесса подготовки будущих учителей физики в области радиоэлектроники. Только при соблюдении всех этих условий можно обеспечить качественное усвоение материала курса по теории электрических цепей и сигналов и формирование необходимых компетенций у студентов физического профиля подготовки на педагогическом направлении подготовки.

Разработанная методика преподавания теории электрических цепей и сигналов показала свою эффективность и может быть рекомендована для использования в других педагогических университетах.

Список использованных источников

1. Moura Luis, Darwazeh Izzat. Noise in electronic circuits // Introduction to linear circuit analysis and modelling. — Elsevier, 2005. — P. 279–341. — ISBN: 9780750659321. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-075065932-1/50009-9>.
2. Chang Zhong Yuan, Sansen Willy M. C. Noise in integrated circuits: - mechanisms and models // Low-noise wide-band amplifiers in bipolar and CMOS technologies. — Springer US, 1991. — P. 7–54. — ISBN: 9781475721263. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4757-2126-3_2.


3. Daubert Steven Joseph // Switched-currents: an analogue technique for digital technology. — Institution of engineering and technology, 1993. — jan. — P. 136–155. — ISBN: 9781849193597. — URL: http://dx.doi.org/10.1049/PBCS005E_CH5.
4. Gupta M.-S. Applications of electrical noise // Proceedings of the IEEE. — 1975. — Vol. 63, no. 7. — P. 996–1010. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/PROC.1975.9877>.
5. Hull M. D. Electrical noise // The Journal of the Royal Aeronautical Society. — 1961. — jun. — Vol. 65, no. 606. — P. 442–442. — URL: <http://dx.doi.org/10.1017/S0368393100074836>.
6. Baker Bonnie. Noise: the three categories-device, conducted, and emitted // Analog circuits. — Elsevier, 2008. — P. 169–199. — ISBN: 9780750686273. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-7506-8627-3.00008-X>.
7. Kitora Shuji, Abe Masayuki, Toki Hiroshi. Electromagnetic noise in electric circuits: ringing and resonance phenomena in the common mode // AIP Advances. — 2014. — nov. — Vol. 4, no. 11. — URL: <http://dx.doi.org/10.1063/1.4902098>.
8. Noise analysis for electronic circuit using Multisim / Xiu-Ling Wang [et al.] // 2010 2nd IEEE International conference on information management and engineering. — IEEE, 2010. — P. 324–326. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/ICIME.2010.5478022>.
9. Vijayaraghavan G., Brown Mark, Barnes Malcolm. Electrical noise and mitigation // Practical grounding, bonding, shielding and surge protection. — Elsevier, 2004. — P. 102–131. — ISBN: 9780750663991. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-075066399-1/50008-3>.
10. Deen M. Jamal. Noise in advanced electronic devices and circuits // AIP Conference proceedings. — Vol. 780. — AIP, 2005. — P. 3–12. — URL: <http://dx.doi.org/10.1063/1.2036687>.

Сведения об авторах:

Инна Алексеевна Шарнина — учитель математики и физики Областного государственного автономного общеобразовательного учреждения «Многопрофильный лицей № 20», Ульяновск, Россия.

E-mail: inna_sharnina27@mail.ru

ORCID iD  0000-0002-9777-7996

Web of Science ResearcherID  ABI-2941-2020

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

Pedagogical design of a course on the theory of electrical circuits and signals at a pedagogical university

I. A. Sharnina 

*Regional state autonomous general educational institution “Multidisciplinary lyceum No. 20”,
432072 Ulyanovsk, Russia*

Submitted June 23, 2024
Resubmitted July 27, 2024
Published September 12, 2024

Abstract. The scientific and methodological features of the pedagogical design of the course on the theory of electrical circuits and signals at the pedagogical university are considered. The purpose of the work is the process of pedagogical design of the course on the theory of electrical circuits and signals at the pedagogical university. There is a need to form basic theoretical knowledge and practical skills in the field of radio electronics and electrical engineering in students of pedagogical universities within the framework of the radio engineering module. Pedagogical design of the course on the theory of electrical circuits and signals at the pedagogical university is aimed at creating an effective educational program for training physics teachers, which contributes to the formation of deep knowledge and skills in the field of radio electronics and electrical engineering in students. The research methods include the analysis of existing approaches to teaching the theory of electrical circuits and signals within the module on radio engineering, development of the content of the course on the theory of electrical circuits and signals, selection of teaching methods and organization of the educational process on the course on the theory of electrical circuits and signals. The expected results of the study consist in designing a course on the theory of electrical circuits and signals, contributing to improving the quality of training of future physics teachers in the field of radio electronics. The practical significance of the study lies in the possibility of using the developed course in other educational institutions to teach students the theory of electrical circuits and signals within the framework of a modular academic discipline on radio electronics.

Keywords: course, pedagogical design, theory of electrical circuits, signal, noise, lecture

References

1. Moura Luis, Darwazeh Izzat. Noise in electronic circuits // Introduction to linear circuit analysis and modelling. — Elsevier, 2005. — P. 279–341. — ISBN: 9780750659321. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-075065932-1/50009-9>.
2. Chang Zhong Yuan, Sansen Willy M. C. Noise in integrated circuits: - mechanisms and models // Low-noise wide-band amplifiers in bipolar and CMOS technologies. — Springer US, 1991. — P. 7–54. — ISBN: 9781475721263. — URL: http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4757-2126-3_2.

3. Daubert Steven Joseph // Switched-currents: an analogue technique for digital technology. — Institution of engineering and technology, 1993. — jan. — P. 136–155. — ISBN: 9781849193597. — URL: http://dx.doi.org/10.1049/PBCS005E_CH5.
4. Gupta M.-S. Applications of electrical noise // Proceedings of the IEEE. — 1975. — Vol. 63, no. 7. — P. 996–1010. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/PROC.1975.9877>.
5. Hull M. D. Electrical noise // The Journal of the Royal Aeronautical Society. — 1961. — jun. — Vol. 65, no. 606. — P. 442–442. — URL: <http://dx.doi.org/10.1017/S0368393100074836>.
6. Baker Bonnie. Noise: the three categories-device, conducted, and emitted // Analog circuits. — Elsevier, 2008. — P. 169–199. — ISBN: 9780750686273. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-7506-8627-3.00008-X>.
7. Kitora Shuji, Abe Masayuki, Toki Hiroshi. Electromagnetic noise in electric circuits: ringing and resonance phenomena in the common mode // AIP Advances. — 2014. — nov. — Vol. 4, no. 11. — URL: <http://dx.doi.org/10.1063/1.4902098>.
8. Noise analysis for electronic circuit using Multisim / Xiu-Ling Wang [et al.] // 2010 2nd IEEE International conference on information management and engineering. — IEEE, 2010. — P. 324–326. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/ICIME.2010.5478022>.
9. Vijayaraghavan G., Brown Mark, Barnes Malcolm. Electrical noise and mitigation // Practical grounding, bonding, shielding and surge protection. — Elsevier, 2004. — P. 102–131. — ISBN: 9780750663991. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-075066399-1/50008-3>.
10. Deen M. Jamal. Noise in advanced electronic devices and circuits // AIP Conference proceedings. — Vol. 780. — AIP, 2005. — P. 3–12. — URL: <http://dx.doi.org/10.1063/1.2036687>.

Information about authors:

Inna Alekseevna Sharnina — teacher of mathematics and physics at the Regional state autonomous general education institution “Multidisciplinary lyceum No. 20”, Ulyanovsk, Russia.

E-mail: inna_sharnina27@mail.ru

ORCID iD  0000-0002-9777-7996

Web of Science ResearcherID  ABI-2941-2020

Авторский указатель

Алиева, Р. Р., 1
Алтунин, К. К., 1
Железникова, Е. С., 26
Карасева, П. П., 39

Левочкина, В. В., 52
Смолева, Ю. О., 81
Тимченко, В. М., 91
Шарнина, И. А., 104

Author's index

Alieva, R. R., 1
Altunin, K. K., 1

Karaseva, P. P., 39

Levochkina, V. V., 52

Sharnina, I. A., 104
Smoleva, Yu. O., 81

Timchenko, V. M., 91

Zheleznikova, E. S., 26

