

ISSN 2712-8326



НАУКА ONLINE
SCIENCE ONLINE

Электронный научный журнал
№ 3 (24) | 2023

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

НАУКА ONLINE, № 3 (24), 2023.

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 (24), 2023.

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 кафедры физики и технических дисциплин ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова».

Артемьева Елена Александровна, доктор биологических наук, профессор кафедры географии и экологии ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова».

Демин Максим Викторович, кандидат физико-математических наук, директор департамента по научной работе Балтийского федерального университета имени И. Канта, г. Калининград.

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

Капитанчук Василий Вячеславович, кандидат технических наук, доцент кафедры информатики Ульяновского института гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б. П. Бугаева.

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

Пестова Наталия Юрьевна, кандидат химических наук, доцент кафедры биологии и химии ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова».

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

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

Фёдорова Екатерина Александровна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры информатики ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова».

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

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

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

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».

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.

Elena Aleksandrovna Artemyeva, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Geography and Ecology of Ulyanovsk State Pedagogical University.

Maksim Viktorovich Demin, PhD, Candidate of Sciences in Physics and Mathematics, Director of the Research Department, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

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”.

Vasily Vyacheslavovich Kapitanchuk, PhD, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Informatics of the Ulyanovsk Institute of Civil Aviation named after the Chief Marshal of Aviation B. P. Bugaev.

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.

Nataliya Yurievna Pestova, PhD, Candidate of Chemistry Science, Associate Professor of the Department of Biology and Chemistry of the Ulyanovsk State Pedagogical University.

Svetlana Aleksandrovna Pyrova, PhD, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Biology and Chemistry of Ulyanovsk State Pedagogical University.

Vladimir Nikolaevich Fedorov, PhD, Candidate of Geographical Sciences, Professor, Associate Professor of the Department of Geography and Ecology of Ulyanovsk State Pedagogical University.

Ekaterina Aleksandrovna Fedorova, PhD, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Informatics of Ulyanovsk State Pedagogical University.

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

Sergey Viktorovich Chervon, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Professor of the Department of Physics and Technical Disciplines of Ulyanovsk State Pedagogical University.

Viktor Vyacheslavovich Shishkarev, PhD, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Physics and Technical Disciplines of Ulyanovsk State Pedagogical University.

Valeriy Gennadievich Shubovich, Doctor of Pedagogical Sciences, Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Informatics, Professor of the Department of Informatics of Ulyanovsk State Pedagogical University.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 Педагогические науки	1
Э. В. Орлова. Разработка материалов занятия по курсу наноплазмоники	1
И. А. Шарнина. Результаты контроля знаний по законам сохранения в механике в инженерном лицее	15
К. А. Захаров. Педагогическое проектирование процесса формирования патриотического сознания молодёжи в современных образовательных программах в педагогическом университете	23
2 Физико-математические науки	32
К. К. Алтунин, Е. В. Александрова. Разработка дистанционного курса по наноптике в системе управления обучением MOODLE	32
К. К. Алтунин, Е. С. Сорокина. Разработка дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании	54
С. В. Селезнев. Использование искусственного интеллекта для модернизации очистных сооружений склада горюче-смазочных материалов	83
Авторский указатель	96

CONTENTS

1 Pedagogical sciences	1
Development of lesson materials for the course of nanoplasmonics <i>E. V. Orlova</i>	1
The results of knowledge control on the laws of conservation in mechanics in the engineering lyceum <i>I. A. Sharnina</i>	15
Pedagogical design of the process of formation of the patriotic consciousness of youth in modern educational programs at the Pedagogical University <i>K. A. Zakharov</i>	23
2 Physical and mathematical sciences	32
Development of a distance course on nanooptics in the learning management system MOODLE <i>K. K. Altunin, E. V. Alexandrova</i>	32
Development of a distance course on nanotechnologies in education <i>K. K. Altunin, E. S. Sorokina</i>	54
Using artificial intelligence to modernize the treatment facilities of the fuel and lubricants warehouse <i>S. V. Seleznev</i>	83
Author's index	96

Секция 1

Педагогические науки

Научная статья
УДК 372.853
ББК 22.343
ГРНТИ 29.01.45
ВАК 5.8.2.
PACS 01.40.-d
OCIS 000.2060
MSC 00A79

Разработка материалов занятия по курсу наноплазмоники

Э. В. Орлова ¹

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

Поступила в редакцию 5 июня 2023 года
После переработки 7 июня 2023 года
Опубликована 30 сентября 2023 года

Аннотация. Описаны результаты разработки материалов занятия по курсу наноплазмоники, читаемого в бакалавриате педагогического направления подготовки по профилю физики и математики в педагогическом университете. Обсуждаются избранные элементы занятия по курсу наноплазмоники.

Ключевые слова: наноплазмоника, плазмон, плазмонная наносистема, курс наноплазмоники, материалы занятия, задача

Введение

Рассматриваются особенности создания материалов занятия по курсу наноплазмоники в педагогическом университете.

Целью исследования является создание научно-методического обеспечения избранного занятия по курсу наноплазмоники в педагогическом университете.

¹E-mail: elvira.orlova.2000@mail.ru

Задачами исследования являются разработка материалов занятия по курсу наноплазмоники в педагогическом университете.

Объектом исследования является образовательный процесс по курсу наноплазмоники в педагогическом университете.

Предметом исследования является процесс создания материалов занятия по курсу наноплазмоники в педагогическом университете.

Гипотеза исследования состоит в том, что если использовать систему материалов для избранного занятия по курсу наноплазмоники в педагогическом университете, то можно наполнить курс наноплазмоники эффективными средствами контроля знаний по наноплазмонике в педагогическом университете.

Научная новизна исследования заключается в сочетании традиционных и интерактивных технологий при изучении курса наноплазмоники.

В качестве методов исследования применяются методы решения физических задач наноплазмоники разного уровня сложности в курсе наноплазмоники в педагогическом университете.

Теоретическая значимость исследования состоит в формировании базы теоретических сведений для применения в курсе наноплазмоники в педагогическом университете.

Практическая значимость исследования заключается в определении условий применения системы физических задач в рамках курса наноплазмоники в педагогическом университете.

Обзор научных работ по наноплазмонике

Наноплазмоника — это область исследований, которая фокусируется на исследовании и понимании оптического отклика металлических наноструктур на наноуровне. Наноплазмоника — это область, изучающая поведение плазмонов, которые представляют собой коллективные колебания электронов, в наноразмерных структурах. Наноплазмоника занимается исследованием оптического отклика металлических наноструктур и разработкой плазмонных устройств на наноуровне. Наноплазмоника предполагает использование плазмонных явлений, которые представляют собой усиленное взаимодействие между светом и наночастицами металлов, для манипулирования и контроля света на наноуровне. Квантовые нелокальные эффекты играют решающую роль в наноплазмонике, влияя на оптические свойства металлических наноструктур. Эти эффекты можно наблюдать с помощью таких методов, как спектроскопия потерь энергии электронов и измерения катодоллюминесценции. В статье [1] параметры Фейбельмана используются для инкапсуляции квантового поверхностного отклика металлов в этих измерениях. Учитывая квантовые нелокальные эффекты, можно создавать плазмонные устройства с улучшенными характеристиками и включать неклассические эффекты в наноплазмонику. Наноплазмоника представляет один из эффективных способов сжатия электромагнитной энергии в наноразмерные объёмы. Это может привести к образованию горячих точек вокруг наночастиц с высокой плотностью электронов и, следовательно, к сильным электромагнитным полям с характерным временем жизни в диапазоне нескольких десятков фемтосекунд. Ближнее поле этих локализованных плазмонов оказывает экранирующий эффект вокруг положительно заряженных частиц (например, протонов), и импульс коррелированного движения плазмонных электронов может передаваться этим положительно заряженным частицам, что приводит к их ускорению до высокого импульса и энергии. Эти положительные эффекты могут играть значительную роль в увеличении вероятности слияния этих положительных (например, протона, дейтерия, бора) ионов.

Внеклеточное пространство наноструктурировано и населено гетерогенными классами наночастиц, например, внеклеточными везикулами и липопротеинами, которые

создаются клетками для клеток, опосредующими межклеточную, межорганный, межвидовую и межцарственную коммуникацию. Однако, несмотря на то, что методы изучения наносистем становятся доступными, знания об их коллоидных и межфазных свойствах недостаточны, хотя и очень необходимы. В статье [2] впервые экспериментально показывает, что агрегация наночастиц золота с цитратными кепками, запускаемая мембранами липидных везикул, и связанное с этим характерное красное смещение плазмонной сигнатуры также применимо и распространяется на липопротеины. Такое взаимодействие приводит к образованию гибридных наноструктур наночастицы золота и липопротеинов и чувствительно к классам липопротеинов и молярному соотношению наночастиц золота к липопротеинам, что открывает путь для дальнейших синтетических и аналитических разработок.

В статье [3] обсуждаются основы поверхностных плазмонов и локализованных поверхностных плазмонов, а также последние разработки в области наноплазмоники. Основной темой статьи [3] является обсуждение основ поверхностных плазмонов и локализованных поверхностных плазмонов. В этом тексте даётся краткое описание различных аспектов плазмоники, которые можно рассматривать как отправную точку для изучения огромного мира плазмонов. Кроме того, был представлен краткий обзор различных вычислительных методов для обсуждения аспекта моделирования оптических свойств поверхностных плазмонов. Наконец, ближе к концу в статье [3] обсуждаются некоторые недавние достижения по двум актуальным темам в области плазмоники: рамановская спектроскопия с поверхностным усилением и магнитная запись с подогревом.

Строгий учёт квантовых нелокальных эффектов имеет первостепенное значение для понимания оптического отклика металлических наноструктур и для проектирования плазмонных устройств на наномасштабе. В статье [4] представлена схема восстановления квантового поверхностного отклика металлов, инкапсулированного в d -параметры Фейбельмана, на основе спектроскопии потерь энергии электронов и измерений катодоллюминесценции. В статье [4] теоретически демонстрируется, что квантовые нелокальные эффекты оказывают существенное влияние на спектроскопию энергетических потерь и спектры катодоллюминесценции под видом спектральных сдвигов и нелокального затухания, когда размер системы или обратный волновой вектор в протяженных структурах приближаются к нанометровому масштабу. В статье [4] показано, что концепция опирается на беспрецедентную способность свободных электронов создавать глубоко субволновые ближние поля и, таким образом, исследовать оптический отклик металлов на таких масштабах, в которых очевидны квантово-механические эффекты. Эти результаты открывают путь к широкому использованию формализма d -параметра, тем самым способствуя строгому, но практичному включению неклассических эффектов в наноплазмонику. Оптический отклик плазмонных структур размером в несколько нанометров, таких как те, которые созданы с использованием современных технологий нанопроизводства, может демонстрировать существенные квантовые нелокальные эффекты, связанные с квантово-механической природой электронного газа, поддерживающего распространения плазмонов в наносистемах.

В статье [5] описано использование наночастиц плазмонного золота для диагностики и терапии рака, включая доставку лекарств и фототермическую терапию. Недавние достижения в области раннего выявления и лечения рака привели к изменению парадигмы в способах выявления и лечения этого заболевания. В частности, лечение стало гораздо более целенаправленным и локализованным, чтобы свести к минимуму системные побочные эффекты на весь организм, характерные для традиционных методов лечения, таких как химиотерапия. В авангарде этой революции находится использование наночастиц плазмонного золота, которые привлекают всё большее внимание как высокоэффективная нанолатформа, начиная от доставки лекарств и заканчивая

методами лечения с использованием плазмонны, такими как фототермическая терапия. В статье [5] освещается несколько достижений нашей лаборатории в области диагностики и лечения рака путём интеграции плазмоники, фотоники и нанотехнологий. В статье [5] обсуждается разработка и применение плазмонно-активной золотой нанозвезды, наночастицы уникальной формы с многочисленными ответвлениями, которые служат для значительного усиления тепловой генерации на резонансных длинах волн. Золотая нанозвезда также успешно используется в контексте визуализации опухолей, от двухфотонной флуоресценции до зондирования и визуализации комбинационного рассеяния света с поверхностным усилением. Наконец, применение плазмонно-активной золотой нанозвезды сочетается с иммунотерапией и служит эффективным адьювантом к ингибиторам иммунных контрольных точек. В статье [5] было показано, что эта комбинация золотой нанозвезды и иммунотерапии, так называемая синергическая иммунофотонотерапия, эффективна для контроля длительного иммунитета к раку и метастатических опухолей.

В статье [6] предлагается метод учёта квантовых эффектов в наноплазмонике с использованием формы Маделунга гидродинамической модели Друде. Современные многомасштабные плазмонные системы представляют собой проблему моделирования. Классические макроскопические теории не могут уловить квантовые эффекты в таких системах, тогда как квантовая электродинамика непрактична, учитывая общий размер экспериментально значимых систем, поскольку количество взаимодействий слишком велико, чтобы их можно было рассматривать одно за другим. Чтобы решить эту проблему, в статье [6] предлагается использовать форму Маделунга гидродинамической модели Друде, в которую квантовый эффект выплёскивания электронов включен путём описания границы раздела металл-диэлектрик с помощью супергауссовой функции. В статье [6] показано, что результаты для двумерного наноплазмонного клина коррелируют с результатами нелокальных полноволновых численных расчетов на основе линеаризованной гидродинамической модели Друде, обычно используемой в литературе, и демонстрируют хорошее качественное согласие. Кроме того, для качественного объяснения полученных результатов представлена перспектива конформного преобразования. Описанная в статье [6] методология может быть применена для понимания, как численного, так и теоретического, модульных включений дополнительных квантовых эффектов, таких как выброс электронов и нелокальность, которые невозможно легко включить с помощью других подходов.

В статье [7] продемонстрировано, как уникальная способность пучков свободных электронов создавать глубоко субволновые ближние поля может быть использована для вывода о квантовом нелокальном отклике металлов на основе спектров потерь энергии электронов и катодоллюминесценции.

Современные плазмонные наносистемы теперь могут быть реализованы с характерными размерами, соизмеримыми с внутренними квантовомеханическими масштабами длины, связанными с основным электронным газом. В статье [8] представлена оригинальная платформа для вывода о квантовом нелокальном отклике металлов непосредственно на основе экспериментальных измерений катодоллюминесценции. Используя тот факт, что свободные электроны представляют собой первоклассные перестраиваемые зонды ближнего поля, в статье [8] демонстрируется, как теория может быть использована для восстановления металлического квантового поверхностного отклика (в частности, функций поверхностного отклика, исходя из неклассических особенностей, запечатлённых в спектрах потерь и излучения). В статье [8] ожидается, что такое понимание должно иметь решающее значение для разработки наноустройств размером в несколько нанометров.

В статье [9] предложен динамический контроль оптических свойств плазмонных

наноструктур путём прямого регулирования плотности носителей заряда и диэлектрических функций самих металлов. Ключевым компонентом наноплазмоники являются металлы. В течение долгого времени золото и серебро были предпочтительными металлами для создания плазмонных наноструктур из-за их превосходных оптических свойств. Однако эти металлы обладают общей характеристикой: их оптические отклики статичны. В последнее десятилетие наблюдается огромный интерес к динамическому управлению оптическими свойствами плазмонных наноструктур. Для обеспечения динамической функциональности было предложено и реализовано несколько подходов. Например, плазмонные наноструктуры могут быть изготовлены на растягивающихся подложках или на программируемых шаблонах, так что взаимодействия между составляющими их металлическими наночастицами и, следовательно, оптические отклики плазмонных систем могут быть динамически изменены. Кроме того, плазмонные наноструктуры можно внедрять в перестраиваемые диэлектрические материалы, используя чувствительную зависимость локализованных поверхностных плазмонных резонансов от соседнего окружения. Другой подход, вероятно, самый интригующий, заключается в прямом регулировании плотности носителей заряда и диэлектрических функций самих металлов. Наноплазмоника является перспективной областью, которая фокусируется на манипулировании светом с использованием металлических наночастиц для усиления локальных полей и обеспечения различных приложений.

Примеры интерактивных задач по физике, использованные на занятиях в фармацевтическом колледже, рассматривались в работе [10].

Проведённый обзор литературы показал, что разработка материалов по курсу наноплазмоники является актуальной задачей в методике обучения физико-техническим дисциплинам.

Результаты разработки материалов занятия по курсу нано-плазмоники

Занятие по оптическим свойствам наноплазмонных систем посвящено изучению оптических свойств в курсе наноплазмоники. Целью занятия является знакомство с оптическими свойствами наноплазмонных систем в курсе наноплазмоники.

Опишем ход занятия по оптическим свойствам наноплазмонных систем в курсе наноплазмоники.

Первым этапом занятия является изложение нового материала по наноплазмонике.

$$\varepsilon_2(\omega) = \varepsilon_h - \frac{(\omega_p)^2}{\omega^2 - i\omega\Gamma} . \quad (1)$$

$$\varepsilon_1 = 2.25 \quad (2)$$

$$\varepsilon_3 = 1.69 , \quad (3)$$

где $D = 10$ нм, $\Gamma = 1.018 \cdot 10^{19}$ рад/с, $\omega_p = 1.367 \cdot 10^{16}$ рад/с, $\varepsilon_h = 9.84$.

$$\beta = K_y = \frac{\omega}{c} \sqrt{\frac{\varepsilon_2 \varepsilon_3}{\varepsilon_2 + \varepsilon_3}} , \quad (4)$$

$$K_{j,x} = \frac{\omega}{c} \sqrt{\frac{(\varepsilon_j)^2}{\varepsilon_2 + \varepsilon_3}} , \text{ где } j = 1, 2, 3.$$

$$\begin{cases} \varepsilon_2(\omega) \varepsilon_3(\omega) < 0 , \\ \varepsilon_2(\omega) + \varepsilon_3(\omega) < 0 . \end{cases}$$

Введём обозначения

$$\varepsilon_{\text{eff}} = \varepsilon'_{\text{eff}} + \varepsilon''_{\text{eff}} . \quad (5)$$

$$S_x(z) = \frac{S_0}{k_0} \begin{cases} \frac{\beta'}{\varepsilon_d'} e^{-2q_d' z}, z > 0, \\ \frac{\varepsilon_a \beta' - \varepsilon_a'' \beta''}{|\varepsilon_a|^2}, z < 0, \end{cases} \quad (6)$$

$$S_z(z) = -\frac{S_0}{k_0} \begin{cases} \frac{\beta'}{\varepsilon_d'} e^{-2q_d' z}, z > 0, \\ \frac{\varepsilon_a \beta' + \varepsilon_a'' \beta''}{|\varepsilon_a|^2}, z < 0. \end{cases} \quad (7)$$

Если диэлектрическая проницаемость диэлектрика тоже диэлектрическая величина: $\varepsilon_d = \varepsilon_d' - i\varepsilon_d''$.

$$S_x(z) = \frac{S_0}{k_0} \begin{cases} \frac{\varepsilon_a \beta' + \varepsilon_a'' \beta''}{|\varepsilon_a|^2} e^{-2q_1' z}, z > 0 \\ \frac{\varepsilon_{\text{eff}}' \beta' + \varepsilon_{\text{eff}}'' \beta''}{|\varepsilon_{\text{eff}}|^2} e^{2q_2' z}, z < 0, \end{cases} \quad (8)$$

$$S_0 = \frac{1}{4} |\mathbf{H}_0(x)|^2,$$

$$p_x(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} \langle S_x(x, z) \rangle dz = \frac{S_0}{k_0} \frac{1}{2} \left(\frac{\varepsilon_a \beta' + \varepsilon_a'' \beta''}{q_1' |\varepsilon_a|^2} + \frac{\varepsilon_{\text{eff}}' \beta' + \varepsilon_{\text{eff}}'' \beta''}{q_2' |\varepsilon_{\text{eff}}|^2} \right) \exp(-2\beta'' x) . \quad (9)$$

Диэлектрическая проницаемость смеси в приближении аддитивной рефракции

$$\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} = f \frac{\varepsilon_A - 1}{\varepsilon_A + 2} + (1 - f) \frac{\varepsilon_B - 1}{\varepsilon_B + 2} . \quad (10)$$

Константа распространения поверхностного плазмон-поляритона имеет вид:

$$\beta(\omega) = k_0 \sqrt{\frac{\varepsilon_1(\omega) \varepsilon_2(\omega)}{\varepsilon_1(\omega) + \varepsilon_2(\omega)}} \quad (11)$$

$\beta(\omega) = \beta(\omega)' + i\beta(\omega)''$, $k_0 = \frac{\omega}{c}$ – волновое число в вакууме.

Если независимые волны

$$\beta_{01}(\omega) = k_0 \sqrt{\frac{\varepsilon_0(\omega) \varepsilon_1(\omega)}{\varepsilon_0(\omega) + \varepsilon_1(\omega)}} , \quad (12)$$

$$\beta_{12}(\omega) = k_0 \sqrt{\frac{\varepsilon_1(\omega) \varepsilon_2(\omega)}{\varepsilon_1(\omega) + \varepsilon_2(\omega)}} . \quad (13)$$

$$\begin{cases} \varepsilon_0(\omega) \varepsilon_1(\omega) < 0, \\ \varepsilon_0(\omega) + \varepsilon_1(\omega) < 0. \end{cases} \quad (14)$$

$$\begin{cases} \varepsilon_1(\omega) \varepsilon_2(\omega) < 0, \\ \varepsilon_1(\omega) + \varepsilon_2(\omega) < 0. \end{cases} \quad (15)$$

Зависимость эффективной диэлектрической проницаемости от частоты излучения наноразмерных включений имеет вид:

$$\varepsilon_2(\omega) = \varepsilon_\infty - \frac{\omega_p^2}{\omega(\omega + i\gamma e2)} . \quad (16)$$

Уравнение движения плотности заряда имеет вид уравнением непрерывности

$$\frac{\partial \rho(\mathbf{r}, t)}{\partial t} + \nabla \cdot \mathbf{J}(\mathbf{r}, t) = 0. \quad (17)$$

Сохранение плотности тока J (или, что то же самое, сохранения импульса) задается линейным уравнением Эйлера, уравнение классической гидродинамики и имеет вид

$$\frac{\partial \mathbf{J}(\mathbf{r}, t)}{\partial t} = \varepsilon_0 \omega_p^2 \mathbf{E}(\mathbf{r}, t) - \beta_{TF}^2 \nabla \rho(\mathbf{r}, t) \quad (18)$$

Расширение Галеви к стандартному гидродинамическому виду

$$-i\omega \mathbf{J}(\mathbf{r}, \omega) = \varepsilon_0 \omega_p^2 \mathbf{E}(\mathbf{r}, \omega) - \beta_H(\omega)^2 \nabla \rho(\mathbf{r}, \omega) - \gamma \mathbf{J}(\mathbf{r}, \omega). \quad (19)$$

При введении в $\beta_H(\omega)$ дисперсии, вносимой асимптотическое разложение модели Больцмана-Мермина и сравнивая с гидродинамической моделью Блоха-Галеви получаем

$$\beta_H(\omega)^2 = \frac{\frac{3}{5}\omega + \frac{i\gamma}{3}v_F^2}{\omega + i\gamma}. \quad (20)$$

Установлена область применимости вязкоупругой модели ограничениями $k \ll 2k_F$, $\omega \gg kv_F$, $\omega, \gamma \ll \frac{E_F}{\hbar}$.

Формальная эквивалентность пределов последнего континуума проистекает из уравнения сохранения импульса, которое может быть записано через плотность тока в соответствии с

$$\begin{aligned} -\omega(\omega + i\gamma)\mathbf{J}(\mathbf{r}, \omega) &= -i\omega\omega_p^2\varepsilon_0\mathbf{E}(\mathbf{r}, \omega) + \\ &+ \left[\beta^2 - \frac{4}{3}i\omega\eta \right] \nabla [\nabla \cdot \mathbf{J}(\mathbf{r}, \omega)] + i\omega\eta \nabla \times \nabla \times \mathbf{J}(\mathbf{r}, \omega). \end{aligned} \quad (21)$$

При сравнении этого результата с продольным сечением и поперечным сечением из модели Больцмана-Мермина до второго порядка в волновом векторе, оказывается, что только скорость Томаса-Ферми и что параметр $\eta(\omega)$ обеспечивает интерполяцию между скоростью упругого сдвига волн β_{sh} и кинематической вязкости $\eta(\omega)$ по

$$-i\omega\eta(\omega) = \beta_{sh}^2 - i\omega\eta(\omega), \quad (22)$$

Здесь кинематическая вязкость η и скорость упругого сдвига β_{sh} – реальные величины, заданные формулой

$$\beta_{sh}^2(\omega) = \frac{\omega^2}{\omega^2 + \gamma^2} \frac{v_F^2}{5}, \quad (23)$$

$$\eta(\omega) = \frac{\gamma^2}{\omega^2 + \gamma^2} \frac{v_F^2}{5\gamma}. \quad (24)$$

Учитывая, что продольные величины обращаются в нуль, можно вывести связь между вязкоупругим параметры и скорость Галеви путём объединения уравнения

$$\beta_H(\omega) = \beta_{TF}^2 - \frac{4}{3}i\omega\eta(\omega). \quad (25)$$

Поперечный отклик кодируется диэлектриком Друде, функция, заданная

$$\varepsilon_D(\omega) = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega(\omega + i\gamma)}, \quad (26)$$

что даёт для волнового числа внутреннего поперечного способа

$$k_T^2 = k_0^2 \frac{\varepsilon_D(\omega)}{\varepsilon_{BG}}. \quad (27)$$

Кроме того, продольный отклик задается (высокочастотным) диэлектрической функцией Эйлера-Друде

$$\varepsilon_L(k, \omega) = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega(\omega + i\gamma) - \beta_{HF}^2 k^2} \quad (28)$$

Соответствующее волновое число для внутренней продольной модели получается из неявного уравнения

$$\varepsilon_L(k_L, \omega) = 0. \quad (29)$$

Используя решение для рассмотренного выше набора граничных условий, выводим мультипольные коэффициенты разложения рассеянного поля как

$$s_n = - \frac{[C_n + D_n(k_T a)] J_n(k_0 a) - \sqrt{\varepsilon_T(\omega)} J_n'(k_0 a)}{[C_n + D_n(k_T a)] H_n(k_0 a) - \sqrt{\varepsilon_T(\omega)} H_n'(k_0 a)} \quad (30)$$

где $D_n(x) = \frac{J_n'(x)}{J_n(x)}$. Нелокальный поправочный член c_n определяется выражением:

$$c_n = \frac{n^2}{k_L a} [D_n(k_L a)]^{-1} \frac{\varepsilon_T(\omega) - 1}{k_0 a \sqrt{\varepsilon_T(\omega)}}. \quad (31)$$

Для монополя $n = 0$, напомним, что $s_0 \approx (k_0 a)^4 (\sqrt{\varepsilon_T(\omega)} - 1)$.

Квадрат волнового числа, заданный выражением

$$k_L^2 = \frac{\omega(\omega + i\gamma) - \omega_p^2}{\beta_H(\omega)^2} \quad (32)$$

В то же время мнимая часть меняет знак на частоте

$$\omega_0 = \omega_p \sqrt{\frac{4}{13} - \frac{5}{13} \frac{\gamma^2}{\omega_p^2}}. \quad (33)$$

Таким образом, получили, что действительная часть продольного волнового числа, определяется выражением

$$\text{Re } k_L(\omega) = \sqrt{\frac{1}{2} \left(\text{Re } k_L^2(\omega) + \sqrt{[\text{Re } k_L^2(\omega)]^2 + [\text{Im } k_L^2(\omega)]^2} \right)}. \quad (34)$$

Порядок вклада нелокальности проявляется в законе дисперсии согласно

$$\omega_n \approx \omega_{spp} - \frac{i\gamma}{2} + \frac{\beta_{HF} n}{2a} \left(1 - \frac{2i}{9} \frac{\gamma}{\omega_{spp}} \right). \quad (35)$$

Мнимая часть частоты поверхностного резонанса для мультиполя порядка n определяется выражением

$$\text{Im } \omega_n = -\frac{\gamma}{2} \left(1 + \frac{2\beta_{HF} n}{9\omega_{spp} a} \right). \quad (36)$$

Скорость затухания была формально написана как

$$\gamma(a) = \gamma + A_p \frac{v_F}{a}. \quad (37)$$

В пределах модели Галеви, и когда мы предполагаем, что цилиндр в вакууме, получаем параметр ширины линии

$$A = \frac{n \beta_{HF} \gamma}{9 v_F \omega_{vr}} \quad (38)$$

Это должно быть видно в эффективности гашения, определяемой как

$$Q_{ext} = -\frac{1}{2k_0 a} \sum_{n=-\infty}^{\infty} Res_n . \quad (39)$$

После нескольких алгебраических манипуляций находим

$$(-i\omega + \gamma) \mathbf{J}(\mathbf{r}, \omega) = \varepsilon_0 \omega_p^2 \mathbf{E}(\mathbf{r}, \omega) - \beta_{HF}^2 \nabla \rho(\mathbf{r}, \omega) + \frac{4v_F^2}{15} \frac{\gamma}{\gamma - i\omega} \nabla \rho(\mathbf{r}, \omega) . \quad (40)$$

Выполнение обратного Фурье преобразования во временной области даёт

$$\delta_t \mathbf{J}_D(\mathbf{r}, t) + \gamma \mathbf{J}_D(\mathbf{r}, t) = -\frac{4v_F^2}{15} \nabla \rho(\mathbf{r}, t) . \quad (41)$$

Уравнение Галеви можно перефразировать во временной области как

$$\delta_t \mathbf{J}(\mathbf{r}, t) = \varepsilon_0 \omega_p^2 \mathbf{E}(\mathbf{r}, t) - \beta_{HF}^2 \nabla \rho(\mathbf{r}, t) - \gamma [\mathbf{J}(\mathbf{r}, t) + \mathbf{J}_D(\mathbf{r}, t)] . \quad (42)$$

Отождествление со скоростью Галеви, которое можно преобразовать в

$$\beta_H(\omega)^2 = \beta_{HF}^2 + \frac{4}{3} \left[-I\omega \eta(\omega) - \frac{v_F^2}{5} \right] . \quad (43)$$

По этой причине вводим разложение $\boldsymbol{\rho} = \boldsymbol{\rho}_0 + \boldsymbol{\rho}_D$.

$$v_D^2 \nabla \boldsymbol{\rho} = \delta_t^2 \boldsymbol{\rho}_D + \gamma \delta_t \boldsymbol{\rho}_D - v_D^2 \nabla \boldsymbol{\rho}_D . \quad (44)$$

Какое распространение доминирует зависит от относительного временного изменения соответствующей величины, определяемой формулой

$$f_D = \frac{1}{2\pi} \left| \frac{\delta_t \rho_D}{\rho_D} \right| . \quad (45)$$

Учитывая предыдущие уравнения в сочетании с функцией Гаусса-Максвелла, закон и уравнение непрерывности даёт

$$-\omega_p^2 \rho = (\gamma \delta_t - \beta_{TF}^2 \nabla^2) \rho , \quad (46)$$

$$-\omega_p^2 \rho = (\delta_t - \beta_{HF}^2 \nabla^2) \rho . \quad (47)$$

с момента восстановления член возникает в электрическом поле, так как функции экранированного диэлектрика строятся как функции; функции, которые связывают ток не только с какими-то внешними но и со внутреннем полем, находим

$$\varepsilon_H(k, \omega) = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega(\omega + i\gamma) - \beta_{HF}^2 k^2 + \gamma v_D^2 k^2 / (\gamma - i\omega)} . \quad (48)$$

Учитывая однородность изотропность среды с локальным откликом, описываемым модель Друде, нелокальная плотность тока ведущего порядка даётся выражением

$$-i\omega \mathbf{J}(\mathbf{r}, \omega) = \varepsilon_0 \omega_p^2 \mathbf{E}(\mathbf{r}, \omega) - \gamma \mathbf{J}(\mathbf{r}, \omega) - v^2 \nabla [\varepsilon_0 \nabla \cdot \mathbf{E}(\mathbf{r}, \omega)] , \quad (49)$$

$$\mathbf{J}(\mathbf{r}, \omega) = \rho_0 \mathbf{v}(\mathbf{r}, \omega) - D \nabla \rho(\mathbf{r}, \omega) . \quad (50)$$

Тогда можно показать, что

$$v^2 = \beta_{HF}^2 + D(\gamma - i\omega) . \quad (51)$$

Далее, в рамках рассматриваемой модели дополнительный ток

$$\gamma \mathbf{J}_{GNOR}(\mathbf{r}, \omega) = [v^2 - \beta_{HF}^2] \nabla \rho(\mathbf{r}, \omega) . \quad (52)$$

После подстановки уравнения, а также уравнение непрерывности, где полный ток теперь подчиняется уравнению, которое по построению находим

$$\gamma \mathbf{J}_{GNOR}(\mathbf{r}, \omega) = D_\gamma \nabla \rho(\mathbf{r}, \omega) - D \nabla [\nabla \cdot \mathbf{J}(\mathbf{r}, \omega)] . \quad (53)$$

Динамика полного тока в рамках модели подчиняется уравнению:

$$-i\omega \mathbf{J}(\mathbf{r}, \omega) = \varepsilon_0 \omega_p^2 \mathbf{H}(\mathbf{r}, \omega) - \gamma(\mathbf{r}, \omega) \mathbf{J}(\mathbf{r}, \omega) - (\beta_{HF}^2 + D\gamma) \nabla \rho(\mathbf{r}, \omega) + D \nabla (\nabla \cdot \mathbf{J}(\mathbf{r}, \omega)) . \quad (54)$$

Если затем воспользуемся выведенной частотно-зависимой действительной постоянной диффузии, приравняв мнимые части уравнений, получим

$$D = \frac{v_D^2}{\gamma} \frac{\gamma^2}{\omega^2 \gamma^2} . \quad (55)$$

С этой целью рассмотрим уравнение и определим общий ток, как

$$\mathbf{J}(\mathbf{r}, \omega) = \rho_0 \mathbf{v}(\mathbf{r}, \omega) + f_H(\mathbf{r}, \omega) . \quad (56)$$

Пытаясь восстановить высокочастотное уравнение Друде-Эйлера для $\rho_0 v$, требуем эквивалентности между $f_H(\mathbf{r}, \omega)$ и остаточными членами, и получаем

$$f_H(\mathbf{r}, \omega) = -\frac{v_D^2}{\gamma} \frac{\gamma^2}{(\omega + i\gamma)^2} \nabla \rho(\mathbf{r}, \omega) . \quad (57)$$

Приступим к прямому сравнению численных результатов для двух моделей и сосредоточимся на относительной разности пространственно-временных распределений электрического поля согласно с

$$\Delta E_i(\mathbf{r}, t) = \frac{E_i^{linHd}(\mathbf{r}, t) - E_i^{Hal}(\mathbf{r}, t)}{m} a_{x(\mathbf{r}, t)} E_i^{linHd}(\mathbf{r}, t) , \quad (58)$$

где $i \in (x, y)$, то есть для x -компоненты и y -компоненты электрического поля волны.

На втором этапе занятия осуществляется закрепление теоретических знаний по на-ноплазмонике путём решения задач.

Задача 1.

Используя выражение константы распространения поверхностного плазмон-поляритона на границе раздела двух сред:

$$\beta(\omega) = k_0 \sqrt{\frac{\omega^2 - \omega_p^2}{2\omega^2 - \omega_p^2}} , \quad (59)$$

где $k_0 = \frac{\omega}{c}$ – волновое число электромагнитной волны в вакууме.

$$\beta(\omega) = \frac{\omega}{c} \sqrt{\frac{\omega^2 - \omega_p^2}{2\omega^2 - \omega_p^2}} . \quad (60)$$

Найти дисперсионную зависимость частоты от константы распространения поверхностного плазмон-поляритона на границе раздела двух сред.

Решение.

В случае сплошной оптической среды в немагнитном приближении после преобразований соответствующих выражений и возведения в квадрат формулы, получим выражение квадрата константы распространения поверхностного плазмон-поляритона, распространяющегося на границе раздела двух сред:

$$\beta(\omega)^2 = k_0^2 \frac{\omega^2 - \omega_p^2}{2\omega^2 - \omega_p^2}. \quad (61)$$

Умножаем на знаменатель:

$$\beta(\omega)^2 = k_0^2 2\omega^2 - \omega_p^2 = k_0^2 \omega^2 - \omega_p^2. \quad (62)$$

Путём математических преобразований, получаем дисперсионную зависимость частоты от константы распространения.

$$\omega^2(\beta) = \frac{\omega_p^2}{2} + c^2 \beta^2 - \sqrt{\frac{\omega_p^4}{4} - c^4 \beta^4}. \quad (63)$$

Задача 2 (для самостоятельного решения).

Вычислить дисперсионную зависимость константы распространения поверхностного плазмон-поляритона для границы раздела с нанокompозитной средой с включениями в виде сферических наночастиц серебра, обладающих следующими параметрами: $\varepsilon_\infty = 6$, $\omega_p = 1.5 \cdot 10^{16}$ рад/с, $\gamma = 1.117 \cdot 10^{14}$ рад/с.

Задача 3 (для самостоятельного решения).

Вычислить дисперсионную зависимость константы распространения поверхностного плазмон-поляритона для границы раздела с нанокompозитной средой, содержащей включения в виде сферических наночастиц серебра, обладающих следующими параметрами: $\varepsilon_\infty = 5.45$, $\omega_p = 1.72 \cdot 10^{16}$ рад/с, $\gamma = 8.35 \cdot 10^{13}$ рад/с.

Заключение

Представлены результаты разработки материалов занятия по курсу наноплазмоники в педагогическом университете. Рассмотренные материалы занятия по курсу наноплазмоники были апробированы в педагогическом университете в 2022-2023 учебном году.

Задача исследования, состоящая в разработке материалов занятия по курсу наноплазмоники в педагогическом университете, решена полностью.

Гипотеза исследования, состоящая в том, что если использовать систему материалов для избранного занятия по курсу наноплазмоники в педагогическом университете, то можно наполнить курс наноплазмоники эффективными средствами контроля знаний по наноплазмонике в педагогическом университете, подтверждена полностью.

Список использованных источников

1. With nanoplasmonics towards fusion / Tamás Sándor Biró [et al.] // Universe. — 2023. — may. — Vol. 9, no. 5. — P. 233. — URL: <https://doi.org/10.3390/universe9050233>.
2. On the interaction and nanoplasmonics of gold nanoparticles and lipoproteins / Andrea Zendrini [et al.] // JCIS Open. — 2023. — oct. — Vol. 11. — P. 100088. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.jciso.2023.100088>.


3. Maity Achyut, Das Pabitra. Nanoplasmonics: fundamentals and recent developments // Encyclopedia of materials: electronics. — Elsevier, 2023. — P. 6–19. — URL: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-819728-8.00018-8>.
4. Gonçalves P. A. D., de Abajo F. Javier García. Interrogating quantum nonlocal effects in nanoplasmonics through electron-beam spectroscopy // Nano Letters. — 2023. — may. — Vol. 23, no. 10. — P. 4242–4249. — URL: <https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.3c00298>.
5. Odion Ren A., Liu Yang, Vo-Dinh Tuan. Nanoplasmonics enabling cancer diagnostics and therapy // Cancers. — 2022. — nov. — Vol. 14, no. 23. — P. 5737. — URL: <https://doi.org/10.3390/cancers14235737>.
6. Alves Rúben A., Pacheco-Peña Víctor, Navarro-Cía Miguel. Madelung formalism for electron spill-out in nonlocal nanoplasmonics // The Journal of Physical Chemistry C. — 2022. — aug. — Vol. 126, no. 34. — P. 14758–14765. — URL: <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.2c04828>.
7. Gonçalves P. A. D., de Abajo F. Javier García. Electron-beam spectroscopies as probes of quantum effects in nanoplasmonics // Conference on Lasers and Electro-Optics. — Optica Publishing Group, 2022. — URL: https://doi.org/10.1364/cleo_qels.2022.ff3c.6.
8. Gonçalves Paulo André, de Abajo F. Javier García. Quantum surface-response in nanoplasmonics probed by electron spectroscopies // Photonic and phononic properties of engineered nanostructures XII / Ed. by Ali Adibi, Shawn-Yu Lin, Axel Scherer. — SPIE, 2022. — mar. — URL: <https://doi.org/10.1117/12.2609060>.
9. Duan Xiaoyang, Liu Na. Magnesium for dynamic nanoplasmonics // Accounts of Chemical Research. — 2019. — jun. — Vol. 52, no. 7. — P. 1979–1989. — URL: <https://doi.org/10.1021/acs.accounts.9b00157>.
10. Гиматетдинова А. Р. Исследование интерактивных элементов для активизации познавательной деятельности учащихся на занятиях по физике в фармацевтическом колледже // НАУКА ONLINE. — 2023. — № 1 (22). — С. 10–51. — URL: <http://nauka-online.ru/wp-content/uploads/2023/05/01222023-002.pdf>.

Сведения об авторах:

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

E-mail: elvira.orlova.2000@mail.ru

ORCID iD  0000-0003-2842-0886

Web of Science ResearcherID  ABB-9740-2021

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

Development of lesson materials for the course of nanoplasmonics

E. V. Orlova 

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted June 5, 2023

Resubmitted June 7, 2023

Published September 30, 2023

Abstract. The results of the development of materials for a lesson on the course of nanoplasmonics, read in the bachelor's degree in the pedagogical direction of training in the profile of physics and mathematics at the Pedagogical University, are described. Selected elements of the lesson on the course of nanoplasmonics are discussed.

Keywords: nanoplasmonics, plasmon, plasmonic nanosystem, nanoplasmonics course, lesson materials, task

References

1. With nanoplasmonics towards fusion / Tamás Sándor Biró [et al.] // Universe. — 2023. — may. — Vol. 9, no. 5. — P. 233. — URL: <https://doi.org/10.3390/universe9050233>.
2. On the interaction and nanoplasmonics of gold nanoparticles and lipoproteins / Andrea Zandrini [et al.] // JCIS Open. — 2023. — oct. — Vol. 11. — P. 100088. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.jciso.2023.100088>.
3. Maity Achyut, Das Pabitra. Nanoplasmonics: fundamentals and recent developments // Encyclopedia of materials: electronics. — Elsevier, 2023. — P. 6–19. — URL: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-819728-8.00018-8>.
4. Gonçalves P. A. D., de Abajo F. Javier García. Interrogating quantum nonlocal effects in nanoplasmonics through electron-beam spectroscopy // Nano Letters. — 2023. — may. — Vol. 23, no. 10. — P. 4242–4249. — URL: <https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.3c00298>.
5. Odion Ren A., Liu Yang, Vo-Dinh Tuan. Nanoplasmonics enabling cancer diagnostics and therapy // Cancers. — 2022. — nov. — Vol. 14, no. 23. — P. 5737. — URL: <https://doi.org/10.3390/cancers14235737>.
6. Alves Rúben A., Pacheco-Peña Víctor, Navarro-Cía Miguel. Madelung formalism for electron spill-out in nonlocal nanoplasmonics // The Journal of Physical Chemistry C. — 2022. — aug. — Vol. 126, no. 34. — P. 14758–14765. — URL: <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.2c04828>.


7. Gonçalves P. A. D., de Abajo F. Javier García. Electron-beam spectroscopies as probes of quantum effects in nanoplasmonics // Conference on Lasers and Electro-Optics. — Optica Publishing Group, 2022. — URL: https://doi.org/10.1364/cleo_qels.2022.ff3c.6.
8. Gonçalves Paulo André, de Abajo F. Javier García. Quantum surface-response in nanoplasmonics probed by electron spectroscopies // Photonic and phononic properties of engineered nanostructures XII / Ed. by Ali Adibi, Shawn-Yu Lin, Axel Scherer. — SPIE, 2022. — mar. — URL: <https://doi.org/10.1117/12.2609060>.
9. Duan Xiaoyang, Liu Na. Magnesium for dynamic nanoplasmonics // Accounts of Chemical Research. — 2019. — jun. — Vol. 52, no. 7. — P. 1979–1989. — URL: <https://doi.org/10.1021/acs.accounts.9b00157>.
10. Gimatetdinova A. R. Research of interactive elements to enhance the cognitive activity of students in the classroom in physics at the College of Pharmacy // Science Online. — 2023. — no. 1 (22). — P. 10–51. — URL: <http://nauka-online.ru/wp-content/uploads/2023/05/01222023-002.pdf>.

Information about authors:

Elvira Viacheslavovna Orlova — 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: elvira.orlova.2000@mail.ru

ORCID iD  0000-0003-2842-0886

Web of Science ResearcherID  ABB-9740-2021

Научная статья
УДК 373.545
ББК 74.262.23
ГРНТИ 14.25.09
ВАК 5.8.2.
PACS 01.40.-d
OCIS 000.2060
MSC 00A79

Результаты контроля знаний по законам сохранения в механике в инженерном лицее

И. А. Шарнина  ¹

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Губернаторский инженерный лицей № 102», 432064, Ульяновск, Россия

Поступила в редакцию 11 августа 2023 года

После переработки 21 августа 2023 года

Опубликована 30 сентября 2023 года

Аннотация. Рассматриваются теоретические и методические проблемы преподавания темы по законам сохранения в механике в инженерном лицее. Представлены результаты педагогического эксперимента по контролю знаний по законам сохранения в механике в инженерном лицее.

Ключевые слова: физика, механика, законы сохранения, педагогический эксперимент, инженерный лицей

Введение

Целью исследования является выявление особенностей контроля знаний по законам сохранения в механике в девятом классе инженерного лицея, проверка эффективности используемой методики контроля знаний по законам сохранения в механике в девятом классе инженерного лицея.

Задачи исследования состоят в выявлении признаков и особенностей контроля знаний по законам сохранения в механике в девятом классе инженерного лицея; применении современных методов контроля знаний по законам сохранения в механике в девятом классе инженерного лицея; проведении анализа полученных результатов педагогического эксперимента.

Объектом исследования является процесс обучения физике в девятом классе инженерного лицея.

Предметом исследования является совокупность методов контроля знаний по законам сохранения в механике в девятом классе инженерного лицея.

Гипотеза исследования состоит в том, что если использовать совокупность методов контроля знаний по законам сохранения в механике в девятом классе инженерного лицея, то можно успешно диагностировать эффективность обучения физике в девятом классе инженерного лицея.

¹E-mail: innasarnina646@gmail.com

Научная новизна работы заключается в использовании современных методов контроля знаний по законам сохранения в механике при изучении физики в девятом классе инженерного лицея.

Материалами исследования являются результаты успеваемости учащихся девятого класса инженерного лицея по теме, связанной с изучением законов сохранения в механике.

В качестве метода исследования на эмпирическом уровне использовано проведение педагогического эксперимента в девятом классе инженерного лицея.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что проанализированы методы контроля знаний по законам сохранения в механике при изучении физики в девятом классе инженерного лицея.

Практическая значимость исследования заключается в выявлении характерных особенностей методов контроля знаний по законам сохранения в механике в девятом классе инженерного лицея, которые могут быть использованы в качестве материалов для контроля теоретических знаний на уроках физики в девятом классе инженерного лицея.

Обзор

При изучении многомерных систем законов сохранения люди сталкиваются с большими трудностями, чем при изучении одномерных систем. К трудностям относятся характерная граница, свободная граница, связанная с неизвестными нелинейными волнами, различная структура нелинейных волн, уравнения смешанного типа, сильные особенности. Большинство из них связано со сложностью характеристик. В статье @auxrussian@auxenglish[1] дан обзор достигнутых успехов в изучении этой темы с приложениями к различным физическим проблемам, а также подчеркнем некоторые важные моменты для дальнейшего развития этой теории в будущем.

В статье [2] изложены концептуальные изменения учащихся в изучении столкновений с применением законов сохранения в механике.

В настоящее время учебные программы по физике часто строятся вокруг так называемых ключевых физических понятий, то есть понятий, актуальных для развития понимания во всех областях физики. Одним из таких понятий является энергия, и важным аспектом умения использовать понятие энергии является применение закона сохранения энергии. Умение применять закон сохранения механической энергии может помочь учащимся легче решать задачи, которые было бы относительно сложно решить, если бы их анализировали с точки зрения второго закона Ньютона. Такие задачи часто включают зависящие от времени силы или движение по произвольным траекториям, что делает их математическую обработку достаточно сложной. В этих ситуациях, если это применимо, предпочтительнее использовать закон сохранения механической энергии, чтобы связать переменные, описывающие два выбранных состояния наблюдаемой физической системы.

В статье [3] описаны результаты исследования, направленного на то, чтобы изучить эффективность традиционных школьных инструкций по сохранению механической энергии в кантоне Сараево. С этой целью проверили 441 старшеклассника из шести разных школ Сараево (Босния и Герцеговина) на предмет их способности применять закон сохранения механической энергии. В частности, студенты должны были решить 5 открытых задач, охватывающих концептуально разные ситуации. В каждом задании задавали ряд подвопросов, чтобы проверить, обладают ли студенты всеми необходимыми подкомпетенциями для систематических рассуждений о сохранении механической энергии. Кроме того, исследовали, как на представления студентов о сохранении механической энергии влиял выбор физической системы, а также выбор наблюдаемого интервала времени. Анализ данных проводился на уровне отдельных задач. Письменные ответы

студентов были проанализированы, и были зарегистрированы частоты наиболее заметных ответов студентов. В целом было показано, что большинство старшеклассников из Сараево не могут идентифицировать и различать внутренние, внешние, консервативные и неконсервативные силы. Также многие студенты считают, что применимость закона сохранения не зависит от выбранной физической системы и её эволюции во времени. В статье [3] показано, что использование закона сохранения учащимися старших классов в основном основано на запоминании аналогичного опыта решения задач, а не на соответствующих стратегических знаниях.

Эффективное образование представляет собой нечто большее, чем однонаправленную передачу информации: скорее, этот набор инструментов развивает и укрепляет отношение к окружающей среде, ценности и знания, а также формирует навыки, которые подготавливают отдельных лиц и сообщества к совместному осуществлению позитивных экологических действий. Образование также способствует установлению связей между полезными результатами исследований и практической практикой, создавая синергетические пространства, в которых заинтересованные стороны сотрудничают для решения динамических экологических проблем с течением времени. Из-за этого стремления к применению и повторению экологическое образование может принести прямую пользу окружающей среде и конкретно решать проблемы сохранения. Тем не менее, путь к достижению этих ощутимых результатов может быть извилистым, поскольку трудно производить надежные данные, документирующие изменения. Чтобы лучше понять области проведения исследований и реализации, в которых эти результаты экологического образования происходят, измеряются и сообщаются, в статье [4] провели систематический обзор исследований вклада экологического образования в сохранение и качество окружающей среды. Учитывая различия в дизайне исследований и данных, в статье [4] использовали смешанный подход к обзору; анализ 105 итоговых исследований задокументировал весьма положительные результаты экологического образования в целом и выявил продуктивные пространства для исследований и внедрения. Анализ хи-квадрат показал, что программы, сообщающие о прямых результатах, по сравнению с теми, которые сообщают о косвенных результатах, различаются по основной затронутой теме. Описательный анализ показал, что программы экологического образования, документирующие прямое воздействие, включали: акцент на локальных проблемах или местных аспектах более широких проблем; сотрудничество с учеными, менеджерами ресурсов и общественными организациями; интегрированные элементы действия; и преднамеренные структуры измерения и отчетности. Эти темы предлагают идеи разработки программ и документирования, а также дополнительные возможности для продуктивных исследований и реализации.

В статье [5] представлен алгоритм машинного обучения, который обнаруживает законы сохранения из дифференциальных уравнений как численно (параметризованные как нейронные сети), так и символически, обеспечивая их функциональную независимость (нелинейное обобщение линейной независимости). Модуль независимости можно рассматривать как нелинейное обобщение разложения по сингулярным числам. Метод может легко справиться с индуктивными смещениями для законов сохранения. В статье [5] подтверждается это на примерах, включая задачу трёх тел, уравнение Кортевега – Де Фриза и нелинейное уравнение Шрёдингера.

Законы сохранения являются ключевыми теоретическими и практическими инструментами для понимания, характеристики и моделирования нелинейных динамических систем. Однако для многих сложных систем трудно определить соответствующие сохраняющиеся величины, что затрудняет анализ их динамики и построение устойчивых прогностических моделей. Современные подходы к открытию законов сохранения часто зависят от подробной динамической информации или основаны на параметрических

методах глубокого обучения «чёрный ящик». Вместо этого в статье [6] переформулируют эту задачу как проблему обучения многообразию и предложим непараметрический подход к обнаружению сохраняющихся величин. В статье [6] тестируется этот новый подход на различных физических системах и демонстрируем, что наш метод способен как определять количество сохраняющихся величин, так и извлекать их значения. Используя инструменты теории оптимального переноса и многообразного обучения, предложенный в статье [6] метод обеспечивает прямой геометрический подход к выявлению законов сохранения, который является надёжным и интерпретируемым, не требуя ни явной модели системы, ни точной информации о времени.

Результаты педагогического эксперимента

В МБОУ Губернаторский инженерный лицей № 102 в 2022-2023 учебном году проводилась учебная дисциплина «Физика» в девятом классе в объёме трёх часов в неделю. При изучении физики в 2022-2023 учебном году в девятом классе на тему по законам сохранения в механике было запланировано 9 часов. На изучение раздела, связанного с изучением законов механики, отводится 31 час в 9 классе. На изучение подраздела по законам сохранения, механической работе и мощности отводится 9 часов. Темой первого урока из подраздела по законам сохранения, механической работе и мощности является тема «Импульс. Закон сохранения импульса. Реактивное движение». Темой второго урока из подраздела по законам сохранения, механической работе и мощности является тема «Решение задач на импульс и закон сохранения импульса». Темой третьего урока из подраздела по законам сохранения, механической работе и мощности является тема «Механическая работа и мощность». Темой четвёртого урока из подраздела по законам сохранения, механической работе и мощности является тема «Решение задач на механическую работу и мощность». Темой пятого урока из подраздела по законам сохранения, механической работе и мощности является тема «Работа и потенциальная энергия». Темой шестого урока из подраздела по законам сохранения, механической работе и мощности является тема «Работа и кинетическая энергия». Темой седьмого урока из подраздела по законам сохранения, механической работе и мощности является тема «Закон сохранения механической энергии». Темой восьмого урока из подраздела по законам сохранения, механической работе и мощности является тема «Решение задач на закон сохранения механической энергии». Темой девятого урока из подраздела по законам сохранения, механической работе и мощности является тема «Контрольная работа № 3 по законам сохранения».

В результате изучения темы по законам сохранения ученик должен воспроизводить определения понятий и физических величин таких, как импульс силы, импульс тела, механическая работа, мощность, коэффициент полезного действия механизмов, потенциальная и кинетическая энергия; формулы работы, мощности, кинетической и потенциальной энергии; закон сохранения импульса, закон сохранения механической энергии. В результате изучения темы по законам сохранения ученик должен уметь объяснять физическое явление превращение потенциальной и кинетической энергии из одного вида в другой. В результате изучения темы по законам сохранения ученик должен уметь обобщать знания об энергетических характеристиках механических явлений и законах сохранения в механике. В результате изучения темы по законам сохранения ученик должен уметь интерпретировать предполагаемые или полученные выводы по решению задач по законам сохранения и описанию явлений при помощи законов сохранения механики. В результате изучения темы по законам сохранения ученик должен уметь оценивать свою деятельность в процессе учебного познания на уровне применения законов сохранения в нестандартных физических ситуациях.

Контрольная работа № 3 по законам сохранения проведена в 9 А классе 18.11.2022.

По результатам контрольной работы № 3 по законам сохранения, проведённой в 9 А классе 18.11.2022, было выставлено 7 отметок «отлично», 10 отметок «хорошо», 6 отметок «удовлетворительно», 0 отметок «не удовлетворительно», 5 учеников было не аттестованы по причине отсутствия на занятии. На уроке, проведённом 18.11.2022, абсолютная успеваемость составила 82.1%, что свидетельствует о допустимом уровне абсолютной успеваемости. На уроке, проведённом 18.11.2022, качественная успеваемость составила 60.7%, что свидетельствует об оптимальном уровне качественной успеваемости. На уроке, проведённом 18.11.2022, степень обученности учащихся составила 56.8%, что свидетельствует о допустимом или конструктивном уровне обученности. Достижение конструктивного уровня обученности позволяет реализовывать достаточный уровень запоминания и понимания теоретического материала по избранной теме по законам сохранения в механике. На уроке, проведённом 18.11.2022, первый или высший уровень требований составляет 55.6%, второй или средний уровень требований составляет 32.3%, третий или низкий уровень требований составляет 15.6%. На уроке, проведённом 18.11.2022, среднее значение отметок составляет 3.321. На уроке, проведённом 18.11.2022, среднее квадратичное отклонение от среднего арифметического значения составляет 1.849. На уроке, проведённом 18.11.2022, экспериментальное значение хи-квадрат составляет 9.5, что меньше, чем критическое теоретическое значение хи-квадрат для уровня значимости 0.01 и числа степеней свободы 5, равного 15.08627, поэтому подтверждается основная гипотеза.

Заключение

В качестве результатов педагогического эксперимента достигнут конструктивный уровень обученности учащихся при изучении темы по законам сохранения в механике.

Гипотеза исследования, состоящая в том, что если использовать совокупность методов контроля знаний по законам сохранения в механике в девятом классе инженерного лицея, то можно успешно диагностировать эффективность обучения физике в девятом классе инженерного лицея, подтверждена полностью.

Выделены и обоснованы принципы проектирования методики контроля знаний по законам сохранения в механике в девятом классе инженерного лицея, отражающие современные особенности изучения физики в девятом классе инженерного лицея. Выявлены характерных особенностей преподавания темы по законам в курсе физики основной школы для создания и совершенствования методических материалы по теме, связанной с изучением законов сохранения, которые могут быть использованы в качестве основных материалов на уроках физики в девятом классе инженерного лицея.

Список использованных источников

1. Chen Shuxing. Study of multidimensional systems of conservation Laws: problems, difficulties and progress // Proceedings of the International Congress of Mathematicians 2010 (ICM 2010). — Published by Hindustan Book Agency (HBA), India. WSPC Distribute for All Markets Except in India, 2011. — jun. — URL: https://doi.org/10.1142/9789814324359_0126.
2. Understanding conservation laws in mechanics: Students' conceptual change in learning about collisions / N. Grimellini-Tomasini [et al.] // Science Education. — 1993. — apr. — Vol. 77, no. 2. — P. 169–189. — URL: <https://doi.org/10.1002/sce.3730770206>.
3. Students' difficulties in applying the law of conservation of mechanical energy: results of a survey research / Asila Halilović [et al.] // The European Educational Researcher. —

2021. — jun. — Vol. 4, no. 2. — P. 171–192. — URL: <https://doi.org/10.31757/euer.423>.


4. Ardoin Nicole M., Bowers Alison W., Gaillard Estelle. Environmental education outcomes for conservation: a systematic review // *Biological Conservation*. — 2020. — jan. — Vol. 241. — P. 108224. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108224>.
5. Liu Ziming, Madhavan Varun, Tegmark Max. Machine learning conservation laws from differential equations // *Physical Review E*. — 2022. — oct. — Vol. 106, no. 4. — URL: <https://doi.org/10.1103/physreve.106.045307>.
6. Lu Peter Y., Dangovski Rumen, Soljačić Marin. Discovering conservation laws using optimal transport and manifold learning // *Nature Communications*. — 2023. — aug. — Vol. 14, no. 1. — URL: <https://doi.org/10.1038/s41467-023-40325-7>.

Сведения об авторах:

Инна Алексеевна Шарнина — учитель физики Муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения «Губернаторский инженерный лицей №102», 432064, Ульяновск, Россия.

E-mail: innasarnina646@gmail.com, asunayuuki6666@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

The results of knowledge control on the laws of conservation in mechanics in the engineering lyceum

I. A. Sharnina 

Municipal Budgetary Educational Institution “Governor Engineering Lyceum № 102”, 432064, Ulyanovsk, Russia

Submitted August 11, 2023
 Resubmitted August 21, 2023
 Published September 30, 2023

Abstract. Theoretical and methodological problems of teaching the topic on the laws of conservation in mechanics at an engineering lyceum are considered. The results of a pedagogical experiment on the control of knowledge on the laws of conservation in mechanics at an engineering lyceum are presented.

Keywords: physics, mechanics, conservation laws, pedagogical experiment, engineering lyceum

References

1. Chen Shuxing. Study of multidimensional systems of conservation Laws: problems, difficulties and progress // Proceedings of the International Congress of Mathematicians 2010 (ICM 2010). — Published by Hindustan Book Agency (HBA), India. WSPC Distribute for All Markets Except in India, 2011. — jun. — URL: https://doi.org/10.1142/9789814324359_0126.
2. Understanding conservation laws in mechanics: Students’ conceptual change in learning about collisions / N. Grimellini-Tomasini [et al.] // Science Education. — 1993. — apr. — Vol. 77, no. 2. — P. 169–189. — URL: <https://doi.org/10.1002/sce.3730770206>.
3. Students’ difficulties in applying the law of conservation of mechanical energy: results of a survey research / Asila Halilović [et al.] // The European Educational Researcher. — 2021. — jun. — Vol. 4, no. 2. — P. 171–192. — URL: <https://doi.org/10.31757/euer.423>.
4. Ardoin Nicole M., Bowers Alison W., Gaillard Estelle. Environmental education outcomes for conservation: a systematic review // Biological Conservation. — 2020. — jan. — Vol. 241. — P. 108224. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108224>.
5. Liu Ziming, Madhavan Varun, Tegmark Max. Machine learning conservation laws from differential equations // Physical Review E. — 2022. — oct. — Vol. 106, no. 4. — URL: <https://doi.org/10.1103/physreve.106.045307>.

6. Lu Peter Y., Dangovski Rumen, Soljačić Marin. Discovering conservation laws using optimal transport and manifold learning // Nature Communications. — 2023. — aug. — Vol. 14, no. 1. — URL: <https://doi.org/10.1038/s41467-023-40325-7>.

Information about authors:

Inna Alekseevna Sharnina — physics teacher at the Municipal Budgetary Educational Institution “Governor Engineering Lyceum № 102”, 432064, Ulyanovsk, Russia.

E-mail: innasarnina646@gmail.com, asunayuuki6666@mail.ru

ORCID iD  0000-0002-9777-7996

Web of Science ResearcherID  ABI-2941-2020

Научная статья
УДК 37.035.6
ББК 74.48
ГРНТИ 14.35.09
ВАК 5.8.2.
PACS 01.40.gb
OCIS 000.2060
MSC 97B40

Педагогическое проектирование процесса формирования патриотического сознания молодёжи в современных образовательных программах в педагогическом университете

К. А. Захаров ¹

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

Поступила в редакцию 24 мая 2023 года

После переработки 19 августа 2023 года

Опубликована 30 сентября 2023 года

Аннотация. Рассмотрены подходы к описанию сути педагогического проектирования патриотического сознания молодёжи в современных образовательных программах в педагогическом университете. Представлены результаты анализа психолого-педагогических исследований, посвящённых проблеме формирования патриотического сознания молодежи в молодежной среде современной России. Систематизированы представления о сущности формирования патриотического сознания молодежи в молодежной среде современной России. Конкретизированы механизмы формирования патриотического сознания молодежи в молодежной среде современной России.

Ключевые слова: педагогическое проектирование, патриотическое воспитание, патриотическое сознание, формирование патриотического сознания, патриотизм, принципы патриотического воспитания, педагогический процесс

Введение

Рассмотрены подходы к описанию сути процесса формирования патриотического сознания молодёжи в современных образовательных программах в педагогическом университете.

Объектом исследования является процесс формирования патриотического сознания молодёжи в современных образовательных программах в педагогическом университете.

Предметом исследования является система учебных дисциплин, обеспечивающих процесс формирования патриотического сознания молодёжи в современных образовательных программах в педагогическом университете.

Целью исследования является описание формирования патриотического сознания молодёжи в современных образовательных программах в педагогическом университете.

В соответствии с целью исследования поставлены следующие задачи:

¹E-mail: sir.kostil@yandex.ru

1. проанализировать психолого-педагогическую литературу по формированию патриотического сознания молодежи в молодежной среде современной России;
2. определить учебные дисциплины для реализации методики формирования патриотического сознания молодежи в современных образовательных программах, соответствующих современному уровню развития общества и государства.

Гипотеза исследования состоит в том, что, если формировать патриотического сознания молодежи за счёт систематических бесед в рамках учебных дисциплин патриотической направленности и классных часов, проводимых кураторами групп, в современных образовательных программах в педагогическом университете, то можно создавать образовательную среду, способствующую патриотическому воспитанию молодежи в педагогическом университете.

Теоретическая значимость исследования заключается в создании модели для выявления особенностей формирования патриотического сознания молодежи в молодежной среде современной России. Теоретическая значимость исследования заключается в том, как изменяют полученные новые результаты, соответствующие современному уровню развития общества и государства, механизмы формирования патриотического сознания молодежи в молодежной среде современной России.

Практическая значимость исследования заключается в том, что апробирована и внедрена в педагогическую практику педагогического университета методика патриотического воспитания молодежи на основе формирования комплекса моральных и поведенческих качеств личности в современных образовательных программах в педагогическом университете. Практическое значение исследования состоит в возможности использования методики патриотического воспитания молодежи на основе формирования комплекса моральных и поведенческих качеств личности в современных образовательных программах в университетах.

Обзор

Рассмотрены подходы к описанию сути патриотического сознания, изложенные в современных психолого-педагогических исследованиях.

В современной социально-политической ситуации развития общества формирование патриотического сознания молодежи является довольно актуальной проблемой, так как благодаря такому новообразованию у подрастающего поколения развиваются патриотические установки, происходит становление гражданской идентичности, что является интегрирующим фактором политической жизни общества, залогом его единства. А. В. Усов выделяет сущность феномена «патриотическое сознание», как «исторически сложившаяся система взглядов, норм, ценностей основной массы населения, разделяющей их, а так же делом, доказывающим свою любовь и преданность Родине» [1].

В. С. Хоптяная выделяет сущность феномена «патриотическое сознание», как патриотическое сознание является источником личной активности, которая проявляется в двух аспектах жизнедеятельности: психическом: соблюдение социальных норм, выполнение общественно значимой деятельности во благо государства, социальном: следование совокупности мировоззренческих ориентаций, присущих обществу [2].

Л. Н. Котруца выделяет сущность феномена «патриотическое сознание», как патриотическое сознание включает ряд компонентов, к основным из которых относятся: «интеллектуальный, мотивационный, эмоциональный, аксиологический и поведенческий» [3].

Т. П. Жигунова выделяет сущность феномена «патриотическое сознание», как это систему представлений о судьбах Родины, способствующая осознанию себя субъектом защиты и созидания Отечества, пониманию ценности патриотических чувств и наличию желания служить во благо Родине, не только в военное, но и в мирное время» [4].

Структура патриотического сознания по А. С. Сорокину [5] включает в себя рациональный компонент в виде осознанного знания о культурно-исторической специфике страны, достоверного истолкования исторических фактов, патриотического мировоззрения, усвоения понятий «честь», «мужество», «героизм» и других. Структура патриотического сознания, то по А. С. Сорокину [5], включает в себя чувственный компонент в виде эмоционального отношения к культурно-историческому своеобразию, исторической памяти народа, идентификация себя как гражданина России.

В исследованиях О. К. Поздняковой и Е. Л. Крыловой [6] выделены следующие компоненты: мировоззренческий компонент, аксиологический компонент и поведенческий компонент в структуре патриотического сознания [6]. В воспитательной работе по становлению патриотического сознания внимание должно уделяться каждому компоненту. Мировоззренческий компонент патриотического сознания по О. К. Поздняковой и Е. Л. Крыловой включает в себя осознанные знания и представления о понятиях «патриот, патриотизм, Родина, Отечество» [6]. Аксиологический компонент патриотического сознания по О. К. Поздняковой и Е. Л. Крыловой включает в себя духовно-нравственные ценности патриотизма: героизм, верность, гордость за Отечество, любовь к Родине. Поведенческий компонент патриотического сознания по О. К. Поздняковой и Е. Л. Крыловой включает в себя ценностное отношение к труду, отечеству, культуре и семье как основа поступков гражданина, ориентированных на общее благо.

Формирование патриотического сознания требует соответствующей воспитательной работы. В исследовании Т. А. Чикаевой [7] чётко сформулированы принципы патриотического воспитания, которые нацелены на формирование патриотического сознания в целостном педагогическом процессе. В качестве одного из принципов патриотического воспитания выявлена непрерывность и системность воспитательного процесса для стабильного воздействия и поддержания «сознательного чувства народности».

При этом по мнению Т. П. Жигуновой, согласно которому, процесс формирования патриотического сознания включает три этапа: подготовительный (знакомство с сутью патриотизма на «внутреннем уровне»); практический (активность, направленная на освоение патриотизма как социального явления); аналитический (глубокое осознание логической связи патриотизма с политикой, историей и ценностями государства) [4].

В исследовании В. С. Кузнецова [8] чётко определены механизмы формирования патриотического сознания, при этом автор исходит из сформировавшихся в науке взглядов на суть патриотизма. В зависимости от понимания которых обосновывается и механизм формирования в рамках воспитательных практик по становлению патриотического сознания. Понимание патриотизма как части мировоззрения, обусловленной знаниями и компетенциями личности и влияющей на осознанное патриотическое отношение к миру [8]. При этом механизм формирования патриотического сознания — это становление «определённого отношения к социокультурному опыту своего народа, интериоризация патриотического отношения – любви и уважения к своей Родине» [8]. Патриотизм как концепт, связанный с чувственной сферой личности, в частности, опирающийся на чувство любви к Отечеству. Здесь механизм формирования патриотического сознания включает особое педагогическое воздействие посредством «эмоционально заряженного материала, имманентно содержащего в себе переживания гордости, радости, гнева и т.д.» [8], например средствами кинематографа, театра.

Методы и материалы исследования

Рассмотрим основы методики формирования патриотического сознания молодежи в молодежной среде современной России. Становление характеристик патриотического сознания связано с одним из направлений духовно-нравственного воспитания молодежи, включающего деятельность по развитию особых ценностей любви к Отечеству,

усвоению общественных норм, а также формированию комплекса моральных и поведенческих качеств личности. Необходимо развитие патриотического сознания молодежи в молодежной среде современной России в современных образовательных программах в педагогическом университете.

Методы исследования включают в себя анализ научной психолого-педагогической литературы, сравнение, обобщение, педагогический эксперимент, наблюдение, диагностические методики, количественный и качественный анализ данных.

Результаты

Рассмотрим содержание принципов патриотического воспитания, которые нацелены на формирование патриотического сознания в целостном педагогическом процессе. Выявили основную суть принципов патриотического воспитания, направленных на формирование патриотического сознания в целостном педагогическом процессе. В качестве первого принципа патриотического воспитания выявлена непрерывность и системность воспитательного процесса для стабильного воздействия и поддержания «сознательного чувства народности». В качестве второго принципа патриотического воспитания выявлена роль деятельного начала духовно-воспитательных практик по формированию патриотического сознания, подкрепление мировоззренческих позиций поступками гражданско-патриотической направленности: волонтерства, участие в акциях, приуроченных к историческим датам, музейно-исторических мероприятиях и проектной деятельности. В качестве третьего принципа патриотического воспитания выявлена опора на ценности национальной культуры, которые отражены в законодательных актах, например, в Законе об образовании. В качестве четвертого принципа патриотического воспитания выявлено содержание воспитательной деятельности включает комплекс мероприятий, воздействующих как на когнитивные, так и на эмоциональные компоненты патриотического сознания. В качестве пятого принципа патриотического воспитания выявлен процесс патриотического воспитания в рамках образовательной организации, который должен сочетаться с самовоспитанием.

Анализ сути изучаемого теоретического конструкта патриотического сознания в современных психолого-педагогических исследованиях позволяет сформулировать такие характеристики, как патриотическое сознание является частью патриотизма, как значимого качества и ценности гражданина Российской Федерации; патриотическое сознание имеет сложную структуру, включающую ценностные, мировоззренческие, поведенческие и другие компоненты; для формирования патриотического сознания необходимо уделять внимание как объективным условиям духовно-нравственного воспитания и социализации личности, так и субъективным факторам, связанным с нравственными установками отдельной личности.

Проведём описание характеристик учебных дисциплин, формирующих теоретическую основу патриотического воспитания молодёжи в педагогическом университете на примере специальности педагогического направления подготовки по физике и математике.

В рабочем учебном плане специальности 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) с профилем по физике и математике для студентов, обучающихся на очном отделении факультета физико-математического и технологического образования запланирована учебная дисциплина «Педагогика» в составе психолого-педагогического модуля. Учебная дисциплина «Педагогика» имеет объём 7 зачётных единиц трудоёмкости и проводится в 3, 4, 5 семестрах. Учебная дисциплина «Педагогика» обладает следующими индикаторами достижения компетенций: ОПК-1.2; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-5.1; ОПК-5.2; ОПК-5.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ПК-3.1; ПК-3.2.

В рабочем учебном плане специальности 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) с профилем по физике и математике для студентов, обучающихся на очном отделении факультета физико-математического и технологического образования запланирована учебная дисциплина «Психология» в составе психолого-педагогического модуля. Учебная дисциплина «Психология» имеет объём 7 зачётных единиц трудоёмкости и проводится в 2, 3, 4 семестрах. Учебная дисциплина «Психология» обладает следующими индикаторами достижения компетенций: УК-3.1; УК-3.2; ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-7.1; ОПК-7.2; ОПК-7.3; ОПК-8.1; ОПК-8.2; ПК-3.1; ПК-3.2.

В рабочем учебном плане специальности 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) с профилем по физике и математике для студентов, обучающихся на очном отделении факультета физико-математического и технологического образования запланирована учебная дисциплина «Психология воспитательных практик» в составе модуля воспитательной деятельности. Учебная дисциплина «Психология воспитательных практик» имеет объём 2 зачётные единицы трудоёмкости и проводится в 5 семестре. Учебная дисциплина «Психология воспитательных практик» обладает следующими индикаторами достижения компетенций: ОПК-3.1; ОПК-3.2; ОПК-3.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ПК-2.2; ПК-2.3.

В рабочем учебном плане специальности 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) с профилем по физике и математике для студентов, обучающихся на очном отделении факультета физико-математического и технологического образования запланирована учебная дисциплина «История России» в составе социально-гуманитарного модуля. Учебная дисциплина «История России» имеет объём 4 зачётные единицы трудоёмкости и проводится в 2 семестре. Учебная дисциплина «История России» обладает следующими индикаторами достижения компетенций: УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3.

В рабочем учебном плане специальности 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) с профилем по физике и математике для студентов, обучающихся на очном отделении факультета физико-математического и технологического образования запланирована учебная дисциплина «Основы российской государственности» в составе социально-гуманитарного модуля. Учебная дисциплина «Основы российской государственности» имеет объём 2 зачётные единицы трудоёмкости и проводится в 1 семестре. Учебная дисциплина «Основы российской государственности» обладает следующими индикаторами достижения компетенций: УК-5.1; УК-5.2; УК-5.3.

В рабочем учебном плане специальности 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) с профилем по физике и математике для студентов, обучающихся на очном отделении факультета физико-математического и технологического образования запланирована учебная дисциплина «Нормативно-правовые основы профессиональной деятельности и антикоррупционное поведение» в составе социально-гуманитарного модуля. Учебная дисциплина «Нормативно-правовые основы профессиональной деятельности и антикоррупционное поведение» имеет объём 2 зачётные единицы трудоёмкости и проводится в 3 семестре. Учебная дисциплина «Нормативно-правовые основы профессиональной деятельности и антикоррупционное поведение» обладает следующими индикаторами достижения компетенций: УК-2.1; УК-2.2; УК-2.3; УК-10.1; УК-10.2; ОПК-1.1; ОПК-1.2.

Заключение

Патриотизм как совокупность общепринятых моральных норм, с ведущим механизмом его формирования через создание условий для перевода общих моральных норм в нравственные установки отдельной личности. Достижение развития патрио-

тического сознания становится возможным через включение молодежи в деятельность гражданско-патриотической направленности, а также исследовательскую работу по сохранению исторической памяти народа.

Проведённый анализ сущности патриотического сознания и специфики его формирования позволяет сформулировать следующие выводы: проблема формирования патриотического сознания связана с конкретизацией его сущностных характеристик, его составляющих в актуальном социально-экономическом и историческом контексте развития государства, уточнением предмета и объекта воспитательной деятельности; содержание патриотического воспитания нацелено на развитие патриотического сознания и должно осуществляться согласно законодательным основам в области образования, педагогическим принципам и направлениям развития мировоззренческих, эмоциональных, ценностных и поведенческих критериев патриотического сознания; особого внимания заслуживают вопросы оценки результативности воспитательной работы по формированию патриотического сознания молодежи в молодежной среде современной России.

Гипотеза исследования, состоящая в том, что, если формировать патриотического сознания молодёжи за счёт систематических бесед в рамках учебных дисциплин патриотической направленности и классных часов, проводимых кураторами групп, в современных образовательных программах в педагогическом университете, то можно создавать образовательную среду, способствующую патриотическому воспитанию молодёжи в педагогическом университете, подтверждена полностью.


Список использованных источников

1. Усов А. В. Формирование патриотического сознания в молодежной среде современной России: основные направления и методы // *The new man in foreign policy*. — 2019. — № 51-1 (95). — С. 44–49.
2. Хоптяная В. С. Проблема формирования патриотического сознания и поведения молодежи // *Булгаковские чтения*. — 2017. — Т. 11, № 11. — С. 189–194.
3. Котруца Л. Н. Формирование патриотического сознания учащихся в условиях современной школы // *Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 3: Педагогика и психология*. — 2007. — № 3. — С. 176–183.
4. Жигунова Т. П. К вопросу о сущности понятия «патриотическое сознание обучающихся»: современные подходы // *Современное педагогическое образование*. — 2022. — № 1. — С. 128–131.
5. Сорокин С. А. Патриотическое сознание российской молодежи: содержание и преемственность // *Экономические и социально-гуманитарные исследования*. — 2020. — № 3 (27). — С. 142–148. DOI: 10.24151/2409-1073-2020-3-142-148.
6. Позднякова О. К., Крылова Е. Л. Структура патриотического сознания молодежи: педагогический аспект // *Самарский научный вестник*. — 2019. — Т. 8, № 3 (28). — С. 304–309.
7. Чикаева Т. А. Формирование патриотического сознания личности // *Манускрипт*. — 2019. — Т. 12, № 3. — С. 97–100. DOI: 10.30853/manuscript.2019.3.19.
8. Кузнецов А. С. Патриотическое воспитание: теоретико-методологические проблемы педагогического исследования // *Вестник Омского государственного педагогического университета. Гуманитарные исследования*. — 2021. — № 1 (30). — С. 118–122. DOI: 10.36809/2309-9380-2021-30-118-122.

Сведения об авторах:

Константин Александрович Захаров — аспирант кафедры педагогики и социальной работы факультета педагогики и психологии ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», Ульяновск, Россия.

E-mail: sir.kostil@yandex.ru

ORCID iD  0009-0002-5270-5427

Web of Science ResearcherID  JAX-4780-2023

Original article
PACS 01.40.gb
OCIS 000.2060
MSC 97B40

Pedagogical design of the process of formation of the patriotic consciousness of youth in modern educational programs at the Pedagogical University

K. A. Zakharov 

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted May 24, 2023
Resubmitted August 19, 2023
Published September 30, 2023

Abstract. Approaches to the description of the essence of the pedagogical design of the patriotic consciousness of youth in modern educational programs at the Pedagogical University are considered. The results of the analysis of psychological and pedagogical research devoted to the problem of the formation of the patriotic consciousness of young people in the youth environment of modern Russia are presented. The ideas about the essence of the formation of the patriotic consciousness of young people in the youth environment of modern Russia are systematized. The mechanisms for the formation of the patriotic consciousness of young people in the youth environment of modern Russia are specified.

Keywords: pedagogical design, patriotic education, patriotic consciousness, formation of patriotic consciousness, patriotism, principles of patriotic education, pedagogical process

References


1. Usov A. V. Formation of patriotic consciousness in the youth environment of modern Russia: main directions and methods // *The New man in Foreign Policy*. — 2019. — no. 51-1 (95). — P. 44–49.
2. Khoptyanaya V. S. The problem of the formation of patriotic consciousness and youth behavior // *Bulgakov readings*. — 2017. — Vol. 11, no. 11. — P. 189–194.
3. Kotrutsa L. N. Formation of patriotic consciousness of students in a modern school // *Bulletin of the Adyghe State University. Series 3: Pedagogy and psychology*. — 2007. — no. 3. — P. 176–183.
4. Zhigunova T. P. On the question of the essence of the concept “patriotic consciousness of students”: modern approaches // *Modern pedagogical education*. — 2022. — no. 1. — P. 128–131.
5. Sorokin C. A. Patriotic Consciousness of Russian Youth: Content and Continuity // *Economic and social-humanitarian research*. — 2020. — no. 3 (27). — P. 142–148. DOI: 10.24151/2409-1073-2020-3-142-148.

6. Pozdnyakova O. K., Krylova E. L. The structure of the patriotic consciousness of youth: pedagogical aspect // Samara Scientific Bulletin. — 2019. — Vol. 8, no. 3 (28). — P. 304–309.
7. Chikaeva T. A. Formation of the patriotic consciousness of the personality // Manuscript. — 2019. — Vol. 12, no. 3. — P. 97–100. DOI: 10.30853/manuscript.2019.3.19.
8. Kuznetsov A. S. Patriotic education: theoretical and methodological problems of pedagogical research // Bulletin of the Omsk State Pedagogical University. Humanities Research. — 2021. — no. 1 (30). — P. 118–122. DOI: 10.36809/2309-9380-2021-30-118-122.

Information about authors:

Konstantin Alexandrovich Zakharov – post-graduate student of the Department of Pedagogy and Social Work, Faculty of Pedagogy and Psychology, the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Ulyanovsk State Pedagogical University”, Ulyanovsk, Russia.

E-mail: sir.kostil@yandex.ru

ORCID iD  0009-0002-5270-5427

Web of Science ResearcherID  JAX-4780-2023

Секция 2

Физико-математические науки

Научная статья
УДК 53.01
ББК 22.31
ГРНТИ 29.01.45
ВАК 1.3.6.
PACS 01.40.Di
OCIS 310.6628
MSC 00A79

Разработка дистанционного курса по нанооптике в системе управления обучением MOODLE

К. К. Алтунин , Е. В. Александрова  ¹

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

Поступила в редакцию 7 июля 2023 года
После переработки 17 июля 2023 года
Опубликована 30 сентября 2023 года

Аннотация. Представлены результаты разработки дистанционного курса по нанооптике в системе управления обучением MOODLE. Рассматриваются особенности процесса создания дистанционного курса по нанооптике в системе управления обучением MOODLE. Рассматриваются особенности разработки теоретических элементов и элементов контроля по нанооптике в системе управления обучением MOODLE. Обсуждаются результаты разработки модульной структуры и избранных элементов дистанционного курса по нанооптике в системе управления обучением MOODLE. Приводится краткое описание основных характеристик процесса создания дистанционного курса по нанооптике в системе управления обучением MOODLE. Обозначаются основные особенности преподавания курса по нанооптике с применением системы управления обучением MOODLE. Применение формата дистанционного курса по нанооптике в системе управления обучением MOODLE на проблемно-ориентированной основе обеспечивает прозрачность результатов, включая тестирование в формате активного, операционального, рефлексивного обучения физическим основам оптики наноструктур.

¹E-mail: e10a1@yandex.ru

Ключевые слова: нанооптика, дистанционный курс, элемент курса, проектирование

Введение

В настоящее время всё шире повсеместно используются различные технологии изучения физики в школах и высших учебных заведениях, по этой причине всё актуальнее становится задача разработки дистанционного курса по нанооптике.

Целью работы является исследование технологии создания дистанционного курса по нанооптике.

В работе поставлены следующие задачи исследования:

1. написать обзор научных работ по оптике наноструктур,
2. разработать модульную структуру дистанционного курса нанооптики,
3. разработать материалы курса нанооптики,
4. разработать систему элементов для контроля знания в курсе нанооптики.

Объектом исследования является курс нанооптики.

Предметом исследования является процесс разработки курса нанооптики с использованием модульной технологии с созданием дистанционного курса по нанооптике.

Гипотеза исследования состоит в том, что если использовать модульную технологию проектирования курса нанооптики, то можно эффективно управлять темпом продвижения по курсу нанооптики.

Методами исследования являются компьютерные методы создания дистанционных курсов и систем контроля знаний по нанооптике.

Материалами исследования являются теоретические материалы по нанооптике.

Новизна исследования состоит в том, что процесс разработки дистанционного курса по нанооптике заключается в последовательном использовании модульного проектирования курса нанооптики.

Теоретическая значимость заключается в создании новой методологии преподавания курса нанооптики.

Практическая значимость работы заключается в применении смешанной технологии в процессе преподавания нанооптики в университете.

Обзор научных работ по оптике наноструктур

Магнитооптический эффект Керра широко используется в лабораторных установках для изучения тонких пленок и наноструктур, обеспечивая получение магнитных характеристик с хорошим пространственным и временным разрешением. Из-за сложной связи света с магнитным образцом обычные магнитооптические магнитометры на эффекте Керра обычно работают, выбирая небольшой диапазон значений падающего волнового вектора, фокусируя падающий световой луч в маленьком пятне и регистрируя отраженную интенсивность в этом месте. угловой диапазон с помощью фотодетекторов. При использовании этого подхода для полной векторной магнитной характеристики требуются дополнительные методики и измерения. В статье @auxrussian@auxenglish[1] численно исследуется установка магнитооптического эффекта Керра в пространстве Фурье, где эллипсометр сфокусированного луча, использующий оптику с высокой числовой апертурой, и детектор камеры используются для одновременного картирования распределения интенсивности для широкого диапазона падающих и отраженных волновых векторов. В статье [1] используется круговой поляризованный свет и не используем анализирующую оптику в сочетании с процедурой подгонки карт интенсивности света к аналитическому выражению эффекта Керра в линейном приближении. Таким образом,

в статье [1] получены три неизвестных компонента вектора намагниченности, а также оптическую и магнитооптическую константы материала с высокой точностью и коротким временем сбора данных с возможностью однократных измерений. Таким образом, магнитооптический эффект Фурье Керра предлагается как мощный метод выполнения обобщённой магнитооптической эллипсометрии для широкого круга магнитных материалов и устройств.

Резонансные структуры в современной нанофотонике неэрмитовы (с утечкой и потерями) и поддерживают квазинормальные моды. Более того, современные резонаторы часто включают двумерные материалы, чтобы использовать и резонансно улучшать их нелинейные свойства или обеспечивать возможность настройки. Такие материалы усложняют моделирование из-за их бесконечно малой толщины и сильной дисперсии. В статье [2] предлагается формализм для эффективного анализа генерации третьей гармоники в наночастицах и метаповерхностях, включающих двумерные материалы. Он основан на численном расчёте квазинормальных мод в наноструктуре, является общим и не делает никаких предварительных предположений относительно количества резонансов, участвующих в процессе преобразования, в отличие от традиционных подходов теории связанных мод в литературе. Возможности платформы демонстрируются на двух выбранных примерах: одиночный рассеиватель и периодическая метаповерхность, включающая графен из-за его высокой нелинейности третьего порядка. В обоих случаях получено отличное согласие с двухполупериодным нелинейным моделированием. В статье [2] показано, что предлагаемая схема может стать бесценным инструментом для получения физического представления о процессе генерации частоты в нанооптических структурах и предоставления рекомендаций по достижению значительного повышения эффективности генерации третьей гармоники.

Рассеяние света является одним из наиболее известных волновых явлений в оптике, лежащим в основе взаимодействия света с веществом и имеющее решающее значение для приложений нанофотоники. Пассивность, причинность и сохранение энергии подразумевают строгие ограничения на степень контроля над рассеянием от мелких частиц, что влияет на работу многих оптических устройств. В статье [3] демонстрируется, что эти ограничения можно превзойти, рассматривая возбуждения на сложных частотах, что приводит к экстремальным откликам рассеяния, когда адаптированные наночастицы достигают квазистационарного режима. Эти механизмы могут быть использованы для разработки светорассеяния наноструктур за пределами обычных ограничений для неинвазивного зондирования, визуализации и манипулирования светом в наномасштабе.

Дихалькогениды переходных металлов, относящиеся к классу ван-дер-ваальсовых материалов, являются перспективными материалами для оптоэлектроники и фотоники. В частности, их гигантская оптическая анизотропия может обеспечивать важные оптические эффекты при использовании в наноструктурах конечной толщины. В статье [4] теоретически и численно изучается поведение светорассеяния анизотропными наночилиндрами MoS_2 и подчеркиваем его отличительные особенности, превосходящие реакцию обычных кремниевых частиц той же формы. В статье [4] установлено, что два замечательных явления, возникающих в одной и той же частице MoS_2 с оптимизированной геометрией. Первый — это чисто магнитное дипольное рассеяние, связанное с возбуждением электродипольных анапольных состояний. Ранее о нём сообщалось только в гибридных системах ядро-оболочка (металл/диэлектрик), теперь оно продемонстрировано в полностью диэлектрической частице. Второе явление — свертотклонение в дальней зоне: максимальное рассеяние может иметь место в широком диапазоне направлений, включая прямое, обратное и боковое рассеяние в зависимости от взаимной ориентации наночилиндра MoS_2 и падающей волны. В отличие от известных эффектов

Керкера и анти-Керкера, которые проявляются в наночастицах на разных частотах, сверхотклонение может быть достигнуто путём вращения частицы с постоянной частотой падающего света. Результаты, полученные в [4], облегчают разработку функциональных оптических устройств, включающих наноструктурированные анизотропные диалкогениды переходных металлов, и могут стимулировать дальнейшие исследования в области метаоптики на основе сильно анизотропных материалов.

Плазмонная связь является одним из наиболее важных эффектов в компактных плазмонных системах и интенсивно изучается. Напротив, магнитоплазмонная связь редко упоминается даже в графеновых наноструктурах, поддерживающих сильный магнитооптический эффект. В статье [5] теоретически исследуется магнитоплазмонная связь в димерах графеновых нанодисков в присутствии либо параллельных (случай I), либо антипараллельных (случай II) магнитных полей. В статье [5] обнаружено, что гибридные моды всегда появляются для двух состояний с одинаковой хиральностью, тогда как их возбуждения зависят от падающей поляризации. Более того, в случае I две антисимметричные моды темные, а в случае II все четыре моды светлые. Для лучшего понимания представлена расширенная модель связанных диполей, в которой фундаментальные магнитоплазмоны с круговой поляризацией разлагаются на два линейных и ортогональных диполя с разностью фаз $\pi/2$, а затем связь описывается двумя линейными диполями вдоль два ортогональных направления отдельно. Параметры магнитооптического эффекта и силы связи независимы и могут быть легко извлечены из их отдельных моделей. Собственные значения и волновые функции, полученные из модели, могут хорошо описывать резонансную частоту и силу возбуждения каждой гибридной моды. Наконец, в статье [5] обсуждается магнитоплазмонная связь в соприкасающихся графеновых нанодисках, где плазмон с переносом заряда невосприимчив к магнитооптическому эффекту, а в случае II состояние кругового резонанса будет заменено линейным с падающим электрическим полем вдоль направления касания. В статье [5] предлагается общая основа для исследования связи мод двух круговых состояний и прокладываем путь к магнитооптическим и плазмонным приложениям.

Раскрытие основных нелинейно-оптических свойств графеноподобных наноструктур с коррелированной электронно-дырочной нелинейной динамикой в широком диапазоне частот и интенсивностей полей накачки имеет большое значение как для фундаментальной физики графена, так и для ожидаемых новых приложений двумерных гексагональных наноструктур в экстремальной нелинейной оптике. В статье [6] исследуется нелинейное взаимодействие двумерных гексагональных наноструктур с бихроматическим инфракрасным возбуждающим полем с учётом многочастичного кулоновского взаимодействия. Численное исследование в рамках уравнений Блоха в базисе Хьюстона, учитывающих электрон-электронное и электронно-дырочное взаимодействия в приближении Хартри-Фока, выявило значительные экситонные эффекты в процессе генерации высоких гармоник в двумерных гексагональных наноструктурах, таких как графен и силицид. Показано, что из-за коррелированной электронно-дырочной нелинейной динамики вокруг сингулярности Ван Хофа спектральные каустики в спектре генерации высших гармоник индуцируются вблизи экситонных резонансов в седловой точке.

В статье [7] применяется метод петлевых диаграмм для линейной и нелинейной оптики для расчёта суммарной частотной характеристики сложной системы молекулярной наноструктуры. Присутствие наноструктуры изменяет молекулярный отклик за счет дипольного обмена энергией, а молекулярная гиперполяризуемость факторизуется функциями отклика наноструктуры возрастающих порядков. В статье [7] предлагается общий метод преобразования этих функций в произведения поляризуемости наноструктур первого порядка с учётом усиления молекулярного отклика за счёт связи с плазмонными или экситонными резонансами. В частности, в статье [7] показано, как можно

напрямую читать диаграммы для определения функций отклика и их факторизации без явного вычисления. Методология обеспечивает основу для различных приложений к другим системам, взаимодействиям и нелинейным оптическим процессам.

В статье [8] показано, что гибридно-ориентированные нематические жидкокристаллические устройства имеют как фундаментальное, так и технологическое значение для их применения в жидкокристаллических адаптивных линзах, жидкокристаллических дисплеях низкого напряжения, интеллектуальных окнах и многом другом. В статье [8] сообщается о изготовлении и характеристиках гибридно-ориентированного нематического устройства на основе наноструктуры, использующего вертикально ориентированные массивы углеродных нанотрубок в качестве гомеотропного выравнивающего агента с одной стороны и двумерный гексагональный нитрид бора в качестве планарного выравнивающего агента с другой. стороны жидкокристаллической ячейки.

Достижение сильной связи между отдельной молекулой и плазмонной нанополостью в условиях окружающей среды важно для многих приложений нанофотоники. На достижение такой цели было направлено много усилий. В статье [9] разрабатывается полуаналитический метод, который может эффективно рассчитать спектр экстинкции общей связанной системы из одной молекулы и плазмонной нанорезонатора. Обнаружено, что усиление поля и эффективность усиления плазмонной нанорезонатора имеют решающее значение для получения чёткого большого расщепления Раби. Соответственно можно получить оценку силы связи. В частности, в статье [9] найдено, что плазмонный димер капли дождя с размером зазора 1.5 нм может достичь сильной связи с одной общей молекулой с переходным дипольным моментом приближённо равным 3.8 Дебая. Димер капли дождя показывает лучшую производительность, чем другие распространённые экспериментально возможные плазмонные нанорезонаторы. В статье [9] обсуждается также случай особой нелинейной связи, когда на провале расщепления Раби появляется дополнительный пик. Результаты, полученные в статье [9], открывают путь к квантовой оптике с одним излучателем в условиях окружающей среды.

В статье [10] показано, что оптические микрополости и металлические наноструктуры значительно модулируют динамику и спектроскопический отклик молекулярных систем. В статье [10] представлено исследование нелинейной оптики модели, состоящей из N ангармонических многоуровневых систем (например, осцилляторов Морзе), испытывающих коллективную сильную связь с резонансным инфракрасным микрорезонатором. В статье [10] установлено, что в экспериментально доступных условиях в молекулярных системах в микрорезонаторах нелинейные явления могут значительно усиливаться за счёт высокого качества поляритонных резонансов и повышенной плотности электромагнитной энергии микрорезонаторов по отношению к свободному пространству.

Искусственные наноструктуры позволяют точно контролировать электромагнитные поля в наноразмерном масштабе, и эта возможность недавно была распространена на взаимодействие между поляризованным светом и хиральным веществом. Теоретическое описание таких взаимодействий и его применение для проектирования оптимизированных структур для хиральной спектроскопии ставит новые задачи перед общим набором инструментов, используемых в нанооптике. В частности, хирооптические эффекты часто в решающей степени зависят от взаимной ориентации рассеивателя и падающего света, но многие эксперименты проводятся со случайно ориентированными рассеивателями, диспергированными в растворе. В статье [11] получены новые выражения для усредненной по ориентации локальной степени оптической хиральности электромагнитного поля в присутствии агрегата наночастиц. Это достигается с помощью структуры T -матрицы суперпозиции, идеально подходящей для вывода эффективных формул усреднения ориентации в задачах светорассеяния. Результаты, полученные в статье [11],

применяются к нескольким модельным примерам и иллюстрируют несколько неинтуитивных аспектов в распределении усредненной по ориентации степени хиральности вокруг наноструктур. Результаты, полученные в статье [11], будут представлять значительный интерес для изучения сборок наночастиц, предназначенных для улучшения хиральной оптической спектроскопии, и где эффективное численное вычисление усредненной степени оптической хиральности позволяет более всесторонне исследовать множество возможных наноструктур.

Использование спонтанного излучения некогерентных квантовых излучателей является одной из отличительных черт нанооптики. Тем не менее, остаётся постоянная проблема — заставить их излучать векторные лучи, которые представляют собой сложные формы света, связанные с плодотворными разработками в области флуоресцентной визуализации, оптического захвата и высокоскоростных телекоммуникаций. Векторные лучи характеризуются пространственно изменяющимися состояниями поляризации, конструкция которых требует свойств когерентности, которыми обычно обладают лазеры, но не фотоны, создаваемые спонтанным излучением. В статье [12] показан способ объединения спонтанного излучения ансамбля коллоидных квантовых точек в векторные пучки. Для этого используются голографические наноструктуры, которые придают свету, исходящему от излучателей, необходимую пространственную когерентность, поляризацию и топологические свойства. В статье [12] сосредоточили демонстрацию на векторных вихревых пучках, которые являются киральными векторными лучами, несущими ненулевой орбитальный угловой момент, и утверждается, что такой подход может быть распространён на другие формы векторного света.

Реализация интегральных квантовых схем требует точного управления носителями заряда на кристалле. Стремясь к когерентному соединению удаленных наноструктур при нулевом магнитном поле, в статье [13] изучается баллистический перенос электронов через два квантовых точечных контакта последовательно в трёхполюсной конфигурации. В статье [13] усиливается связь между квантовыми точечными контактами за счёт электростатической фокусировки с использованием полевой линзы. Для детального изучения эмиссионных и собирательных свойств квантовых точечных контактов комбинируем электростатическую фокусировку с магнитным отклонением. Сравнивая измерения, представленные в статье [13], с квантово-механическими и классическими расчётами, обсуждаются общие черты квантовой схемы и демонстрируется, как когерентная и баллистическая динамика зависят от деталей потенциалов удержания квантового точечного контакта.

Сильная связь мод и резонансы Фано, возникающие в результате исключительного взаимодействия между резонансными модами в одиночных наноструктурах, привлекли большое внимание в связи с их преимуществами в нелинейной оптике, датчиках с неизлучающей анапольной модой) были хорошо исследованы в изолированных или связанных наноструктурах с доступом к высокой добротности в связанных состояниях в континууме. Несмотря на обширные исследования обычных диэлектрических частиц, интригующие аспекты взаимодействия света и вещества в одиночных киральных наноструктурах отсутствуют. В статье [14] раскрывается, что в киральном наноцилиндре могут быть одновременно суперпозиции экстраординарные мультиполи, такие как два тороидальных диполя с противоположными моментами, а также электрические и магнитные секстиполи. Таким образом, индуцированные оптические латеральные силы и их сечения рассеяния могут быть либо значительно усилены в присутствии этих мультиполей с высокой добротностью, либо подавлены связанными состояниями в континууме. Работа [14] впервые раскрывает сложную корреляцию между мультиполярными эффектами, киральной связью и оптической боковой силой, предоставляя отличный способ для продвинутых оптических манипуляций.

Недавняя способность плазмонных наноструктур исследовать субнанометровые и даже атомные масштабы требует теорий, которые могут объяснить нелокальную динамику электронного газа. Гидродинамическая модель Друде отражает большую часть микроскопической динамики квантовомеханических эффектов, когда учитываются дополнительные граничные условия. В статье [15] пересматривается гидродинамическая модель Друде в рамках формализма Маделунга, чтобы переформулировать ее связанную систему уравнений в виде одного нелинейного уравнения Шрёдингера, чтобы получить естественное квантово-механическое описание плазмоники. В частности, в статье [15] изучается отклик двух перекрывающихся нанопроволок с помощью этого формализма. В статье [15] гарантируется, что предлагаемая система отсчёта согласуется с классической электродинамикой, когда в плазмонной системе выполняется приближение локального отклика, находя необходимую поправку.

Анизотропные кристаллы недавно привлекли значительное внимание из-за их способности поддерживать поляритоны с множеством уникальных свойств, таких как гиперболическая дисперсия, отрицательная фазовая скорость или экстремальное удержание. В частности, было продемонстрировано, что двухосный кристалл α - MoO_3 поддерживает фононные поляритоны, свет, связанный с колебаниями решетки, с анизотропным распространением в плоскости и необычно долгим временем жизни. Однако отсутствие теоретических исследований электромагнитных мод в двухосных кристаллических пластинах препятствует полной интерпретации экспериментальных данных, а также эффективному дизайну наноструктур, поддерживающих такие сильно анизотропные поляритоны. В статье [16] получаем закон дисперсии электромагнитных мод в двухосных пластинах, окруженных полубесконечными изотропными диэлектрическими полупространствами с произвольными диэлектрическими проницаемостями. Помимо общего дисперсионного уравнения, приводятся очень простые аналитические выражения для типичных экспериментов в нанооптике: пределы короткой поляритонной длины волны и/или очень тонких пластин. Результаты исследования позволят провести углубленный анализ анизотропных поляритонов в новых двухосных Ван-дер-Ваальсовых материалах.

Оптические материалы демонстрируют значительные потери на резонансной частоте составляющих их атомов, поэтому они практически реализуются на частотах, далеких от резонансов. Электромагнитно-индуцированная прозрачность обеспечивает метод эффективного подавления оптических потерь в узком окне над резонансом, где среда демонстрирует значительную дисперсию, но за счёт нулевой восприимчивости. Классические или плазмонные аналоги эффекта прозрачности, индуцированного электромагнитным полем, вводятся и широко используются в контексте электромагнитных или оптических метаматериалов. В другом интересном явлении квантовой оптики, известном как увеличение показателя преломления, оптические потери среды могут быть нулевыми или даже отрицательными в области максимальной восприимчивости и незначительной дисперсии. Это условие интересно для приложений, где требуется сильный электромагнитный отклик среды с незначительными потерями, например, метаматериалы с нулевым или отрицательным показателем преломления. В статье [17] вводится плазмонный аналог увеличения показателя преломления, который позволяет когерентно управлять поляризуемостью и поглощением плазмонных наноплазмонных антенн. Это может открыть путь для распространения оптических волн с нулевым показателем преломления к плазмонным метаматериалам с высоким показателем преломления с компенсацией потерь. Схема также предлагает подход к полностью оптическому переключению и когерентному управлению свойствами пропускания, дифракции и преобразования поляризации плазмонных наноструктур, а также свойствами распространения поверхностных плазмонных поляритонов на метаповерхностях.

Результаты разработки теоретических материалов для избранных занятий по курсу нанооптики опубликованы в [18].

Проведённый анализ литературы показывает актуальность исследований в области оптики наноструктур и разработки дистанционных курсов по нанооптике.

Результаты разработки модульной структуры и элементов дистанционного курса по нанооптике

В курсе нанооптики изучаются оптические свойства различных наноструктур, наносистем, нанокмозитов, построенных на основе наноструктурных материалов и метаматериалов.

Курс нанооптики посвящён изучению текущего состояния и будущего оптики наноструктур, а также преимущества и ограничения нанотехнологий для оптических приложений. В настоящее время стало возможным применение технологий дистанционного и смешанного обучения в университете.

Рассмотрим основные результаты разработки дистанционного курса по нанооптике в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета.

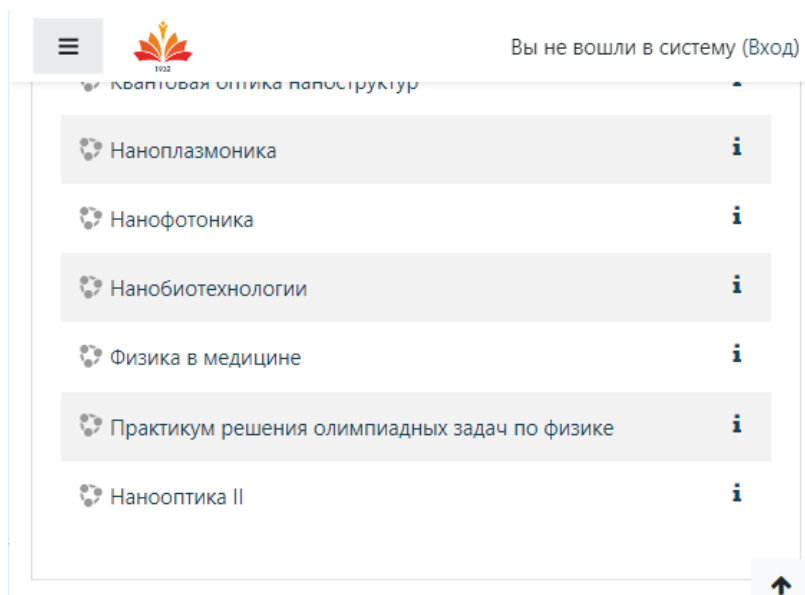


Рис. 1. Входная страница дистанционного курса по нанооптике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 1 приведено изображение входной страницы дистанционного курса по нанооптике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

Общая трудоёмкость курса по нанооптике составляет 3 зачётные единицы или 108 часов. В аудиторную часть курса нанооптики входят лекции в объёме 18 часов, лабораторные занятия в объёме 30 часов, самостоятельная работа студентов, выполнение контрольных работ, сдача зачёта в объёме 60 часов. Итоговой формой отчётности по нанооптике является устный зачёт по вопросам. Курс нанооптики читается в восьмом семестре для студентов четвёртого курса педагогического университета, обучающихся по профилю в области физики и математики.

В ходе начального этапа по разработке курса нанооптики были созданы общие сведения о курсе, включающие полное название курса по нанооптике, краткое название курса по нанооптике.

В общих настройках дистанционного курса на нанооптике можно выбрать категорию курса, показывающую принадлежность его к учебным дисциплинам на факультете физико-математического и технологического образования. В качестве дополнительной категории выбрана категория по нанофизике для категории создаваемого курса.

Общие настройки дистанционного курса в системе управления MOODLE помогают управлять видимостью курса. В процессе разработки курса по нанооптике можно выбрать состояние видимости курса в виде скрытого курса, а по окончании процесса можно изменить видимость курса, сделав его полностью видимым, то есть показать курс. В ходе общих настроек дистанционного курса по нанооптике можно указывать дату начала курса и дату окончания курса, а так оставить дату окончания курса открытой по количеству тем и занятий. Дата начала и окончания курса должны совпадать с временем начала и окончания аудиторных занятий семестра в университете на соответствующем курсе.

В описании курса можно указать общие сведения о названии курса, о том, для кого предназначен курс, о способах записи и входа в курс (например, можно зайти гостем). В описании указан логотип курса, который является элементом дизайна, привлекающий внимание учащихся, а также помогает найти курс не только по названию, но и визуально.

В настройках курса по нанооптике можно выбрать раздел по темам или по неделям. При проектировании данного курса выбран формат разделов курса по темам.

При форматировании в настройках формата курса можно управлять отображением скрытых секций. Представление курса по нанооптике можно показывать все секции на отдельных страницах или одной странице.

В управлении настройками внешнего вида курса по нанооптике можно выбрать установку языка, необходимое количество отображаемых объявлений, необходимость показа журнала успеваемости студентов, отображение показа успехов студентов. В настройках дистанционного курса по нанооптике можно регулировать отслеживание и выполнение заданий курса. В настройках дистанционного курса по нанооптике можно регулировать максимальный размер загружаемого файла при разработке курса нанооптики и выполнении заданий.

Настройки дистанционного курса по нанооптике позволяют управлять групповым режимом и потоками студентов в курсе.

На рис. 2 приведено изображение первой части тематических модулей дистанционного курса по нанооптике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Первая часть тематических модулей дистанционного курса по нанооптике включает в себя тему по интерференционным эффектам в нанокompозитных плёнках, тему по дифракционным эффектам в нанокompозитных плёнках, тему по рассеянию оптических волн в нанокompозитных плёнках.

Первый модуль в составе дистанционного курса по нанооптике посвящен изучению интерференционных эффектов в нанокompозитных плёнках. Интерференционные эффекты включают в себя описание явлений интерференции в нанокompозитных плёнках в поле оптической волны. В первой теме рассматриваются эффекты, возникающие при наложении двух и более когерентных оптических волн внутри нанокompозитных плёнок и плёночных структур. В первой теме содержится одна лекция и одно практическое занятие. В первой теме содержится одна лекция по интерференционным эффектам в нанокompозитных плёнках и одна страница для описания заданий интерференционных эффектов в нанокompозитных плёнках. На первой лекции изучается теория интерференции волн в нанокompозитных плёнках, а на практическом занятии теория закрепляется, отвечают на вопросы, разбирают контрольные вопросы, решают задачи.

Во второй теме содержится одна лекция по дифракционным эффектам в нанокomp-

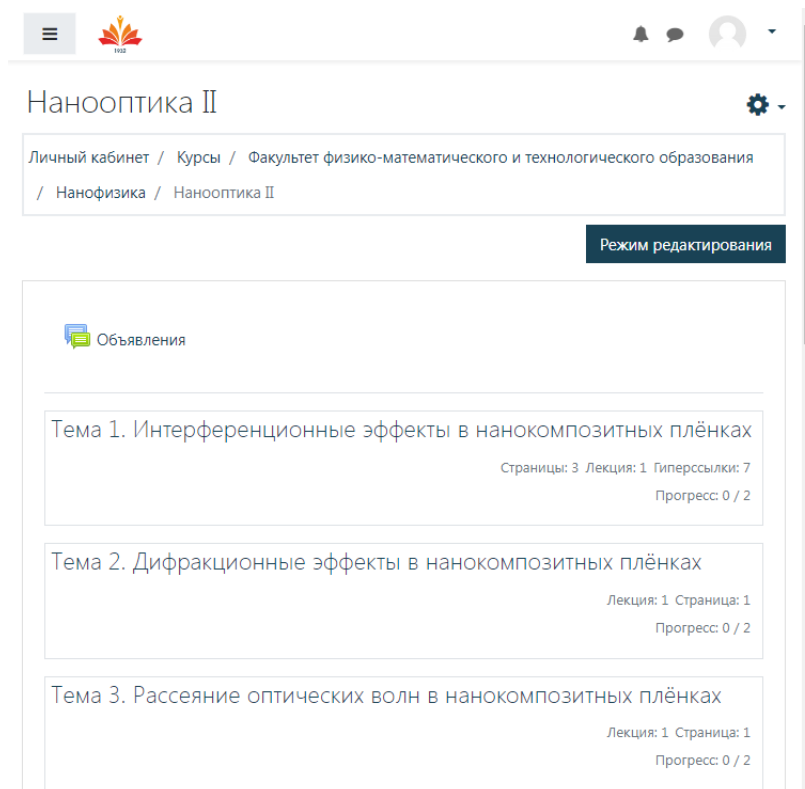


Рис. 2. Первая часть тематических модулей дистанционного курса по нанооптике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

позитных плёнках и одна страница для описания заданий дифракционных эффектов в нанокomпозитных плёнках. На второй лекции изучается теория дифракции волн в нанокomпозитных плёнках, а на практическом занятии теория закрепляется, отвечают на вопросы, разбирают контрольные вопросы, решают задачи на описание дифракционных явлений в нанокomпозитных плёнках.

В третьей теме содержится одна лекция по рассеянию оптических волн в нанокomпозитных плёнках и одна страница для описания заданий рассеивания в нанокomпозитных плёнках. На третьей лекции изучается теория рассеяния оптических волн в нанокomпозитных плёнках, а на практическом занятии теория закрепляется, отвечают на вопросы, разбирают контрольные вопросы, решают задачи на рассеяние оптических волн в нанокomпозитных плёнках.

На рис. 3 приведено изображение второй части тематических модулей дистанционного курса по нанооптике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Вторая часть тематических модулей дистанционного курса по нанооптике включает в себя тему по полевым уравнениям, используемым для описания полей в квазиульмерных системах, тему по полевым уравнениям, используемым для описания полей в одномерных наносистемах, тему по полевым уравнениям, используемым для описания полей в двумерных наносистемах.

В четвёртой теме содержится лекция 4 по теории на основе полевых уравнений для квазиульмерных систем. Прохождение каждой станицы лекции требует ответ на вопрос, требующий осмысления прочитанного текста. В теме 4 запланирован семинар 1 по полевым уравнения для квазиульмерных системе. К семинару 1 в теме 4 выдается список вопросов по уравнения электродинамики и полевым уравнениям, которые можно использовать при описании полей в квазиульмерных систем. Вопросы к семинару предлагаются учащимся заблаговременно до даты проведения семинара. Для выполне-



Рис. 3. Вторая часть тематических модулей дистанционного курса по нанооптике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

ния заданий 1 в теме 4 предлагается заранее изучить материал в лекции 4 и подготовить вывод полевых уравнений, используемых для описания ролей в квазиульмерных системах. В качестве элемента задания 1 необходимо записать и вывести граничные условия для одной из квазиульмерных систем выданных по варианту.

В теме 4 запланирован семинар 1 по полевым уравнениям квазиульмерных систем, к которому заранее выдаются вопросы и задачи по вычислению полевых характеристик квазиульмерных систем, выданных в соответствии с вариантом задания.

В пятой теме содержится лекция 5 по теории на основе полевых уравнений для одномерных наносистем и одна страница для описания заданий по полевым уравнениям в одномерных наносистемах. Прохождение каждой станицы лекции требует ответ на вопрос, требующий осмысления прочитанного текста.

В шестой теме содержится лекция 6 по теории на основе полевых уравнений для двухмерных наносистем и одна страница для описания задания по теме 5 полевым уравнениям в двумерных наносистемах.

На рис. 4 приведено изображение части страницы с избранными элементами первой темы курса в виде гиперссылок на книги из электронных библиотечных систем в составе дистанционного курса по нанооптике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 5 приведено изображение страницы с избранными элементами второй темы курса в виде лекции и страницы с заданиями к практическому занятию в составе дистанционного курса по нанооптике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 6 приведено изображение страницы с избранными элементами третьей темы курса в виде лекции и страницы с заданиями к практическому занятию в составе дистанционного курса по нанооптике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 7 приведено изображение страницы с избранными элементами четвертой темы курса в виде лекции, страницы с заданиями к практическому занятию, задания, семинара по теме в составе дистанционного курса по нанооптике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 8 приведено изображение страницы с избранными элементами пятой темы

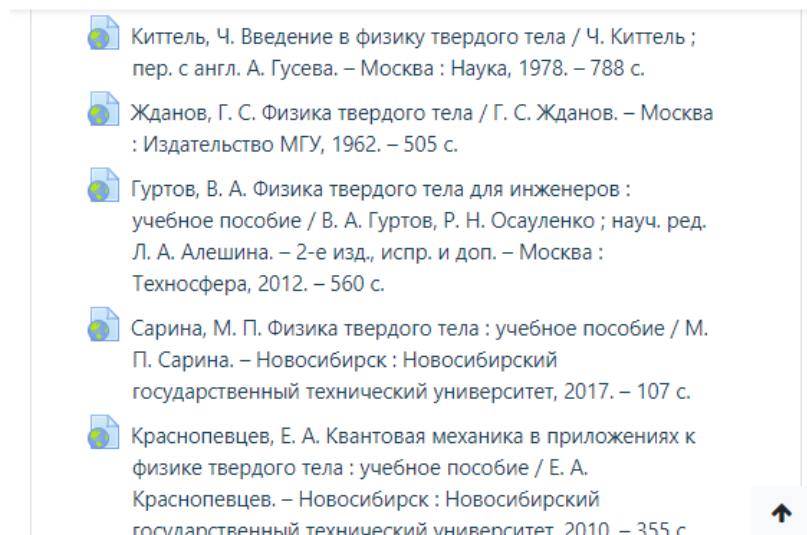


Рис. 4. Избранные элементы первой темы курса в виде гиперссылок на книги из электронных библиотечных систем в составе дистанционного курса по нанооптике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

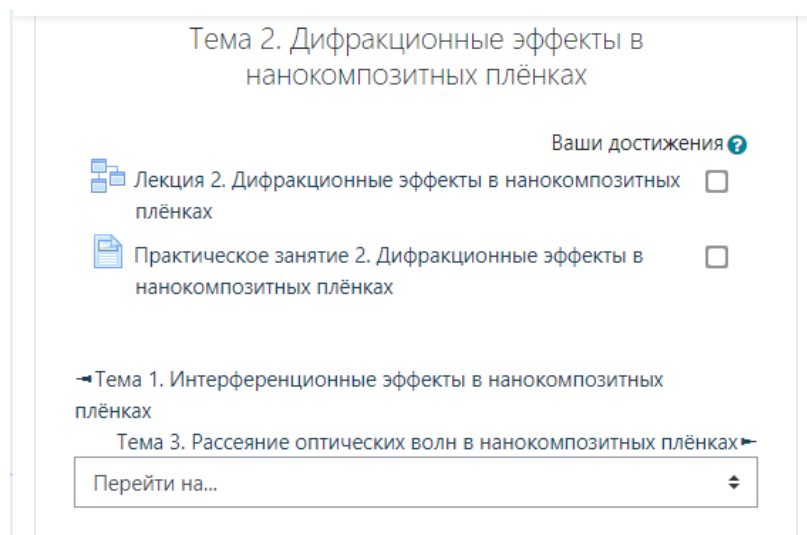


Рис. 5. Избранные элементы второй темы курса в виде лекции и страницы с заданиями к практическому занятию в составе дистанционного курса по нанооптике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

курса в виде лекции, страницы с заданиями к практическому занятию, задания по теме в составе дистанционного курса по нанооптике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 9 приведено изображение страницы с избранными элементами шестой темы курса в виде лекции, страницы с заданиями к практическому занятию, задания по теме в составе дистанционного курса по нанооптике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 10 приведено изображение страницы с избранными элементами седьмой темы курса в виде лекции, страницы с заданиями к практическому занятию, задания по теме в составе дистанционного курса по нанооптике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 11 приведено изображение страницы с избранными элементами восьмой

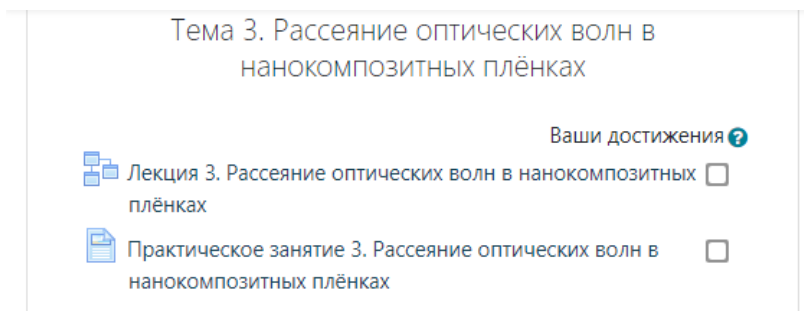


Рис. 6. Избранные элементы третьей темы курса в виде лекции и страницы с заданиями к практическому занятию в составе дистанционного курса по нанооптике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.



Рис. 7. Избранные элементы четвёртой темы курса в виде лекции, страницы с заданиями к практическому занятию, задания, семинара по теме в составе дистанционного курса по нанооптике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

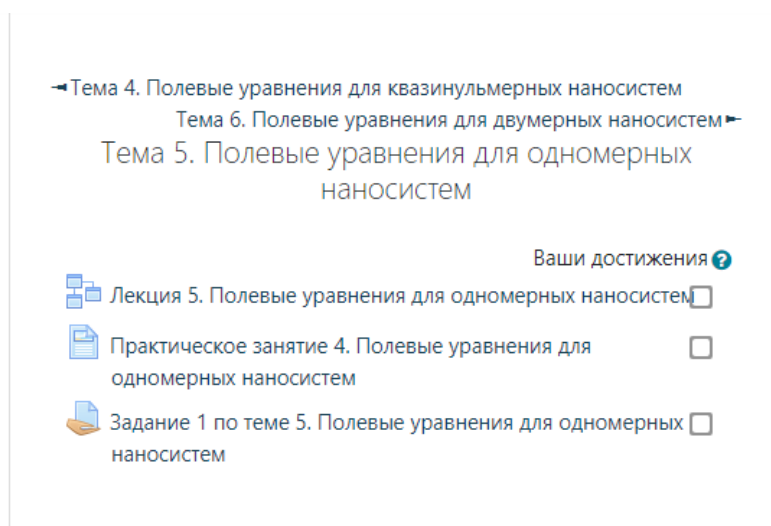


Рис. 8. Избранные элементы пятой темы курса в виде лекции, страницы с заданиями к практическому занятию, задания по теме в составе дистанционного курса по нанооптике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

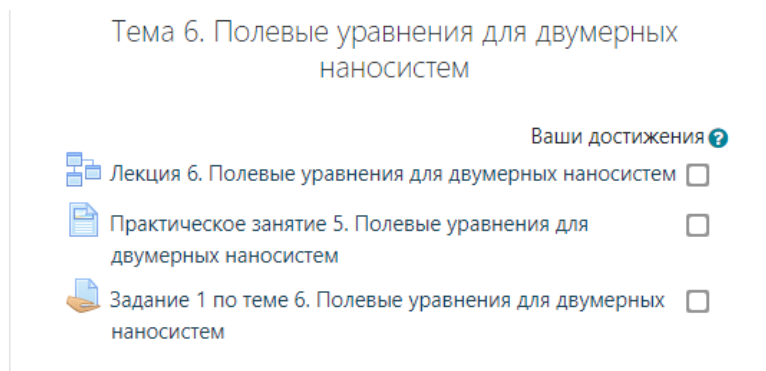


Рис. 9. Избранные элементы шестой темы курса в виде лекции, страницы с заданиями к практическому занятию, задания по теме в составе дистанционного курса по нанооптике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

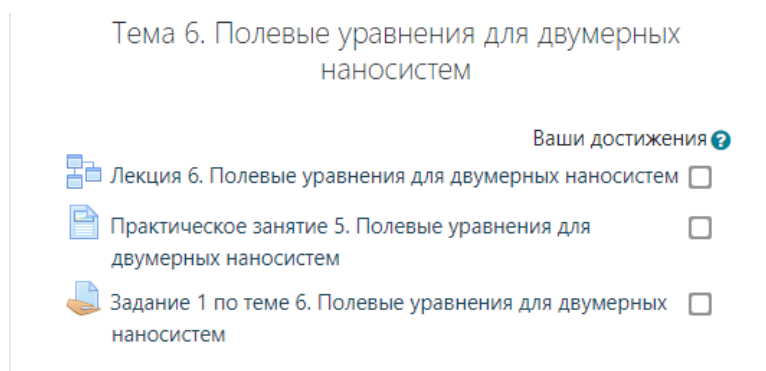


Рис. 10. Избранные элементы седьмой темы курса в виде лекции, страницы с заданиями к практическому занятию, задания по теме в составе дистанционного курса по нанооптике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

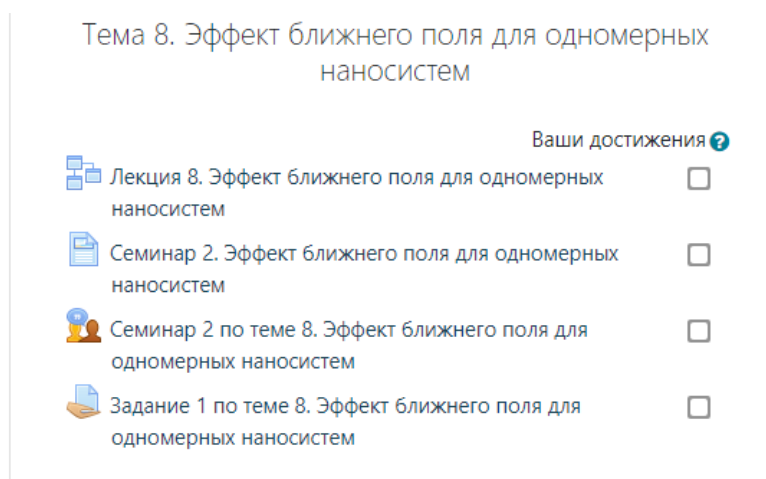


Рис. 11. Избранные элементы восьмой темы курса в виде лекции, страницы с заданиями к практическому занятию, задания по теме в составе дистанционного курса по нанооптике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

темы курса в виде лекции, страницы с заданиями к практическому занятию, задания по теме в составе дистанционного курса по нанооптике, созданного на образовательном

портале университета в системе управления обучением MOODLE.

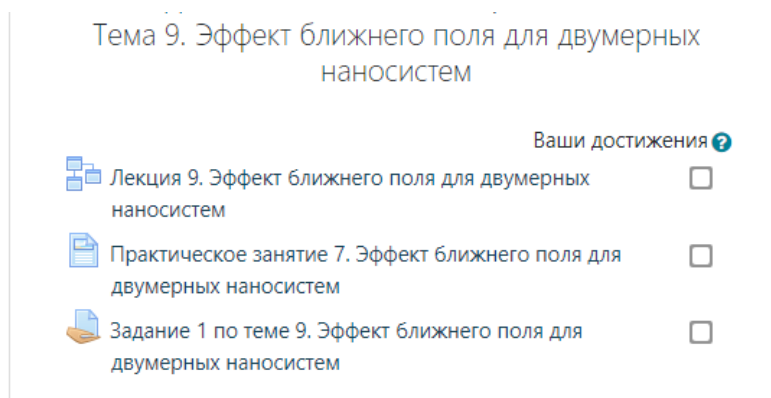


Рис. 12. Избранные элементы девятой темы курса в виде лекции, страницы с заданиями к практическому занятию, задания по теме в составе дистанционного курса по нанооптике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 12 приведено изображение страницы с избранными элементами девятой темы курса в виде лекции, страницы с заданиями к практическому занятию, задания по теме в составе дистанционного курса по нанооптике, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

В седьмой теме содержится лекция 7 по теории на основе эффекта ближнего поля для квазиульмерных систем и одна страница для описания практического занятия 7 по теме эффекта ближнего поля для квазиульмерных систем.

В восьмой теме содержится лекция 8 по теории эффекта ближнего поля для одномерных наносистем. Следующим элементом темы 8 следует страница для пояснения подготовки по эффекту ближнего поля для одномерных систем. В теме 8 запланирован семинар 2 по эффекту ближнего поля для одномерных наносистем. К семинару 2 в теме 8 выдаётся список вопросов по эффекту ближнего поля для одномерных наносистем. Вопросы к семинару предлагаются учащимся заблаговременно до даты проведения семинара. Для выполнения заданий 2 в теме 8 предлагается заранее изучить материал в лекции 8. В восьмой теме запланировано задание 1 по вычислению поправки уравнений связанных с эффектом ближнего поля в одномерных наносистемах.

В девятой теме содержится лекция 9 по теории эффекта ближнего поля для двумерных наносистем. Следующим элементом темы 9 следует страница для пояснения подготовки по эффекту ближнего поля для двумерных систем. В девятой теме запланировано задание по вычислению поправки уравнений связанных с эффектом ближнего поля в двумерных наносистемах.

Использование дистанционного курса по нанооптике способствует интенсификации учебного процесса и более осмысленному изучению материала, приобретению навыков самоорганизации и превращению систематических знаний в системные, помогает развитию познавательной деятельности обучаемых и интереса к оптике наноструктур.

Результаты экспертной оценки курса нанооптики

Экспертная оценка дистанционного курса по нанооптике 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 курса выставил 9 баллов, за интерактивность курса выставил 8 баллов, за навигацию курса выставил 7 баллов, за дизайн курса выставил 7

Среднее значение отметок экспертов за структуру дистанционного курса по нанооптике составило 9.0. Среднее значение отметок экспертов за интерактивность дистанционного курса по нанооптике составило 7.7. Среднее значение отметок экспертов за навигацию дистанционного курса по нанооптике составило 7.8. Среднее значение отметок экспертов за дизайн дистанционного курса по нанооптике составило 7.8. Среднее значение отметок экспертов за интерфейс дистанционного курса по нанооптике составило 8.0. Среднее значение отметок экспертов за диагностику дистанционного курса по нанооптике составило 6.6. Среднее значение отметок экспертов за организацию самостоятельной работы дистанционного курса по нанооптике составило 6.7. Среднее значение отметок экспертов за соблюдение авторских прав в дистанционном курсе по нанооптике составило 9.5. Сумма средних значений по восьми критериям составила 63.1. Если перевести рейтинговую отметку по курсу в проценты, то получим значение, равное 78.9%, что соответствует конструктивному уровню дистанционного курса по нанооптике.

Результаты педагогического эксперимента по нанооптике

Курс по нанооптике читается в восьмом семестре для студентов четвёртого курса педагогического университета, обучающихся по профилю подготовки в области физики и математики. В период с марта по май 2021 года осуществлялось наблюдение за результатами преподавания учебной дисциплины по нанооптике на четвёртом курсе в подгруппе ФМ-17-01. Преподавание учебной дисциплины по нанооптике осуществлялось в рамках дисциплин по выбору в подгруппе ФМ-17-01. Трудоёмкость учебной дисциплины по нанооптике составляла три зачётные единицы или 108 часов общей нагрузки. Подгруппа ФМ-17-01 состояла из шести человек. Аудиторные занятия по учебной дисциплине по нанооптике состоят из девяти лекций и пятнадцати лабораторных занятий. В результате изучения учебной дисциплины по нанооптике по учебной успеваемости были получены следующие результаты: 4 студента получили отметку «отлично», 2 студента получили отметку «удовлетворительно». Средний балл по учебной дисциплине по нанооптике составил 252 балла из 300 максимально возможных баллов. Степень обученности студентов по нанооптике составила 78.7%, что соответствует оптимальному уровню обученности студентов. На занятиях по учебной дисциплине по нанооптике в смешанной форме использовались дистанционные курсы и электронные образовательные ресурсы в виде сайтов с теоретическими материалами и материалами для осуществления планомерного и систематического контроля знаний в виде тестов по отдельным темам и контрольным тестам по курсу нанооптики.

Заключение

Описаны результаты разработки системы для информационной поддержки преподавания учебной дисциплины по нанооптике в процессе подготовки педагога в педагогическом университете в условиях смешанного обучения.

По результатам исследования можно сформулировать следующие выводы:

1. написанный обзор научных работ по оптическим свойствам наносистем и наноструктур, используемых в приборах и устройствах нанооптики, показал актуальность темы исследования и разработки дистанционного курса нанооптики,
2. разработанные теоретические материалы и материалы для контроля знаний позволили наполнить модульную структуру дистанционного курса по нанооптике,
3. разработанная система элементов контроля знания по курсу нанооптики показала свою эффективность в организации систематического контроля знаний,
4. разработанная модульная структура дистанционного курса нанооптики позволяет проводить эффективный контроль знаний, в том числе автоматизированный

контроль теоретических знаний по курсу нанооптики.

Созданный дистанционный курс по нанооптике готов к использованию в образовательном процессе педагогического университета на педагогических специальностях с профилем подготовки по физике и математике. Представленные элементы курса нанооптики позволяют организовать обучение в смешанной форме. Использование дистанционного курса по нанооптике позволяет в динамическом режиме контролировать ход изучения курса нанооптики. Гипотеза исследования, состоящая в том, что если использовать модульную технологию проектирования курса нанооптики, то можно эффективно управлять темпом продвижения по курсу нанооптики, подтверждена полностью.

Задачи работы полностью решены.

Список использованных источников

1. Fourier-space generalized magneto-optical ellipsometry / Miguel A. Cascales Sandoval [et al.] // *Physical Review B*. — 2023. — may. — Vol. 107, no. 17. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevb.107.174420>.
2. Christopoulos Thomas, Kriezis Emmanouil E., Tsilipakos Odysseas. Multimode non-Hermitian framework for third harmonic generation in nonlinear photonic systems comprising two-dimensional materials // *Physical Review B*. — 2023. — jan. — Vol. 107, no. 3. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevb.107.035413>.
3. Beyond bounds on light scattering with complex frequency excitations / Seunghwi Kim [et al.] // *Physical Review Letters*. — 2022. — nov. — Vol. 129, no. 20. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevlett.129.203601>.
4. Anapole states and scattering deflection effects in anisotropic van der Waals nanoparticles / Andrei A. Ushkov [et al.] // *Physical Review B*. — 2022. — nov. — Vol. 106, no. 19. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevb.106.195302>.
5. Wang Ningning, Ding Linhui, Wang Weihua. Magnetoplasmonic coupling in graphene nanodisk dimers: An extended coupled-dipole model for circularly polarized states // *Physical Review B*. — 2022. — jun. — Vol. 105, no. 23. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevb.105.235435>.
6. Saddle-point exciton signature on high-order harmonic generation in two-dimensional hexagonal nanostructures / H. K. Avetissian [et al.] // *Physical Review A*. — 2022. — jun. — Vol. 105, no. 6. — URL: <https://doi.org/10.1103/physreva.105.063504>.
7. Noblet T., Busson B. Sum-frequency generation at molecule-nanostructure interfaces from diagrammatic theory of nonlinear optics // *Physical Review B*. — 2022. — may. — Vol. 105, no. 20. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevb.105.205420>.
8. Basu Rajratan, Gess Derek T. Electro-optic hybrid aligned nematic device utilizing carbon nanotube arrays and two-dimensional hexagonal boron nitride nanosheet as alignment substrates // *Physical Review E*. — 2021. — nov. — Vol. 104, no. 5. — URL: <https://doi.org/10.1103/physreve.104.054702>.
9. Towards strong linear and nonlinear light-matter interactions in hybrid nanostructures of a single molecule and a plasmonic nanocavity / Ma-Long Hu [et al.] // *Physical Review B*. — 2021. — aug. — Vol. 104, no. 6. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevb.104.064311>.


10. Enhanced optical nonlinearities under collective strong light-matter coupling / Raphael F. Ribeiro [et al.] // *Physical Review A*. — 2021. — jun. — Vol. 103, no. 6. — URL: <https://doi.org/10.1103/physreva.103.063111>.
11. Fazel-Najafabadi Atefeh, Schuster Sebastian, Auguie Baptiste. Orientation averaging of optical chirality near nanoparticles and aggregates // *Physical Review B*. — 2021. — mar. — Vol. 103, no. 11. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevb.103.115405>.
12. Spontaneous emission of vector vortex beams / Domitille Schanne [et al.] // *Physical Review Applied*. — 2020. — dec. — Vol. 14, no. 6. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevapplied.14.064077>.
13. Coherent electron optics with ballistically coupled quantum point contacts / J. Freudenfeld [et al.] // *Physical Review Letters*. — 2020. — sep. — Vol. 125, no. 10. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevlett.125.107701>.
14. Extraordinary multipole modes and ultra-enhanced optical lateral force by chirality / Tongtong Zhu [et al.] // *Physical Review Letters*. — 2020. — jul. — Vol. 125, no. 4. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevlett.125.043901>.
15. Alves Rúben A., Guerreiro Ariel, Navarro-Cía Miguel. Bridging the hydrodynamic Drude model and local transformation optics theory // *Physical Review B*. — 2020. — jun. — Vol. 101, no. 23. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevb.101.235412>.
16. Analytical approximations for the dispersion of electromagnetic modes in slabs of biaxial crystals / Gonzalo Álvarez-Pérez [et al.] // *Physical Review B*. — 2019. — dec. — Vol. 100, no. 23. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevb.100.235408>.
17. Panahpour Ali, Mahmoodpoor Abolfazl, Lavrinenko Andrei V. Refraction enhancement in plasmonics by coherent control of plasmon resonances // *Physical Review B*. — 2019. — aug. — Vol. 100, no. 7. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevb.100.075427>.
18. Алтунин К. К., Александрова Е. В. Исследование оптического пропускания и отражения нанокompозитных структур с металлическими наночастицами // *НАУКА ONLINE*. — 2021. — № 4 (17). — С. 30–48. — URL: <http://nauka-online.ru/wp-content/uploads/2022/08/04172021-003-2.pdf>.

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

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



E-mail: el0al@yandex.ru

ORCID iD  0000-0002-0107-3143

Web of Science ResearcherID  AAX-8431-2021

Original article
PACS 01.40.Di
OCIS 310.6628
MSC 00A79

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

K. K. Altunin , E. V. Alexandrova 

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted July 7, 2023
Resubmitted July 17, 2023
Published September 30, 2023

Abstract. The results of the development of a distance course on nanooptics in the learning management system MOODLE are presented. The features of the process of creating a distance course on nanooptics in the learning management system MOODLE are considered. The features of the development of theoretical elements and control elements for nanooptics in the learning management system MOODLE are considered. The results of the development of a modular structure and selected elements of a distance course on nanooptics in the learning management system MOODLE are discussed. A brief description of the main characteristics of the process of creating a distance course on nanooptics in the learning management system MOODLE is provided. The main features of teaching a course on nanooptics using the learning management system MOODLE are outlined. The use of the distance learning course format on nanooptics in the learning management system MOODLE on a problem-oriented basis ensures transparency of the results, including testing in the format of active, operational, reflective training in the physical fundamentals of the optics of nanostructures.

Keywords: nanooptics, distance course, course element, design

References

1. Fourier-space generalized magneto-optical ellipsometry / Miguel A. Cascales Sandoval [et al.] // *Physical Review B*. — 2023. — may. — Vol. 107, no. 17. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevb.107.174420>.
2. Christopoulos Thomas, Kriezis Emmanouil E., Tsilipakos Odysseas. Multimode non-Hermitian framework for third harmonic generation in nonlinear photonic systems comprising two-dimensional materials // *Physical Review B*. — 2023. — jan. — Vol. 107, no. 3. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevb.107.035413>.
3. Beyond bounds on light scattering with complex frequency excitations / Seunghwi Kim [et al.] // *Physical Review Letters*. — 2022. — nov. — Vol. 129, no. 20. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevlett.129.203601>.
4. Anapole states and scattering deflection effects in anisotropic van der Waals nanoparticles / Andrei A. Ushkov [et al.] // *Physical Review B*. — 2022. — nov. — Vol. 106, no. 19. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevb.106.195302>.

5. Wang Ningning, Ding Linhui, Wang Weihua. Magnetoplasmonic coupling in graphene nanodisk dimers: An extended coupled-dipole model for circularly polarized states // *Physical Review B*. — 2022. — jun. — Vol. 105, no. 23. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevb.105.235435>.
6. Saddle-point exciton signature on high-order harmonic generation in two-dimensional hexagonal nanostructures / H. K. Avetissian [et al.] // *Physical Review A*. — 2022. — jun. — Vol. 105, no. 6. — URL: <https://doi.org/10.1103/physreva.105.063504>.
7. Noblet T., Busson B. Sum-frequency generation at molecule-nanostructure interfaces from diagrammatic theory of nonlinear optics // *Physical Review B*. — 2022. — may. — Vol. 105, no. 20. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevb.105.205420>.
8. Basu Rajratan, Gess Derek T. Electro-optic hybrid aligned nematic device utilizing carbon nanotube arrays and two-dimensional hexagonal boron nitride nanosheet as alignment substrates // *Physical Review E*. — 2021. — nov. — Vol. 104, no. 5. — URL: <https://doi.org/10.1103/physreve.104.054702>.
9. Towards strong linear and nonlinear light-matter interactions in hybrid nanostructures of a single molecule and a plasmonic nanocavity / Ma-Long Hu [et al.] // *Physical Review B*. — 2021. — aug. — Vol. 104, no. 6. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevb.104.064311>.
10. Enhanced optical nonlinearities under collective strong light-matter coupling / Raphael F. Ribeiro [et al.] // *Physical Review A*. — 2021. — jun. — Vol. 103, no. 6. — URL: <https://doi.org/10.1103/physreva.103.063111>.
11. Fazel-Najafabadi Atefeh, Schuster Sebastian, Auguie Baptiste. Orientation averaging of optical chirality near nanoparticles and aggregates // *Physical Review B*. — 2021. — mar. — Vol. 103, no. 11. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevb.103.115405>.
12. Spontaneous emission of vector vortex beams / Domitille Schanne [et al.] // *Physical Review Applied*. — 2020. — dec. — Vol. 14, no. 6. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevapplied.14.064077>.
13. Coherent electron optics with ballistically coupled quantum point contacts / J. Freudenfeld [et al.] // *Physical Review Letters*. — 2020. — sep. — Vol. 125, no. 10. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevlett.125.107701>.
14. Extraordinary multipole modes and ultra-enhanced optical lateral force by chirality / Tongtong Zhu [et al.] // *Physical Review Letters*. — 2020. — jul. — Vol. 125, no. 4. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevlett.125.043901>.
15. Alves Rúben A., Guerreiro Ariel, Navarro-Cía Miguel. Bridging the hydrodynamic Drude model and local transformation optics theory // *Physical Review B*. — 2020. — jun. — Vol. 101, no. 23. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevb.101.235412>.
16. Analytical approximations for the dispersion of electromagnetic modes in slabs of biaxial crystals / Gonzalo Álvarez-Pérez [et al.] // *Physical Review B*. — 2019. — dec. — Vol. 100, no. 23. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevb.100.235408>.
17. Panahpour Ali, Mahmoodpoor Abolfazl, Lavrinenko Andrei V. Refraction enhancement in plasmonics by coherent control of plasmon resonances // *Physical Review B*. — 2019. — aug. — Vol. 100, no. 7. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevb.100.075427>.

18. Altunin K. K., Aleksandrova E. V. Investigation of optical transmission and reflection of nanocomposite structures with metal nanoparticles // Science Online. — 2021. — no. 4 (17). — P. 30–48. — URL: <http://nauka-online.ru/wp-content/uploads/2022/08/04172021-003-2.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 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

Elena Vladimirovna Alexandrova — student of the Faculty of Physics, Mathematics and Technological Education of the Ulyanovsk State Pedagogical University, Ulyanovsk, Russia.

E-mail: el0al@yandex.ru

ORCID iD  0000-0002-0107-3143

Web of Science ResearcherID  AAX-8431-2021

Научная статья
УДК 53.01
ББК 22.31
ГРНТИ 29.01.45
ВАК 1.3.8.
PACS 01.40.Di
OCIS 310.6628
MSC 00A79

Разработка дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании

К. К. Алтунин , Е. С. Сорокина  ¹

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

Поступила в редакцию 7 июля 2023 года
После переработки 17 июля 2023 года
Опубликована 30 сентября 2023 года

Аннотация. Представлены результаты разработки дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании в системе управления обучением MOODLE. Рассматриваются особенности процесса создания дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании в системе управления обучением MOODLE. Обсуждаются результаты разработки модульной структуры и избранных элементов дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании в системе управления обучением MOODLE. Рассматриваются особенности разработки теоретических элементов и элементов контроля по нанотехнологиям в образовании в системе управления обучением MOODLE. Приводится краткое описание основных характеристик процесса создания дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании в системе управления обучением MOODLE. Обозначаются основные особенности преподавания курса по нанотехнологиям в образовании с применением системы управления обучением MOODLE.

Ключевые слова: нанотехнологии, дистанционный курс, элемент курса, проектирование

Введение

В работе рассматриваются технологии создания дистанционных курсов по нанотехнологиям в образовании. Актуальность работы обусловлена тем, что дистанционное обучение открывает новые возможности, значительно расширяя и информационное пространство, и информационную сферу обучения нанотехнологиям. Практика создания системы дистанционного обучения нанотехнологиям в образовании и изучение возможностей дистанционного обучения нанотехнологиям будут полезны и актуальны.

Нанотехнология является чрезвычайно малой технологией в нанометровом масштабе, которая включает междисциплинарные научные знания и обсуждает прикладные

¹E-mail: ksorokina2001@mail.ru

вопросы, связанные с использованием материалов, механизмов, устройств и систем в нанометровом масштабе. В настоящее время существует множество областей, в которых применяются нанотехнологии, и ожидается, что они могут создать огромное поле для инноваций и стать частью многих областей научных разработок. В частности, ожидается, что эти разработки будут иметь место в различных приложениях в области биомедицины, таких как доставка лекарств, молекулярная визуализация, биомаркеры, биосенсоры (биомедицинские датчики, беспроводным образом расположенные на теле человека или в нём; нанобиомедицинские передатчики данных) и многие другие области применения.

Целью исследования является освоение современных и перспективных технологий создания дистанционных курсов по нанотехнологиям в образовании.

Для достижения указанной цели в работе поставлены следующие задачи исследования:

1. написание обзора литературы по нанотехнологиям,
2. создание модульной системы дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании,
3. создание элементов контроля знаний в дистанционном курсе по нанотехнологиям в образовании,
4. наполнение тематическим содержанием курса по нанотехнологиям в образовании.

Объектом исследования является дистанционный курс по нанотехнологиям в образовании.

Предметом исследования является совокупность технологий по созданию дистанционных курсов по нанотехнологиям в образовании.

Гипотеза исследования состоит в том, что если создать дистанционный курс по нанотехнологиям в образовании, то можно организовать непрерывную информационную поддержку изучения нанотехнологий в университетах.

Методами исследования являются информационные и компьютерные методы создания и модернизации дистанционных курсов, методы разработки содержимого дистанционных курсов.

В качестве материалов используются материалы, описывающие физические процессы современных и перспективных нанотехнологий.

Теоретическая значимость работы заключается в том, что разработка дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании будет способствовать новой методологии проектирования курса по нанотехнологиям в педагогическом университете.

Практическая значимость заключается в том, что результаты разработки дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании могут быть использованы для модернизации учебного процесса педагогической подготовки направлений дисциплин связанных с изучением нанотехнологий.

Базой исследования для создания дистанционного курса по учебной дисциплине «Нанотехнологии в образовании» в системе управления обучением MOODLE является образовательный портал ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И. Н. Ульянова».

Обзор научных работ по нанотехнологиям

Область нанотехнологий является одной из самых популярных областей для текущих исследований и разработок практически во всех технических дисциплинах. Это, очевидно, включает полимерную науку и технологию, и даже в этой области исследования охватывают широкий круг тем. Это будет включать микроэлектронику (которую теперь можно назвать наноэлектроникой), поскольку критическая шкала размеров

для современных устройств теперь ниже 100 нм. Другие области включают биоматериалы на основе полимеров, доставку лекарств с помощью наночастиц, частицы миниэмульсии, катализаторы, связанные с полимером электродов топливных элементов, самособирающиеся полимерные плёнки слой за слоем, электропряденные нановолокна, импринт-литографию, полимерные смеси и нанокомпозиты. Даже в области нанокомпозитов существует множество разнообразных тем, включая композитное армирование, барьерные свойства, огнестойкость, электрооптические свойства, косметические применения, бактерицидные свойства. Нанотехнология не нова для науки о полимерах, поскольку предыдущие исследования до эпохи нанотехнологий включали наноразмеры, но до недавнего времени не назывались конкретно нанотехнологиями. Смеси полимеров с разделёнными фазами часто достигают наноразмерных размеров фаз; морфология доменов блок-сополимера обычно находится на наноуровне; асимметричные мембраны часто имеют наноразмерную пористую структуру, размер частиц миниэмульсии менее 100 нм; а межфазные явления в смесях и композитах связаны с наноразмерами. Даже нанокомпозиты, армирование эластомеров техническим углеродом, модификация коллоидным диоксидом кремния и даже армирование природным волокном (например, асбестовым наноразмерным волокном) являются предметами, которые исследовались в течение десятилетий.

В статье [1] рассматривается технология, связанная с расслоенными нанокомпозитами на основе глины, а также включает другие важные области, включая барьерные свойства, устойчивость к воспламенению, биомедицинские приложения, электрические приложения, электронные приложения, оптоэлектронные приложения и интересы топливных элементов. В большой области нанотехнологий нанокомпозиты на основе полимерной матрицы стали заметной областью текущих исследований и разработок. Нанокомпозиты на основе расслоенных глин доминируют в литературе по полимерам, но существует большое количество других значительных областей, представляющих текущий и возникающий интерес. В статье [1] подробно описана технология, связанная с нанокомпозитами на основе расслоенной глины, а также затронуты другие важные области, включая барьерные свойства, устойчивость к воспламенению, биомедицинские приложения, электрические приложения, электронные приложения, оптоэлектронные приложения и интерес к топливным элементам. Важный вопрос о «наноэффекте» включений наночастиц или волокон по сравнению с их аналогами более крупного масштаба рассматривается в отношении поведения кристаллизации и стеклования. Конечно, другие свойства на основе полимеров и композитов получают преимущества от добавления наноразмерных наполнителей или волокон, и они учитываются.

В статье [2] показано, что углеродные нанотрубки могут самостоятельно собираться в нити длиной до 30 см, просто вытягиваясь из суперориентированных массивов углеродных нанотрубок, и что прочность и проводимость этих нитей можно повысить, нагревая их при высоких температурах. Углеродные нанотрубки нашли свое применение в ряде творческих макроскопических приложений. Создание непрерывных нитей из углеродных нанотрубок позволит создавать макроскопические устройства и структуры из нанотрубок. В статье [2] показано, что углеродные нанотрубки могут самостоятельно собираться в нити длиной до 30 см, просто вытягиваясь из суперориентированных массивов углеродных нанотрубок, и что прочность и проводимость этих нитей можно повысить, нагревая их при высоких температурах. Результаты, полученные в статье [2], должны помочь перевести замечательные механические, электрические и термические свойства углеродных нанотрубок в макроскопический масштаб.

В статье [3] рассматривается сила самоорганизации, которая может быть наиболее полезно использована в ряде нанотехнологических приложений, включающих в себя приготовление наночастиц, создание шаблонов наноструктур, проектирование наномо-

торов, использование биоминерализации и разработку функционализированных векторов доставки. Природа использует самоорганизацию мягких материалов многими способами, чтобы производить клеточные мембраны, биополимерные волокна и вирусы, и это только три. Человечество теперь может создавать материалы в наномасштабе, будь то с помощью методов атом за атомом или молекула за молекулой (сверху вниз) или с помощью самоорганизации (снизу вверх). Последний метод охватывает мягкую нанотехнологию. Самоорганизацию мягких материалов можно использовать для создания множества наноструктур для различных применений. Богатство структур является результатом слабого упорядочения из-за нековалентных взаимодействий. Таким образом, тепловая энергия важна, поскольку она обеспечивает переходы между фазами с разной степенью порядка. Сила самоорганизации может быть наиболее полезно использована в ряде нанотехнологических приложений, которые включают в себя приготовление наночастиц, создание шаблонов наноструктур, проектирование наномоторов, использование биоминерализации и разработку функционализированных векторов доставки.

В статье [4] авторы рассмотрели последние достижения в области производства микроплёнок и нанотонких плёнок, в том числе самоорганизующихся наноструктур, генерации твёрдых наночастиц, а также в формировании микрокапсул и наноканалов. Электрораспыление (электрогидродинамическое напыление) — способ распыления жидкости с помощью электрических сил. При электрораспылении жидкость на выходе из сопла подвергается электрическому напряжению сдвига за счёт поддержания на сопле высокого электрического потенциала. Преимущество электрораспыления состоит в том, что капли могут быть чрезвычайно малы, в особых случаях вплоть до нанометров, а заряд и размер капель можно регулировать в некоторой степени электрическими средствами, то есть регулируя скорость потока и напряжение, подаваемое на сопло. Благодаря своим свойствам электрораспыление считается эффективным путём к нанотехнологиям. В статье [4] рассмотрены последние достижения в области производства микротонких и наноплёнок, в том числе самоорганизующихся наноструктур, генерации твёрдых наночастиц, микрокапсул и наноканалов.

В статье [5] описывается изготовление массивов отдельных органических молекул на H-пассивированных поверхностях Si(100), сформированных с помощью сканирующего туннельного микроскопа сверхвысокого вакуума. Одним из потенциальных применений молекулярной нанотехнологии является интеграция молекулярной электронной функции с передовой кремниевой технологией. Одним из шагов в этом процессе является связывание отдельных молекул в определённых местах на поверхности кремния. В статье [5] сообщается о создании массивов отдельных органических молекул на водородно-пассивированных поверхностях Si(100), сформированных с помощью сканирующего туннельного микроскопа сверхвысокого вакуума. Литография с обратной связью используется для создания шаблонов отдельных оборванных связей кремния. Молекулы, введённые в газовую фазу, затем спонтанно собираются на этих атомарных шаблонах. С помощью этого метода были изготовлены молекулярные массивы норборнадиена, фталоцианина меди и C₆₀, которые были изучены с помощью сканирующего туннельного микроскопа и спектроскопии. Молекулы норборнадиена и фталоцианина меди выглядят как углубления на изображениях пустого состояния, тогда как на изображениях заполненного состояния они почти неотличимы от оборванных связей Si. Кроме того, при положительном смещении образца четко наблюдаются четырёхкратная симметрия и центральный атом меди фталоцианина меди. Карты пространственной туннельной проводимости фталоцианина меди иллюстрируют перенос заряда с окружающей подложки, когда молекула связана с поверхностью через центральный атом меди. С другой стороны, когда молекула фталоцианина меди взаимодействует с субстратом через внешнее бензольное кольцо, наблюдается молекулярное вращение. Молекулы C₆₀

демонстрируют внутримолекулярную структуру на топографических изображениях и спектроскопических данных. Локальная плотность состояний C_{60} чётко показывает положение самой низкой незанятой молекулярной орбитали, что позволяет предположить, что самая высокая занятая молекулярная орбиталь находится в пределах 0.3 эВ от уровня Ферми.

В статье [6] показано, что имеющиеся данные подтверждают способность лёгких, желудочно-кишечного тракта и кожи выступать в качестве значительного барьера для системного воздействия многих наноматериалов и требуют лучшего понимания воздействия для дальнейшей оценки их риска. Нанотехнология — это развивающаяся наука, связанная с манипулированием материей в нанометровом масштабе. Из-за опасений по поводу рисков, связанных с наноматериалами, резко увеличилось количество целенаправленных исследований безопасности. В статье [6] представлено краткое изложение этих опубликованных результатов с указанием областей согласия и несоответствия в отношении: возможности воздействия наноматериалов, относительной опасности, которую наноматериалы представляют для человека и окружающей среды, и настоящего недостатка в нашем понимании риска. Особое внимание уделяется дизайну и методологиям исследования, что дает ценную информацию о сложностях, возникающих при оценке безопасности наноматериалов. Недавние данные подчеркивают влияние характеристик поверхности на биосовместимость наноматериалов и указывают на неадекватность современных механистических парадигм, зависящих от размера, с отсутствием уникальных или характерных профилей токсичности наноразмерных материалов. В статье [6] показано, что имеющиеся данные подтверждают способность лёгких, желудочно-кишечного тракта и кожи выступать в качестве значительного барьера для системного воздействия многих наноматериалов. Кроме того, острая системная токсичность многих наноматериалов оказывается низкой. Напротив, потенциальная легочная токсичность некоторых наноматериалов, таких как углеродные нанотрубки, значительна и требует лучшего понимания воздействия для дальнейшей оценки их риска. Хотя эти результаты дают общую картину риска, связанного с конкретным материалом, а не обобщённого наноматериала, любые выводы должны быть явно ограничены тем фактом, что данные о безопасности наноматериалов ограничены. До тех пор, пока воздействие, опасности и жизненный цикл наноматериалов в окружающей среде не будут более чётко определены, наиболее разумным курсом будет осторожное развитие и внедрение нанотехнологий.

По-прежнему существует значительный потенциал для развития, поскольку исследователи продолжают совершенствовать существующие рабочие процессы, находя новые и интересные приложения, которые могут использовать преимущества этой развивающейся технологии, нанотехнологии покрытия клеточных мембран. Резюме: Методы лечения, профилактики и обнаружения на основе наночастиц могут значительно повлиять на диагностику и лечение заболеваний в клинике. Благодаря широкому спектру доступных наноматериалов рациональный дизайн наноносителей для конкретных приложений становится всё более распространённым явлением. В статье [7] представлен всесторонний обзор новой платформы: нанотехнологии покрытия клеточных мембран. Являясь фундаментальной единицей биологии, клетки выполняют широкий спектр функций, включая замечательную способность взаимодействовать с окружающей средой. Вместо того, чтобы пытаться воспроизвести такие функции с помощью синтетических методов, исследователи теперь напрямую используют естественные клеточные мембраны в качестве средства наделяния наночастиц расширенными возможностями биоинтерфейса. Этот нисходящий метод является простым, легко обобщаемым и может значительно расширить существующие наноносители. Кроме того, введение естественной мембранной подложки на поверхности наночастиц открыло дополнитель-

ные возможности, помимо тех, которые традиционно ассоциируются с наномедициной. Несмотря на его относительную молодость, существует внушительный объём литературы по покрытию клеточных мембран, который подробно рассматривается здесь. В целом остаётся ещё много места для развития, поскольку исследователи продолжают совершенствовать существующие рабочие процессы, находя новые и интересные приложения, которые могут использовать преимущества этой развивающейся технологии.

В статье [8] представлен краткий обзор развития Национальной инициативы по нанотехнологиям с 2000 года в международном контексте, основных результатов программ НИОКР за 10 лет, аспектов управления, характерных для этой новой области, извлечённых уроков и, что наиболее важно, того, как нанотехнологии сообщество должно подготовиться к будущему. Глобальные научные и общественные усилия были приведены в движение концепцией нанотехнологий, сформулированной в 1999 году, которая вдохновила Национальную инициативу по нанотехнологиям и другие национальные и международные программы исследований и разработок. Создание фундаментальных знаний в наномасштабе было основным направлением деятельности исследовательского сообщества в области нанотехнологий в первое десятилетие. По состоянию на 2009 год эти новые знания обеспечили мировой рынок объёмом около четверти триллиона долларов, из которых около 91 миллиарда долларов пришлось на американские продукты, включающие наноразмерные компоненты. Нанотехнологии уже развиваются, чтобы к 2020 году стать технологией общего назначения, охватывая четыре поколения продуктов с возрастающей структурной и динамической сложностью: пассивные наноструктуры, активные наноструктуры, наносистемы и молекулярные наносистемы. К 2020 году растущая интеграция наномасштабных научных и инженерных знаний и наносистем обещает массовое применение нанотехнологий в промышленности, медицине и вычислительной технике, а также для лучшего понимания и сохранения природы. Быстрое развитие нанотехнологий во всем мире является свидетельством преобразующей силы определения концепции или тенденции и формирования видения в результате синергетического слияния различных областей научных исследований.

В статье [9] рассматривается состояние различных биосенсоров на основе наноструктур и обсуждается использование методов самосборки и наноэлектромеханических систем в биосенсорах. Нанотехнологии играют всё более важную роль в разработке биосенсоров. Чувствительность и производительность биосенсоров улучшаются за счёт использования в их конструкции наноматериалов. Использование этих наноматериалов позволило внедрить множество новых технологий передачи сигналов в биосенсорах. Благодаря своим субмикронным размерам наносенсоры, нанозонды и другие наносистемы позволяют проводить простой и быстрый анализ. Появляются портативные приборы, способные анализировать несколько компонентов. В статье [9] рассматривается состояние различных биосенсоров на основе наноструктур. Обсуждается использование методов самосборки и наноэлектромеханических систем в биосенсорах.

В статье [10] авторы представляют значительный вклад многих исследовательских групп, которые в основном не связаны между собой и работают с разных точек зрения, чтобы найти решения одной из величайших проблем нашего времени, то есть производства и использования энергии, без ущерба для нашей среды. В наши дни нанотехнология привлекает большое внимание и, следовательно, вызывает большие надежды не только в академическом сообществе, но и среди инвесторов, правительств и промышленности. Его уникальная способность создавать новые структуры в атомном масштабе уже позволила создать новые материалы и устройства с большим потенциалом применения в самых разных областях. Среди них особенно необходимы значительные прорывы в энергетическом секторе, которые позволят нам поддерживать наш растущий аппетит к энергии, который увеличивается как с количеством людей, присоединяющихся к разви-

тым экономикам, так и с нашим спросом на душу населения. Это необходимо сделать таким образом, чтобы включить окружающую среду в уравнение производства богатства по мере того, как мы собираем больше свидетельств антропогенного воздействия на климат, биоразнообразие и качество воздуха, воды и почвы. В статье [10] подробно не рассматривается весь конкретный вклад нанотехнологий в различные устойчивые источники энергии, но в более широком смысле в ней собраны самые последние достижения нанотехнологий в устойчивом производстве, хранении и использовании энергии. В статье [10] солнечные, водородные батареи и суперконденсаторы нового поколения описываются как наиболее важные примеры вклада нанотехнологий в энергетический сектор. Цель статьи [10] состоит в том, чтобы представить существенный вклад многих исследовательских групп, которые в основном не связаны между собой и работают с разных точек зрения, чтобы найти решения одной из величайших проблем нашего времени, то есть производства и использования энергии без компрометирующей нашу окружающую среду, из одной из самых захватывающих и междисциплинарных областей, нанотехнологий.

В статье [11] представлен краткий обзор классификаций горения металлов, основанных на термодинамических соображениях и различных типах режимов горения металлических частиц (диффузионный или кинетический контроль). Горение металлов вновь привлекло к себе внимание в основном благодаря возможности производить и охарактеризовывать металлические наночастицы. Многие из очень желательных характеристик наноразмерных металлических порошков в системах сгорания объясняются их высокой удельной площадью поверхности (высокой реакционной способностью) и потенциальной способностью накапливать энергию на поверхностях. Кроме того, известно, что наноразмерные порошки проявляют повышенную каталитическую активность, суперпарамагнитные свойства, сверхпластичность, более низкие температуры плавления, более низкие температуры спекания и более высокие теоретические плотности по сравнению с микронными и более крупными материалами. Более низкие температуры плавления могут привести к более низким температурам воспламенения металлов. Было замечено, что скорость горения материалов с нанопорошками значительно увеличивается по сравнению с аналогичными материалами с частицами микронного размера. Нижний предел размеров наноэнергетических металлических порошков в ряде случаев может быть обусловлен наличием у них пассивирующего оксидного покрытия. Следовательно, в последние годы разрабатываются покрытия, самособирающиеся монослои и разработка композиционных материалов, которые ограничивают объем неэнергетического материала в порошках. После краткого обзора классификаций горения металлов, основанных на термодинамических соображениях и различных типах режимов горения металлических частиц (диффузионный и кинетический контроль), следует обзор горения наночастиц алюминия, их применения, а также их синтеза и сборки. представлены.

В статье [12] исследованы нанопроволоки, наностержни или нановискеры как продукты нанотехнологий.

В статье [13] представлен обзор последних достижений в области нанотехнологий для процессов очистки воды и сточных вод, включая наноматериалы, такие как наноадсорбенты, нанометаллы, наномембраны и фотокатализаторы. Важные проблемы в глобальной ситуации с водными ресурсами, в основном связанные с ростом населения во всем мире и изменением климата, требуют новых инновационных технологий водоснабжения, чтобы обеспечить снабжение питьевой водой и уменьшить глобальное загрязнение воды. На этом фоне адаптация высокоразвитых нанотехнологий к традиционным технологическим процессам открывает новые возможности в технологических разработках для передовых технологических процессов водоснабжения и водоотведения. В статье [13] представлен обзор последних достижений в области нанотехноло-

гий для процессов очистки воды и сточных вод, включая наноматериалы, такие как наноадсорбенты, нанометаллы, наномембраны и фотокатализаторы. В статье [13] сообщается о полезных свойствах этих материалов, а также о технических барьерах по сравнению с обычными процессами. Представлено состояние коммерциализации и даны перспективы дальнейших исследований для каждого типа наноматериала и процесса. В дополнение к многообещающим технологическим усовершенствованиям обобщаются ограничения нанотехнологий для применения в воде, такие как законы и правила, а также потенциальные риски для здоровья.

Статья [14] направлена на то, чтобы представить ключевые концепции и материалы из нанотехнологии сообществу нефизических наук, а также предложить области нейробиологии, которые могут извлечь пользу из исследований на стыке нейробиологически важных систем и наноструктурированных материалов. Нанотехнология, имеющая дело с объектами размером всего в 1 миллиардную часть метра, начала проникать в основные физические и инженерные науки около 20 лет назад. Недавние приложения нанонауки включают использование наноразмерных материалов в электронике, катализе и биомедицинских исследованиях. Среди этих приложений большой интерес был проявлен к биологическим процессам, таким как контроль свертывания крови и мультимодальная биовизуализация, что привело к возникновению новой и захватывающей области исследований, называемой нанобиотехнологией. Биотехнология, которая сама по себе насчитывает около 30 лет, включает в себя манипулирование макроскопически биологическими системами, такими как клетки и мышцы, чтобы понять, почему и как механизмы молекулярного уровня влияют на определенные биологические функции, например, роль белка-предшественника амилоида в болезни Альцгеймера. Статья [14] направлена на представление ключевых концепций и материалов из нанотехнологии сообществу нефизических наук; представить несколько современных примеров современных нанотехнологий, которые либо были созданы для использования в биологических системах, либо со временем могут быть использованы для биомедицинских исследований; предоставить последние выдержки из области нанотоксикологии и многофункциональных систем наночастиц; и предложить области нейробиологии, в которых могут быть полезны исследования на стыке нейробиологически важных систем и наноструктурированных материалов.

В статье [15] представлен обзор инновационных достижений, где авторы акцентируют внимание на потенциале улучшения свойств бетона путем модификации структуры гидратов цемента, добавления наночастиц и нанотрубок и контроля подачи добавок. Конкретная наука — это междисциплинарная область исследований, в которой нанотехнологии потенциально предлагают возможность улучшить понимание поведения бетона, спроектировать его свойства и снизить производственные и экологические затраты на строительные материалы. Недавняя работа Национального исследовательского совета Канады в области исследований бетонных материалов показала потенциал улучшения свойств бетона путём изменения структуры гидратов цемента, добавления наночастиц и нанотрубок и контроля доставки добавок. В статье [15] представлен обзор этих инновационных достижений.

Анализируются исследовательские приоритеты, обсуждаемые различными группами интересов, связанными с экологическими рисками нанотехнологий, оценивается распределение федерального финансирования исследований и разработок в области экологических нанотехнологий, обсуждаются исследования в этой области. Рассматривая риск на ранних стадиях технологии, можно избежать затрат на выявление важных последствий для здоровья и окружающей среды после того, как технология широко распространится. Нанотехнология, включающая материалы и объекты размером менее 100 нм, является важным примером. В статье [16] анализируются исследовательские

приоритеты, обсуждаемые различными группами, заинтересованными в экологических рисках нанотехнологий, оцениваем распределение федерального финансирования исследований и разработок в области экологических нанотехнологий и обсуждаем исследования в этой области. Общее федеральное финансирование исследований и разработок в области окружающей среды на сегодняшний день ограничено и больше сосредоточено на положительных экологических применениях нанотехнологий, чем на базовых знаниях и исследованиях, инструментах для наноэкологических исследований или потенциальных рисках нанотехнологий. Ситуация начала меняться в 2004 году, когда произошло значительное увеличение федерального финансирования исследований и разработок, связанных с экологическими последствиями инженерных наноматериалов. Хотя литература о воздействии, переносе и токсичности случайных наночастиц отсутствует, опубликовано мало работ о рисках для окружающей среды, связанных с искусственными наночастицами.

Множество подходов к нанонауке и нанотехнологиям показывает, как эти дисциплины могут помочь медицинскому, техническому и научному сообществам в борьбе с пандемией, уделяя особое внимание разработке наноматериалов для обнаружения, санитарии, терапии и вакцин. Исследователи, инженеры и врачи осведомлены о серьезности инфекции COVID-19 и быстро действуют против коронавируса SARS-CoV-2, используя большое количество инструментов. В статье [17] проанализировано множество подходов к нанонауке и нанотехнологиям, которые показывают, как эти дисциплины могут помочь медицинскому, техническому и научному сообществам в борьбе с пандемией, уделяя особое внимание разработке наноматериалов для обнаружения, санитарии, терапии и вакцин. SARS-CoV-2, который можно рассматривать как функциональную наночастицу типа «ядро-оболочка», может взаимодействовать с различными материалами поблизости и оставаться прикрепленным в течение разного времени, сохраняя при этом свою биологическую активность. Эти исследования имеют решающее значение для надлежащего использования систем контролируемой дезинфекции. Другие нанотехнологические подходы также имеют решающее значение для разработки усовершенствованных новых наборов для тестирования и диагностики коронавируса, которые срочно необходимы. Терапия также основана на стратегиях нанотехнологий и сосредоточена на разработке противовирусных препаратов и новых вакцинах с наноархитектурой. В статье [17] представлен краткий обзор запатентованных работ, в которых особое внимание уделяется нанотехнологиям, применяемым к коронавирусам. Наконец, некоторые комментарии сделаны по патентам первых технологических ответов на COVID-19, которые уже были реализованы на практике.

В статье [18] интеллектуальный анализ текста использовался для извлечения технической информации из глобальной исследовательской литературы по нанотехнологиям и нанонаукам с открытым исходным кодом. Обширный запрос, ориентированный на нанотехнологии и нанонауку, был применен к базам данных индекса научного цитирования и индекса цитирования социальных наук. Инфраструктура литературы по исследованиям в области нанотехнологий/нанонауки (известные авторы, ключевые журналы, учреждения, страны, наиболее цитируемые авторы, журналы, документы) была получена с использованием библиометрии. Новым дополнением стало использование карт автокорреляции учреждений и стран для отображения сетей совместных публикаций между учреждениями и между странами, а также использование карт взаимной корреляции фраз учреждений и фраз стран для отображения сетей учреждений и сетей стран на основе использования общей терминологии (прокси для общих интересов). Использование факторных матриц дало дополнительную количественную оценку прочности связей между учреждениями и между странами, а также подтвердило сети совместных публикаций, графически показанные на картах.

Теоретическое обоснование свойств наноструктур стало передовым направлением в материаловедении. Несмотря на то, что эмпирически основанные расчёты свойств объёмных материалов и их поверхностей значительно продвинулись за последние несколько десятилетий, распространение этих методов на нанокристаллы, нанотрубки и крупные молекулярные структуры не является тривиальным или автоматическим. Однако был достигнут значительный прогресс. В статье [19] рассматривается состояние теоретических усилий по прогнозированию и объяснению свойств сыпучих тел, а затем описываем расширения и приложения к нанонауке и нанотехнологии.

Обзор использования полимеров для изготовления наноструктур с помощью стратегий литографии и самосборки можно найти в статье [20], где авторы обсуждают ряд последних разработок. Естественные масштабы длины полимерных цепей и их морфология в объеме, лежащие в нанометровой области, делают полимеры идеальными строительными блоками для нанотехнологий. В статье [20] обсуждается ряд последних достижений в области использования полимеров для изготовления наноструктур с помощью стратегий литографии и самосборки.

В статье [21] исследованы текущие проблемы нанонауки и нанотехнологии и то, что готовит будущее.

В статье [22] представлен обзор последних событий и тенденций в этой области, подчеркивающий важность и определяющий будущие направления, а также затрагивающий недостатки, упомянутые в этом документе, такие как возникающие опасения по поводу проблем со здоровьем и окружающей средой. Нанонаука переросла свой младенческий возраст, и нанотехнологии нашли важные применения в нашей повседневной жизни — и многие другие. Хотя основные концепции наномира, а именно изменения конкретных физических свойств в масштабе длины отдельных атомов и молекул, известны и развиваются уже довольно давно, экспериментальные достижения с 1980-х годов и признание потенциала наноматериалов привели к подлинному прорыву в многодисциплинарной области нанонауки. Аналитическая нанонаука и нанотехнология, и особенно использование микроэлектромеханических и нанoeлектромеханических систем, квантовых точек и масс-спектрометрии, в настоящее время обеспечивают одно из наиболее многообещающих направлений развития аналитической науки, происходящее из двух основных областей их действия, а именно анализ наноструктурированных материалов и их использование в качестве новых инструментов для анализа. В статье [22] даётся обзор последних событий и тенденций в этой области, подчёркивается важность и указываются будущие направления, а также затрагиваются недостатки, такие как возникающие опасения по поводу проблем со здоровьем и окружающей среды.

В статье [23] представлен обзор текущих исследований в области образования в области нанотехнологий, включая учебные планы, образовательные программы, неформальное образование и обучение учителей, а также описаны уникальные риски, преимущества и этика этих необычных технологических приложений в связи с целями нанообразования. Нанотехнологии рекламируются как следующая «промышленная революция» нашей современности. Чтобы в этой области проводились успешные исследования, разработки и социальные дискуссии, необходимы исследования в области образования для информирования разработки стандартов, разработки курсов и подготовки рабочей силы. Кроме того, растёт потребность в информировании граждан и студентов о рисках, преимуществах, а также социальных и этических проблемах, связанных с нанотехнологиями. В статье [23] описываются достижения, достигнутые в области нанонауки и нанотехнологий, а также проблемы, которые существуют для обучения студентов и общественности критически важным концепциям нанонауки. В статье [23] рассматриваются текущие исследования в области образования в области нанотехнологий, включая учебные планы, образовательные программы, неформальное образова-

ние и обучение учителей. Кроме того, уникальные риски, преимущества и этика этих необычных технологических приложений описаны в связи с целями нанообразования.

В статье [24] рассматриваются некоторые последние разработки в области коммерциализации нанотехнологий для различных медицинских применений, а также общие тенденции в отрасли, а также исследуется отрасль нанотехнологий, которая участвует в разработке медицинских продуктов и процедур с целью коммерциализации технологий. Появляющиеся и потенциальные коммерческие применения нанотехнологий явно имеют большой потенциал для значительного продвижения и даже потенциальной революции в различных аспектах медицинской практики и разработки медицинских продуктов. Нанотехнологии уже затрагивают многие аспекты медицины, включая доставку лекарств, диагностическую визуализацию, клиническую диагностику, наномедицины и использование наноматериалов в медицинских устройствах. Эта технология уже оказывает влияние; многие продукты находятся на рынке, и их число постоянно растёт. Неуклонно нарастает импульс для успешной разработки дополнительных нанотехнологических продуктов для диагностики и лечения заболеваний; наиболее активными областями разработки продуктов являются доставка лекарств. Нанотехнологии также удовлетворяют многие неудовлетворенные потребности фармацевтической промышленности, включая изменение рецептуры лекарств для улучшения их биодоступности или профилей токсичности. Ожидается, что развитие медицинских нанотехнологий пройдет как минимум через три разных поколения или фазы, начиная с внедрения простых наночастиц и наноструктурных улучшений в текущие типы продуктов и процессов, а затем, в конечном итоге, переходя к нанопродуктам и наноустройствам, которые ограничены только воображением. и ограничения самой технологии. В статье [24] рассматриваются некоторые последние разработки в области коммерциализации нанотехнологий для различных медицинских применений, а также общие тенденции в отрасли, а также исследуется отрасль нанотехнологий, которая участвует в разработке медицинских продуктов и процедур с целью коммерциализации технологий.

В статье [25] предлагается более рефлексивный, поэтапный и совместный подход к управлению рисками, который не только поможет управлять возникающими рисками от приложений нанотехнологий, но также создаст новую модель управления рисками для управления будущими появляющимися технологиями. Управление рисками нанотехнологий осложняется огромной неопределенностью в отношении рисков, выгод, свойств и будущих направлений применения нанотехнологий. Из-за этих неопределённостей традиционные принципы управления рисками, такие как приемлемый риск, анализ затрат и выгод и осуществимость, не работают, как и новейший принцип управления рисками, принцип предосторожности. Тем не менее, простое ожидание разрешения этих неопределённостей, прежде чем предпринимать усилия по управлению рисками, было бы неблагоприятным, отчасти из-за растущей обеспокоенности общественности по поводу нанотехнологий, обусловленной эвристикой восприятия риска, такой как воздействие и доступность. Требуется более рефлексивный, поэтапный и совместный подход к управлению рисками, который не только поможет управлять возникающими рисками, связанными с приложениями нанотехнологий, но и создаст новую модель управления рисками для управления будущими появляющимися технологиями.

В результате анализа литературы и создания элементов дистанционного курса показана актуальность дистанционного курса по учебной дисциплине по нанотехнологиям в образовании.

Разработка структуры и элементов дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании

Курс по нанотехнологиям в образовании посвящён изучению текущего состояния и будущего нанотехнологий, а также преимущества и ограничения нанотехнологий. В настоящее время стало возможным применение технологий дистанционного и смешанного обучения при изучении учебных дисциплин по нанотехнологиям в университете. Технология создания дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании отличается от технологии создания электронного образовательного ресурса в виде сайта по физике [26].

Рассмотрим основные результаты разработки дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета.

Общая трудоёмкость курса по нанотехнологиям в образовании составляет 9 зачётных единиц.

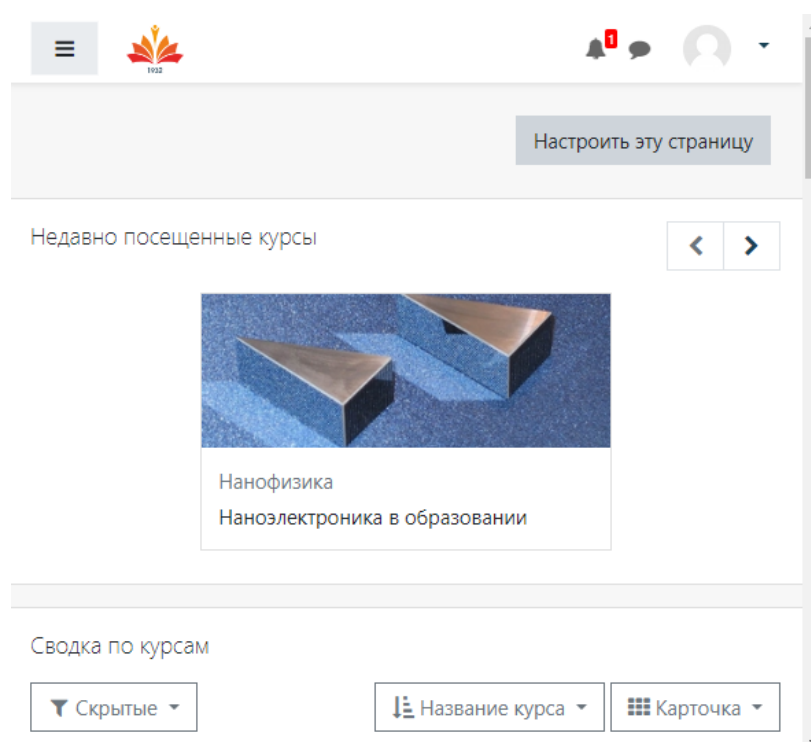


Рис. 1. Входная страница дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 1 приведено изображение входной страницы дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Входная страница дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании в системе управления обучением MOODLE содержит информацию о названии курса, краткое описание курса, логотип курса, сведения об учителе курса. На входной странице дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании имеется эмблема курса по нанoeлектронике в образовании.

На рис. 2 приведено изображение страницы со списком курсов в категории по нанofизике, в которую входит дистанционный курс по нанотехнологиям в образовании, в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 3 приведено изображение страницы с первой частью тематических модулей

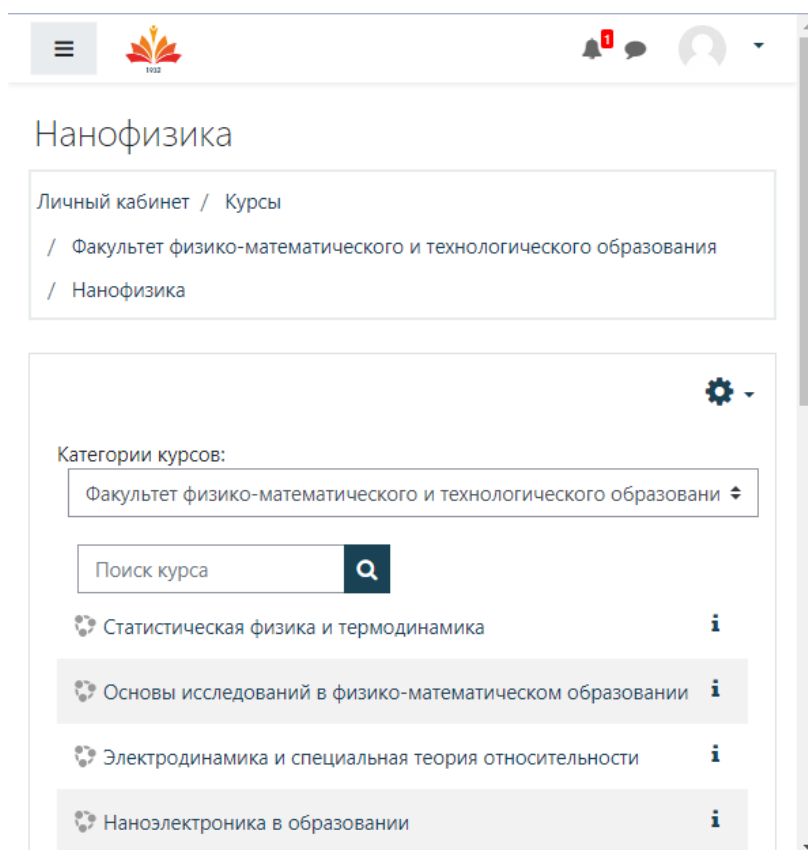


Рис. 2. Страница со списком курсов в категории по нанопизике, в которую входит дистанционный курс по нанотехнологиям в образовании, в системе управления обучением MOODLE.

дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 4 приведено изображение страницы с второй частью тематических модулей дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 5 приведено изображение страницы с третьей частью тематических модулей дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. В курсе по нанозлектронике в образовании представлены разделы курса по нанозлектронике в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 6 приведено изображение страницы с первой лекцией по введению в электронику в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Лекция содержит теоретические сведения об основных определениях и видах наночастиц.

Разработка элементов контроля знаний в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании

Рассмотрим результаты разработки элементов контроля знаний в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. В курсе по нанозлектронике в образовании представлены различные элементы для контроля знаний по

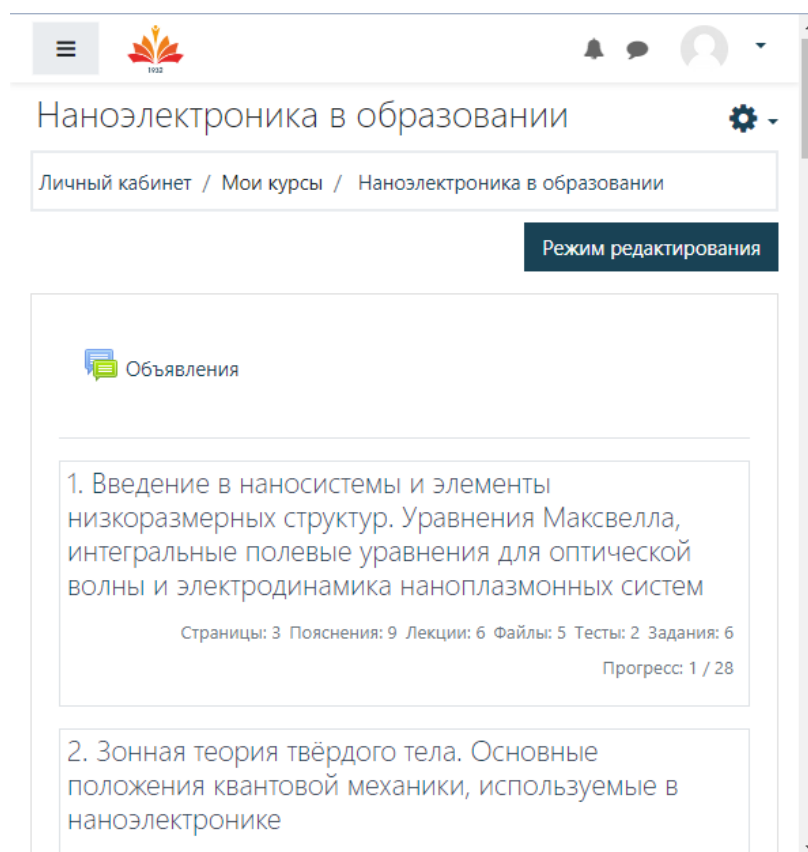


Рис. 3. Страница с первой частью тематических модулей дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

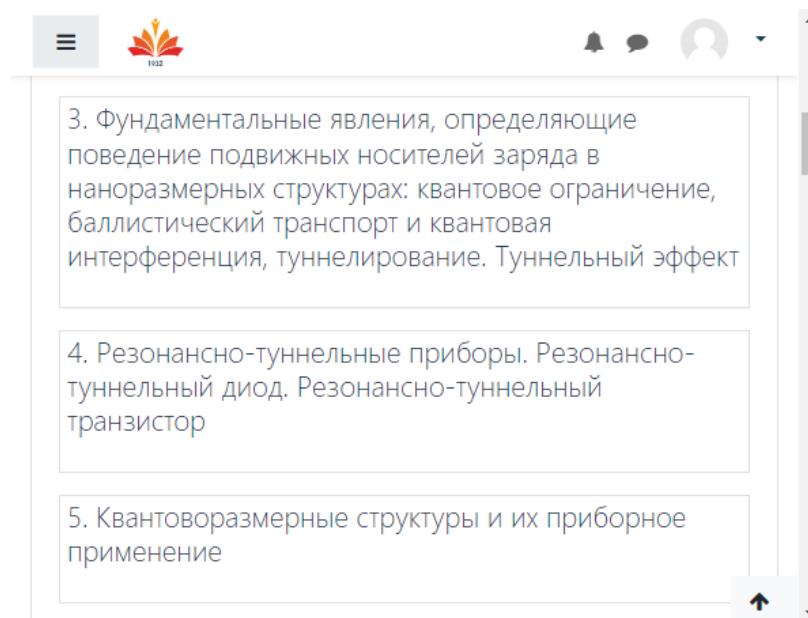


Рис. 4. Страница с второй частью тематических модулей дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

тематическим разделам курса по наноэлектронике в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 7 приведено изображение страницы с вопросом из теста 1 по физической

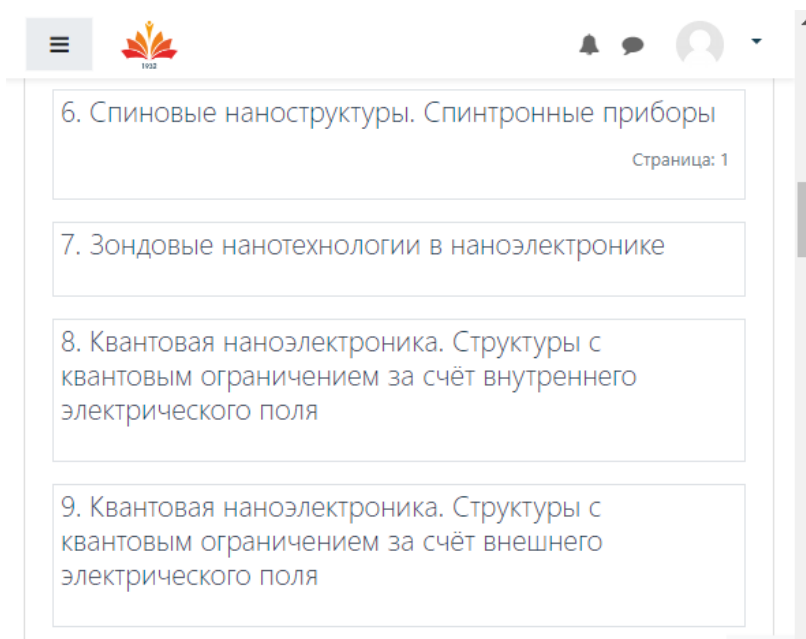


Рис. 5. Страница с третьей частью тематических модулей дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

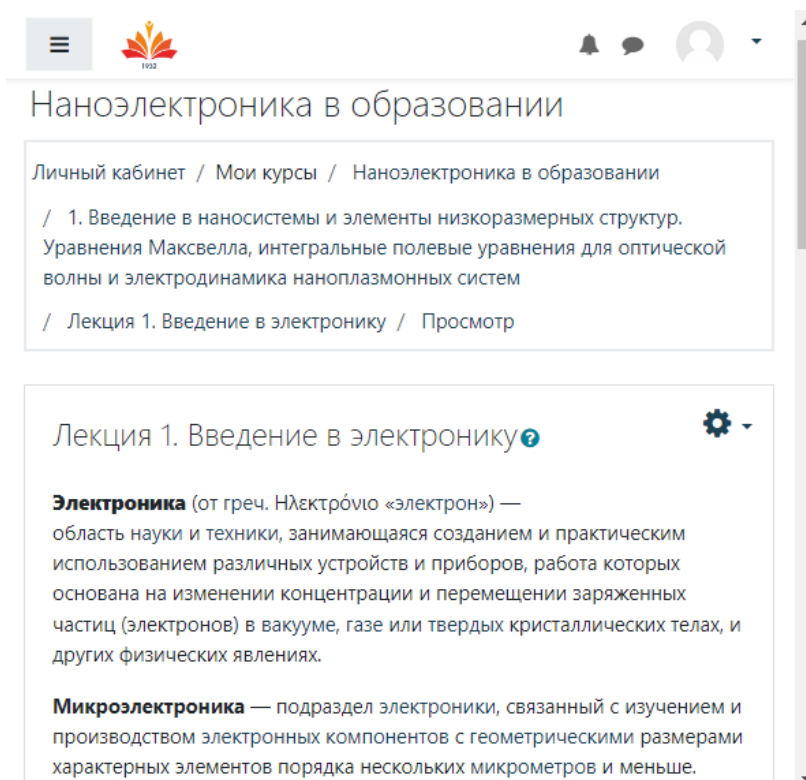


Рис. 6. Страница с первой лекцией по введению в электронику в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

наноэлектронике в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 8 приведено изображение страницы с другим вопросом из теста 1 по физи-

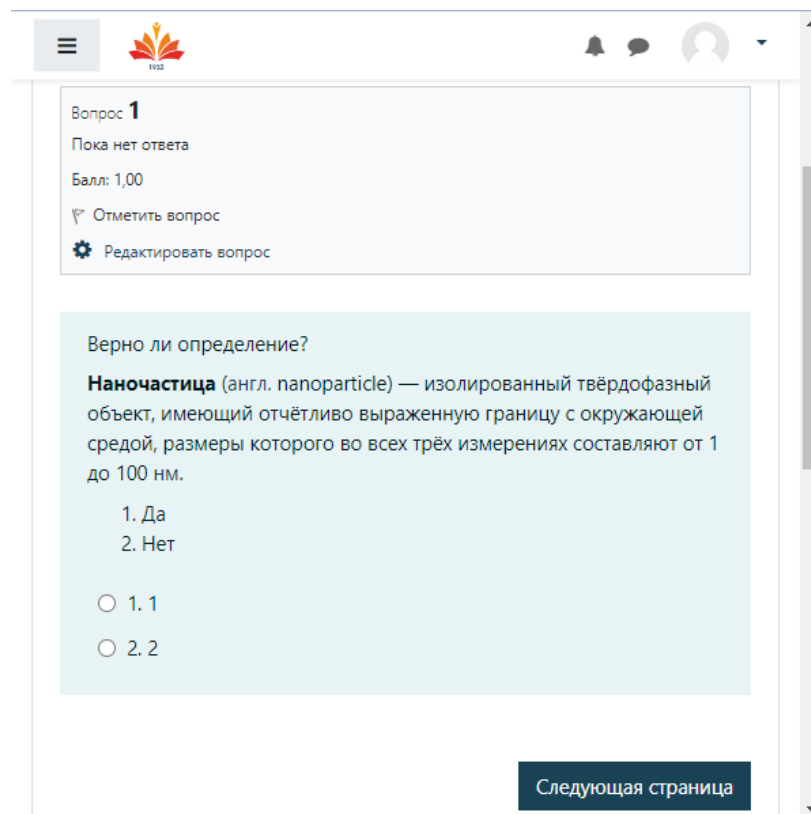


Рис. 7. Страница с вопросом из теста 1 по физической нанoeлектронике в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

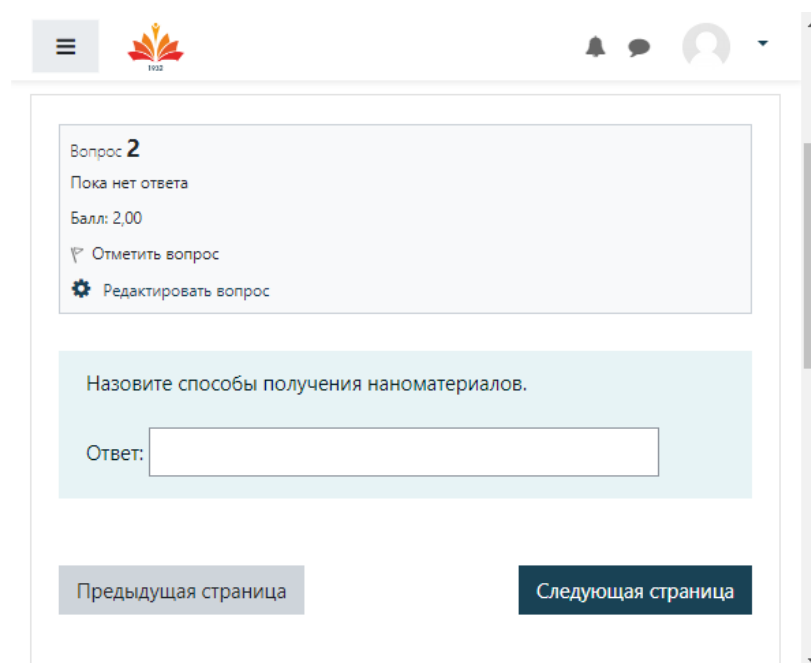


Рис. 8. Страница с другим вопросом из теста 1 по физической нанoeлектронике в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

ческой нанoeлектронике в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления

обучением MOODLE. Тест, расположенный после второй лекции для контроля знаний, состоит из трёх вопросов.

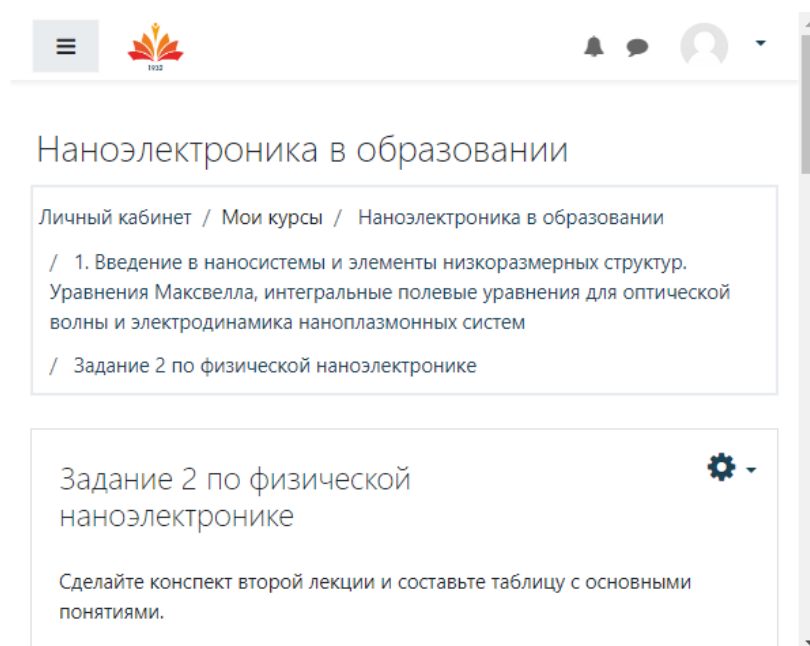


Рис. 9. Страница с вторым заданием по физической наноэлектронике в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 9 приведено изображение страницы с вторым заданием по физической наноэлектронике в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. В данном задании необходимо сделать конспект второй лекции и составить таблицу с основными понятиями для закрепления знаний.

На рис. 10 приведено изображение страницы третьей лекции по введению в наноплазмонику в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Лекция начинается с вопроса, понятно ли определение наноплазмоники. В третьей лекции содержится теоретическая часть об основных определениях и уравнениях наноплазмоники.

На рис. 11 приведено изображение страницы с заданием к третьей лекции по введению в наноплазмонику в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. В данном задании нужно законспектировать третью лекцию по введению в наноплазмонику, а в качестве отчёта отправить фотографии записей.

На рис. 12 приведено изображение страницы с вопросом из теста по введению в наноплазмонику для контроля знаний по введению в наноплазмонику в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 13 приведено изображение страницы с другим вопросом из теста по введению в наноплазмонику для контроля знаний по введению в наноплазмонику в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Тест состоит из девяти вопросов, содержит вопросы с выбором ответа и вопросы с письменным ответом.

На рис. 14 приведено изображение страницы с первым заданием в виде реферата

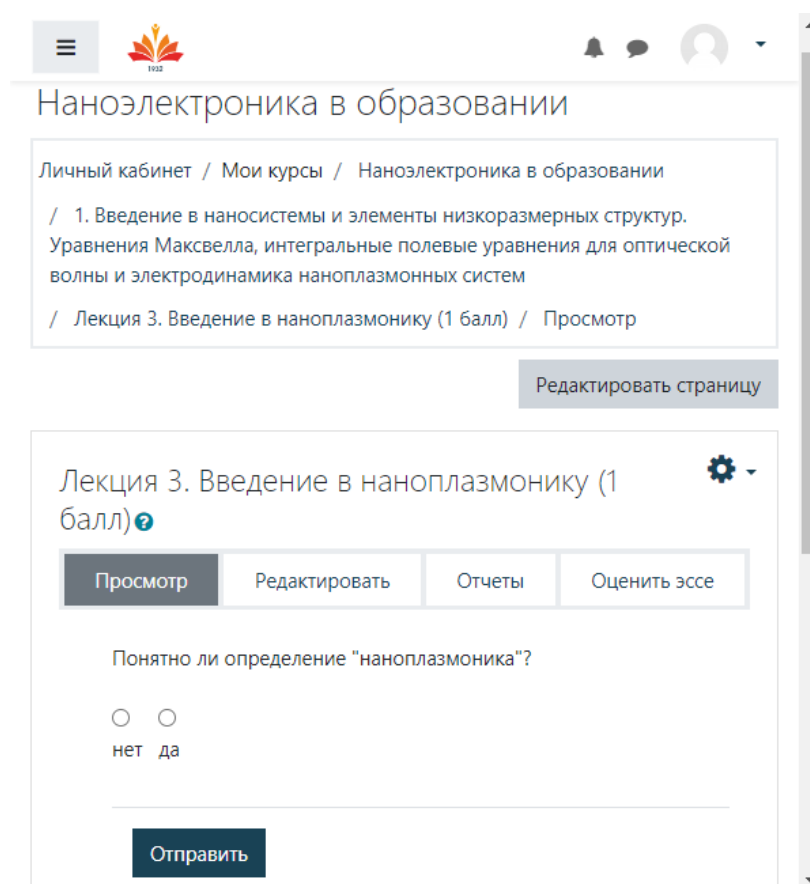


Рис. 10. Страница третьей лекции по введению в наноплазмонику в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

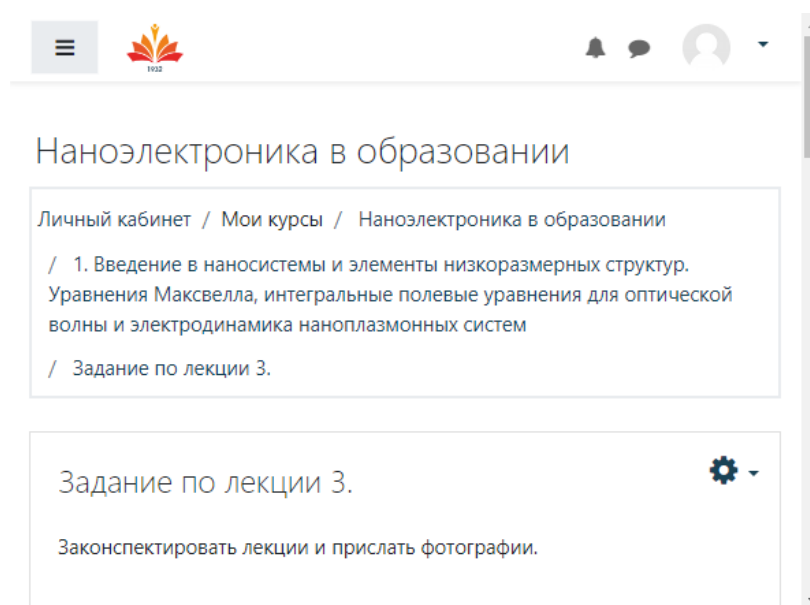


Рис. 11. Страница с заданием к третьей лекции по введению в наноплазмонику в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

после четвёртой лекции в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления

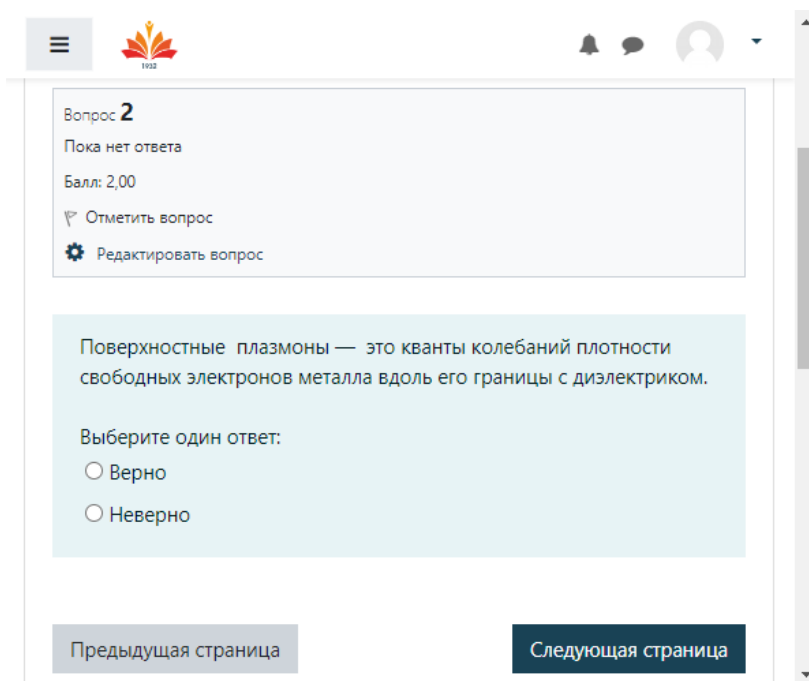


Рис. 12. Страница с вопросом из теста по введению в наноплазмонику для контроля знаний по введению в наноплазмонику в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

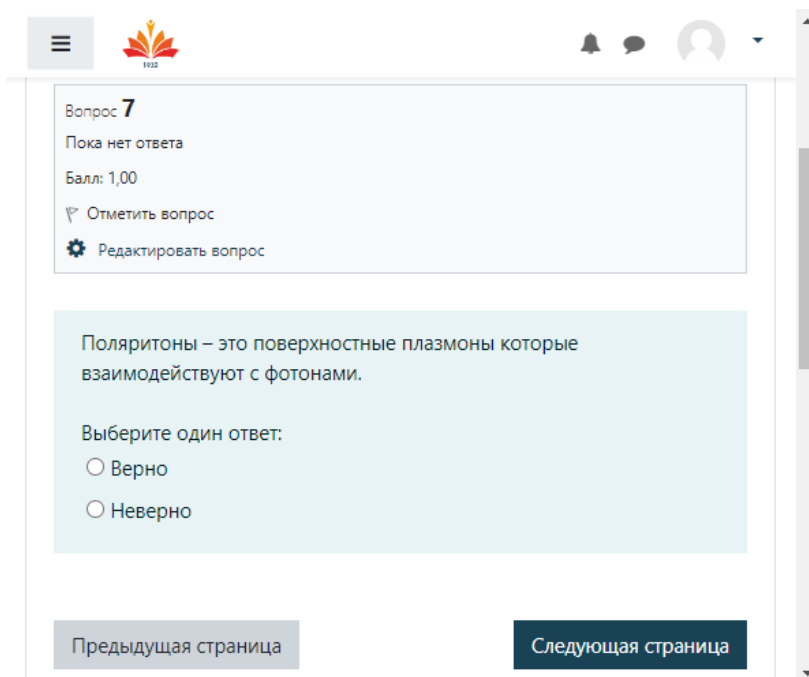


Рис. 13. Страница с другим вопросом из теста по введению в наноплазмонику для контроля знаний по введению в наноплазмонику в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

обучением MOODLE. В результате выполнения задания необходимо подготовить реферат на тему по история появления и развития наноплазмоники для более глубокого изучения теоретического материала по нанотехнологиям.

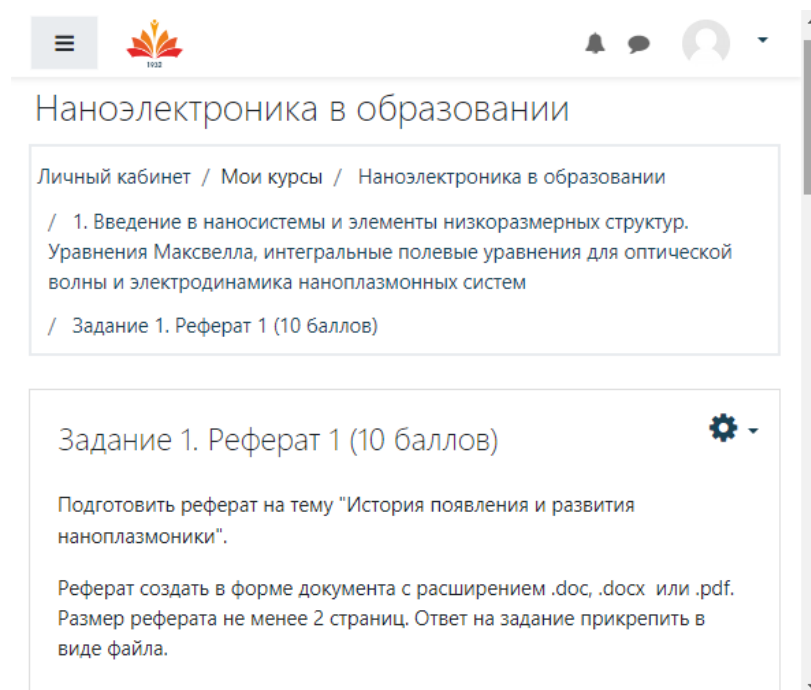


Рис. 14. Страница с первым заданием в виде реферата после четвёртой лекции в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 15 приведено изображение страницы шестой лекции по теории поверхностных поляритонов в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Для лекции установлен контроль, контролирующий усвоение знаний шестой лекции по теории поверхностных поляритонов.

На рис. 16 приведено изображение страницы с файлом, содержащим теоретическое описание состояний плазмонов, в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. В элементе в виде файла, содержащего теоретическое описание состояний плазмонов, описывается возбуждение плазмон-поляритонов, волновые числа поверхностных TM-волн, биосенсор на поверхностных плазмонах.

Проведённое всестороннее исследование процесса создания дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного при помощи инструментария системы управления обучением MOODLE, показало работоспособность и функциональную пригодность элементов дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании. Дистанционный курс по нанотехнологиям в образовании может быть использован для наполнения системы информационной поддержки изучения вариативного модуля общеуниверситетской коллекции.

Разработка материалов занятия по физическим свойствам наноструктур с квантовыми точками

В связи с разработкой различных индикаторных устройств и светоизлучающих систем на основе квантовых точек является актуальной задача исследования излучения системы квантовых точек и разработке материала занятия по квантовой физике наноструктур с квантовыми точками.

Цель данной части исследования заключается в том, чтобы изучить оптические свойства наноструктур с квантовыми точками в курсе по нанотехнологиям в образова-

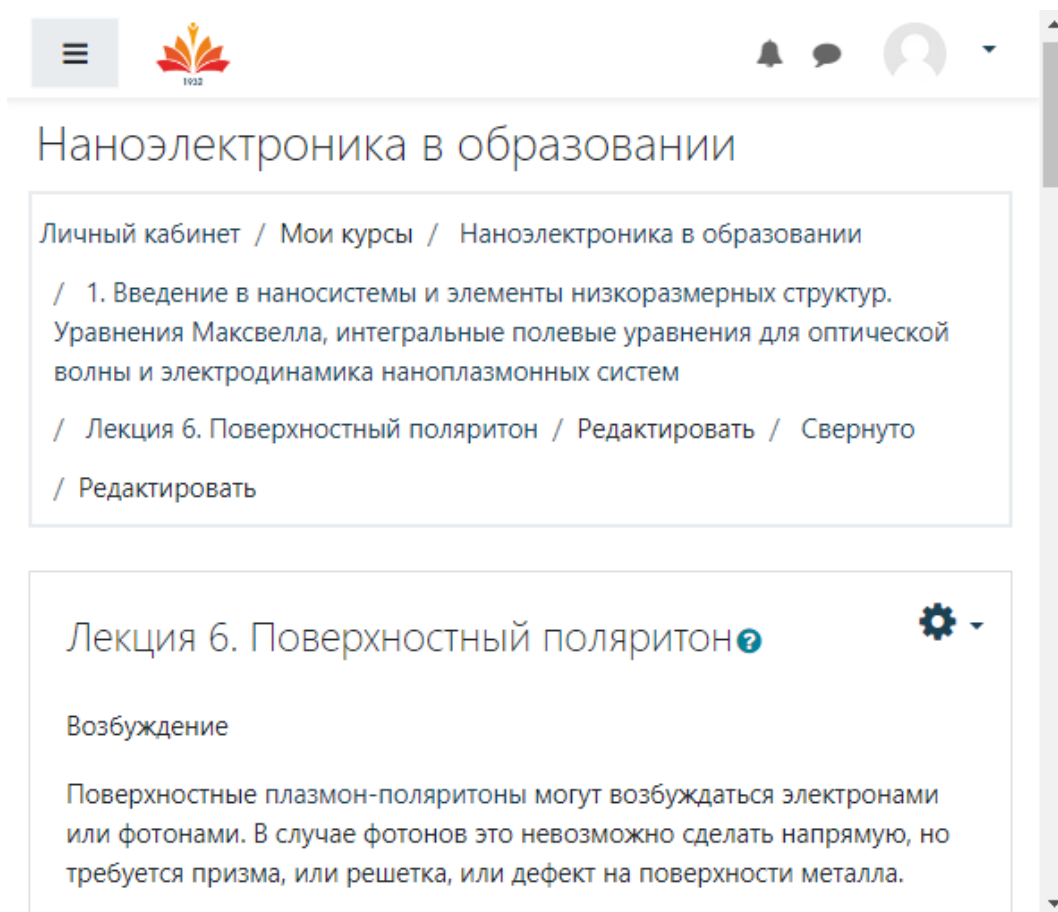


Рис. 15. Страница шестой лекции по теории поверхностных поляритонов в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

нии.

Задача данной части исследования состоит в разработке материалов занятия для добавления новых знаний по оптическим свойствам наноструктур с квантовыми точками в образовательный процесс университетов.

Целью занятия является знакомство с определением наноструктур с квантовыми точками в приближении эффективной среды. Задачами занятия являются: формирование представления о теории эффективной среды, повторение темы наноструктур, развитие навыков самостоятельной работы, развитие способности устанавливать связь между ранее изученным материалом и новой темой, развитие навыков поиска информации и применения её при решении задач, воспитание аккуратности и системности при решении задач по оптике наноструктур.

Образовательные результаты данного занятия заключаются в следующем: студент знает теорию оптических наноструктур с квантовыми точками; студент умеет решать задачи на данную тему; студент владеет разными способами решения задач. По плану занятие состоит из повторения, изучения нового материала, решение задачи, закрепления, рефлексии.

Ход занятия по квантовой физике наноструктур с квантовыми точками: первым этапом занятия является повторение, вторым этапом занятия является изучение нового материала, третьим этапом занятия является решение задачи для закрепления теоретических сведений по оптике наноструктур с квантовыми точками, четвёртым этапом занятия является закрепление изученного материала по оптике наноструктур с квантовыми точками, пятым этапом занятия является рефлексия по итогам изучения

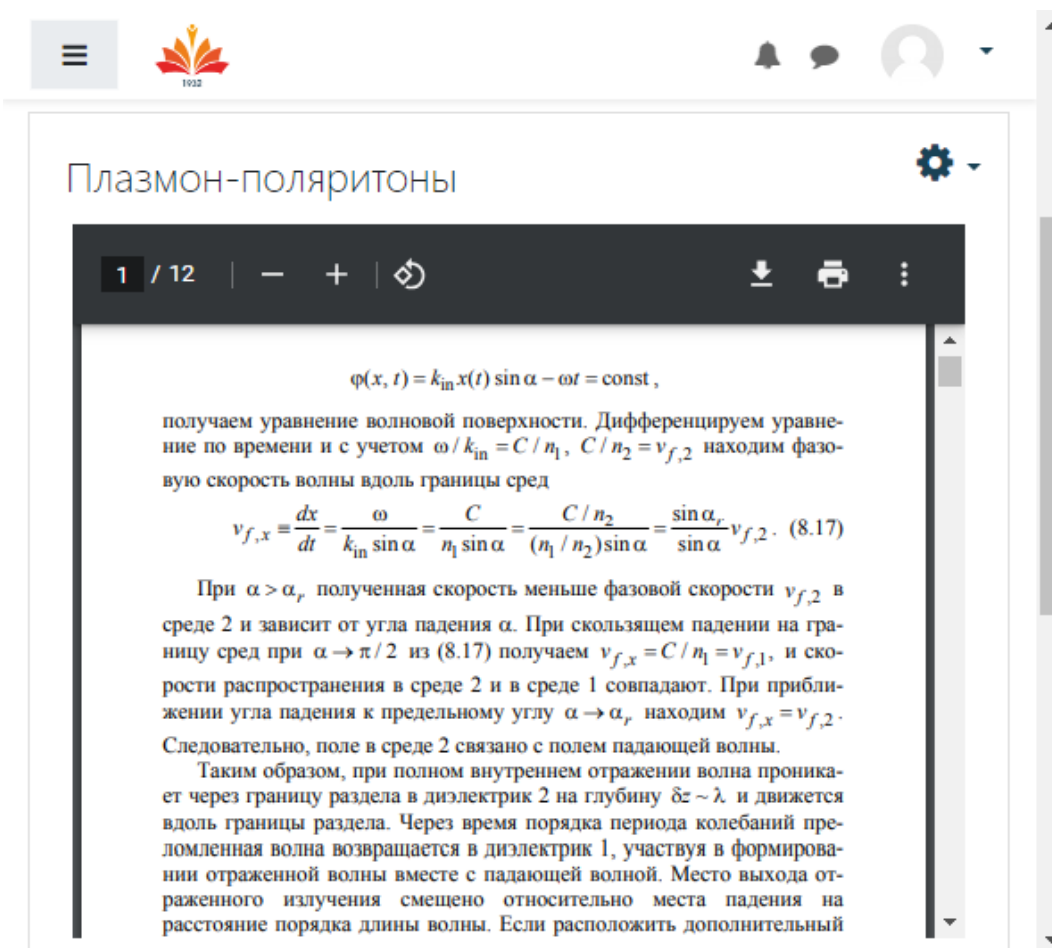


Рис. 16. Страница с файлом, содержащим теоретическое описание состояний плазмон-поляритонов, в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

теоретического материала и решения задачи.

Первым этапом занятия является повторение понятия наноструктур в квантовой физике. На первом этапе занятия даётся определение наноструктурных материалов, представляющих собой искусственные материалы или естественного происхождения материалы с взаимным расположением в пространстве, в которых основные структурные элементы хотя бы в одном направлении не превышают в размере 100 нм.

На первом этапе занятия также обсуждаются применения наноструктур, которые широко применяются в повседневной жизни в бытовой технике, аудиосистемах и видеосистемах, мобильных телефонах и компьютерах.

Вторым этапом занятия является изучение нового материала по оптике наноструктур с квантовыми точками.

Третьим этапом занятия является решение задачи для закрепления теоретических знаний по квантовой физике наноструктур с квантовыми точками.

Четвёртым этапом занятия является закрепление изученного теоретического материала по наноструктурам с квантовыми точками.

Ответить на контрольные вопросы:

1. Что такое наноструктура?
2. В чём преимущество наноструктур для оптики?
3. Что описывают коэффициенты Эйнштейна A_{21} и B_{21} ?
4. Вычислить коэффициент Эйнштейна A_{21} на основе ориентации переходного ди-

польного момента.

5. Измерение, какого коэффициента совместно с измерением одного из коэффициента Эйнштейна даёт величину и направление переходного дипольного момента?
6. В чём заключается суть приближения эффективной среды, применяемого для описания наноструктурных сред с квантовыми точками?
7. В чём заключается суть теории эффективной среды, применяемой для описания наноструктурных сред с квантовыми точками?
8. Что необходимо знать для вычисления оптических характеристик наноструктурных сред с квантовыми точками?

Заключение

В работе описаны результаты исследования технологии создания дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании при помощи средств системы управления обучением MOODLE. В результате анализа литературы и создания элементов дистанционного курса показана актуальность дистанционного курса по учебной дисциплине по нанотехнологиям в образовании.

В работе представлен результат разработки элементов дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, который готов к началу использования в учебном процессе в университете, позволяет автоматизировать проверку знаний по нанотехнологиям. Дистанционный курс по нанотехнологиям в образовании, созданный в системе управления обучением MOODLE, способствует систематизации хранения учебного материала по нанотехнологиям. При изучении курса по нанотехнологиям в образовании 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 по нанотехнологиям в образовании. Система управления обучением MOODLE позволяет открывать и закрывать тематические модули в соответствии со временем изучения, что позволяет поддерживать необходимый темп продвижения по курсу по нанотехнологиям в образовании. В работе спроектирован дистанционный курс по нанотехнологиям в образовании, основанный на комбинации теоретических методов и численных методов в процессе изучения нанотехнологий, позволяющий повысить познавательный интерес студентов к изучению нанотехнологий по традиционной, смешанной и дистанционной формам обучения с применением компьютеров. Дистанционный курс по нанотехнологиям в образовании, созданный в системе управления обучением MOODLE, способен стать эффективным помощником, автоматизирующим наиболее трудоёмкие элементы труда преподавателя в процессе преподавания учебной дисциплины по нанотехнологиям в образовании. Созданный дистанционный курс по нанотехнологиям в образовании позволит планировать, организовывать и проводить изучение теоретического материала курса по нанотехнологиям в образовании в дистанционной или смешанной форме обучения. Разработанный дистанционный курс по нанотехнологиям в образовании может занять особое место среди дистанционных курсов по физико-математической тематике, предназначенных для студентов физико-математических профилей подготовки университетов. В результате выполнения самостоятельной части работы создан дистанционный курс по дисциплине «Нанотехнологии в образовании» на платформе MOODLE. Разработанный дистанционный курс «Нанотехнологии в образовании» позволяет реализовать непрерывное информационное сопровождение изучения нанотехнологий с элементами программирования на языках программирования высокого уровня, предназначенных для научных вычислений.

Выводы по работе можно сформулировать следующим образом:

1. разработанная модульная система дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании позволяет управлять продвижением изучения курса;
2. разработанные элементы в виде лекций содержат необходимые теоретические сведения для изучения курса по нанотехнологиям в образовании;
3. разработанная система элементов в виде тестов, заданий с задачами и контрольными вопросами, семинаров позволяет оперативно контролировать теоретические знания в курсе нанотехнологий в образовании;
4. разработанный банк тестов по нанотехнологиям в составе дистанционного курса позволяет контролировать теоретические знания по нанотехнологиям на репродуктивном уровне;
5. разработанный банк заданий в виде задач разного уровня и различного типа в составе дистанционного курса позволяет контролировать знания на эвристическом и творческом уровнях;
6. разработанный комплект заданий к семинарам, wiki-элементов и формул позволяет контролировать знания на эвристическом и творческом уровне;
7. разработанный дистанционный курс по нанотехнологиям в образовании может быть использован на педагогическом управлении подготовки с профилями по физике и математике, физике и информатике, физике и астрономии.

Разработанный курс по нанотехнологиям в образовании может быть использован в качестве учебной дисциплины из вариативного модуля дисциплин общеуниверситетской коллекции. Дистанционный курс предназначен для информационной поддержки обеспечения учебной дисциплины по нанотехнологиям в образовании. Дистанционный курс по нанотехнологиям в образовании разработан впервые для использования в качестве вариативного модуля общеуниверситетской коллекции.

Гипотеза исследования, состоящая в том, что если создать дистанционный курс по нанотехнологиям в образовании, то можно организовать непрерывную информационную поддержку изучения нанотехнологий в университетах, подтверждена полностью.

Задачи работы полностью решены.

Список использованных источников

1. Paul D.R., Robeson L.M. Polymer nanotechnology: nanocomposites // *Polymer*. — 2008. — jul. — Vol. 49, no. 15. — P. 3187–3204. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.polymer.2008.04.017>.
2. Jiang Kaili, Li Qunqing, Fan Shoushan. Spinning continuous carbon nanotube yarns // *Nature*. — 2002. — oct. — Vol. 419, no. 6909. — P. 801–801. — URL: <https://doi.org/10.1038/419801a>.
3. Hamley I. W. Nanotechnology with soft materials // *Angewandte Chemie International Edition*. — 2003. — apr. — Vol. 42, no. 15. — P. 1692–1712. — URL: <https://doi.org/10.1002/anie.200200546>.
4. Jaworek A., Sobczyk A.T. Electrospraying route to nanotechnology: an overview // *Journal of Electrostatics*. — 2008. — mar. — Vol. 66, no. 3-4. — P. 197–219. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.elstat.2007.10.001>.
5. Hersam M. C., Guisinger N. P., Lyding J. W. Silicon-based molecular nanotechnology // *Nanotechnology*. — 2000. — jun. — Vol. 11, no. 2. — P. 70–76. — URL: <https://doi.org/10.1088/0957-4484/11/2/306>.

6. Stern Stephan T., McNeil Scott E. Nanotechnology safety concerns revisited // *Toxicological Sciences*. — 2007. — jun. — Vol. 101, no. 1. — P. 4–21. — URL: <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfm169>.
7. Cell Membrane Coating Nanotechnology / Ronnie H. Fang [et al.] // *Advanced Materials*. — 2018. — mar. — Vol. 30, no. 23. — P. 1706759. — URL: <https://doi.org/10.1002/adma.201706759>.
8. Roco Mihail C. The long view of nanotechnology development: the National Nanotechnology Initiative at 10 years // *Journal of Nanoparticle Research*. — 2011. — feb. — Vol. 13, no. 2. — P. 427–445. — URL: <https://doi.org/10.1007/s11051-010-0192-z>.
9. Nanotechnology and biosensors / Chen Jianrong [et al.] // *Biotechnology Advances*. — 2004. — sep. — Vol. 22, no. 7. — P. 505–518. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2004.03.004>.
10. Serrano Elena, Rus Guillermo, García-Martínez Javier. Nanotechnology for sustainable energy // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. — 2009. — dec. — Vol. 13, no. 9. — P. 2373–2384. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.06.003>.
11. Yetter Richard A., Risha Grant A., Son Steven F. Metal particle combustion and nanotechnology // *Proceedings of the Combustion Institute*. — 2009. — Vol. 32, no. 2. — P. 1819–1838. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.proci.2008.08.013>.
12. Appell David. Wired for success // *Nature*. — 2002. — oct. — Vol. 419, no. 6907. — P. 553–555. — URL: <https://doi.org/10.1038/419553a>.
13. Gehrke Ilka, Geiser Andreas, Somborn-Schulz Annette. Innovations in nanotechnology for water treatment // *Nanotechnology, Science and Applications*. — 2015. — jan. — P. 1. — URL: <https://doi.org/10.2147/nsa.s43773>.
14. Nanotechnology, nanotoxicology, and neuroscience / Won Hyuk Suh [et al.] // *Progress in Neurobiology*. — 2009. — feb. — Vol. 87, no. 3. — P. 133–170. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2008.09.009>.
15. Cement and concrete nanoscience and nanotechnology / Laila Raki [et al.] // *Materials*. — 2010. — feb. — Vol. 3, no. 2. — P. 918–942. — URL: <https://doi.org/10.3390/ma3020918>.
16. Guzmán Katherine A. Dunphy, Taylor Margaret R., Banfield Jillian F. Environmental Risks of Nanotechnology: National Nanotechnology Initiative Funding, 2000-2004 // *Environmental Science & Technology*. — 2006. — jan. — Vol. 40, no. 5. — P. 1401–1407. — URL: <https://doi.org/10.1021/es0515708>.
17. Nanotechnology Responses to COVID-19 / Eduardo Ruiz-Hitzky [et al.] // *Advanced Healthcare Materials*. — 2020. — sep. — Vol. 9, no. 19. — P. 2000979. — URL: <https://doi.org/10.1002/adhm.202000979>.
18. Kostoff Ronald N., Koytcheff Raymond G., Lau Clifford G. Y. Global nanotechnology research metrics // *Scientometrics*. — 2007. — mar. — Vol. 70, no. 3. — P. 565–601. — URL: <https://doi.org/10.1007/s11192-007-0303-5>.
19. Cohen Marvin L. Nanotubes, Nanoscience, and Nanotechnology // *Materials Science and Engineering: C*. — 2001. — aug. — Vol. 15, no. 1-2. — P. 1–11. — URL: [https://doi.org/10.1016/s0928-4931\(01\)00221-1](https://doi.org/10.1016/s0928-4931(01)00221-1).

20. Li Hongwei, Huck Wilhelm T S. Polymers in nanotechnology // Current Opinion in Solid State and Materials Science. — 2002. — feb. — Vol. 6, no. 1. — P. 3–8. — URL: [https://doi.org/10.1016/s1359-0286\(02\)00008-6](https://doi.org/10.1016/s1359-0286(02)00008-6).
21. Meyyappan Meyya. Nanoscience and Nanotechnology // IEEE Nanotechnology Magazine. — 2009. — jun. — Vol. 3, no. 2. — P. 4–5. — URL: <https://doi.org/10.1109/mnano.2009.932416>.
22. Adams Freddy C., Barbante Carlo. Nanoscience, nanotechnology and spectrometry // Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy. — 2013. — aug. — Vol. 86. — P. 3–13. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.sab.2013.04.008>.
23. Nanotechnology and nanoscale science: educational challenges / M. Gail Jones [et al.] // International Journal of Science Education. — 2013. — jun. — Vol. 35, no. 9. — P. 1490–1512. — URL: <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.771828>.
24. Hobson David W. Commercialization of nanotechnology // WIREs Nanomedicine and Nanobiotechnology. — 2009. — jan. — Vol. 1, no. 2. — P. 189–202. — URL: <https://doi.org/10.1002/wnan.28>.
25. Marchant Gary E., Sylvester Douglas J., Abbott Kenneth W. Risk management principles for nanotechnology // NanoEthics. — 2008. — feb. — Vol. 2, no. 1. — P. 43–60. — URL: <https://doi.org/10.1007/s11569-008-0028-9>.
26. Сорокина Е. С. Результаты создания сайта по электрическим явлениям в курсе физики основной школы // НАУКА ONLINE. — 2022. — № 3 (20). — С. 109–124. — URL: <http://nauka-online.ru/wp-content/uploads/2023/01/03202022-007.pdf>.

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

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

E-mail: ksorokina2001@mail.ru

ORCID iD  0000-0002-5623-4346

Web of Science ResearcherID  AAX-8219-2021

Original article
PACS 01.40.Di
OCIS 310.6628
MSC 00A79

Development of a distance course on nanotechnologies in education

K. K. Altunin , E. S. Sorokina 

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted July 7, 2023
Resubmitted July 17, 2023
Published September 30, 2023

Abstract. The results of the development of a distance course on nanotechnologies in education in the learning management system MOODLE are presented. The features of the process of creating a distance course on nanotechnologies in education in the learning management system MOODLE are considered. The results of the development of a modular structure and selected elements of a distance course on nanotechnology in education in the learning management system MOODLE are discussed. The features of the development of theoretical elements and control elements on nanotechnologies in education in the learning management system MOODLE are considered. A brief description of the main characteristics of the process of creating a distance course on nanotechnology in education in the learning management system MOODLE is provided. The main features of teaching a course on nanotechnology in education using the learning management system MOODLE are outlined.

Keywords: nanotechnology, distance course, course element, design

References

1. Paul D.R., Robeson L.M. Polymer nanotechnology: nanocomposites // *Polymer*. — 2008. — jul. — Vol. 49, no. 15. — P. 3187–3204. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.polymer.2008.04.017>.
2. Jiang Kaili, Li Qunqing, Fan Shoushan. Spinning continuous carbon nanotube yarns // *Nature*. — 2002. — oct. — Vol. 419, no. 6909. — P. 801–801. — URL: <https://doi.org/10.1038/419801a>.
3. Hamley I. W. Nanotechnology with soft materials // *Angewandte Chemie International Edition*. — 2003. — apr. — Vol. 42, no. 15. — P. 1692–1712. — URL: <https://doi.org/10.1002/anie.200200546>.
4. Jaworek A., Sobczyk A.T. Electrospraying route to nanotechnology: an overview // *Journal of Electrostatics*. — 2008. — mar. — Vol. 66, no. 3-4. — P. 197–219. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.elstat.2007.10.001>.
5. Hersam M. C., Guisinger N. P., Lyding J. W. Silicon-based molecular nanotechnology // *Nanotechnology*. — 2000. — jun. — Vol. 11, no. 2. — P. 70–76. — URL: <https://doi.org/10.1088/0957-4484/11/2/306>.

6. Stern Stephan T., McNeil Scott E. Nanotechnology safety concerns revisited // *Toxicological Sciences*. — 2007. — jun. — Vol. 101, no. 1. — P. 4–21. — URL: <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfm169>.
7. Cell Membrane Coating Nanotechnology / Ronnie H. Fang [et al.] // *Advanced Materials*. — 2018. — mar. — Vol. 30, no. 23. — P. 1706759. — URL: <https://doi.org/10.1002/adma.201706759>.
8. Roco Mihail C. The long view of nanotechnology development: the National Nanotechnology Initiative at 10 years // *Journal of Nanoparticle Research*. — 2011. — feb. — Vol. 13, no. 2. — P. 427–445. — URL: <https://doi.org/10.1007/s11051-010-0192-z>.
9. Nanotechnology and biosensors / Chen Jianrong [et al.] // *Biotechnology Advances*. — 2004. — sep. — Vol. 22, no. 7. — P. 505–518. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2004.03.004>.
10. Serrano Elena, Rus Guillermo, García-Martínez Javier. Nanotechnology for sustainable energy // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. — 2009. — dec. — Vol. 13, no. 9. — P. 2373–2384. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.06.003>.
11. Yetter Richard A., Risha Grant A., Son Steven F. Metal particle combustion and nanotechnology // *Proceedings of the Combustion Institute*. — 2009. — Vol. 32, no. 2. — P. 1819–1838. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.proci.2008.08.013>.
12. Appell David. Wired for success // *Nature*. — 2002. — oct. — Vol. 419, no. 6907. — P. 553–555. — URL: <https://doi.org/10.1038/419553a>.
13. Gehrke Ilka, Geiser Andreas, Somborn-Schulz Annette. Innovations in nanotechnology for water treatment // *Nanotechnology, Science and Applications*. — 2015. — jan. — P. 1. — URL: <https://doi.org/10.2147/nsa.s43773>.
14. Nanotechnology, nanotoxicology, and neuroscience / Won Hyuk Suh [et al.] // *Progress in Neurobiology*. — 2009. — feb. — Vol. 87, no. 3. — P. 133–170. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2008.09.009>.
15. Cement and concrete nanoscience and nanotechnology / Laila Raki [et al.] // *Materials*. — 2010. — feb. — Vol. 3, no. 2. — P. 918–942. — URL: <https://doi.org/10.3390/ma3020918>.
16. Guzmán Katherine A. Dunphy, Taylor Margaret R., Banfield Jillian F. Environmental Risks of Nanotechnology: National Nanotechnology Initiative Funding, 2000-2004 // *Environmental Science & Technology*. — 2006. — jan. — Vol. 40, no. 5. — P. 1401–1407. — URL: <https://doi.org/10.1021/es0515708>.
17. Nanotechnology Responses to COVID-19 / Eduardo Ruiz-Hitzky [et al.] // *Advanced Healthcare Materials*. — 2020. — sep. — Vol. 9, no. 19. — P. 2000979. — URL: <https://doi.org/10.1002/adhm.202000979>.
18. Kostoff Ronald N., Koytcheff Raymond G., Lau Clifford G. Y. Global nanotechnology research metrics // *Scientometrics*. — 2007. — mar. — Vol. 70, no. 3. — P. 565–601. — URL: <https://doi.org/10.1007/s11192-007-0303-5>.
19. Cohen Marvin L. Nanotubes, Nanoscience, and Nanotechnology // *Materials Science and Engineering: C*. — 2001. — aug. — Vol. 15, no. 1-2. — P. 1–11. — URL: [https://doi.org/10.1016/s0928-4931\(01\)00221-1](https://doi.org/10.1016/s0928-4931(01)00221-1).

20. Li Hongwei, Huck Wilhelm T S. Polymers in nanotechnology // Current Opinion in Solid State and Materials Science. — 2002. — feb. — Vol. 6, no. 1. — P. 3–8. — URL: [https://doi.org/10.1016/s1359-0286\(02\)00008-6](https://doi.org/10.1016/s1359-0286(02)00008-6).
21. Meyyappan Meyya. Nanoscience and Nanotechnology // IEEE Nanotechnology Magazine. — 2009. — jun. — Vol. 3, no. 2. — P. 4–5. — URL: <https://doi.org/10.1109/mnano.2009.932416>.
22. Adams Freddy C., Barbante Carlo. Nanoscience, nanotechnology and spectrometry // Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy. — 2013. — aug. — Vol. 86. — P. 3–13. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.sab.2013.04.008>.
23. Nanotechnology and nanoscale science: educational challenges / M. Gail Jones [et al.] // International Journal of Science Education. — 2013. — jun. — Vol. 35, no. 9. — P. 1490–1512. — URL: <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.771828>.
24. Hobson David W. Commercialization of nanotechnology // WIREs Nanomedicine and Nanobiotechnology. — 2009. — jan. — Vol. 1, no. 2. — P. 189–202. — URL: <https://doi.org/10.1002/wnan.28>.
25. Marchant Gary E., Sylvester Douglas J., Abbott Kenneth W. Risk management principles for nanotechnology // NanoEthics. — 2008. — feb. — Vol. 2, no. 1. — P. 43–60. — URL: <https://doi.org/10.1007/s11569-008-0028-9>.
26. Sorokina E. S. The results of creating a site on electrical phenomena in the basic school physics course // Science Online. — 2022. — no. 3 (20). — P. 109–124. — URL: <http://nauka-online.ru/wp-content/uploads/2023/01/03202022-007.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 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

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

E-mail: ksorokina2001@mail.ru

ORCID iD  0000-0002-5623-4346

Web of Science ResearcherID  AAX-8219-2021

Научная статья
УДК 004.896
ББК 22.18
ГРНТИ 87.15
ВАК 1.2.1.
PACS 89.90.+n
OCIS 010.7340
MSC 97U50

Использование искусственного интеллекта для модернизации очистных сооружений склада горюче-смазочных материалов

С. В. Селезнев  ¹

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б. П.
Бугаева», 432071, Ульяновск, Россия

Поступила в редакцию 3 августа 2023 года
После переработки 9 августа 2023 года
Опубликована 30 сентября 2023 года

Аннотация. Обсуждаются основные результаты использования искусственного интеллекта для модернизации очистных сооружений склада горюче-смазочных материалов. Описываются принципы промышленной безопасности складов горюче-смазочных материалов и предприятий обеспечения авиационным топливом, а именно экологической безопасности при эксплуатации очистных сооружений сточных вод. Для повышения экологической безопасности территорий предприятий, на которых происходят постоянная очистка сточных вод, предлагается внедрение искусственного интеллекта. Искусственный интеллект может быть реализован с минимальными затратами и доставит значительную пользу для обеспечения сохранения окружающей среды. Рассмотрены основные методы очистки сточных вод, используемые на современных очистных сооружениях.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, модернизация очистных сооружений, склад горюче-смазочных материалов, экологическая безопасность

Введение

В настоящее время проблемы экологического характера приобретают все большую важность в различных сферах деятельности человека, включая производственную сферу. Одной из проблем является загрязнение производственной территории, водоёмов и поверхностных вод, которое может быть вызвано различными факторами, в том числе неправильной работой очистных сооружений. Актуальность данной темы обусловлена необходимостью соблюдения экологических норм и требований при хранении и использовании горюче-смазочных материалов. Работа является актуальной и может быть использована в качестве основы для дальнейших исследований в данной области. В работе будут рассмотрены существующие проблемы в очистных сооружениях, а также предложены эффективные методы и технологии их решения.

¹E-mail: serg13579@mail.ru

Целью исследования является описание искусственного интеллекта для модернизации очистных сооружений склада горюче-смазочных материалов для обеспечения промышленной безопасности складов горюче-смазочных материалов и предприятий снабжения авиационным топливом. Первой задачей исследования является анализ основных этапов внедрения искусственного интеллекта в систему водоочистных сооружений для модернизации очистных сооружений склада горюче-смазочных материалов. Второй задачей исследования является привлечение внимания и ответственности в промышленной, экологической безопасности руководителей и персонала территорий размещения топливно-заправочных комплексов и складов горюче-смазочных материалов.

Обзор

Очистка сточных вод представляет собой сложный технологический процесс, который включает в себя множество неопределённостей, что приводит к колебаниям качества и стоимости сточных вод, а также к рискам для окружающей среды. Искусственный интеллект может решать сложные нелинейные задачи и стал мощным инструментом для исследования систем очистки сточных вод и управления ими. В статье [1] представлен краткий обзор текущего состояния и тенденций в исследованиях искусственного интеллекта применительно к очистке сточных вод на основе опубликованных статей и патентов. Результаты, полученные в статье [1], показывают, что в настоящее время искусственный интеллект в основном используется для оценки удаления загрязняющих веществ (обычных, типичных и возникающих загрязнителей), оптимизации моделей и параметров процесса, а также контроля загрязнения мембраны. Будущие исследования, вероятно, будут по-прежнему сосредоточены на удалении фосфора, органических загрязнителей и возникающих загрязнителей. Кроме того, перспективными направлениями исследований являются анализ динамики микробного сообщества и достижение многоцелевой оптимизации. Карта знаний показывает, что в будущем возможны технологические инновации, связанные с прогнозированием качества воды в конкретных условиях, интеграцией искусственного интеллекта с другими информационными технологиями и использованием искусственного интеллекта на основе изображений и других алгоритмов при очистке сточных вод. Кроме того, кратко рассмотрено развитие искусственных нейронных сетей и исследуем эволюционный путь искусственного интеллекта в очистке сточных вод. Результаты, полученные в статье [1], дают ценную информацию о потенциальных возможностях и проблемах для исследователей, применяющих искусственный интеллект для очистки сточных вод.

Загрязнение воды является серьёзной проблемой для здоровья. Несколько исследований недавно продемонстрировали эффективность различных подходов к очистке сточных вод от антропогенной деятельности. Очистка сточных вод — это искусственная процедура, при которой удаляются загрязняющие вещества и примеси из сточных вод или сточных вод перед сбросом сточных вод обратно в окружающую среду. Его также можно перерабатывать путём дальнейшей обработки или полировки, чтобы получить воду безопасного качества для использования, например питьевую воду. Муниципальные и промышленные системы очистки сточных вод предназначены для сброса сточных вод в окружающую среду и должны соответствовать правилам качества сброса в окружающую среду, установленным различными органами власти. Эффективная, недорогая, экологически чистая и долговечная система очистки сточных вод имеет решающее значение для защиты наших уникальных и ограниченных запасов воды. Кроме того, в статье [2] обсуждаются классификация загрязнения воды и три традиционных метода очистки: осаждение или инкапсуляция, адсорбция и мембранные технологии, такие как электродиализ, нанофильтрация, обратный осмос и другие технологии искусственного интеллекта. Эффективность лечения с точки зрения применения

и переменных была полностью рассмотрена. Конечной целью очистки сточных вод является защита окружающей среды, совместимая с общественным здравоохранением и социально-экономическими соображениями. Понимание природы сточных вод является руководящей концепцией для разработки практичной и передовой технологии очистки, обеспечивающей производительность, безопасность и качество очищенных сточных вод.

Растущий спрос на воду для использования в различных секторах во всём мире требует быстрых технологических вмешательств в переработку и повторное использование сточных вод для обеспечения качества окружающей среды. По мере ужесточения нормативных требований к процессу водоподготовки водопользователи должны постоянно искать новые технологии, улучшающие управление технологическим процессом для сокращения химических, биологических и других загрязнителей. Каждый процесс управляется сложной нелинейной зависимостью между различными физическими, химическими и рабочими параметрами в водоочистной промышленности. Исторически сложилось так, что эти отношения были предприняты путем подгонки баз данных к математическим формулам. Одновременные корректировки более чем одного или двух основных параметров процесса обычно не учитывались и часто терпят неудачу, если они распространяются на полномасштабные системы. Текущее управление технологическим процессом в секторе очистки воды основано не на модели — оно опирается на опыт операторов установок — а скорее на наборе нечётко определённых эвристик в сочетании с экспертом. Операторам установок нужны инструменты для выбора подходящих рабочих условий для достижения идеального качества сточных вод на основе мгновенного влияния качества воды на улучшение процедур очистки.

Методы искусственного интеллекта недавно продемонстрировали многообещающие результаты в мониторинге благодаря последним достижениям компьютерных систем. В водном хозяйстве присутствует ряд проблем, связанных со структурированием данных и интеллектуальными водными услугами, благодаря которым искусственный интеллект обладает огромным потенциалом, если эти проблемы будут решены. Инструменты искусственного интеллекта, искусственные нейронные сети и, в частности, генетические алгоритмы широко используются при очистке воды для многоцелевых приложений. Существует несколько приложений, в которых моделируются процедуры очистки воды и оптимизация условий эксплуатации. Подход искусственной нейронной сети фокусируется на обнаружении среди входных и выходных данных процесса повторяемых, идентифицируемых и предсказуемых паттернов. Модели искусственной нейронной сети обучаются на предыдущих оперативных данных и переопределяют модели реальных контактов микрофона. Подход к моделированию искусственной нейронной сети не требует объяснения того, как процессы происходят в микроуровнях или макроуровнях, а только осведомленность о важных переменных, контролируемых процессом. Эта функция является ценным выбором процесса в подходе к моделированию искусственных нейронных сетей. Метод моделирования искусственных нейронных сетей представляет собой важную альтернативу для моделирования процессов в производстве питьевой воды. В статье [3] представлен всесторонний анализ четырех аспектов внедрения искусственного интеллекта в очистку сточных вод: управление, технология, повторное использование и экономика сточных вод. Наконец, в статье [3] дано представление о будущих перспективах использования искусственного интеллекта в очистке сточных вод, которые в сложных практических приложениях одновременно решают проблемы удаления загрязняющих веществ, повторного использования и управления водой, а также решения проблем экономической эффективности.

Искусственный интеллект — это развивающаяся мощная новая технология, которая может моделировать в реальном времени проблемы, связанные с многочисленными

сложностями. Возможности моделирования методов искусственного интеллекта весьма полезны в процессах очистки воды и очистки сточных вод, поскольку автоматизация таких объектов привела к простоте и дешевизне операций; в дополнение к значительному сокращению количества ошибок, связанных с человеческим фактором. Технологии искусственного интеллекта включают многолинейные или нелинейные отношения и динамику процессов, которые обычно нецелесообразно моделировать с помощью традиционных методологий. В статье [4] представлен краткий обзор последних достижений и открытий в различных технологиях искусственного интеллекта, применяемых для определения качества исходной воды, коагуляции или флокуляции, дезинфекции, мембранной фильтрации, опреснения, моделирования очистных сооружений, прогнозирования загрязнения мембран, удаления тяжелых металлов и мониторинг уровней биологической потребности в кислороде и химической потребности в кислороде. Анализ производительности различных технологий искусственного интеллекта в этом обзоре доказывает успешное применение этих технологий в приложениях, связанных с очисткой воды. В статье [4] подчёркиваются ограничения, которые препятствуют их реализации в реальных системах очистки воды.

Хотя искусственный интеллект, такой как машинное обучение и глубокое обучение, был признан новым и многообещающим инструментом, его применение становится проблематичным из-за неполного сбора данных. В статье [5], в отсутствие данных о загрузке фосфора во входящем потоке и данных о дозировке химикатов для удаления фосфора, использована модель машинного обучения или глубокого обучения для прогнозирования содержания фосфора в сточных водах с использованием данных за девять лет с небольшой установки по очистке сточных вод. Были предприняты попытки выбрать основные входные характеристики модели из 42 переменных с помощью корреляционного анализа Пирсона для выявления внутренних корреляций между переменными. Во-первых, для прогнозирования содержания фосфора в сточных водах использовались пять регрессионных моделей машинного обучения, а максимальный коэффициент детерминации 0.637 был достигнут с помощью модели машины опорных векторов. Затем модель глубокого обучения, называемая долговременной кратковременной памятью, могла предсказать нагрузку фосфора на один день вперед с максимальным значением коэффициента детерминации 0.496. Наконец, на основе исторических данных была предложена конструкция сигнализации аномалий, чтобы свести к минимуму вероятность превышения разрешенного сброса и достичь максимальной точности 79.7 % для прогнозирования концентрации фосфора после сравнения семи моделей классификации машинного обучения. Это исследование представляет собой пример применения искусственного интеллекта для улучшения процессов и потенциального снижения затрат с неполными наборами данных.

Искусственный интеллект в настоящее время является перспективной технологией. Это практика моделирования человеческого интеллекта для различных приложений. По сравнению со стандартной практикой искусственный интеллект развивается быстрыми темпами. Искусственный интеллект доказал свою ценность в нескольких областях, таких как сельское хозяйство, автомобильная промышленность, банковское дело и финансы, исследование космоса, искусственное творчество. Благодаря эффективности, скорости и независимости от операций человека искусственный интеллект теперь входит в сектор очистки сточных вод. Эта технология использовалась для мониторинга работы водоочистных сооружений с точки зрения параметров эффективности, определения биологической потребности в кислороде и химической потребности в кислороде, удаления азота и серы, прогнозирования мутности и жесткости, поглощения загрязняющих веществ в секторе сточных вод. Искусственные нейронные сети, алгоритмы нечёткой логики и генетические алгоритмы являются тремя основными моделями ис-

кусственного интеллекта, преимущественно используемыми в секторе очистки сточных вод. Исследования показывают, что значения коэффициента детерминации 0.99 могут быть достигнуты для химической потребности в кислороде, биологической потребности в кислороде, удаления тяжелых металлов и органических веществ с использованием искусственных нейронных сетей и гибридных интеллектуальных систем. В статье [6] описываются исследования со всеми возможными моделями искусственного интеллекта, используемыми при очистке воды, которые повысили точность процентного удаления загрязняющих веществ в диапазоне от 84 % до 90 % и предоставлена точка зрения на будущие направления новых исследований в этой области с должным вниманием по устранению загрязнения, экономической эффективности, экономии энергии и управлению водными ресурсами.

Известно, что одним из основных способов борьбы с загрязнением территории складов горюче-смазочных материалов, топливно-заправочных комплексов, водоёмов, которые находятся рядом с предприятиями обеспечения нефтепродуктами, является использование очистных сооружений данных предприятий. Однако существующие системы очистки сточных вод могут иметь ряд недостатков и проблем, которые вызывают определённые трудности при эксплуатации. Например, неэффективность очистки сточных вод может привести к загрязнению окружающей среды и повлечь за собой серьёзные экологические последствия. Кроме того, неправильная работа очистных сооружений может негативно сказаться на экологии эксплуатируемой территории, здоровье людей и животных.

Другим из способов борьбы с загрязнением территории и водоёмов является эффективное и правильное использование очистных сооружений. Однако существующие системы очистки сточных вод могут иметь ряд недостатков и проблем, которые вызывают определённые трудности при эксплуатации. Например, неэффективность очистки сточных вод может привести к загрязнению окружающей среды и повлечь за собой серьёзные экологические последствия.

Современная гражданская авиация характеризуется наличием крупных аэропортов, где множество самолётов следуют по разным направлениям. Аэропорты, как одно из самых значимых мест сосредоточения транспорта и людей, сталкиваются с серьёзными экологическими проблемами. Основным источником загрязнения воздуха в зоне аэропортов является эмиссия авиационных двигателей во время взлетно-посадочного цикла воздушных судов. При этом в нижние слои атмосферы поступает более половины общего количества вредных веществ, которые оказывают существенное негативное воздействие на окружающую среду и здоровье людей. Состав выхлопных газов включает такие токсичные компоненты, как угарный газ, углеводороды, окислы азота и сернистый газ. Кроме того, произвольные разливы и утечки авиационного топлива также являются источником загрязнения окружающей среды. Из-за большого количества техники, используемой на таких объектах, а также из-за особенностей хранения и транспортировки топлива происходят различные аварии и нештатные ситуации, которые могут привести к проливам нефтепродуктов и других опасных веществ. Стоки от зданий, сооружений и площадок технического обслуживания воздушных судов содержат различные вредные примеси, такие как нефтепродукты, растворители, керосин, масла, жиры, дезинфицирующие реагенты и другие химические вещества. Эти вещества могут попадать в сточные воды и затем в грунтовые воды, нанося значительный вред окружающей среде и здоровью людей. Кроме того, при хранении авиатоплива на складах может происходить утечка или разлив топлива, что приводит к загрязнению грунтовых вод. В случае несвоевременного обнаружения и устранения аварийной ситуации, загрязнение грунтовых вод может произойти на большой площади и длительное время.

Методы и материалы

Для решения проблемы очистки сточных вод были рассмотрены различные методы очистки. Методы очистки сточных вод различаются в зависимости от типа загрязнений, которые необходимо удалить из воды. Перед тем как приступить к любому методу очистки сточных вод, производится физико-химический анализ состава сточной воды. Это позволяет определить, какие загрязнения находятся в воде, и выбрать соответствующий метод очистки. Первым методом очистки сточных вод является механическая очистка, представляющая собой первый этап очистки и заключающаяся в удалении крупных и мелких механических загрязнений из сточной воды. В процессе механической очистки применяются различные методы, такие как сортировка, гравитационная фильтрация, пневматическая очистка, гидроциклоны и др. Вторым методом очистки сточных вод является биологическая очистка, которая проводится в специальных резервуарах (биореакторах), в которых создаются условия для размножения бактерий и других микроорганизмов, которые используются для превращения загрязнений в более безопасные соединения. В процессе биологической очистки сточной воды микроорганизмы получают кислород, необходимый для жизни, который обеспечивается за счёт притока воздуха. Третьим методом очистки сточных вод является химическая очистка, основанная на применении химических реагентов для увеличения скорости реакции, которая удаляет загрязнения из сточных вод. Основной целью химической очистки является перевод вредных веществ в безопасные соединения. Уже после первого этапа механической очистки отдельные фракции загрязнений могут быть удалены при помощи факторов окисления, коагуляции и флокуляции. Четвёртым методом очистки сточных вод является фильтрация через песок, заключающийся в использовании специальных фильтров, наполненных песком, который задерживает и удаляет загрязнения из сточных вод. Метод фильтрации через песок часто используется в сочетании с другими методами очистки, такими как флотация, сортировка, аэрация. Пятым методом очистки сточных вод является ультрафильтрация, представляющая собой метод очистки сточных вод, основанный на пропускании сточной воды через мембраны, которые задерживают загрязнения и частицы крупнее определённого размера. Этот метод очистки используется для удаления бактерий и других микроорганизмов из сточных вод. Шестым методом очистки сточных вод является обратный осмос, основанный на очистке сточных вод с использованием мембраны, которая задерживает все загрязнения, крупные и мелкие. Этот метод очистки используется для удаления всех загрязнений из воды, в том числе солей и минералов. Седьмым методом очистки сточных вод является электрофизическая очистка, основанная на использовании электрического поля для удаления токсичных веществ из сточных вод. Метод заключается в том, что частицы в сточной воде заряжены и могут быть задержаны при помощи электрического поля. Этот метод используется для удаления различных загрязнений, таких как нефть, жир, масла и другие органические соединения. Восьмым методом очистки сточных вод является ультразвуковая очистка, основанная на очистке сточных вод, при которой используются ультразвуковые волны для разрушения бактерий и других загрязнений в сточной воде. Применение ультразвука позволяет удалить большинство токсинов из сточных вод. Девятым методом очистки сточных вод является озонирование, представляющее один из наиболее эффективных методов очистки сточных вод. Этот метод основан на использовании озона, который обладает сильными окислительными свойствами. Озон удаляет все виды загрязнений, включая бактерии, вирусы и другие микроорганизмы. Десятым методом очистки сточных вод является фитоочистка, представляющая собой более экологически чистый метод очистки сточных вод. Этот метод основан на использовании растений, которые способны очищать воду от загрязнений и токсинов. В процессе фитоочистки сточную воду пропускают через различные

виды растений, которые поглощают загрязнения из воды и перерабатывают их в безопасные для окружающей среды соединения.

Результаты

Для эффективной работы любых очистных сооружений необходимо внедрение искусственного интеллекта. Опишем процедуру внедрения искусственного интеллекта в специализированное оборудование для очистки сточных вод от нефтепродуктов. Внедрение искусственного интеллекта в систему водоочистных сооружений может быть довольно сложной задачей, требующей не только технических знаний, но и понимания процессов очистки воды. Далее представлены основные этапы внедрения искусственного интеллекта в систему водоочистных сооружений. Первый этап внедрения искусственного интеллекта в систему водоочистных сооружений состоит в оценке потенциальной выгоды. Прежде чем рассматривать возможность внедрения искусственного интеллекта в систему водоочистных сооружений, необходимо определить потенциальную выгоду от использования искусственного интеллекта и сравнить её с затратами на его внедрение. Вторым этапом внедрения искусственного интеллекта в систему водоочистных сооружений является сбор данных. Для использования искусственного интеллекта для анализа данных необходимо иметь доступ к большому объёму информации о процессах очистки воды, включая данные о химических параметрах, давлении, расходе воды, энергопотреблении и других параметрах. Третьим этапом внедрения искусственного интеллекта в систему водоочистных сооружений является подготовка данных. Для успешного использования искусственного интеллекта необходимо иметь пригодные для обработки данные, которые могут быть представлены в удобном формате и обладают достаточной степенью качества. Четвёртым этапом внедрения искусственного интеллекта в систему водоочистных сооружений является выбор методов искусственного интеллекта, который производится в зависимости от конкретных целей внедрения искусственного интеллекта в систему водоочистных сооружений необходимо выбрать оптимальные методы искусственного интеллекта, которые могут быть применены для решения задач. Пятым этапом внедрения искусственного интеллекта в систему водоочистных сооружений является создание модели, которая выполняется с помощью выбранных методов искусственного интеллекта необходимо создать модели, которые будут анализировать данные и выделять наиболее значимые параметры, влияющие на качество воды. Шестым этапом внедрения искусственного интеллекта в систему водоочистных сооружений является тестирование и настройка выполняется после создания модели необходимо ее протестировать и настроить, чтобы достичь максимально точных результатов. Седьмым этапом внедрения искусственного интеллекта в систему водоочистных сооружений является внедрение в производство. Это производится после того, как модель протестирована и настроена, она может быть внедрена в систему водоочистки и использоваться для оптимизации процесса очистки воды.

Революция искусственного интеллекта оказывает значительное влияние на различные отрасли, включая область очистки воды. Системы очистки на основе искусственного интеллекта становятся всё более востребованными в промышленности, предоставляя компаниям ряд преимуществ, которые делают их привлекательными для управления водными ресурсами. Искусственный интеллект может помочь в решении экологической проблемы. Примером успешной реализации такого подхода является проект, проведённый Центром экологии и гидрологии Великобритании, в котором удалось выявить 926 случаев несанкционированного попадания сточных вод в природные водоёмы на протяжении 11 лет.

Современные системы искусственного интеллекта умеют распознавать моменты перелива загрязнённых потоков из очистных сооружений и попадания нечистот в пресные

водоёмы. Обнаружение таких случаев стало возможным благодаря длительному исследованию на примерах конкретных объектов. Такие случаи загрязнения природных вод происходят, когда выпадает много осадков и ливневые резервуары оказываются переполненными дождевой водой. Большинство подобных эпизодов оставались незамеченными до появления искусственного интеллекта. Однако теперь, опираясь на данные этого исследования, власти могут увидеть слабые места существующей системы очистки и утилизации сточных вод. Такие системы основываются на возможности контролировать качество воды в режиме реального времени, благодаря алгоритмам искусственного интеллекта. Это позволяет быстро выявлять любые потенциальные проблемы и принимать меры для их решения.

Системы очистки воды с использованием искусственного интеллекта также обеспечивают более точный анализ воды, поскольку они способны обнаруживать загрязняющие вещества с большей точностью, чем традиционные методы. Это помогает компаниям более точно определять наилучшие действия при борьбе с загрязнением воды. Одним из других преимуществ систем очистки воды с использованием искусственного интеллекта является повышенная эффективность управления водными ресурсами. Они могут делать более точные прогнозы о том, сколько воды необходимо очищать, как её следует обрабатывать и когда её нужно очищать. Это помогает компаниям оптимизировать использование воды и сократить расходы. Системы очистки воды с использованием искусственного интеллекта способствуют повышению безопасности, поскольку они могут обнаруживать любые потенциальные опасности для здоровья, которые могут присутствовать в воде, что позволяет компаниям предпринимать соответствующие шаги для их устранения. В целом, системы очистки воды, модернизированные на основе искусственного интеллекта, предлагают ряд преимуществ, которые делают их привлекательными для компаний, стремящихся оптимизировать управление водными ресурсами. Использование алгоритмов искусственного интеллекта позволяет обнаруживать изменения в составе воды, анализировать загрязняющие вещества с большей точностью, оптимизировать использование воды и обнаруживать любые потенциальные опасности для здоровья.

Искусственный интеллект может использоваться для улучшения эффективности процесса очистки воды и уменьшения негативного влияния на окружающую среду. Вот несколько способов, которыми искусственный интеллект может помочь модернизировать водоочистные сооружения. Первый способ, которым искусственный интеллект может помочь модернизировать водоочистные сооружения, заключается в анализе данных. Использование искусственного интеллекта для анализа данных позволит выделить наиболее значимые параметры, которые могут повлиять на качество воды. Это поможет определить оптимальную концентрацию химических реагентов и технологических параметров для их использования. Второй способ, которым искусственный интеллект может помочь модернизировать водоочистные сооружения, заключается в оптимизации работы оборудования. Искусственный интеллект можно использовать для оптимизации процесса очистки воды, что приведёт к экономии времени и снижению затрат. Например, системы машинного обучения могут анализировать данные производства в режиме реального времени и оптимизировать работу оборудования, чтобы сохранять оптимальный уровень энергопотребления. Третий способ, которым искусственный интеллект может помочь модернизировать водоочистные сооружения, заключается в мониторинге качества воды. Использование искусственного интеллекта для мониторинга качества воды может помочь предотвращать загрязнение водных ресурсов. Системы машинного обучения могут анализировать большие объёмы данных о качестве воды и своевременно определять наличие возможных проблем, таких как высокий уровень бактерий или загрязнения. Четвёртый способ, которым искусственный интеллект мо-

жет помочь модернизировать водоочистные сооружения, заключается в автоматизации процесса очистки воды. Использование искусственного интеллекта для автоматизации процесса очистки воды может повысить эффективность работы сооружений и снизить человеческий фактор ошибок. Пятый способ, которым искусственный интеллект может помочь модернизировать водоочистные сооружения, заключается в прогнозировании. Использование искусственного интеллекта для прогнозирования спроса на воду позволит лучше планировать производство и уменьшить потери воды. Кроме того, системы машинного обучения могут использоваться для прогнозирования изменений климата и адаптации к ним. В целом, использование искусственного интеллекта в водоочистных сооружениях может значительно увеличить эффективность процесса очистки воды, снизить затраты и повысить качество продукции.

Заключение

Искусственный интеллект может быть реализован с минимальными затратами и доставит значительную пользу для обеспечения сохранения окружающей среды. Реализация проекта очистки сточных вод с использованием искусственного интеллекта позволит улучшить экологическую ситуацию на территории склада и повысить его безопасность.

Представлено описание реализации проекта очистки сточных вод с использованием искусственного интеллекта позволит улучшить экологическую ситуацию на территории склада и повысить его безопасность. Автоматизация процесса очистки воды на водоочистных сооружениях с помощью искусственного интеллекта может быть достигнута путём использования различных алгоритмов машинного обучения. На первом шаге создаётся математическая модель для определения оптимальной дозировки химических реагентов, необходимых для очистки воды. Для этого можно использовать алгоритмы искусственного интеллекта и машинного обучения, такие как рекуррентные нейронные сети или глубокие нейронные сети, которые могут выявлять зависимости между параметрами воды и концентрации используемых реагентов. На основе этих данных искусственного интеллекта может автоматически определять оптимальные дозировки реагентов для очистки воды. На втором шаге используется искусственный интеллект для определения оптимальной технологии очистки воды. Для этого можно использовать алгоритмы машинного обучения, которые могут анализировать данные о качестве воды и производственных параметрах. Эти данные могут помочь определить оптимальный режим работы оборудования и установить правильную последовательность проведения процессов очистки воды. На третьем шаге используется искусственный интеллект для мониторинга качества воды и определения наличия возможных проблем. Для этого можно использовать алгоритмы машинного обучения, которые могут анализировать данные о качестве воды и своевременно определять наличие возможных проблем, таких как высокий уровень бактерий или загрязнений. Это поможет предотвратить возможное загрязнение водных ресурсов. На четвёртом шаге происходит автоматическая настройка работы оборудования с целью оптимизации процесса очистки воды. Для этого можно использовать алгоритмы машинного обучения, которые могут анализировать данные производства в режиме реального времени и оптимизировать работу оборудования, чтобы сохранять оптимальный уровень энергопотребления и снижать потери. На пятом шаге происходит автоматическое создание отчётов о процессе очистки воды. Для этого можно использовать алгоритмы машинного обучения, которые могут автоматически генерировать отчёты о производственных операциях на основе данных, полученных в процессе работы.

Когда речь идёт об анализе данных для оптимизации процесса очистки воды, одним из наиболее часто используемых методов является машинное обучение. Машинное

обучение является типом искусственного интеллекта, который обучает компьютерные системы на основе анализа данных и позволяет им делать прогнозы и принимать решения. Одним из первых шагов в использовании машинного обучения для анализа данных по качеству воды является сбор данных. Для этого могут использоваться различные источники, например, результаты лабораторных тестов, данные датчиков и информация о ранее проведённых очистках воды. Эти данные могут быть представлены в виде таблиц и баз данных и загружены в систему машинного обучения. Затем, используя алгоритмы машинного обучения, такие как классификация, кластеризация, линейная регрессия и нейронные сети, можно создать модели, которые будут анализировать данные, и выделять наиболее значимые параметры, влияющие на качество воды. Например, модель может определять, какие химические вещества и какие концентрации этих веществ наиболее сильно влияют на качество воды. После того, как модель создана, её можно использовать для определения оптимальной концентрации химических реагентов и технологических параметров для очистки воды. Модель может предсказывать, как изменения концентрации веществ будут влиять на качество воды и на основе этих прогнозов можно выбирать оптимальные параметры. Кроме того, машинное обучение может помочь обнаружить неожиданные связи и зависимости между параметрами, которые могут быть упущены при ручном анализе данных. Например, модель может определять связь между временем суток и концентрацией химических веществ, что может помочь оптимизировать процесс очистки воды.

Внедрение искусственного интеллекта в оборудование, предназначенное для очистки сточных вод от нефтепродуктов на территории складов горюче-смазочных материалов, может быть весьма эффективным решением. Автоматизация процессов очистки позволит повысить точность определения концентрации загрязнений и более эффективно управлять процессом очистки сточных вод.

Список использованных источников

1. Artificial intelligence in wastewater treatment: A data-driven analysis of status and trends / Shubo Zhang [et al.] // *Chemosphere*. — 2023. — sep. — Vol. 336. — P. 139163. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.139163>.
2. The role of conventional methods and artificial intelligence in the wastewater treatment: a comprehensive review / Wahid Ali Hamood Altowayti [et al.] // *Processes*. — 2022. — sep. — Vol. 10, no. 9. — P. 1832. — URL: <https://doi.org/10.3390/pr10091832>.
3. Ramesh Poornima, Suganya Kathirvel, Maheswari T. Uma [et al.]. Relevance of artificial intelligence in wastewater management. — 2022. — may. — URL: <https://doi.org/10.1002/9781119823469.ch14>.
4. A review of artificial intelligence in water purification and wastewater treatment: recent advancements / Soma Safer [et al.] // *Journal of Water Process Engineering*. — 2022. — oct. — Vol. 49. — P. 102974. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2022.102974>.
5. Artificial intelligence-assisted prediction of effluent phosphorus in a full-scale wastewater treatment plant with missing phosphorus input and removal data / Yanran Xu [et al.] // *ACS EST Water*. — 2023. — jan. — URL: <https://doi.org/10.1021/acsestwater.2c00517>.
6. Malviya Arti, Jaspal Dipika. Artificial intelligence as an upcoming technology in wastewater treatment: a comprehensive review // *Environmental Technology Reviews*. — 2021. — jan. — Vol. 10, no. 1. — P. 177–187. — URL: <https://doi.org/10.1080/21622515.2021.1913242>.

Сведения об авторах:

Сергей Валерьевич Селезнев — кандидат технических наук, доцент кафедры авиатопливообеспечения ФГБОУ ВО «Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б. П. Бугаева», Ульяновск, Россия

E-mail: serg13579@mail.ru

ORCID iD  0009-0002-8818-1784

Web of Science ResearcherID  IZE-7076-2023

Original article
PACS 89.90.+n
OCIS 010.7340
MSC 97U50

Using artificial intelligence to modernize the treatment facilities of the fuel and lubricants warehouse

S. V. Seleznev 

*Ulyanovsk Institute of Civil Aviation named after Chief Marshal of Aviation B. P. Bugaev,
432071, Ulyanovsk, Russia*

Submitted August 3, 2023
Resubmitted August 9, 2023
Published September 30, 2023

Abstract. The main results of using artificial intelligence to modernize the treatment facilities of the fuel and lubricants warehouse are discussed. The principles of industrial safety of warehouses of fuels and lubricants and aviation fuel supply enterprises are described, namely, environmental safety in the operation of wastewater treatment facilities. To improve the environmental safety of the territories of enterprises where continuous wastewater treatment takes place, the introduction of artificial intelligence is proposed. Artificial intelligence can be implemented at minimal cost and will bring significant benefits to ensure the preservation of the environment. The main methods of wastewater treatment used in modern treatment facilities are considered.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, modernization of treatment facilities, storage of fuels and lubricants, environmental safety

References

1. Artificial intelligence in wastewater treatment: A data-driven analysis of status and trends / Shubo Zhang [et al.] // *Chemosphere*. — 2023. — sep. — Vol. 336. — P. 139163. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.139163>.
2. The role of conventional methods and artificial intelligence in the wastewater treatment: a comprehensive review / Wahid Ali Hamood Altowayti [et al.] // *Processes*. — 2022. — sep. — Vol. 10, no. 9. — P. 1832. — URL: <https://doi.org/10.3390/pr10091832>.
3. Ramesh Poornima, Suganya Kathirvel, Maheswari T. Uma [et al.]. Relevance of artificial intelligence in wastewater management. — 2022. — may. — URL: <https://doi.org/10.1002/9781119823469.ch14>.
4. A review of artificial intelligence in water purification and wastewater treatment: recent advancements / Soma Safer [et al.] // *Journal of Water Process Engineering*. — 2022. — oct. — Vol. 49. — P. 102974. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2022.102974>.
5. Artificial intelligence-assisted prediction of effluent phosphorus in a full-scale wastewater treatment plant with missing phosphorus input and removal data / Yanran Xu [et al.] // *ACS EST Water*. — 2023. — jan. — URL: <https://doi.org/10.1021/acsestwater.2c00517>.

6. Malviya Arti, Jaspal Dipika. Artificial intelligence as an upcoming technology in wastewater treatment: a comprehensive review // Environmental Technology Reviews. — 2021. — jan. — Vol. 10, no. 1. — P. 177–187. — URL: <https://doi.org/10.1080/21622515.2021.1913242>.

Information about authors:

Sergei Valerievich Seleznev — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Aviation Fuel Supply, Ulyanovsk Institute of Civil Aviation named after Chief Marshal of Aviation B. P. Bugaev, 432071, Ulyanovsk, Russia.

E-mail: serg13579@mail.ru

ORCID iD  0009-0002-8818-1784

Web of Science ResearcherID  IZE-7076-2023

INDEX OF AUTHORS

Alexandrova, E. V., 32

Altunin, K. K., 32, 54

Orlova, E. V., 1

Seleznev, S. V., 83

Sharnina, I. A., 15

Sorokina, E. S., 54

Zakharov, K. A., 23

