ISSN 2712-8326

НАУКА ONLINE
SCIENCE ONLINE

Электронный научный журнал
№ 4 (21)| 2022

http://nauka-online.ru/

НАУКА ONLINE, № 4 (21), 2022.

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».

Главный редактор: К. К. Алтунин.

Адрес редакции: Россия, 432071, г. Ульяновск, площадь Ленина, д. 4/5.

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

E-mail: nauka_online@ulspu.ru

Science online, issue 4 (21), 2022.

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.

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

Editorial office address: Russia, 432071, Ulyanovsk, 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**

Е. Е. Волкова. Результаты апробации элементов курса по основам теоретической космологии 1

Л. И. Курмашева. Исследование интегрированных уроков по физике в профильной школе 14

2 Физико-математические науки **23**

К. К. Алтунин. Разработка дистанционного курса по нанобиотехнологиям . . . 23

К. К. Алтунин, Э. В. Орлова. Разработка дистанционного курса по наноплазмонике в системе управления обучением MOODLE 44

К. К. Алтунин, Е. Н. Причалова. Разработка дистанционного курса по нанофотонике в системе управления обучением MOODLE 75

А. А. Карташова. Компьютерная презентация как способ презентации научной информации по физике 96

Авторский указатель **109**

CONTENTS

1 Pedagogical sciences **1**

The results of testing the elements of the course on the basics of theoretical cosmology
E. E. Volkova 1

Investigation of integrated lessons in physics in a specialized school
L. I. Kurmasheva 14

2 Physical and mathematical sciences **23**

Development of a distance course on nanobiotechnologies
K. K. Altunin 23

Development of a distance course on nanoplasmonics in the learning management system MOODLE
K. K. Altunin, E. V. Orlova 44

Development of a distance course on nanophotonics in the learning management system MOODLE
K. K. Altunin, E. N. Prichalova 75

Computer presentation as a way to present scientific information on physics
A. A. Kartashova 96

Author's index **109**

Секция 1

Педагогические науки

Научная статья
УДК 378.145
ББК 74.48
ГРНТИ 14.35.09
ВАК 13.00.02
PACS 01.40.gb
OCIS 000.2060
MSC 78A60

Результаты апробации элементов курса по основам теоретической космологии

Е. Е. Волкова [1]

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

Поступила в редакцию 27 сентября 2022 года
После переработки 28 сентября 2022 года
Опубликована 12 декабря 2022 года

Аннотация. Рассматриваются основные теоретические и методические проблемы апробации элементов курса по основам теоретической космологии в очной магистратуре по магистерской программе «Приоритетные направления науки в физическом образовании» в педагогическом университете. Работа посвящена описанию результатов педагогического эксперимента по апробации элементов курса по основам теоретической космологии в очной магистратуре по магистерской программе «Приоритетные направления науки в физическом образовании» в педагогическом университете. При этом обсуждаются некоторые нерешённые проблемы современной теоретической космологии.

Ключевые слова: гравитация, лазер, гравитационные волны, астрофизика, космология, курс, элемент курса, педагогический эксперимент, когерентное излучение

[1] E-mail: liza_volkova1999@mail.ru

Введение

Актуальность проблемы формирования системы теоретических знаний по астрофизике при помощи элементов курса по основам теоретической космологии, читаемого в очной магистратуре по магистерской программе «Приоритетные направления науки в физическом образовании» в педагогическом университете, на основе обобщения и систематизации теоретических знаний по астрофизике в процессе обучения в очной магистратуре объясняется, в первую очередь, ростом информации по астрофизике и теоретической космологии.

Объектом исследования является образовательный процесс в очной магистратуре по магистерской программе «Приоритетные направления науки в физическом образовании» в педагогическом университете.

Предметом исследования являются элементы учебной дисциплины по основам теоретической космологии в очной магистратуре по магистерской программе «Приоритетные направления науки в физическом образовании» в педагогическом университете.

Целью работы является апробация элементов учебной дисциплины по основам теоретической космологии в очной магистратуре по магистерской программе «Приоритетные направления науки в физическом образовании» в педагогическом университете.

Задачей исследования является возможность раскрыть методику использования элементов учебной дисциплины по основам теоретической космологии в очной магистратуре педагогического университета и разработать систему проверки знаний по основам теоретической космологии в очной магистратуре педагогического университета.

Гипотеза исследования состоит в выявлении особенностей того, каковы возможности проектирования системы элементов учебной дисциплины по основам теоретической космологии в очной магистратуре, состоящей из сочетания традиционных форм контроля с информационными технологиями, активными и интерактивными формами обучения, что делает процесс обучения теоретической космологии более эффективным.

Основным методом исследования является метод, который используется при описании и анализе материала педагогического эксперимента по апробации элементов курса по основам теоретической космологии в очной магистратуре по магистерской программе «Приоритетные направления науки в физическом образовании» в педагогическом университете.

Обзор

Возникновение идеи создания гравитонного лазера связывают с появлением оптических квантовых генераторов и открытием гравитационных волн. Предполагается, что, в силу универсального фундаментального физического принципа корпускулярно-волнового дуализма существуют кванты гравитационного излучения, которые называют гравитонами. Гравитоны должны обладать спином $s_G = 2$. Гравитоны, являясь квантами гравитационного излучения, как и кванты электромагнитного излучения фотоны, обладающие спином $s_\gamma = 1$), являются бозонами. Следовательно, теоретически можно создать физическое устройство для осуществления генерации и усиления гравитационного излучения, названное гравитонным лазером, подобное лазеру, предназначенного для генерации и усиления электромагнитного излучения оптического диапазона. Предполагается, что в природе физическое явление, подобное гравитонному лазеру, может существовать в окрестности чёрных дыр. В настоящее время, из-за чрезвычайной малости значения гравитационной постоянной, практическая генерация вынужденного гравитационного излучения не осуществлена. Обсуждаются лишь гипотетические возможные конструкции гравитонных лазеров.

Лазер работает по физическому принципу, согласно которому в генерирующей сре-

де, где квантовых возбуждённых состояний больше, чем невозбужденных, спонтанно испускаемые фотоны могут впоследствии стимулировать испускание большего количества фотонов, когерентных со стимулирующим фотоном. Процесс может каскадироваться несколько раз, создавая лавину когерентных фотонов. Если коэффициент усиления среды генерации достаточно высок, можно получить значительное усиление за один проход, в отражающих зеркалах нет необходимости.

Генерация лазерного излучения тесно связана с процессами генерации одиночных фотонов. На сегодняшний день гравитационные волны не обнаружены, и нет известных процессов, которые производят одиночные гравитоны (не говоря уже о том, что нет прямых доказательств того, что гравитационное поле вообще квантуется — только логические рассуждения, основанные на структуре общей теории относительности и квантовая механика экстраполируется на соответствующий режим).

Поскольку не известны какие-либо процессы для производства одиночных гравитонов, нет известных способов, с помощью которых можно было бы создать лазер на гравитационных волнах.

Связанное состояние нейтрона со всей Землей — это не то, с чем можно построить инвертированную населённость для создания лазера. Теперь, переходя к гравитационному аналогу лазера на свободных электронах, представляется, что появляется та же проблема. Гравитационная постоянная очень мала, и необходимо использовать нейтрального кандидата, чтобы эффект не был замаскирован электромагнитными изменениями, чтобы нельзя было понять, как можно попытаться создать резонатор только с гравитационными силами. Схема из-за изменения ускорения могла бы излучать когерентные гравитационные волны даже при работе с заряженными электронами, но из-за малости гравитационной постоянной они были бы очень слабыми и необнаружимыми. Разумеется, всё вышесказанное при допущении, что гравитация квантуется так же, как и остальные три силы.

Физический принцип работы лазера основан на генерации вынужденного излучения. Это лёгкая часть. В общей теории относительности есть близкий аналог вынужденного излучения — явление, известное как сверхизлучение. Короче говоря, если у вас есть вращающаяся чёрная дыра и вы излучаете в ней гравитационные волны с правильными параметрами, можно получить больше гравитационных волн. Черная дыра теряет угловой момент, чтобы питать энергию, необходимую для усиления гравитационных волн. Это всего лишь волновой аналог процесса Пенроуза. С очень эвристической точки зрения сверхизлучение чёрной дыры связано с вынужденным излучением, как излучение Хокинга связано со спонтанным излучением. Помимо чёрных дыр, было высказано предположение, что сверхизлучение возникает и у быстро вращающихся нейтронных звезд. Таким образом, теоретически известно, что существуют гравитационные системы, которые демонстрируют усиление гравитационных волн, не полагаясь на инверсию населенностей или подобные вещи.

Но лазер — это не только усиление волн, это устройство, которое стабильно работает с этим механизмом для получения когерентного света. И здесь теоретически умирает «гравитационный лазер». В обычном лазере нужен резонатор, который: а) обеспечивает механизм обратной связи, чтобы устройство было стабильным (то есть не прекращало работу из-за того, что популяция переходит в основное состояние) и б) выбирает заданную длину волны для получения когерентного света. И, как хорошо известно, поскольку гравитация взаимодействует со всем, не существует такой вещи, как гравитационная полость или зеркало для гравитационных волн. Таким образом, должно быть возможно производить гравитационные волны желаемой частоты и возможно усиливать волны, проблема в том, что вы не можете построить стабильное устройство. Это относится к обычной архитектуре лазеров, хотя не может исключать конструкцию лазера на сво-

бодных электронах, поскольку в ней отсутствует резонатор. Проблема заключалась бы в том, чтобы спроектировать эквивалент квадрупольного вигглера, о котором не известно, как он будет работать, но теоретически это не исключено.

Отклонение света в гравитационном поле Солнца является одним из наиболее фундаментальных следствий общей теории относительности, а также одним из её классических тестов, впервые проведённых Эддингтоном столетие назад. Однако, несмотря на его центральную роль в современной физике, ни один эксперимент не проверял его в якобы квантовом режиме, где и материя, и свет проявляют неклассические свойства. Взаимодействие, приводящее к искривлению света, также вызывает запутывание фотонов и материи, если гравитация и материя рассматриваются наравне с квантовой механикой. Квантовое искривляющее свет взаимодействие в рамках пертурбативной квантовой гравитации подчеркивает этот момент, показывая, что запутанные состояния могут быть созданы уже с когерентными состояниями света и материи, используя нелинейную связь, вызванную обменом гравитонами.

В статье [1] исследуется возможный способ получения гравитонов в лаборатории. В статье [1] оценивается сечение для электрона + фотона → электрона + гравитона в рамках линеаризованной гравитации и анализируем эту реакцию, рассматривая фотон, исходящий либо от лазерного луча, либо от процесса комптоновского обратного рассеяния.

В статье [2] представлено исследование метода обнаружения стохастического фона гравитационных волн с помощью лазерно-интерферометрических гравитационно-волновых антенн. Стохастический фон гравитационных волн можно измерить, сопоставив выходные данные двух или более детекторов. Результаты в статье [2] могут быть применены к планируемому новому поколению интерферометров километровой длины, таких как лазерная интерферометрическая гравитационно-волновая обсерватория в США или аналогичные системы в других странах. Усовершенствованные детекторы смогут ограничить плотность фоновой энергии гравитационных волн на логарифмический интервал на частоте 100 Гц до $2 \cdot 10^{-10}$ раз плотности закрытия Вселенной. Обзор потенциальных источников показывает, что пара антенн сможет подтвердить или опровергнуть существование космических струн или обнаружить фон, создаваемый внегалактическими двойными нейтронными звездами. Приведены элементы оптимальной конструкции и ориентации интерферометра для обнаружения стохастического фона гравитационных волн или любой гравитационной волны. В частности, представлены критерии ориентации пары антенн, компромисс между чувствительностью и шириной полосы, а также влияние разноса антенн на корреляцию. В статье [2] приведена процедура получения коррелированного сигнала от двух интерферометров. Представлена статистическая основа корреляционного эксперимента. Исследуются причина и следствие коррелированного шума. Также обсуждаются вопросы фильтрации и анализа данных.

В статье [3] показано, что гравитационные волны от астрономических источников оказывают нелинейное воздействие на детекторы лазерных интерферометров на Земле, эффект, которым до сих пор пренебрегали, но который имеет тот же порядок величины, что и линейные эффекты. Признаком нелинейного эффекта является постоянное смещение пробных масс после прохождения цуга волн.

Изучение генерации метрических возмущений в лаборатории дает возможность легче наблюдать и понимать механизмы, действующие в гравитации. В статье [4] представлены результаты исследования, которое сосредоточено на возмущении метрики, генерируемом световым импульсом, поскольку оно могло бы генерироваться современным лазером сверхвысокой мощности. Несмотря на очень небольшую величину, генерируемый таким образом потенциал имеет преимущества по сравнению с потенциалом, генерируе-

мым ускорением массы, такие как отсутствие шума из-за неравномерного ускорения или возможность масштабирования эксперимента. Действительно, масштабировать электромагнитное колебание легче, чем механический осциллятор, который должен быть либо с большой ускоряемой массой, либо с множеством малых масс, всё синхронно, причём ускорение должно быть четырёхполярным. Таким образом, генерация метрической деформации с помощью лазера может оказаться полезной для долгосрочного проведения лабораторного эксперимента по генерации и обнаружению гравитационных волн.

В статье [5] ожидается, что полоса частот гравитационных волн в миллигерцах будет содержать богатую симфонию сигналов с источниками, варьирующимися от галактических двойных белых карликов до спиралей с экстремальным соотношением масс. Многие из этих сигналов гравитационных волн не могут быть разрешены по отдельности. Вместо этого они будут некогерентно добавляться, создавая стохастический шум смешения гравитационных волн, частотный состав которого будет определяться динамикой источников. Угловая структура мощности шума путаницы будет модулироваться распределением источников по небу. Измерение этой структуры может дать важную информацию о распределении источников в галактическом и внегалактическом масштабах, их астрофизике и их эволюции в космических масштабах времени. Кроме того, поскольку шум путаницы является частью шумового бюджета космической антенны лазерного интерферометра, его картирование также будет иметь важное значение для изучения разрешаемых сигналов. В статье [5] представлен байесовский алгоритм для исследования углового распределения стохастического шума смешения гравитационных волн с помощью космической антенны лазерного интерферометра с использованием базиса сферических гармоник. В статье [5] разрабатывается метод, основанный на коэффициентах Клебша-Гордана, для математического ограничения сферических гармоник, чтобы получить неотрицательное распределение, делая их оптимальными для расширения мощности гравитационных волн и поддающимися байесовскому выводу. В статье [5] демонстрируются методы, используя серию симуляций и анализов, включая восстановление смоделированных распределенных и локализованных источников мощности гравитационных волн. В статье [5] также применяется этот метод для картирования переднего плана гравитационных волн от галактических белых карликов, используя упрощенную модель распределения галактических белых карликов.

Учитывая недавнее обнаружение гравитационных волн от отдельных источников, почти наверняка в будущем будет обнаружена какая-то форма фона гравитационных волн. Наиболее многообещающим кандидатом для такого обнаружения являются фоны, состоящие из некогерентной суперпозиции сигнала неразрешённых астрофизических явлений, или фоны, образованные более ранними космологическими событиями. Такие фоны также будут содержать анизотропии около среднего значения. Информация, содержащаяся в уровне фона и любых анизотропиях, будет чрезвычайно ценной в качестве астрофизического и космологического зонда. Таким образом, возможность реконструировать карты звёздного неба для сигнала станет важной по мере увеличения чувствительности. В статье [6] создаётся и тестируется основанный на пикселях инструмент для создания фоновых карт гравитационных волн с максимальным правдоподобием, который использует взаимную корреляцию наборов обобщенных базовых линий в качестве входных данных. Полученные карты представляют собой фоновую мощность гравитационных волн или «интенсивность» деформации неба. В статье [6] тестируется алгоритм, реконструируя известные входные карты с различными базовыми конфигурациями. В статье [6] также применяется картограф к подмножеству данных усовершенствованной лазерной интерферометрической гравитационно-волновой обсерватории.

За 100 лет после публикации общей теории относительности Альберта Эйнштейна произошло значительное развитие понимания теории, выявление потенциальных астрофизических источников достаточно сильных гравитационных волн и развитие ключевых технологий детекторов гравитационных волн. В 2015 году первые сигналы гравитационных волн были зарегистрированы двумя американскими приборами Advanced LIGO. В 2017 году детекторы Advanced LIGO и European Advanced Virgo зафиксировали слияние двойных нейтронных звезд, которое также наблюдалось в электромагнитном спектре. Область гравитационно-волновой астрономии только начинается, и в этой дорожной карте будущих разработок рассматривается потенциал расширения полосы пропускания и чувствительности будущих детекторов гравитационных волн, а также обсуждаются научные результаты, ожидаемые от будущих инструментов [7].

Волны гравитации подобны электромагнитным волнам. Место, где эта идея о использовании гравитационных волн для создания гравитационного лазера разваливается, заключается в том, как создаются эти волны. Гравитационные волны, исходящие от сливающейся пары чёрных дыр, могут быть перенаправлены массивными объектами, которые исследователи могут когда-нибудь использовать в качестве своего рода гравитационного «радара» для картирования невидимых обитателей Вселенной. Гладкий гравитационный потенциал отклоняет гравитационные волны, и угол отклонения легко может составить 180 градусов (например, если спроецировать луч света вблизи чёрной дыры с правильным параметром удара).

Электромагнитные волны, особенно те, которые генерируются в лазерах, создаются электронами, поглощающими или теряющими энергию. Аналогов гравитационным волнам нет. Поскольку лазеры требуют, чтобы электромагнитные волны излучались в основном синхронно с существующими волнами, и пока нет возможности сделать это с гравитацией, поэтому пока не может быть гравитационных лазеров.

Поскольку типичная гравитационная волна от астрофизических источников имеет частоту $\approx 1\,\text{Гц}$, её длина волны составит $\approx 10^8\,\text{м}$, а это означает, что никакая обозримая технология не сможет создать метаматериал. Даже если бы могли создать это, обладая новой технологией, то отличие показателя преломления от 1 было бы невероятно малым. Для расчёта показателя преломления выводится соотношение $n = 1 - 4\pi G\chi$, где χ – это восприимчивость, в основном определяемая с точки зрения того, какой тензор энергии-импульса получается для данной величины кривизны Вейля. Предполагается, что лучший шанс увидеть это явление может быть в «распространении гравитационных волн через облака молекулярного газа галактического или межгалактического размера». Хотя $n - 1$ было бы невероятно мало, предполагается, что можно было бы увидеть эффект, накопленный за тысячи или миллионы световых лет.

Если принять, что гравитация будет успешно квантована, то на этот вопрос можно будет ответить так же, как и в случае с фотонами: гравитационная волна, возникающая в результате слияния гравитонов, аналогична электромагнитным волнам, возникающим в результате слияния фотонов.

Итак, в зависимости от длины волны (энергии гравитона) и сечения рассеяния гравитон-чёрная дыра, некоторые будут захвачены в пределах горизонта, внося свой вклад в массу чёрной дыры, а некоторые будут рассеяны вдали от неё, в зависимости от от угла падения и спиновых квантовых чисел.

Электромагнитные волны связаны с электрическим зарядом, тогда как гравитационные волны связаны с массой. Таким образом, процесс генерации гравитационной волны должен сильно отличаться от стандартного процесса вынужденного излучения с созданием инверсии населённостей энергетических квазиуровней, используемого в обычном лазере.

Методы

Для повышения качества обучения на занятиях по учебной дисциплине по основам теоретической космологии в очной магистратуре использовался электронный образовательный ресурс в виде сайта по основам теоретической космологии. Использование электронного образовательного ресурса в виде сайта по основам теоретической космологии позволяет в динамическом режиме изучать как простые, так и сложные для понимания студентов теоретические закономерности явлений астрофизики и космологии.

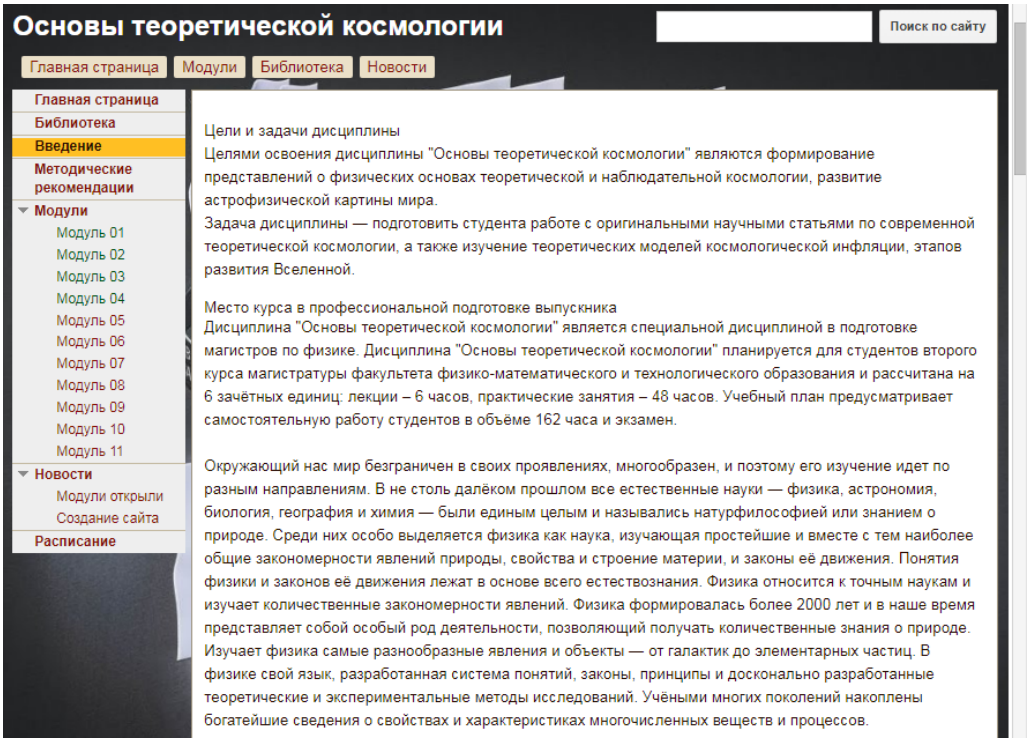


Рис. 1. Страница сайта по основам теоретической космологии, содержащая введение в курс.

На рис. 1 изображена страница сайта по основам теоретической космологии, содержащая введение в курс.

На рис. 2 изображена страница сайта по основам теоретической космологии, содержащая описание и элементы первой темы из первого модуля учебной дисциплины по основам теоретической космологии.

На рис. 3 изображена страница сайта по основам теоретической космологии, содержащая описание и элементы двенадцатой темы из пятого модуля учебной дисциплины по основам теоретической космологии.

На рис. 4 изображена страница сайта по основам теоретической космологии, содержащая описание и элементы тринадцатой темы из шестого модуля учебной дисциплины по основам теоретической космологии.

Использование электронного образовательного ресурса по основам теоретической космологии позволяет также осуществлять планомерный и систематический контроль успеваемости студентов в рамках тестового контроля по основам теоретической космологии. Для этого в составе электронного образовательного ресурса по основам теоретической космологии разработаны тесты по отдельным темам и контрольные тесты по всем разделам учебной дисциплины по основам теоретической космологии.

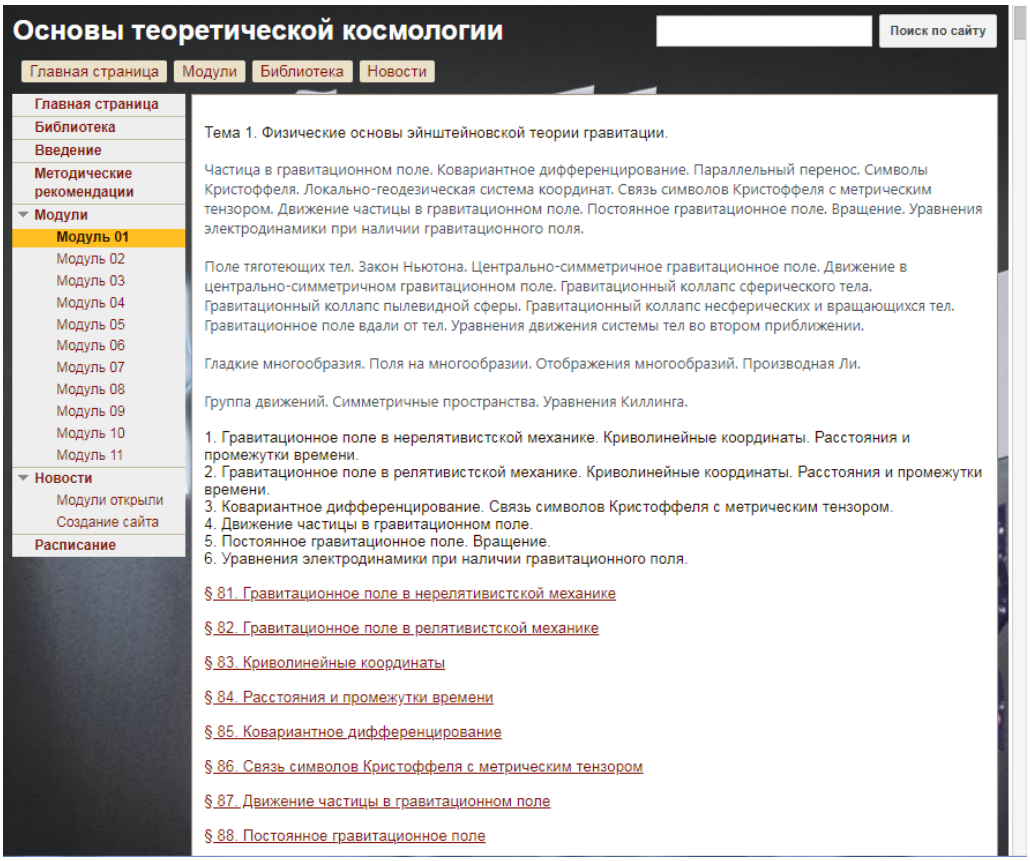


Рис. 2. Страница сайта по основам теоретической космологии, содержащая описание и элементы первой темы из первого модуля учебной дисциплины по основам теоретической космологии.

Результаты педагогического эксперимента

Педагогический эксперимент по по апробации избранных элементов курса по основам теоретической космологии проводился в очной магистратуре педагогического университета с 2012 года по 2015 год.

На успешность результатов проведения педагогического эксперимента по апробации избранных элементов курса по основам теоретической космологии в очной магистратуре педагогического университета повлияли наличие необходимых технических средств обучения астрофизике и космологии, в том числе соответствующего инструментария и инвентаря. На стенах имеются плакаты, которые дают основные знания по астрофизике и теоретической космологии. Для воспроизведения визуальной информации в кабинете имеется проекционная аппаратура такая, как мультимедийный проектор, компьютер и экран.

Учебная дисциплина «Основы теоретической космологии» читалась в магистратуре по физике в группе МПФ-11 в 2012-2013 учебном году. Учебная дисциплина «Основы теоретической космологии» изучалась в группе МПФ-11 с 14 февраля 2013 года по 1 апреля 2013 года. Объём учебной дисциплины «Основы теоретической космологии» составлял 6 зачётных единиц. Аудиторная нагрузка учебной дисциплины «Основы теоретической космологии» включала в себя лекции в объёме 6 часов, практические занятия в объёме 48 часов. Формой итоговой отчётности по учебной дисциплине «Основы теоретической космологии» являлся экзамен в 2012-2013 учебном году. В период изучения учебной дисциплины «Основы теоретической космологии» с 14 февраля 2013 года по 1 апреля 2013 года студентами группы МПФ-11 было посещено 30 % занятий от всех аудиторных занятий о учебной дисциплине «Основы теоретической космологии».

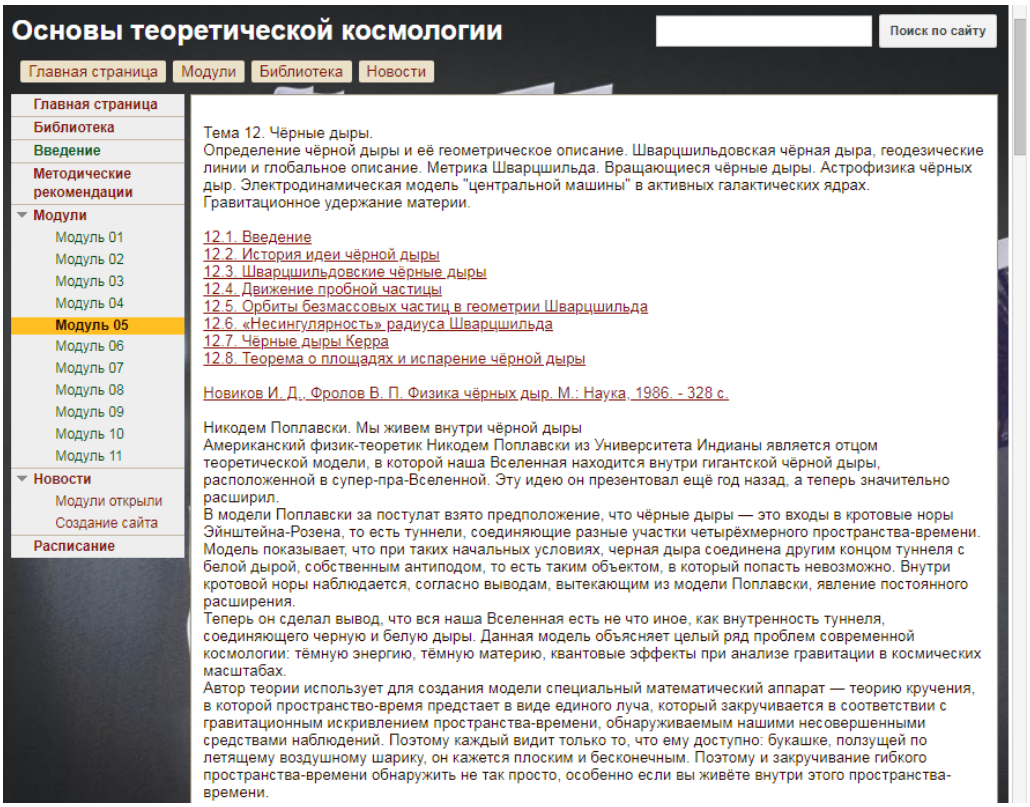


Рис. 3. Страница сайта по основам теоретической космологии, содержащая описание и элементы двенадцатой темы из пятого модуля учебной дисциплины по основам теоретической космологии.

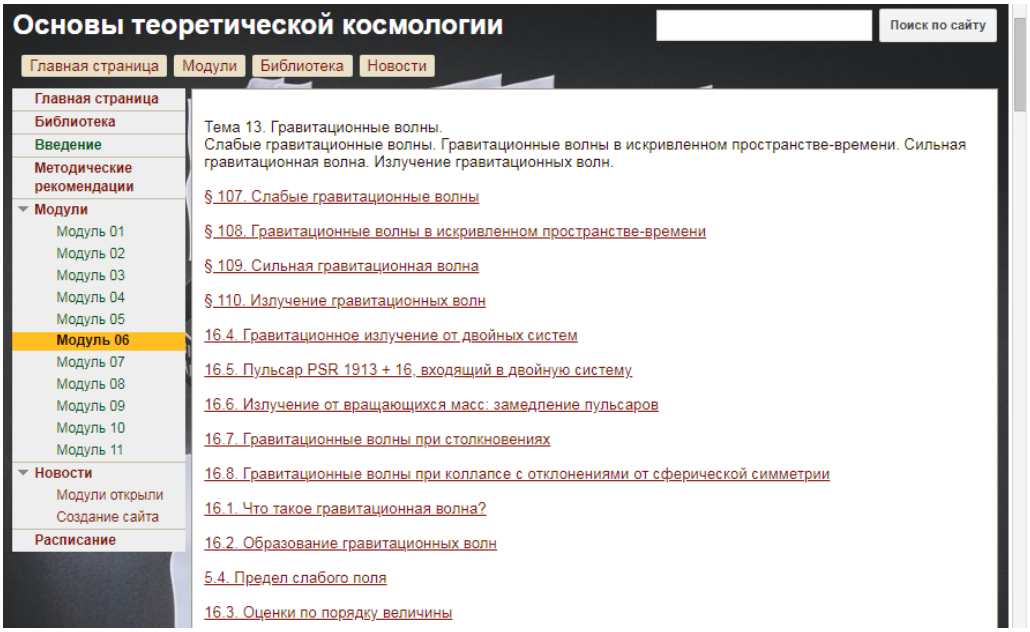


Рис. 4. Страница сайта по основам теоретической космологии, содержащая описание и элементы тринадцатой темы из шестого модуля учебной дисциплины по основам теоретической космологии.

По результатам итогового контроля по учебной дисциплине «Основы теоретической космологии» все студенты группы МПФ-11 успешно сдали экзамен. После окончания магистратуры один из двух студентов группы МПФ-11 продолжили обучение в очной аспирантуре по физике.

Учебная дисциплина «Основы теоретической космологии» читалась в магистратуре по физике в группе МПФ-12 в 2013-2014 учебном году. Учебная дисциплина «Основы теоретической космологии» изучалась в группе МПФ-12 с 22 февраля 2014 года по 10 апреля 2014 года. Объём учебной дисциплины «Основы теоретической космологии» составлял 6 зачётных единиц. Аудиторная нагрузка учебной дисциплины «Основы теоретической космологии» включала в себя лекции в объёме 6 часов, практические занятия в объёме 48 часов. Формой итоговой отчётности по учебной дисциплине «Основы теоретической космологии» являлся экзамен в 2013-2014 учебном году. В период изучения учебной дисциплины «Основы теоретической космологии» с 22 февраля 2014 года по 10 апреля 2014 года студентами группы МПФ-12 было посещено 44 % занятий от всех аудиторных занятий о учебной дисциплине «Основы теоретической космологии». По результатам итогового контроля по учебной дисциплине «Основы теоретической космологии» все студенты группы МПФ-12 успешно сдали экзамен. После окончания магистратуры два из трёх студентов группы МПФ-12 продолжили обучение в очной аспирантуре по физике.

Учебная дисциплина «Основы теоретической космологии» читалась в магистратуре по физике в группе МПФ-13 в 2014-2015 учебном году. Учебная дисциплина «Основы теоретической космологии» изучалась в группе МПФ-13 с 19 февраля 2015 года по 11 апреля 2015 года. Объём учебной дисциплины «Основы теоретической космологии» составлял 6 зачётных единиц. Аудиторная нагрузка учебной дисциплины «Основы теоретической космологии» включала в себя лекции в объёме 6 часов, практические занятия в объёме 48 часов. Формой итоговой отчётности по учебной дисциплине «Основы теоретической космологии» являлся экзамен в 2014-2015 учебном году. В период изучения учебной дисциплины «Основы теоретической космологии» с 19 февраля 2015 года по 11 апреля 2015 года студентами группы МПФ-13 было посещено 78 % занятий от всех аудиторных занятий о учебной дисциплине «Основы теоретической космологии». По результатам итогового контроля по учебной дисциплине «Основы теоретической космологии» все студенты группы МПФ-13 успешно сдали экзамен. После окончания магистратуры один из студентов группы МПФ-13 продолжил обучение в очной аспирантуре по физике.

Обсуждение результатов

В качестве интерпретации результатов проведённого педагогического эксперимента можно представить вывод о целесообразности использования разработанного электронного образовательного ресурса по основам теоретической космологии в очной магистратуре. Использование в учебном процессе электронного образовательного ресурса по основам теоретической космологии в очной магистратуре, содержащего все учебные и вспомогательные учебные материалы по основам теоретической космологии, позволяет обеспечить постоянную информационную поддержку изучения теоретической космологии в очной магистратуре педагогического университета. Получены положительные результаты педагогического эксперимента, подтверждающего эффективность использования электронного образовательного ресурса с элементами для проверки знаний по основам теоретической космологии в очной магистратуре, если проверка знаний реализуется в соответствии со сформулированными требованиями к проверке, организуемой в процессе учебно-познавательной деятельности. Полученные результаты педагогического эксперимента показывают необходимость внедрения и совершенствования электронных образовательных ресурсов по основам теоретической космологии в современных условиях в очной магистратуре педагогического университета.

Гипотеза исследования, состоящая в выявлении особенностей того, каковы возможности проектирования системы элементов учебной дисциплины по основам теоретиче-

ской космологии в очной магистратуре, состоящей из сочетания традиционных форм контроля с информационными технологиями, активными и интерактивными формами обучения, что делает процесс обучения теоретической космологии более эффективным, подтверждена полностью.

Получены положительные результаты педагогического эксперимента, что подтверждает эффективность проверки знаний по учебной дисциплине по основам теоретической космологии в очной магистратуре, если она реализуется в соответствии с сформулированными требованиями к проверке, организуемой в процессе познавательной деятельности по учебной дисциплине по основам теоретической космологии. Определены пути по совершенствованию существующей методики осуществления проверки знаний по учебной дисциплине по основам теоретической космологии в очной магистратуре.

Список использованных источников

1. Novaes S. F., Spehler D. Gravitational laser backscattering // Physical Review D. — 1993. — mar. — Vol. 47, no. 6. — P. 2432–2434. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevd.47.2432.

2. Christensen Nelson. Measuring the stochastic gravitational-radiation background with laser-interferometric antennas // Physical Review D. — 1992. — dec. — Vol. 46, no. 12. — P. 5250–5266. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevd.46.5250.

3. Christodoulou Demetrios. Nonlinear nature of gravitation and gravitational-wave experiments // Physical Review Letters. — 1991. — sep. — Vol. 67, no. 12. — P. 1486–1489. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevlett.67.1486.

4. Lageyre Paul, d'Humières Emmanuel, Ribeyre Xavier. Gravitational influence of high power laser pulses // Physical Review D. — 2022. — may. — Vol. 105, no. 10. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevd.105.104052.

5. Mapping the gravitational-wave sky with LISA: a Bayesian spherical harmonic approach / Sharan Banagiri [et al.] // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. — 2021. — sep. — Vol. 507, no. 4. — P. 5451–5462. — URL: https://doi.org/10.1093/mnras/stab2479.

6. Renzini A. I., Contaldi C. R. Mapping incoherent gravitational wave backgrounds // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. — 2018. — sep. — Vol. 481, no. 4. — P. 4650–4661. — URL: https://doi.org/10.1093/mnras/sty2546.

7. Gravitational-wave physics and astronomy in the 2020s and 2030s / M. Bailes [et al.] // Nature Reviews Physics. — 2021. — apr. — Vol. 3, no. 5. — P. 344–366. — URL: https://doi.org/10.1038/s42254-021-00303-8.

Сведения об авторах:

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

E-mail: liza_volkova1999@mail.ru

ORCID iD 0000-0003-2849-7090

Web of Science ResearcherID AAZ-9027-2020

Original article
PACS 01.40.gb
OCIS 000.2060
MSC 78A60

The results of testing the elements of the course on the basics of theoretical cosmology

E. E. Volkova

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted September 27, 2022
Resubmitted September 28, 2022
Published December 12, 2022

Abstract. The main theoretical and methodological problems of testing the elements of the course on the basics of theoretical cosmology in full-time magistracy under the master's program "Priority directions of science in physical education" at the Pedagogical University are considered. The work is devoted to the description of the results of a pedagogical experiment on approbation of the elements of the course on the basics of theoretical cosmology in full-time magistracy under the master's program "Priority directions of science in physical education" at the Pedagogical University. At the same time, some unsolved problems of modern theoretical cosmology are discussed.

Keywords: gravity, laser, gravitational waves, astrophysics, cosmology, course, course element, pedagogical experiment, coherent radiation

References

1. Novaes S. F., Spehler D. Gravitational laser backscattering // Physical Review D. — 1993. — mar. — Vol. 47, no. 6. — P. 2432–2434. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevd.47.2432.

2. Christensen Nelson. Measuring the stochastic gravitational-radiation background with laser-interferometric antennas // Physical Review D. — 1992. — dec. — Vol. 46, no. 12. — P. 5250–5266. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevd.46.5250.

3. Christodoulou Demetrios. Nonlinear nature of gravitation and gravitational-wave experiments // Physical Review Letters. — 1991. — sep. — Vol. 67, no. 12. — P. 1486–1489. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevlett.67.1486.

4. Lageyre Paul, d'Humières Emmanuel, Ribeyre Xavier. Gravitational influence of high power laser pulses // Physical Review D. — 2022. — may. — Vol. 105, no. 10. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevd.105.104052.

5. Mapping the gravitational-wave sky with LISA: a Bayesian spherical harmonic approach / Sharan Banagiri [et al.] // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. — 2021. — sep. — Vol. 507, no. 4. — P. 5451–5462. — URL: https://doi.org/10.1093/mnras/stab2479.

6. Renzini A. I., Contaldi C. R. Mapping incoherent gravitational wave backgrounds // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. — 2018. — sep. — Vol. 481, no. 4. — P. 4650–4661. — URL: https://doi.org/10.1093/mnras/sty2546.

7. Gravitational-wave physics and astronomy in the 2020s and 2030s / M. Bailes [et al.] // Nature Reviews Physics. — 2021. — apr. — Vol. 3, no. 5. — P. 344–366. — URL: https://doi.org/10.1038/s42254-021-00303-8.

Information about authors:

Elizaveta Evgenievna Volkova — Master's student of the Faculty of Physics, Mathematics and Technological Educationof the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ulyanovsk State Pedagogical University", Ulyanovsk, Russia.

E-mail: liza_volkova1999@mail.ru

ORCID iD 0000-0003-2849-7090

Web of Science ResearcherID AAZ-9027-2020

Научная статья
УДК 530.1
ББК 74.262.23
ГРНТИ 29.05.41
ВАК 01.04.02
PACS 04.20.Cv
OCIS 220.2945
MSC 78-11

Исследование интегрированных уроков по физике в профильной школе

Л. И. Курмашева [1]

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

Поступила в редакцию 15 ноября 2022 года
После переработки 16 ноября 2022 года
Опубликована 12 декабря 2022 года

Аннотация. Обсуждаются некоторые особенности методики преподавания физики в старших классах общеобразовательной школы с использованием интегрированных уроков по физике. Раскрывается сущность методики проведения интегрированных уроков по физике в общеобразовательной школе при изучении физики по углубленной программе в классе с технологическим профилем подготовки. Описаны результаты педагогического эксперимента по апробации интегрированных уроков по теме, связанной с изучением силы упругости и видов деформаций.

Ключевые слова: физика, сила упругости, деформации, интегрированный урок, общеобразовательная школа, технология интегрированного обучения

Введение

В связи с широким развитием системы профильной подготовки по физике на углубленном уровне становится актуальной задача педагогического проектирования системы подготовки по физике с использованием интегрированных уроков в курсе физики старших классов общеобразовательной школы. Для привлечения внимания учащихся к межпредметным аспектам блока предметных дисциплин становится актуальной задача реализации интегрированного обучения физике.

Цель работы состоит в исследовании интегрированного обучения физике в профильной школе.

Задачи исследования:

1. написать обзор работ по современным технологиям в обучении физики в профильной школе,
2. провести педагогический эксперимент по внедрению интегрированного обучения в профильной школе.

[1] E-mail: lesyakurmasheva@gmail.com

Объектом исследования является интегрированное занятие как часть современной системы обучения физике. Предметом исследования является методические особенности подготовки и проведения интегрированных учебных занятий по физике в ходе образовательного процесса в профильной школе.

Гипотеза исследования состоит в том, что если использовать технологию интегрированного обучения физике, то возможно повысить эффективность в профильной школе.

Методологическую основу работы составляют концептуальные положения, методические разработки, труды отечественных и зарубежных ученых по проблемам интегрированного обучения физике в профильной школе. Методами исследования являются педагогический эксперимент с использованием интегрированного обучения в профильной школе. Материалами исследования являются материалы интегрированных уроков по физике в профильной школе.

Новизна исследования заключается в использовании современных технологии и методов интегрированного обучения.

Теоретическая значимость исследования состоит в создании новой концепции интегрированного обучения в профильной школе. Практическая значимость работы заключается в создании углубленной системы подготовки, основанной на технологии интегрированного обучения физике в профильной школе.

Обзор

В книге [1] содержится описание более 80 экспериментов и демонстраций лекций с охватом, который включает основы общей физики: механика и молекулярная физика, электричество и магнетизм, оптика и атомная физика, физика конденсированного состояния. Все эксперименты проиллюстрированы результатами реальных измерений и включают множество новых экспериментов.

В работе [2] описаны исследования в области физического образования, которые убедительно продемонстрировали важность практической деятельности для учащихся. Большинство курсов физики для средних школ и колледжей включают лабораторный компонент и демонстрацию лекций. Современное нововведение состоит в том, чтобы полностью исключить лекцию или, по крайней мере, интегрировать её со студенческим экспериментированием. На уровне старшего бакалавриата курсы имеют тенденцию быть более теоретическими и отделенными от своих экспериментальных аналогов, вероятно, в ущерб обучению. Ресурсы для учителей физики, которые хотят включить в свои курсы больше или лучше эксперименты и демонстрации, относительно скудны.

Несмотря на современный упор на практическую работу студентов, лекционные демонстрации с их уникальной способностью стимулировать интерес студентов остаются неотъемлемой частью физического образования. На нашем факультете проведение показательных занятий по физике для учащихся старших классов имеет традицию, насчитывающую три десятилетия. В статье [3] описаны результаты исследования, в котором стремились выявить факторы, предопределяющие положительное восприятие учащимися этих демонстраций. С исследовательской выборкой из почти 5000 учащихся использовали модифицированный вопросник по внутренней мотивации, чтобы изучить их внутреннюю мотивацию и восприятие демонстраций для учащихся старших классов средней школы. Впоследствии эти данные были сопоставлены с полом респондентов, оценками по физике, намерением изучать её в вузе и заявили об отношении к физике как к школьному предмету. Выяснено, что принятие демонстраций для старшеклассников не зависит от пола и интереса учащихся к физике как школьному предмету. С другой стороны, более высокие оценки по физике и более сильное намерение её изучать были связаны с более положительной оценкой демонстраций. В качестве наиболее сильных предикторов положительного восприятия демонстраций старшеклассниками

были выделены одаренность и прилежание к физике (по выражению самих респондентов). Кластерный анализ выявил четыре группы студентов, одна из которых особенно интересна с точки зрения возможности их дальнейшего изучения физики — это группы студентов, которые не планируют изучать физику в данный момент, но достигают в ней хороших результатов и имеют относительно высокую успеваемость. намерение изучать какую-либо другую дисциплину из науки, техники, инженерии и математики как образовательной категории. Поскольку они продемонстрировали в основном положительное восприятие демонстраций для учащихся старших классов средней школы, обсуждаются возможности использования лекционных демонстраций для стимулирования их интереса.

Проведённый анализ литературы показывает актуальность темы исследования по модернизации и совершенствованию системы профильной подготовки по физике в старших классах общеобразовательной школы.

Результаты педагогического эксперимента

Педагогический эксперимент проводился среди учеников 10 В класса лицея ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И. Н. Ульянова» в городе Ульяновске в 2020-2021 учебном году и 2022-2023 учебном году. Во время педагогического эксперимента в 10 В классе в 2020-2021 учебном году обучалось 22 человека. В 10 В классе было 15 мальчиков и 7 девочек во время педагогического эксперимента. В 10 В классе в 2020-2021 учебном году была реализована программа технологического профиля. В 10 В классе преподавание физики проводилось по углубленной программе обучения.

Суть педагогического эксперимента заключается в апробации интегрированных уроков по физике. По результатам педагогического эксперимента проведено сравнение успеваемости и активности обучающихся в 10 В классе учащихся до начала и после окончания педагогического эксперимента.

Первый этап педагогического эксперимента проводился 19 октября 2022 года. На первом этапе педагогического эксперимента был проведён интегрированный урок по теме «Силы упругости. Деформация и силы упругости. Закон Гука». Тема урока по силам упругости и деформациям посвящена решению задач на описание упругих деформаций тел на основе закона Гука. Интегрированный урок по силам упругости и деформациям был проведён 19 октября 2022 года в десятом классе технологического профиля. Интегрированный урок по силам упругости и деформациям можно классифицировать как урок комбинированного типа, на котором решались задачи на описание упругих деформаций тел на основе закона Гука. На интегрированном уроке по силам упругости и деформациям решались задачи разного уровня и различных типов на расчёт физических характеристик упругих тел при различных деформациях. В качестве контроля знаний использовалась кратковременная самостоятельная работа, проведённая в середине урока. В качестве текущего контроля решались задачи у доски по силам упругости и деформациям. В качестве наглядного материала использовался опорный конспект с алгоритмом решения задач по силам упругости и деформациям в упругих средах. В качестве домашнего задания было задано изучение параграфа 23, решение задач после этих параграфов из учебника В. А. Касьянова по физике для десятого класса.

В ходе педагогического эксперимента проводились интегрированные уроки по физике и информатике. На интегрированном уроке по теме «Силы упругости. Деформация и силы упругости. Закон Гука» с использованием компьютера решались задачи на расчёт физических характеристик упругих деформаций с применением зависимостей, показанных на рис. 1 и рис. 2.

На рис. 1 приведено изображение графика зависимости силы упругой деформации

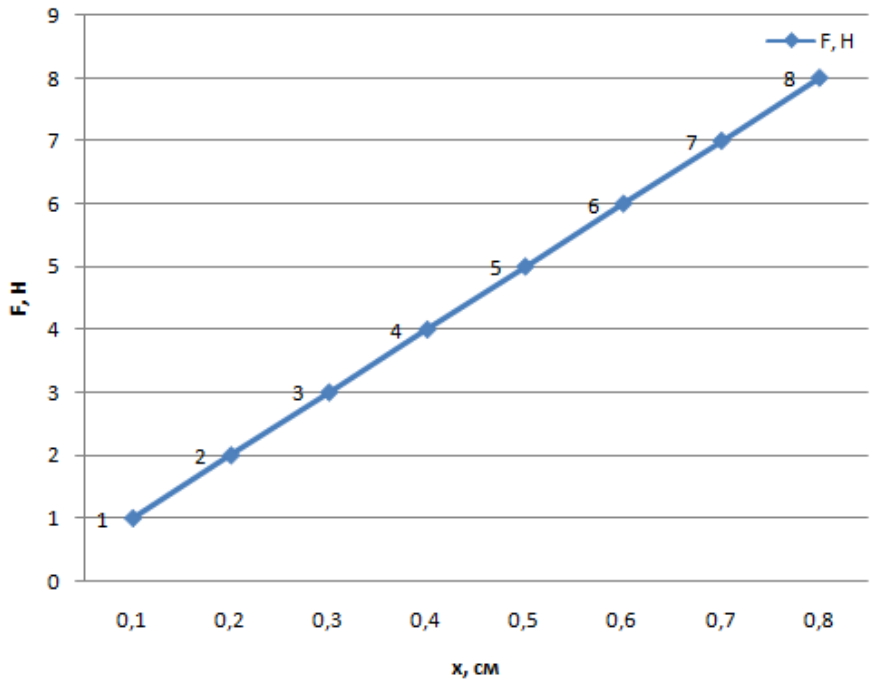


Рис. 1. График зависимости силы упругой деформации тела от смещения для решения задач первого варианта.

тела от смещения для решения задач первого варианта.

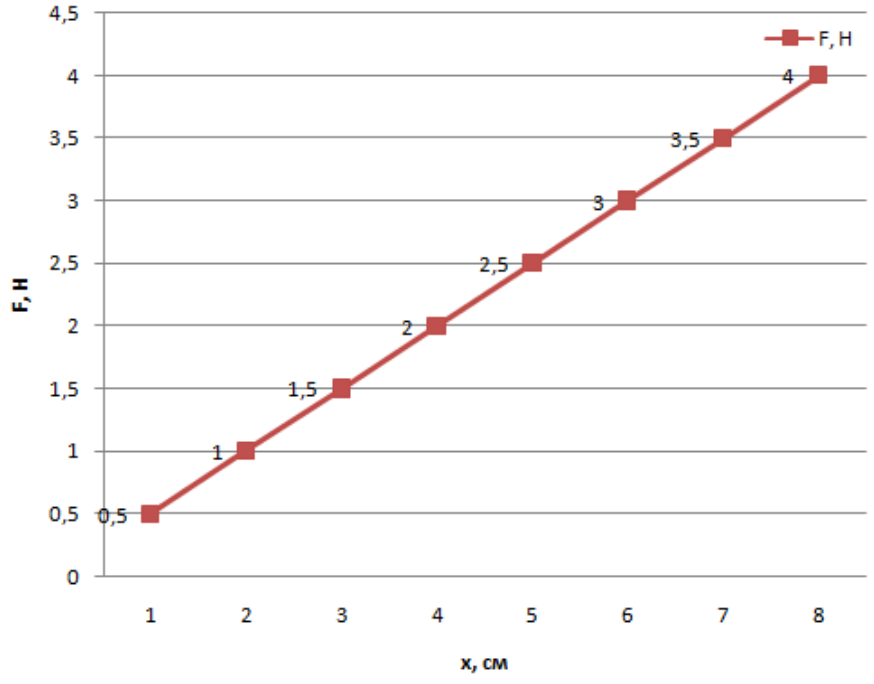


Рис. 2. График зависимости силы упругой деформации тела от смещения для решения задач второго варианта.

На рис. 2 приведено изображение графика зависимости силы упругой деформации тела от смещения для решения задач второго варианта.

На рис. 3 изображён график изменения активности учащихся на интегрированном уроке по физике и информатике, проведённом 27 октября 2020 года. В результате проведённого педагогического эксперимента средняя активность на интегрированном уроке

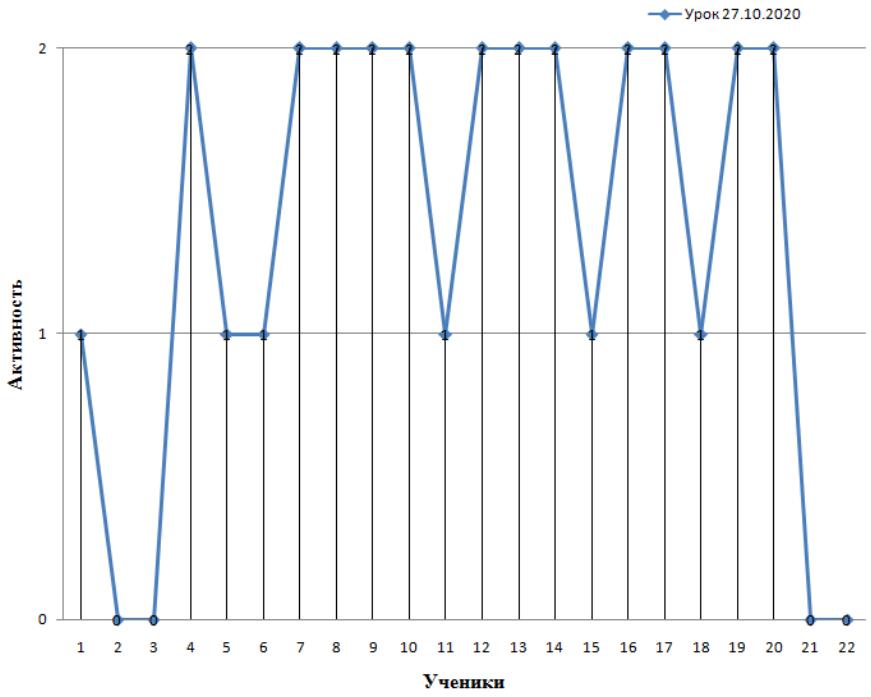


Рис. 3. График изменения активности учащихся на интегрированном уроке по физике и информатике, проведённом 27 октября 2020 года.

по физике и информатике, проведённом 27 октября 2020 года, составила 1.364.

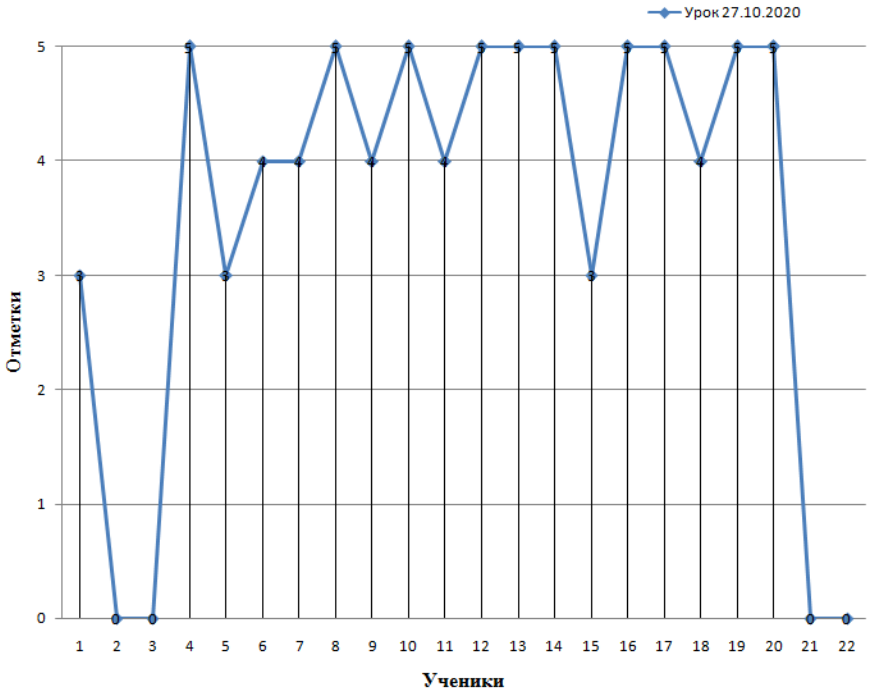


Рис. 4. Отметки учащихся на интегрированном уроке по физике и информатике, проведённом 27 октября 2020 года.

На рис. 4 изображён график изменения отметок учащихся на интегрированном уроке по физике и информатике, проведённом 27 октября 2020 года.

На интегрированном уроке по физике, проведённом 27.10.2020, абсолютная успеваемость составила 81.82 %, качественная успеваемость составила 68.18 %. На уроке, про-

ведённом 27.10.2020, степень обученности учащихся составила 66.18 %, что свидетельствует об оптимальном уровне обученности. Достижение оптимального уровня обученности позволяет реализовывать творческий уровень запоминания и понимания теоретического материала по избранной теме по силам упругости и деформациям. На уроке, проведённом 27.10.2020, высший уровень требований составляет 64.91 %, средний уровень требований составляет 39.45 %, низкий уровень требований составляет 20.55 %. На уроке, проведённом 27.10.2020, среднее значение отметок составляет 3.591. На уроке, проведённом 27.10.2020, среднее квадратичное отклонение от среднего арифметического значения составляет 2.316. На уроке, проведённом 27.10.2020, экспериментальное значение хи-квадрат составляет 12.091, что меньше, чем критическое теоретическое значение хи-квадрат для уровня значимости $\alpha = 0.01$ и числа степеней свободы $n = 5$, равного 15.08627, поэтому подтверждается основная гипотеза.

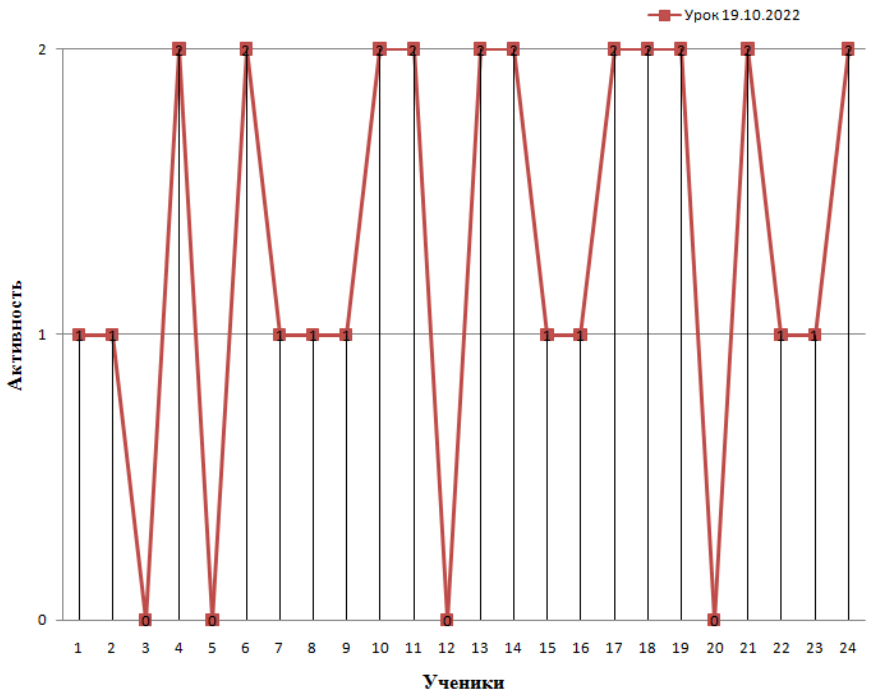


Рис. 5. График изменения активности учащихся на интегрированном уроке по физике и информатике, проведённом 19 октября 2022 года.

На рис. 5 изображён график изменения активности учащихся на интегрированном уроке по физике и информатике, проведённом 19 октября 2022 года. В результате проведённого педагогического эксперимента средняя активность на интегрированном уроке по физике и информатике, проведённом 19 октября 2022 года, составила 1.292.

На рис. 6 изображён график изменения отметок учащихся на интегрированном уроке по физике и информатике, проведённом 19 октября 2022 года.

На рис. 7 изображена гистограмма степени обученности учащихся десятых классов технологического профиля на двух интегрированных уроках по физике, проведённых 27 октября 2020 года и 19 октября 2022 года.

На интегрированном уроке по физике, проведённом 19.10.2022, абсолютная успеваемость составила 83.33 %, качественная успеваемость составила 66.67 %. На уроке, проведённом 19.10.2022, степень обученности учащихся составила 62.58 %, что свидетельствует о допустимом уровне обученности. Достижение допустимого уровня обученности позволяет реализовывать допустимый уровень запоминания и понимания теоретического материала по избранной теме по силам упругости и деформациям. На уроке, проведённом 19.10.2022, высший уровень требований составляет 60.67 %, средний уро-

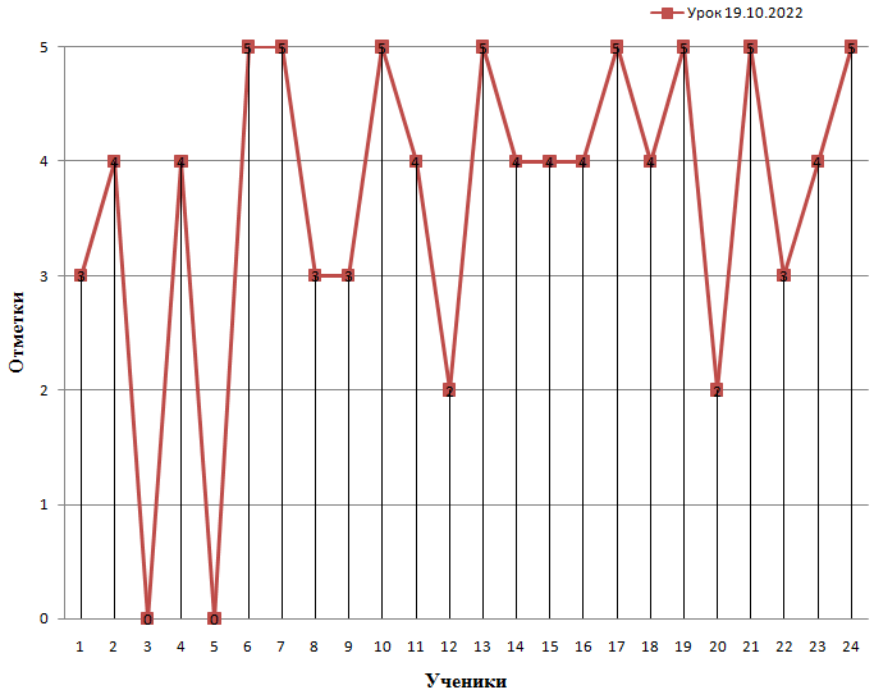


Рис. 6. Отметки учащихся на интегрированном уроке по физике и информатике, проведённом 19 октября 2022 года.

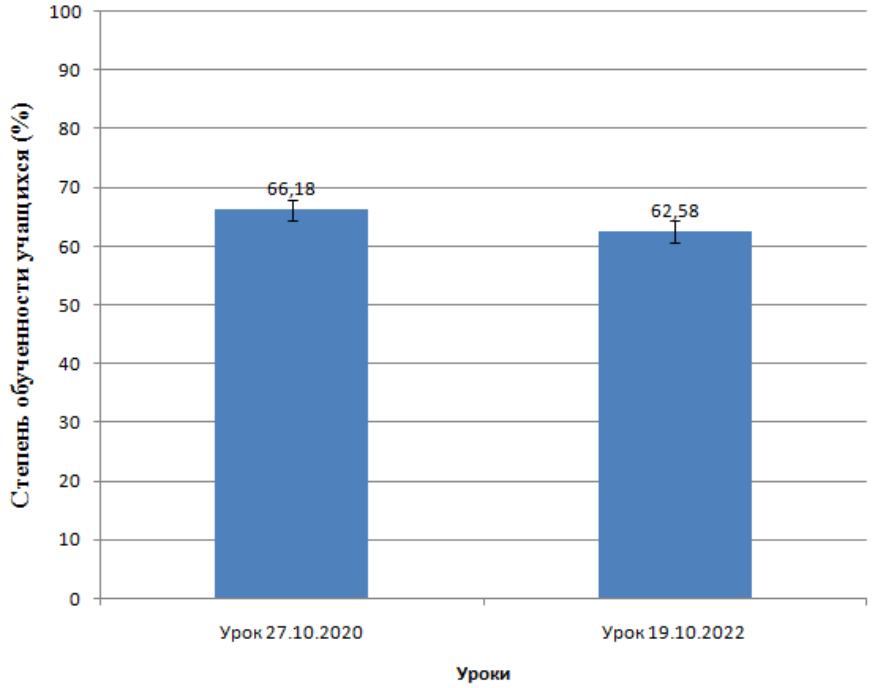


Рис. 7. Гистограмма степени обученности учащихся десятых классов технологического профиля на двух интегрированных уроках по физике, проведённых 27 октября 2020 года и 19 октября 2022 года.

вень требований составляет 36.00 %, низкий уровень требований составляет 18.00 %. На уроке, проведённом 19.10.2022, среднее значение отметок составляет 3.667. На уроке, проведённом 19.10.2022, среднее квадратичное отклонение от среднего арифметического значения составляет 1.999. На уроке, проведённом 27.10.2020, экспериментальное значение хи-квадрат составляет 7.667, что меньше, чем критическое теоретическое зна-

чение хи-квадрат для уровня значимости $\alpha = 0.01$ и числа степеней свободы $n = 5$, равного 15.08627, поэтому подтверждается основная гипотеза.

Заключение

Использование интегрированных уроков по физике позволяет организовать межпредметные связи и активизировать познавательную активность учащихся. Интегрированные уроки по физике могут применяться в различных разделах физики в старших классах профильной школы. Технология проведения интегрированных уроков по физике в старших классах профильной школы, способствующая развитию познавательных интересов и творческих способностей школьников по физике, показала положительные результаты. Полученные результаты педагогического эксперимента по использованию интегрированных уроков по физике позволят создать методическую основу для интегрированного обучения в профильной школе.

Гипотеза исследования, состоящая в том, что если использовать технологию интегрированного обучения физике, то возможно повысить эффективность в профильной школе, подтверждена полностью.

В результате апробации методики преподавания физики в старших классах общеобразовательной школы с использованием интегрированных уроков по физике выявлены ключевые особенности проведения интегрированных уроков по физике в старших классах профильной школы с технологическим профилем подготовки. Полученные результаты педагогического эксперимента по апробации интегрированных уроков по теме, связанной с изучением силы упругости и видов деформаций, показали эффективность использования интегрированных уроков по физике в общеобразовательной школе при изучении физики по углубленной программе в классе с технологическим профилем подготовки.

Список использованных источников

1. Kraftmakher Yaakov. Experiments and demonstrations in physics - Bar-Ilan physics laboratory. — World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2006. — URL: https://doi.org/10.1142/9789812774545.

2. Sprott Julien C. Experiments and demonstrations in physics: Bar-Ilan physics laboratory // Physics Today. — 2008. — mar. — Vol. 61, no. 3. — P. 55–56. — URL: https://doi.org/10.1063/1.2897954.

3. Kácovský Petr, Snětinová Marie. Physics demonstrations: who are the students appreciating them? // International Journal of Science Education. — 2021. — jan. — Vol. 43, no. 4. — P. 529–551. — URL: https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1871526.

Сведения об авторах:

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

E-mail: lesyakurmasheva@gmail.com

ORCID iD 0000-0002-3387-2409

Web of Science ResearcherID GYU-5967-2022

Original article
PACS 04.20.Cv
OCIS 220.2945
MSC 78-11

Investigation of integrated lessons in physics in a specialized school

L. I. Kurmasheva

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted November 15, 2022
Resubmitted November 16, 2022
Published December 12, 2022

Abstract. Some features of the methodology of teaching physics in the upper grades of a general education school with the use of integrated lessons in physics are discussed. The essence of the methodology for conducting integrated lessons in physics in a general education school when studying physics in an in-depth program in a class with a technological training profile is revealed. The results of a pedagogical experiment on testing integrated lessons on a topic related to the study of the elastic force and types of deformations are described.

Keywords: physics, elastic force, deformations, integrated lesson, general education school, integrated learning technology

References

1. Kraftmakher Yaakov. Experiments and demonstrations in physics - Bar-Ilan physics laboratory. — World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2006. — URL: https://doi.org/10.1142/9789812774545.

2. Sprott Julien C. Experiments and demonstrations in physics: Bar-Ilan physics laboratory // Physics Today. — 2008. — mar. — Vol. 61, no. 3. — P. 55–56. — URL: https://doi.org/10.1063/1.2897954.

3. Kácovský Petr, Snětinová Marie. Physics demonstrations: who are the students appreciating them? // International Journal of Science Education. — 2021. — jan. — Vol. 43, no. 4. — P. 529–551. — URL: https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1871526.

Information about authors:
Leysan Ildarovna Kurmasheva — 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: lesyakurmasheva@gmail.com
ORCID iD 0000-0002-3387-2409
Web of Science ResearcherID GYU-5967-2022

Секция 2

Физико-математические науки

Научная статья
УДК 372.8
ББК 74.489
ГРНТИ 14.35.09
ВАК 13.00.02
PACS 01.40.-d
OCIS 220.2945
MSC 78-11

Разработка дистанционного курса по нанобиотехнологиям

К. К. Алтунин [1]

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

Поступила в редакцию 5 ноября 2022 года
После переработки 6 ноября 2022 года
Опубликована 12 декабря 2022 года

Аннотация. Рассматривается результат разработки дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале педагогического университета. Рассмотрены теоретические проблемы создания дистанционного курса по нанобиотехнологиям. В основе дистанционного курса по нанобиотехнологиям лежит фундаментальная проблема использования нанотехнологий в биологических объектах. Для создания дистанционного курса по нанобиотехнологиям выбрана модульная технология дистанционного курса, позволяющая поддерживать темп изучения курса по нанобиотехнологиям. Описаны результаты разработки модульной структуры курса, лекций, теоретических элементов и элементов контроля знаний по нанобиотехнологиям.

Ключевые слова: нанобиотехнологии, дистанционный курс, модульная структура курса, элементы контроля знаний, система управления обучением MOODLE

[1] E-mail: kostya_altunin@mail.ru

Введение

В настоящее время всё шире повсеместно используются различные технологии изучения физики в школах и учебных заведениях, по этой причине всё актуальнее становится задача разработки дистанционного курса по нанобиотехнологиям. В настоящее время стало возможным применение технологий дистанционного и смешанного обучения в университете.

Курс по нанобиотехнологиям посвящён изучению текущего состояния и будущего бионанотехнологий, а также преимущества и ограничения бионанотехнологий.

Бионанотехнология — это новая область исследований, возникшая на пересечении нанотехнологий и биотехнологий. Нанотехнология относится к проектированию, разработке и применению материалов, имеющих по крайней мере одно измерение в нанометровом масштабе, в то время как биотехнология разрабатывается на основе знаний о живых системах и организмах для создания или улучшения различных продуктов. Объединение нанотехнологий и биотехнологий прокладывает путь к разработке гибридной технологии с уникальными характеристиками. Таким образом, эта новая технология будет использоваться для улучшения нашего уровня жизни в различных аспектах от разработки новых лекарств, продуктов питания и функциональной косметики до внедрения новых методов анализа и лечения рака для защиты окружающей среды.

Целью работы является исследование технологи создания дистанционного курса по нанобиотехнологиям в системе управления обучением MOODLE.

Задачи исследования состоят в том, чтобы разработать модульную структуру дистанционного курса по нанобиотехнологиям, разработать систему лекций и элементов контроля знания по курсу по нанобиотехнологиям.

Объектом исследования является курс по нанобиотехнологиям.

Предметом исследования является процесс разработки курса по нанобиотехнологиям с использованием модульной технологии создания дистанционного курса в системе управления обучением MOODLE.

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

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

Материалами исследования являются теоретические материалы по нанобиотехнологиям.

Новизна исследования состоит в процессе разработки дистанционного курса по нанобиотехнологиям заключается в последовательном модульном использовании проектирования по нанобиотехнологиям.

Теоретическая значимость заключается в создании новой методологии преподавания курса по нанобиотехнологиям.

Практическая значимость работы заключается в применении смешанного курса в процессе преподавания нанобиотехнологиям в педагогическом университете.

Обзор работ по нанобиотехнологиям

Цель исследования, описанного в статье [1], состояла в том, чтобы изучить отношение будущих преподавателей естественных наук к нанобиотехнологии в зависимости от различных переменных (их пол, уровень обучения, уровень образования семьи, уровень дохода семьи, регион их университета, частота преподавания тем нанотехнологии в их курсах и статус следующих научных публикаций). В настоящем исследовании был использован метод опроса. Данные исследования были получены из шкалы отноше-

ния к нанобиотехнологии и формы личной информации и применены к 1318 будущим учителям естественных наук. Собранные данные были проанализированы с помощью тестов Манна-Уитни и Крускала-Уоллиса. Было установлено, что отношение будущих преподавателей естественных наук к нанобиотехнологии различается в зависимости от уровня обучения, региона их университета, частоты преподавания тем нанотехнологий в их курсах и статуса следующих научных публикаций. Однако они не различались по полу, семейному образовательному статусу и статусу дохода. Результаты, полученные в результате исследования, отражающего профиль Турции, могут служить ориентиром для разработчиков политики в области образования, разработчиков программ, преподавателей и исследователей, работающих в области нанобиотехнологий.

Биомолекулярная инженерия может быть использована для целенаправленного манипулирования биомолекулами, такими как пептиды, белки, нуклеиновые кислоты и липиды, в рамках соотношений между их структурами, функциями и свойствами, а также их применимости в таких областях, как разработка новых биоматериалов, биосенсоры, биовизуализация, клиническая диагностика и терапия. Нанотехнологии также можно использовать для проектирования и настройки размеров, форм, свойств и функциональности наноматериалов. Таким образом, между нанотехнологиями и биомолекулярной инженерией существует значительное совпадение, поскольку обе они связаны со структурой и поведением материалов в нанометровом масштабе или меньше. Поэтому ожидается, что в сочетании с нанотехнологиями биомолекулярная инженерия откроет новые области нанобионанотехнологий и бионанотехнологий и внесёт вклад в разработку новых нанобиоматериалов, нанобиоустройств и нанобиосистем. В статье [2] освещаются недавние исследования с использованием сконструированных биологических молекул (например, олигонуклеотидов, пептидов, белков, ферментов, полисахаридов, липидов, биологических кофакторов и лигандов) в сочетании с функциональными наноматериалами в приложениях нанобионанотехнологий и бионанотехнологий, включая терапию, диагностику, биосенсор, биоанализ и биокатализаторы. Кроме того, в статье [2] основное внимание уделяется пяти областям последних достижений в области биомолекулярной инженерии: инженерия нуклеиновых кислот, генная инженерия, белковая инженерия, технологии химической и ферментативной конъюгации и инженерия линкеров. Ожидается, что точно спроектированные нанобиоматериалы, нанобиоустройства и нанобиосистемы станут платформами следующего поколения для биоэлектроники, биосенсоров, биокатализаторов, методов молекулярной визуализации, биологических приводов и биомедицинских приложений.

В статье [3] сообщается, что для успешной интеграции белков в биосенсоры или композитные материалы важно понимать свойства белков, например их растворимость в различных средах. Одним из самых неприятных моментов при манипуляциях с растворами белков и наночастицами, покрытыми белками, является их необратимое осаждение из раствора, что приводит к потере кропотливых усилий по подготовке образцов. Чаще всего такое осаждение происходит в изоэлектрической точке белка — значении pH, при котором суммарный заряд белка равен нулю. В общем, знание изоэлектрической точки белка важно, потому что оно сообщает диапазон кислотности раствора, при котором белок остается растворимым, и позволяет предсказать, как белок будет взаимодействовать с другими заряженными материалами. Современные методы определения изоэлектрической точки, такие как изоэлектрическое фокусирование, требуют относительно больших количеств белка, что неприемлемо, когда доступны только следовые количества. Подход, развитый в статье [3], был бы полезен для количественной оценки распределения белка по поверхности. Выполненный в наномасштабе, этот подход мог бы, например, помочь понять формирование белковых корон на поверхностях, подвергшихся воздействию сыворотки. Такой метод может помочь раскрыть истоки судьбы

наночастиц в живых системах, что в настоящее время является серьезной проблемой для разработки эффективных тераностических наночастиц.

Сочетание биомолекулярного распознавания и магнитных наночастиц создаёт огромные возможности для развития передовых технологий как в академических исследованиях, так и в промышленных секторах. В статье [4] рассматривается текущий прогресс в области гибридных систем магнитных наночастиц и биомолекул, в частности, используя пары распознавания ДНК-ДНК, ДНК-белок, белок-белок и белок-неорганические вещества в нескольких областях применения нанобиотехнологий, включая молекулярную биологию, диагностику, лечение, промышленные биокатализаторы и экологические разделения.

У нанобиотехнологий есть потенциал для создания интеллектуальных датчиков растений, которые взаимодействуют с электронными устройствами и приводят их в действие для повышения продуктивности растений, оптимизации и автоматизации распределения воды и агрохимикатов, а также обеспечения высокопроизводительного химического фенотипирования растений. Сокращение потерь урожая из-за стрессов, связанных с окружающей средой и патогенами, повышение эффективности использования ресурсов и выбор оптимальных характеристик растений являются основными проблемами в растениеводстве во всем мире. Новые технологии необходимы для точного мониторинга в режиме реального времени и с высоким пространственным и временным разрешением физиологических и связанных с развитием реакций растений на их микроокружение. Наноматериалы позволяют преобразовывать химические сигналы растений в цифровую информацию, которую можно отслеживать с помощью удаленных электронных устройств. В статье [5] обсуждается дизайн и взаимодействие интеллектуальных датчиков на основе нанобиотехнологий, которые сообщают о сигнальных молекулах растений, связанных с состоянием здоровья, сельскохозяйственным и фенотипическим устройствам с помощью оптических, беспроводных или электрических сигналов. В статье [5] описано, как опосредованная наноматериалами доставка генетически закодированных датчиков может выступать в качестве инструментов для исследований и разработки интеллектуальных датчиков растений. В статье [5] оцениваются рабочие параметры интеллектуальных датчиков на основе нанобиотехнологий в растениях (например, разрешение, чувствительность, точность и долговечность), включая оптические нанодатчики и носимые наноэлектронные датчики. В заключение представлено интегрированное и перспективное видение того, как нанотехнологии могут обеспечить интеллектуальные датчики растений, которые взаимодействуют с электронными устройствами и приводят их в действие для мониторинга и оптимизации производительности отдельных растений и использования ресурсов.

Достижения в области нанотехнологий предоставили новый набор исследовательских инструментов, материалов, структур и систем для биологических и медицинских исследований и приложений. Эти нанотехнологии включают применение флуоресцентных квантовых точек для получения оптических изображений, дизайн поверхностей металлических наночастиц для сверхчувствительного биомолекулярного снятия отпечатков пальцев и использование наноструктур в качестве агентов гипертермии для лечения рака. В отличие от традиционных технологий, частицы, структуры и системы нанометрового размера могут быть наделены уникальными свойствами, просто изменяя их размер, форму и состав. Из-за настраиваемых свойств биологи и клиницисты могут разрабатывать материал по индивидуальному заказу для конкретных исследовательских нужд. В статье [6] освещаются последние достижения и прогресс в исследованиях бионанотехнологий, а также представляем будущие перспективы в этой комплексной области.

Белки семейства ферритинов встречаются во всех царствах жизни и служат для хра-

нения железа в белковой клетке и для защиты клетки от окислительного повреждения, вызванного реакцией Фентона. Структурные и биохимические особенности ферритинов широко используются в приложениях бионанотехнологий: от производства металлических наночастиц; в качестве шаблонов для полупроводникового производства; и в качестве каркасов для разработки вакцин и доставки лекарств. В статье [7] сначала обсуждаются структурные свойства основных белков семейства ферритинов и опишем, как их организация определяет их функции. Во-вторых, в статье [7] описываются применение ферритинов в материаловедении, основанное на их способности связывать металл в своих полостях. Наконец, в статье [7] исследуется использование ферритина в качестве контейнера для доставки лекарств и в качестве каркаса для производства вакцин.

Наночастицы золота являются важными компонентами для биомедицинских приложений. Наночастицы золота широко используются для диагностики и всё чаще используются в области терапии. В статье [8] представлены стратегии изготовления наночастиц золота и выделяем ряд недавних применений этих материалов в бионанотехнологии.

Благодаря своей центральной роли в молекулярных сетях, которые управляют клеточной функцией, рибонуклеиновая кислота широко используется для конструирования компонентов, используемых в биологических цепях для синтетической биологии. Нанотехнология нуклеиновых кислот, которая использует предсказуемые взаимодействия нуклеиновых кислот для реализации программируемых молекулярных систем, добилась значительных успехов в наномасштабной самосборке и молекулярных вычислениях, что позволяет создавать сложные наноструктуры и нейронные сети на основе дезоксирибонуклеиновой кислоты. Таким образом, живые клетки, генетически сконструированные для выполнения программ нанотехнологии нуклеиновых кислот, обладают выдающимся потенциалом для значительного расширения существующих ограничений синтетической биологии. В этой перспективе в статье [9] обсуждаются последние разработки и будущие проблемы в области синтетических бионанотехнологий. К настоящему времени исследователи в этой новой области внедрили десятки программируемых наноустройств на основе рибонуклеиновой кислоты, которые обеспечивают точный контроль над экспрессией генов на транскрипционном и трансляционном уровнях. Кроме того, они использовали синтетические самособирающиеся сети на основе рибонуклеиновой кислоты в сконструированных бактериях для выполнения вычислений, включающих до дюжины входных данных, и значительного увеличения скорости химического синтеза. Дальнейшему развитию этой области будут способствовать улучшенные стратегии для оптимизации синтеза сети нуклеиновых кислот и новые подходы для улучшения функции сети. По мере того, как эта область развивается и разрыв в сложности между системами сокращается, синтетическая бионанотехнология обещает иметь разнообразные потенциальные применения, начиная от внутриклеточных цепей, которые обнаруживают и лечат болезни, и заканчивая синтетическими ферментативными путями, которые эффективно производят новые молекулы лекарств.

В статье [10] рассмотрены основные свойства производных каликсарена как поливалентных лигандов для биомакромолекул и как многофункциональных катализаторов. Простота функционализации и возможность контролировать регио- и стереохимическое расположение множественных лигирующих единиц вокруг центрального ядра позволяют получать лиганды с высокой аффинностью и селективностью, особенно в отношении белков и нуклеиновых кислот. Гидрофильный/липофильный характер также можно точно настроить, что позволяет получать мономерные гибридные производные или амфифилы, способные к самосборке отдельно или в сочетании с липидами с образованием наночастиц и липосом, содержащих каликсарены. Полученные к настоящему времени знания проливают свет на будущее применение каликсаренов в бионанотехнологии и

наномедицине.

За последние несколько десятилетий исследователи разработали множество искусственных ферментов из различных материалов, чтобы имитировать структуру и функции природных ферментов. В последнее время нанозимы, наноматериалы с ферментоподобными характеристиками, появляются как новые искусственные ферменты и привлекают огромный интерес исследователей. Заметные успехи были достигнуты в области нанозимов благодаря их уникальным свойствам по сравнению с природными ферментами и классическими искусственными ферментами. До сих пор было изучено множество наноматериалов, имитирующих различные природные ферменты для широкого применения. Чтобы подчеркнуть недавний прогресс нанозимов (особенно в бионанотехнологии), в статье [11] обсуждаются различные применения нанозимов, которые варьируются от датчиков, изображений и терапии до логических вентилей, удаления загрязняющих веществ, очистки воды. Наконец, в статье [11] обращаются к текущим проблемам, стоящие перед исследованиями нанозимов, а также возможные направления реализации их большого потенциала в будущем.

В статье [12] описаны результаты разработки наночастиц с однородным ядром/оболочкой, состоящие из слоя кремнезема и пигментов или магнетитового ядра, используя метод микроэмульсии из воды в масле. Наночастицы обладают высокой люминесцентностью и фотостабильностью, их размер составляет от 5 до 400 нм. Биоконъюгация этих наночастиц кремнезема добавляет уникальные биофункции различным молекулам, таким как ферменты, антитела и молекулы дезоксирибонуклеиновой кислоты. Значительные преимущества были показаны в использовании биоконъюгированных наночастиц для биозондирования и биовизуализации, таких как окрашивание клеток, обнаружение и разделение дезоксирибонуклеиновой кислоты, быстрое обнаружение отдельных бактерий и биотехнологическое применение для защиты дезоксирибонуклеиновой кислоты.

Наночастицы золота обладают уникальными оптическими и химическими свойствами, которые делают их идеально подходящими для ряда применений в бионанотехнологиях, включая оптические зонды, адресную доставку лекарств и запрограммированный синтез материалов. Постоянной темой является универсальность наночастиц золота и то, как эту универсальность можно использовать для адаптации наночастиц золота к различным химическим средам — от водных суспензий до агрессивных условий клеточной культуры или кровотока человека. В статье [13] описаны оптические и химические свойства наночастиц золота, а также рассмотрен ряд конкретных применений в рамках бионанотехнологий.

Бионанотехнология является постоянно расширяющейся областью, поскольку инновации в нанотехнологиях продолжают разрабатываться на основе биологических систем или применяться для удовлетворения неудовлетворенных потребностей в биологии, биомедицине, включая различные решения для датчиков и доставки лекарств. Среди широкого спектра бионаноматериалов, которые были разработаны, бионаноматериалы, реагирующие на стимулы, представляют особый интерес, и поэтому в этом обзоре им уделяется особое внимание. В статье [14] выделены самые последние достижения в области бионаноматериалов, реагирующих на стимулы, с акцентом на те, которые обладают ответами, основанными на активации, расширении или сжатии, самосборке или разборке. В статье [14] уделено внимание некоторым из самых последних исследований в области бионанотехнологий и интересным приложениям в этой области.

В статье [15] обсуждается использование нанотехнологий для изоляции субклеточных компартментов и их применение к субклеточным системам. В статье [15] обсуждается использование нанотехнологий в биологии субклеточных систем. В статье [15] разрабатывается нанобиотехнологический подход с использованием суперпарамагнитных наночастиц, оптимизированных с различными поверхностными покрытиями для

выделения субклеточных органелл. Используя подход с погоней за импульсом, видно, что суперпарамагнитные наночастицы по-разному взаимодействуют с клеткой в зависимости от функционализации её поверхности. В статье [15] основное внимание уделяется использованию функционализированных суперпарамагнитных наночастиц в качестве инструмента нанобиотехнологии для выделения высококачественных (как по чистоте, так и по выходу) плазматических мембран и эндосом или лизосом. Такой инструмент нанобиотехнологии можно применять для создания реестров субклеточных компартментов. В перспективе эта стратегия может применяться в таких областях, как иммунология, рак и исследование стволовых клеток.

Результаты разработки дистанционного курса

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

Общая трудоёмкость курса по нанобиотехнологиям составляет 4 зачётные единицы.

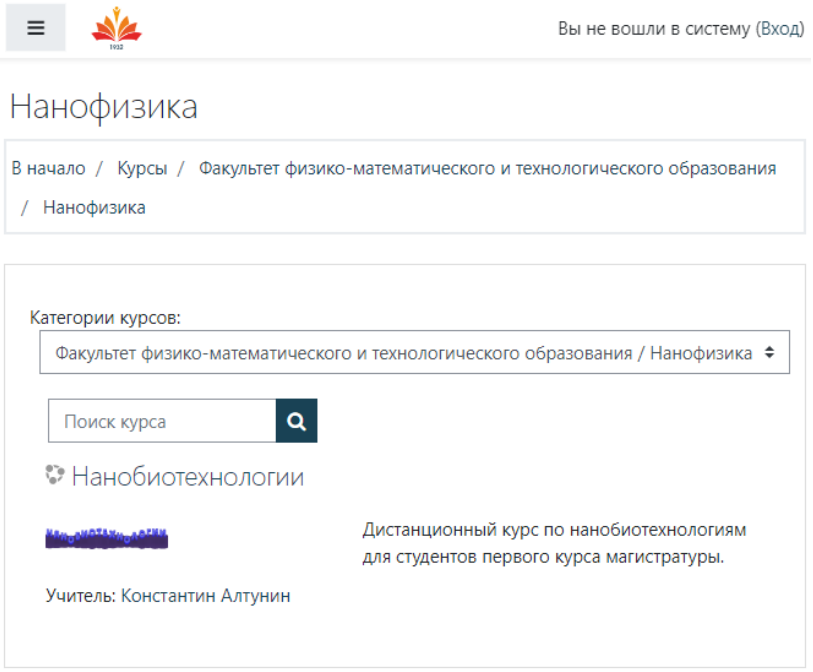


Рис. 1. Входная страница дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

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

На рис. 2 приведено изображение первой части тематических модулей дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Первая часть тематических модулей дистанционного курса по нанобиотехнологиям включает в себя модуль по наноматериалам, модуль по основным принципам формирования наносистем, модуль по молекулярным структурам и супракристаллам, модуль по нанобиоаналитическим системам.

На рис. 3 приведено изображение второй части тематических модулей дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале универси-

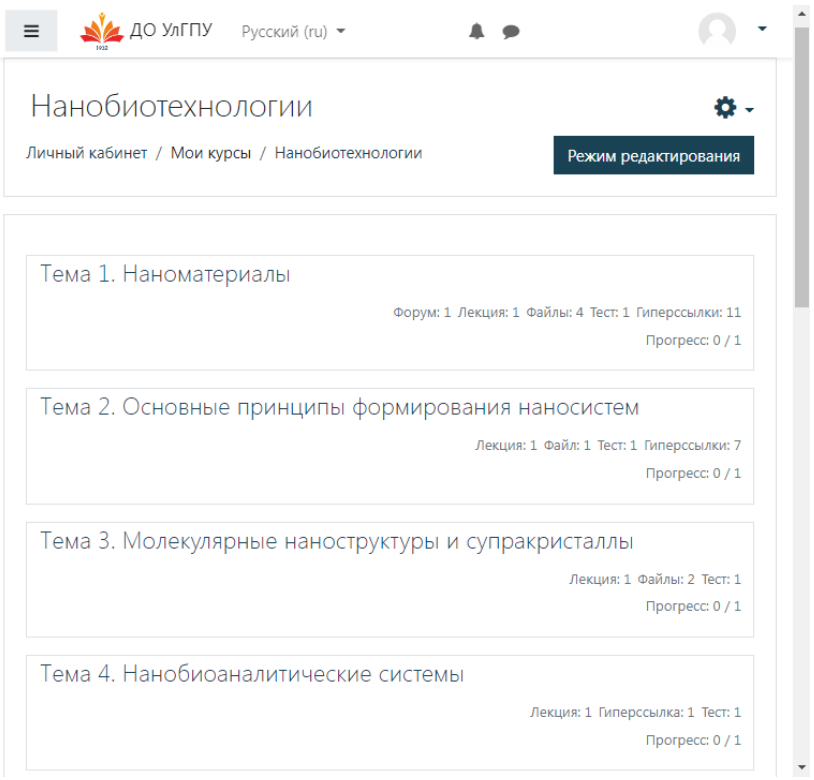


Рис. 2. Первая часть тематических модулей дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

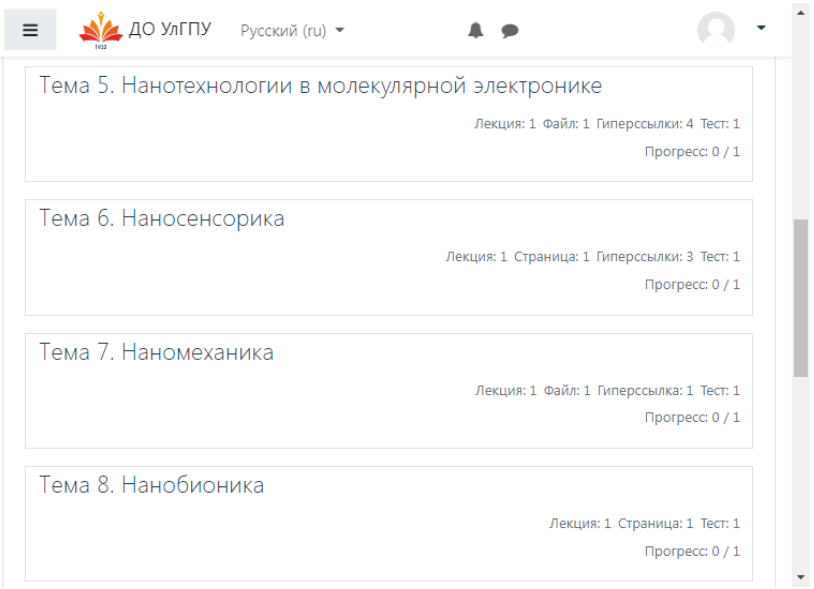


Рис. 3. Вторая часть тематических модулей дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

тета в системе управления обучением MOODLE. Вторая часть тематических модулей дистанционного курса по нанобиотехнологиям включает в себя модуль по нанотехнологиям в молекулярной электронике, модуль по наносенсорике, модуль по наномеханике, модуль по нанобионике.

На рис. 4 приведено изображение третьей части тематических модулей дистанцион-

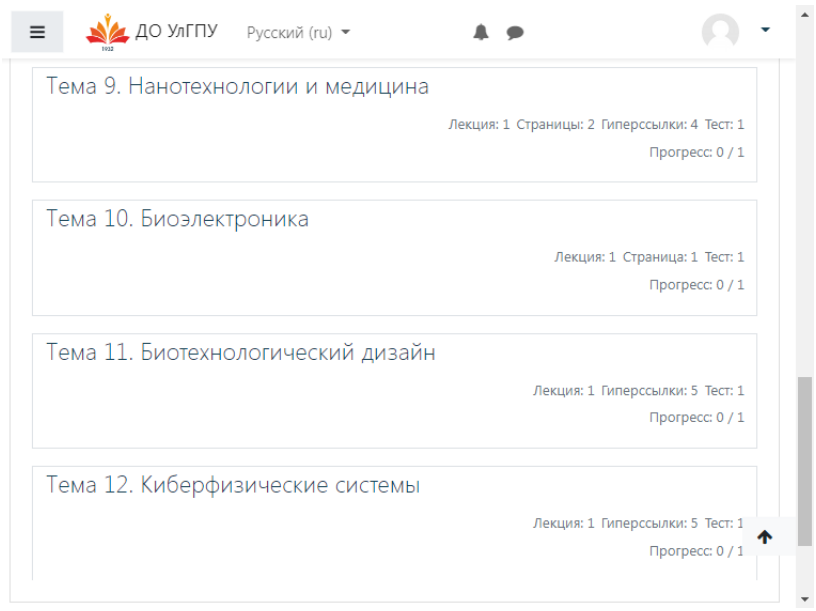


Рис. 4. Третья часть тематических модулей дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

ного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Третья часть тематических модулей дистанционного курса по нанобиотехнологиям включает в себя модуль по нанотехнологии и медицине, модуль по биоэлектронике, модуль по биотехнологическому дизайну, модуль по киберфизическим системам.

На рис. 5 приведено изображение страницы с избранными элементами первого тематического модуля по наноматериалам в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Элементы первого тематического модуля дистанционного курса по нанобиотехнологиям включают в себя лекцию о наноматериалах, файлы с информацией о структуре и свойствах наноматериалов, тест по теме о наноматериалах, гиперссылки на учебники по наноматериалам из электронных библиотечных систем.

На рис. 6 приведено изображение страницы с избранными элементами второго тематического модуля по основным принципам формирования наносистем в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Элементы второго тематического модуля дистанционного курса по нанобиотехнологиям включают в себя лекцию об основных принципах формирования наносистем, файл с информацией о методах получения наночастиц и наноматериалов, тест по теме об основных принципах формирования наносистем, гиперссылки на учебники по принципам формирования наносистем из электронных библиотечных систем.

На рис. 7 приведено изображение страницы с избранными элементами третьего тематического модуля по молекулярным структурам и супракристаллам в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Элементы третьего тематического модуля дистанционного курса по нанобиотехнологиям включают в себя лекцию о молекулярных структурах и супракристаллах, файлы с информацией о молекулярных структурах и супракристаллах, тест по теме о молекулярных структурах и супракристаллах, гиперссылки на учебники о молекулярных структурах и супракристаллах из

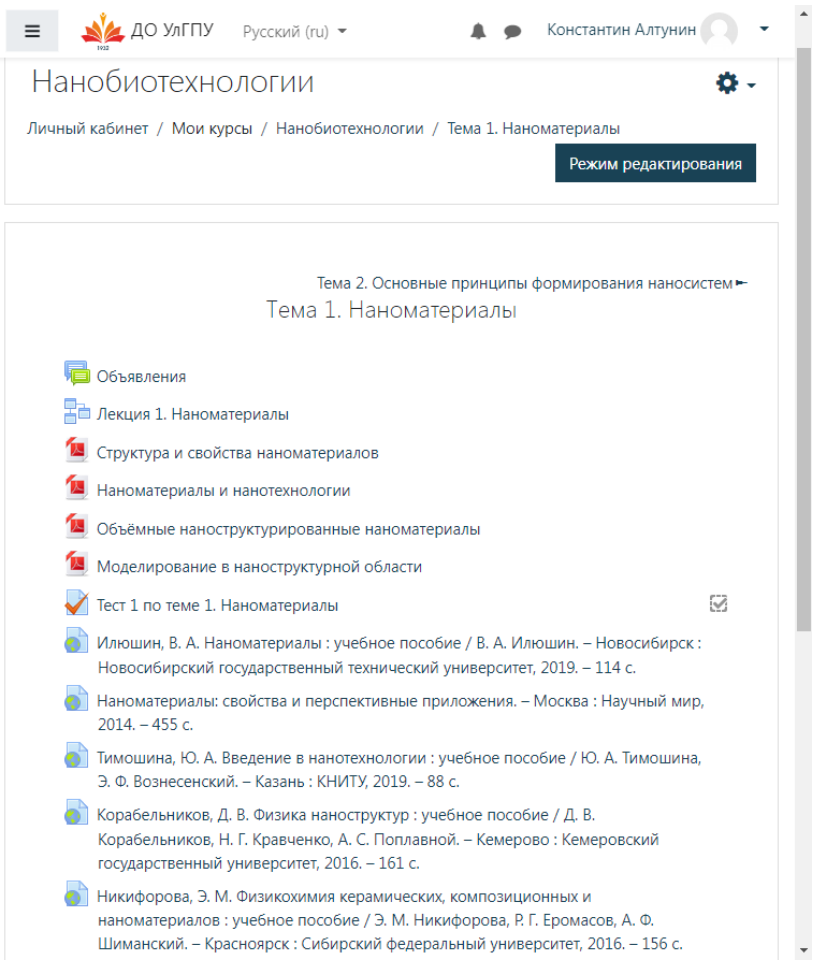


Рис. 5. Избранные элементы первого тематического модуля по наноматериалам в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

электронных библиотечных систем.

На рис. 8 приведено изображение страницы с избранными элементами четвёртого тематического модуля по нанобиоаналитическим системам в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Элементы четвёртого тематического модуля дистанционного курса по нанобиотехнологиям включают в себя лекцию о нанобиоаналитических системах, файлы с информацией о нанобиоаналитических системах, тест по теме о нанобиоаналитических системах, гиперссылки на учебники о нанобиоаналитических системах из электронных библиотечных систем.

На рис. 9 приведено изображение страницы с избранными элементами пятого тематического модуля по нанотехнологиям в молекулярной электронике в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Элементы пятого тематического модуля дистанционного курса по нанобиотехнологиям включают в себя лекцию о нанотехнологиях в молекулярной электронике, файлы с информацией о функциональной микроэлектронике, тест по теме о нанотехнологиях в молекулярной электронике, гиперссылки на учебники о нанотехнологиях в молекулярной электронике из электронных библиотечных систем.

На рис. 10 приведено изображение страницы с избранными элементами шестого тематического модуля по наносенсорике в составе дистанционного курса по нанобиотех-

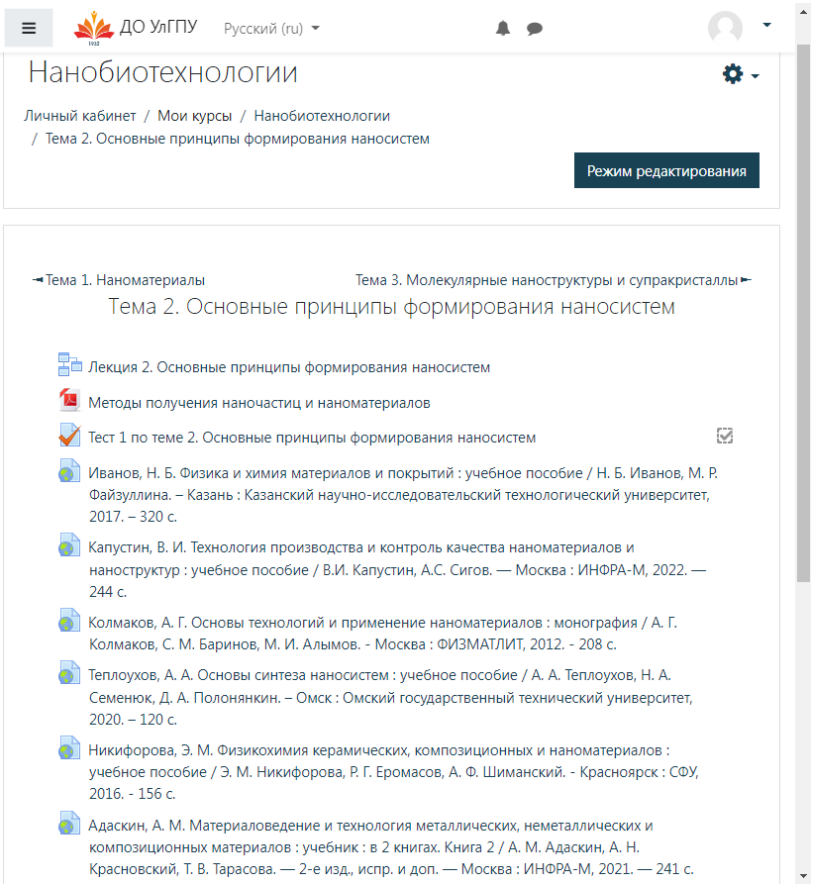


Рис. 6. Избранные элементы второго тематического модуля по основным принципам формирования наносистем в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

нологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Элементы шестого тематического модуля дистанционного курса по нанобиотехнологиям включают в себя лекцию о наносенсорике, страницу с информацией о химических сенсорах, файлы с информацией о наносенсорике, тест по теме о наносенсорике, гиперссылки на учебники о наносенсорике из электронных библиотечных систем.

На рис. 11 приведено изображение страницы с избранными элементами седьмого тематического модуля по наномеханике в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Элементы седьмого тематического модуля дистанционного курса по нанобиотехнологиям включают в себя лекцию о наномеханике, файлы с информацией о наномеханике, тест по теме о наномеханике, гиперссылки на учебники о наномеханике из электронных библиотечных систем.

На рис. 12 приведено изображение страницы с избранными элементами восьмого тематического модуля по нанобионике в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Элементы восьмого тематического модуля дистанционного курса по нанобиотехнологиям включают в себя лекцию о нанобионике, файлы с информацией о нанобионике, тест по теме о нанобионике, гиперссылки на учебники о нанобионике из электронных библиотечных систем.

На рис. 13 приведено изображение страницы с избранными элементами девятого те-

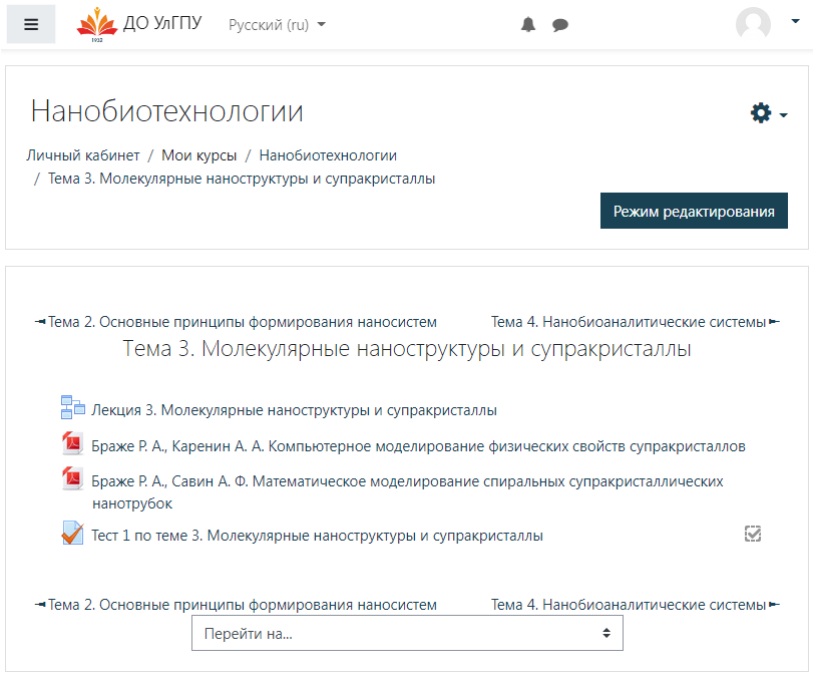


Рис. 7. Избранные элементы третьего тематического модуля по молекулярным структурам и супракристаллам в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

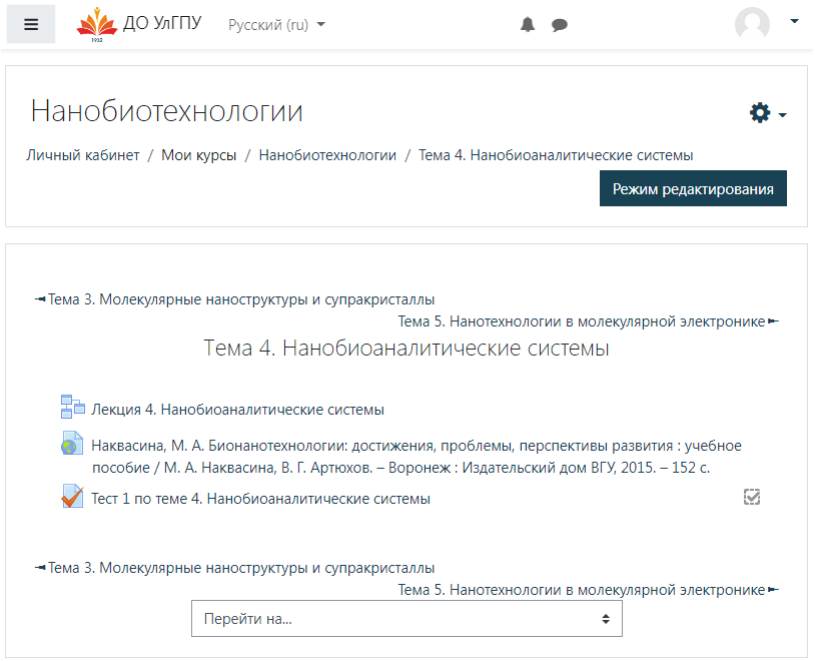


Рис. 8. Избранные элементы четвёртого тематического модуля по нанобиоаналитическим системам в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

матического модуля по нанотехнологиям и медицине в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Элементы девятого тематического модуля дистанционного курса по нанобиотехнологиям включают в себя лекцию о нанотехнологиях и медицине, файлы с информацией о нанотехнологиях и медицине, тест по теме о нано-

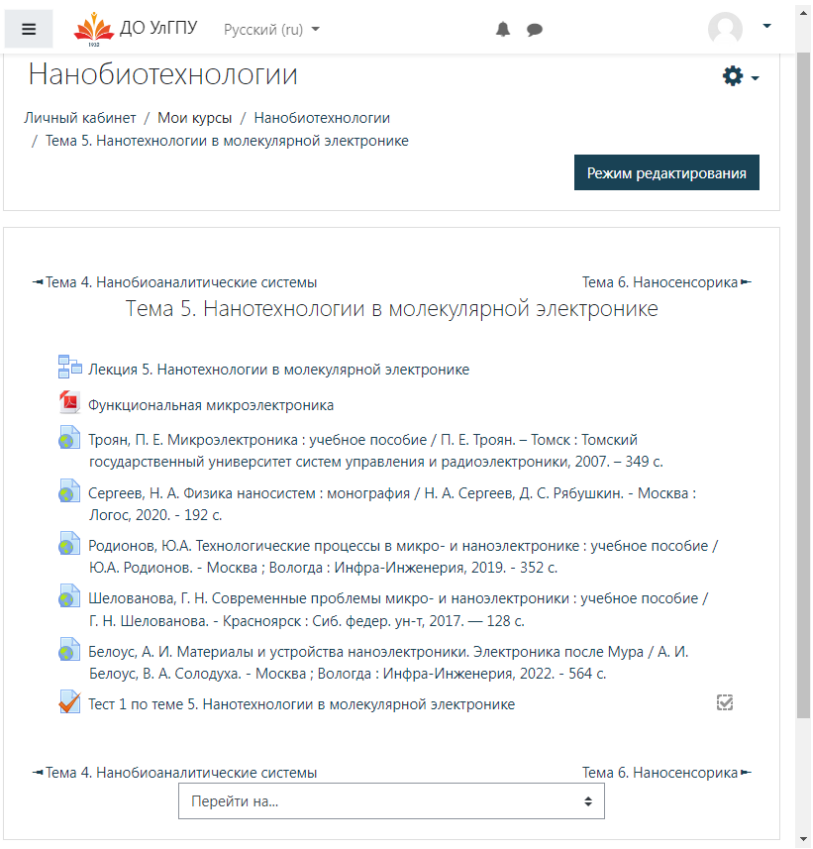


Рис. 9. Избранные элементы пятого тематического модуля по нанотехнологиям в молекулярной электронике в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

технологиях и медицине, гиперссылки на учебники о нанотехнологиях и медицине из электронных библиотечных систем.

На рис. 14 приведено изображение страницы с избранными элементами десятого тематического модуля по биоэлектронике в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Элементы десятого тематического модуля дистанционного курса по нанобиотехнологиям включают в себя лекцию о биоэлектронике, страницу с определением биоэлектроники, файлы с информацией о биоэлектронике, тест по теме о биоэлектронике, гиперссылки на учебники о биоэлектронике из электронных библиотечных систем.

На рис. 15 приведено изображение страницы с избранными элементами одиннадцатого тематического модуля по биотехнологическому дизайну в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Элементы одиннадцатого тематического модуля дистанционного курса по нанобиотехнологиям включают в себя лекцию о биотехнологическом дизайне, файлы с информацией о биотехнологическом дизайне, тест по теме о биотехнологическом дизайне, гиперссылки на учебники о биотехнологическом дизайне из электронных библиотечных систем.

На рис. 16 приведено изображение страницы с избранными элементами двенадцатого тематического модуля по киберфизическим системам в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Элементы двенадцатого тематического моду-

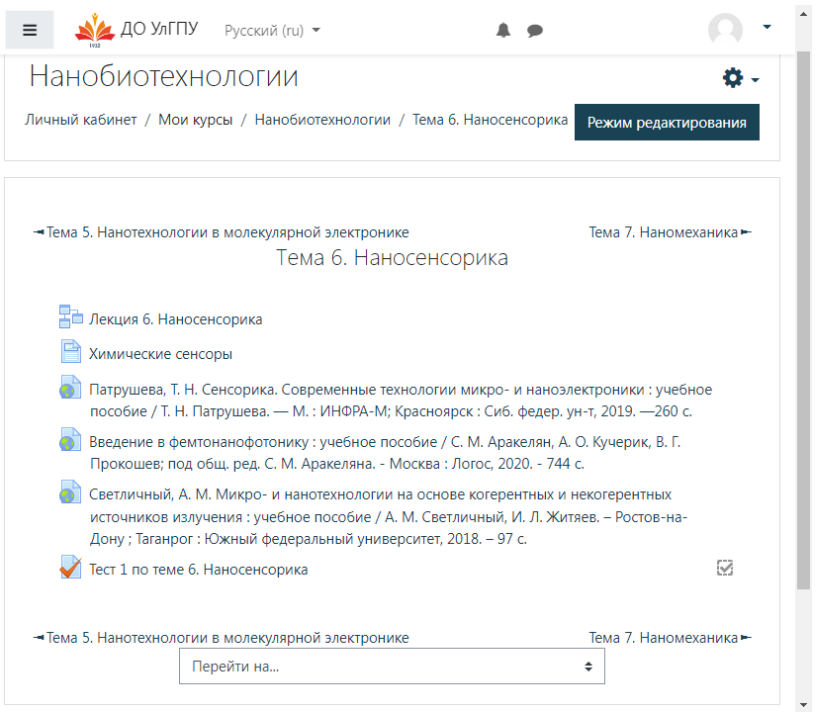


Рис. 10. Избранные элементы шестого тематического модуля по наносенсорике в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

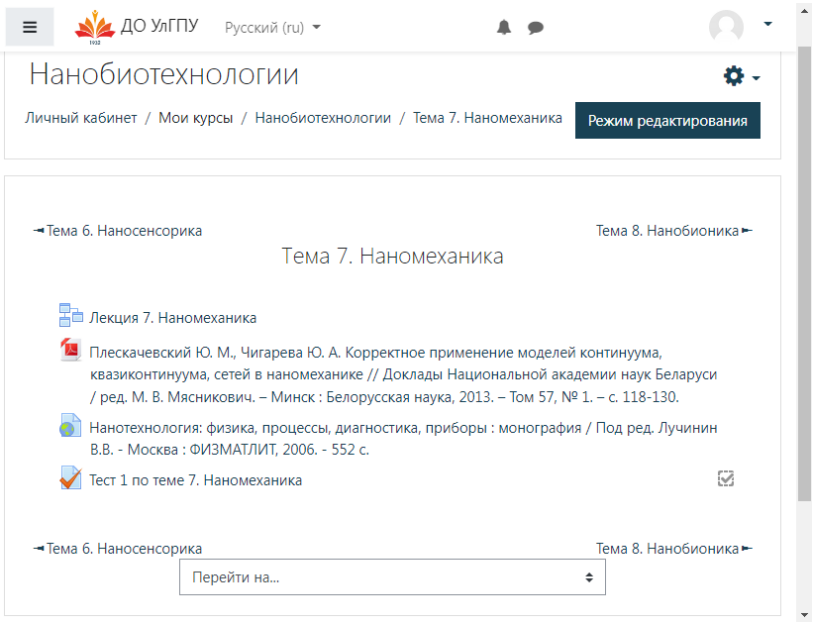


Рис. 11. Избранные элементы седьмого тематического модуля по наномеханике в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

ля дистанционного курса по нанобиотехнологиям включают в себя лекцию о киберфизических системах, файлы с информацией о киберфизических системах, тест по теме о киберфизических системах, гиперссылки на учебники о киберфизических системах из электронных библиотечных систем.

Проведённое всестороннее исследование процесса создания дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного при помощи инструментария системы управления

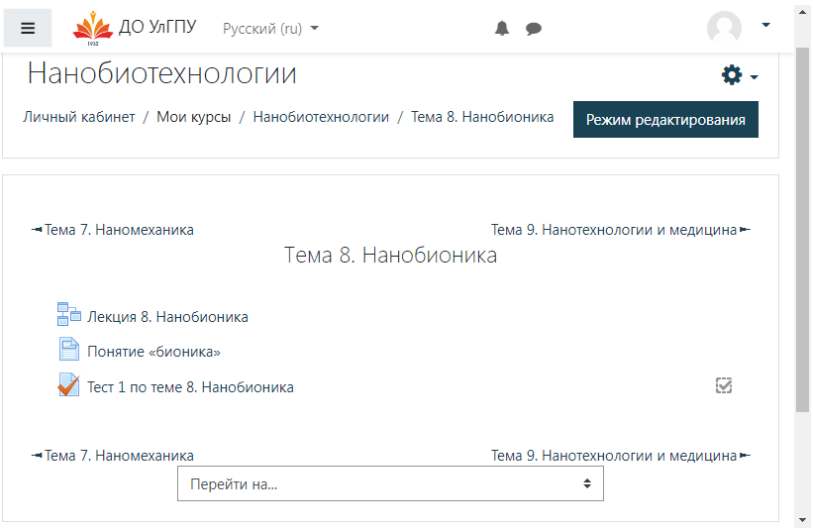


Рис. 12. Избранные элементы восьмого тематического модуля по нанобионике в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

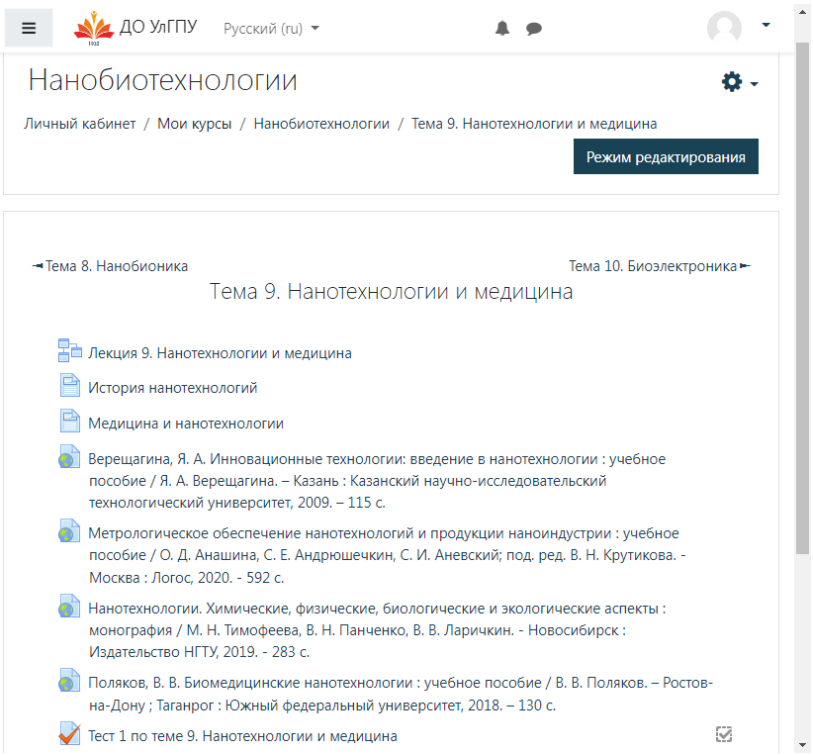


Рис. 13. Избранные элементы девятого тематического модуля по нанотехнологиям и медицине в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

обучением MOODLE, показало работоспособность и функциональную пригодность элементов дистанционного курса по нанобиотехнологиям.

Заключение

В работе описан результат разработки курса по нанобиотехнологиям, созданного при помощи инструментария системы управления обучением MOODLE, который готов к началу использования в учебном процессе в педагогическом университете, позволяет

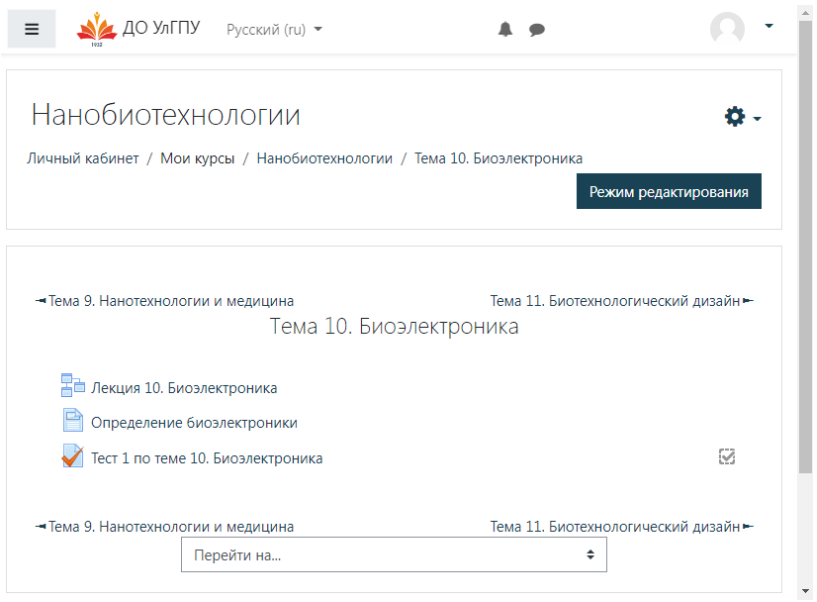


Рис. 14. Избранные элементы десятого тематического модуля по биоэлектронике в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

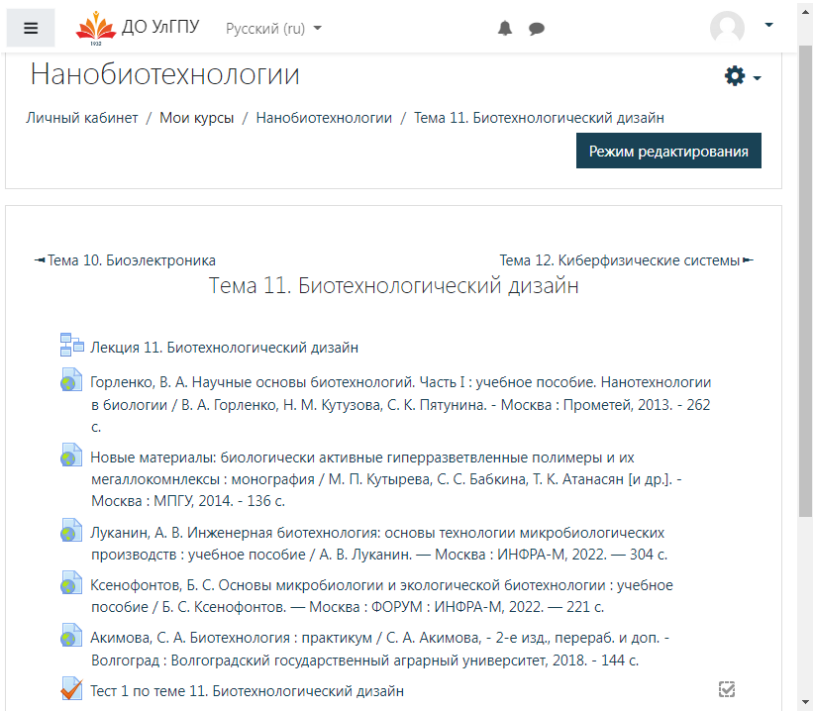


Рис. 15. Избранные элементы одиннадцатого тематического модуля по биотехнологическому дизайну в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

автоматизировать проверку знаний по нанобиотехнологиям. В работе описан процесс разработки основных элементов дистанционного курса по нанобиотехнологиям в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. Дистанционный курс по нанобиотехнологиям, созданный при помощи инструментария системы управления обучением MOODLE, способствует систематизации хранения учебного материала по нанобиотехнологиям. При изучении курса по нанобиотехнологиям используется материал для подготовки в домашних условиях, который позволяет расширить

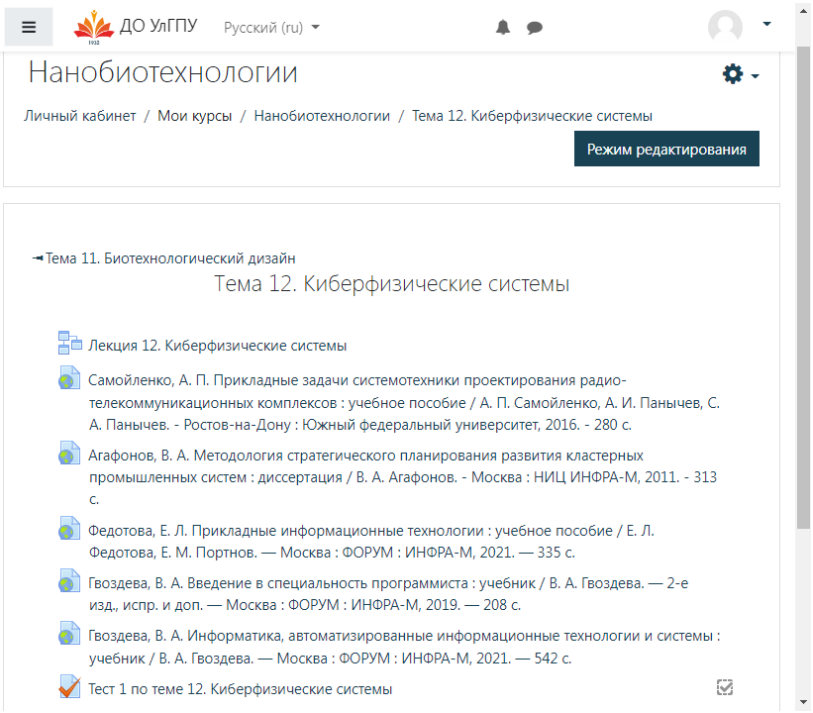


Рис. 16. Избранные элементы двенадцатого тематического модуля по киберфизическим системам в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

учебное содержание, а также провести дифференциацию учебного материала в соответствии с индивидуальными потребностями и запросами студентов, изучающих курс по нанобиотехнологиям. В дистанционном курсе по нанобиотехнологиям, созданным при помощи инструментария системы управления обучением MOODLE, можно открывать и закрывать темы в соответствии со временем изучения, что позволяет поддерживать необходимый темп продвижения по дистанционному курсу по нанобиотехнологиям.

Написанный обзор научных работ по теме, связанной с исследованиями в области нанобиотехнологий, показал актуальность разработки дистанционного курса на нанобиотехнологиям. Написанный обзор научных работ теме, связанной с исследованиями в области нанобиотехнологий, позволил наполнить модульную структуру дистанционного курса по нанобиотехнологиям.

В качестве подтверждения гипотезы исследования спроектирован дистанционный курс по нанобиотехнологиям при помощи инструментария системы управления обучением MOODLE, который основан на комбинации теоретических методов, численных методов, методов программирования в процессе изучения нанобиотехнологий. Дистанционный курс по нанобиотехнологиям позволяет повысить познавательный интерес студентов к нанобиотехнологиям по традиционной, смешанной и дистанционной формам обучения с применением компьютеров. Дистанционный курс по нанобиотехнологиям, созданный при помощи инструментария системы управления обучением MOODLE, способен стать эффективным помощником, автоматизирующим наиболее трудоёмкие элементы труда преподавателя в процессе преподавания учебных дисциплин междисциплинарной направленности. Дистанционный курс по нанобиотехнологиям, созданный на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE, позволит планировать, организовывать и проводить изучение теоретического материала курса по нанобиотехнологиям в дистанционной или смешанной форме обучения. Разработанный дистанционный курс по нанобиотехнологиям в системе управления обучением MOODLE может занять особое место среди дистанционных курсов по техноло-

гической тематике, предназначенных для студентов университетов, обучающуюся на программах, связанных с изучением физики, математики и техники.

Использование курса по нанобиотехнологиям, созданного в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета, способствует интенсификации образовательного процесса, более осмысленному изучению материала по нанобиотехнологиям, приобретению навыков самоорганизации, превращению систематических знаний в системные знания, помогает развитию познавательной деятельности обучаемых и интереса к нанобиотехнологиям. У обучаемых, прошедших обучение с использованием образовательной технологии смешанного обучения с применением курса по нанобиотехнологиям в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета происходит не только существенное развитие логического мышления, но и значительно повышается уровень рефлексивных действий с материалом, изучаемым на занятиях. Разработанная модульная структура дистанционного курса по нанобиотехнологиям позволяет поддерживать оптимальный темп при изучении курса по нанобиотехнологиям. С помощью разработанной системы элементов контроля знания дистанционного курса по нанобиотехнологиям можно проводить систематический контроль теоретических знаний по нанобиотехнологиям, в том числе автоматизированный контроль теоретических знаний по курсу по нанобиотехнологиям. Созданный дистанционный курс по нанобиотехнологиям готов к использованию в образовательном процессе в педагогическом университете на педагогических специальностях с профилем подготовки по физике и математике.

Список использованных источников

1. Vekli Gülşah Sezen. Multivariate assessment of prospective science teachers' attitudes towards nanobiotechnology // Journal of Nanoparticle Research. — 2020. — oct. — Vol. 22, no. 11. — URL: https://doi.org/10.1007/s11051-020-05051-x.

2. Nagamune Teruyuki. Biomolecular engineering for nanobio/bionanotechnology // Nano Convergence. — 2017. — apr. — Vol. 4, no. 1. — URL: https://doi.org/10.1186/s40580-017-0103-4.

3. Walker Gilbert C. Net charge of trace proteins // Nature Nanotechnology. — 2016. — jul. — Vol. 11, no. 9. — P. 739–740. — URL: https://doi.org/10.1038/nnano.2016.143.

4. Shen Wei-Zheng, Cetinel Sibel, Montemagno Carlo. Application of biomolecular recognition via magnetic nanoparticle in nanobiotechnology // Journal of Nanoparticle Research. — 2018. — may. — Vol. 20, no. 5. — URL: https://doi.org/10.1007/s11051-018-4232-4.

5. Nanobiotechnology approaches for engineering smart plant sensors / Juan Pablo Giraldo [et al.] // Nature Nanotechnology. — 2019. — jun. — Vol. 14, no. 6. — P. 541–553. — URL: https://doi.org/10.1038/s41565-019-0470-6.

6. Chan Warren C.W. Bionanotechnology progress and advances // Biology of Blood and Marrow Transplantation. — 2006. — jan. — Vol. 12, no. 1. — P. 87–91. — URL: https://doi.org/10.1016/j.bbmt.2005.10.004.

7. He Didi, Marles-Wright Jon. Ferritin family proteins and their use in bionanotechnology // New Biotechnology. — 2015. — dec. — Vol. 32, no. 6. — P. 651–657. — URL: https://doi.org/10.1016/j.nbt.2014.12.006.

8. Yeh Yi-Cheun, Creran Brian, Rotello Vincent M. Gold nanoparticles: preparation, properties, and applications in bionanotechnology // Nanoscale. — 2012. — Vol. 4, no. 6. — P. 1871–1880. — URL: https://doi.org/10.1039/c1nr11188d.

9. Green Alexander A. Synthetic bionanotechnology: synthetic biology finds a toehold in nanotechnology // Emerging Topics in Life Sciences. — 2019. — oct. — Vol. 3, no. 5. — P. 507–516. — URL: https://doi.org/10.1042/etls20190100.

10. Baldini Laura, Casnati Alessandro, Sansone Francesco. Multivalent and multifunctional calixarenes in bionanotechnology // European Journal of Organic Chemistry. — 2020. — may. — Vol. 2020, no. 32. — P. 5056–5069. — URL: https://doi.org/10.1002/ejoc.202000255.

11. Wang Xiaoyu, Hu Yihui, Wei Hui. Nanozymes in bionanotechnology: from sensing to therapeutics and beyond // Inorganic Chemistry Frontiers. — 2016. — Vol. 3, no. 1. — P. 41–60. — URL: https://doi.org/10.1039/c5qi00240k.

12. Bionanotechnology based on silica nanoparticles / Weihong Tan [et al.] // Medicinal Research Reviews. — 2004. — Vol. 24, no. 5. — P. 621–638. — URL: https://doi.org/10.1002/med.20003.

13. Glomm Wilhelm R. Functionalized gold nanoparticles for applications in bionanotechnology // Journal of Dispersion Science and Technology. — 2005. — may. — Vol. 26, no. 3. — P. 389–414. — URL: https://doi.org/10.1081/dis-200052457.

14. Shah Rishabh A., Frazar Erin Molly, Hilt James Zach. Recent developments in stimuli responsive nanomaterials and their bionanotechnology applications // Current Opinion in Chemical Engineering. — 2020. — dec. — Vol. 30. — P. 103–111. — URL: https://doi.org/10.1016/j.coche.2020.08.007.

15. Raj Deepak B. Thimiri Govinda, Khan Niamat Ali. Designer nanoparticle: nanobiotechnology tool for cell biology // Nano Convergence. — 2016. — sep. — Vol. 3, no. 1. — URL: https://doi.org/10.1186/s40580-016-0082-x.

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

Original article
PACS 01.40.-d
OCIS 220.2945
MSC 78-11

Development of a distance course on nanobiotechnologies

K. K. Altunin

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted November 5, 2022
Resubmitted November 6, 2022
Published December 12, 2022

Abstract. The result of the development of a distance course on nanobiotechnologies, created in the learning management system MOODLE on the educational portal of the Pedagogical University, is considered. Theoretical problems of creating a distance course on nanobiotechnologies are considered. The remote course on nanobiotechnologies is based on the fundamental problem of using nanotechnologies in biological objects. To create a distance course on nanobiotechnologies, a modular technology of a distance course was chosen, which allows maintaining the pace of studying a course on nanobiotechnologies. The results of the development of the modular structure of the course, lectures, theoretical elements and knowledge control elements on nanobiotechnologies are described.

Keywords: nanobiotechnologies, distance course, modular course structure, knowledge control elements, the learning management system MOODLE

References

1. Vekli Gülşah Sezen. Multivariate assessment of prospective science teachers' attitudes towards nanobiotechnology // Journal of Nanoparticle Research. — 2020. — oct. — Vol. 22, no. 11. — URL: https://doi.org/10.1007/s11051-020-05051-x.

2. Nagamune Teruyuki. Biomolecular engineering for nanobio/bionanotechnology // Nano Convergence. — 2017. — apr. — Vol. 4, no. 1. — URL: https://doi.org/10.1186/s40580-017-0103-4.

3. Walker Gilbert C. Net charge of trace proteins // Nature Nanotechnology. — 2016. — jul. — Vol. 11, no. 9. — P. 739–740. — URL: https://doi.org/10.1038/nnano.2016.143.

4. Shen Wei-Zheng, Cetinel Sibel, Montemagno Carlo. Application of biomolecular recognition via magnetic nanoparticle in nanobiotechnology // Journal of Nanoparticle Research. — 2018. — may. — Vol. 20, no. 5. — URL: https://doi.org/10.1007/s11051-018-4232-4.

5. Nanobiotechnology approaches for engineering smart plant sensors / Juan Pablo Giraldo [et al.] // Nature Nanotechnology. — 2019. — jun. — Vol. 14, no. 6. — P. 541–553. — URL: https://doi.org/10.1038/s41565-019-0470-6.

6. Chan Warren C.W. Bionanotechnology progress and advances // Biology of Blood and Marrow Transplantation. — 2006. — jan. — Vol. 12, no. 1. — P. 87–91. — URL: https://doi.org/10.1016/j.bbmt.2005.10.004.

7. He Didi, Marles-Wright Jon. Ferritin family proteins and their use in bionanotechnology // New Biotechnology. — 2015. — dec. — Vol. 32, no. 6. — P. 651–657. — URL: https://doi.org/10.1016/j.nbt.2014.12.006.

8. Yeh Yi-Cheun, Creran Brian, Rotello Vincent M. Gold nanoparticles: preparation, properties, and applications in bionanotechnology // Nanoscale. — 2012. — Vol. 4, no. 6. — P. 1871–1880. — URL: https://doi.org/10.1039/c1nr11188d.

9. Green Alexander A. Synthetic bionanotechnology: synthetic biology finds a toehold in nanotechnology // Emerging Topics in Life Sciences. — 2019. — oct. — Vol. 3, no. 5. — P. 507–516. — URL: https://doi.org/10.1042/etls20190100.

10. Baldini Laura, Casnati Alessandro, Sansone Francesco. Multivalent and multifunctional calixarenes in bionanotechnology // European Journal of Organic Chemistry. — 2020. — may. — Vol. 2020, no. 32. — P. 5056–5069. — URL: https://doi.org/10.1002/ejoc.202000255.

11. Wang Xiaoyu, Hu Yihui, Wei Hui. Nanozymes in bionanotechnology: from sensing to therapeutics and beyond // Inorganic Chemistry Frontiers. — 2016. — Vol. 3, no. 1. — P. 41–60. — URL: https://doi.org/10.1039/c5qi00240k.

12. Bionanotechnology based on silica nanoparticles / Weihong Tan [et al.] // Medicinal Research Reviews. — 2004. — Vol. 24, no. 5. — P. 621–638. — URL: https://doi.org/10.1002/med.20003.

13. Glomm Wilhelm R. Functionalized gold nanoparticles for applications in bionanotechnology // Journal of Dispersion Science and Technology. — 2005. — may. — Vol. 26, no. 3. — P. 389–414. — URL: https://doi.org/10.1081/dis-200052457.

14. Shah Rishabh A., Frazar Erin Molly, Hilt James Zach. Recent developments in stimuli responsive nanomaterials and their bionanotechnology applications // Current Opinion in Chemical Engineering. — 2020. — dec. — Vol. 30. — P. 103–111. — URL: https://doi.org/10.1016/j.coche.2020.08.007.

15. Raj Deepak B. Thimiri Govinda, Khan Niamat Ali. Designer nanoparticle: nanobiotechnology tool for cell biology // Nano Convergence. — 2016. — sep. — Vol. 3, no. 1. — URL: https://doi.org/10.1186/s40580-016-0082-x.

Information about authors:

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

E-mail: kostya_altunin@mail.ru

ORCID iD 0000-0002-0725-9416

Web of Science ResearcherID I-5739-2014

SCOPUS ID 57201126207

Научная статья
УДК 539.186
ББК 22.343
ГРНТИ 29.19.22
ВАК 01.04.05
PACS 42.25.Bs
OCIS 220.2945
MSC 78-11

Разработка дистанционного курса по наноплазмонике в системе управления обучением MOODLE

К. К. Алтунин, 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 11 сентября 2022 года
После переработки 12 сентября 2022 года
Опубликована 12 декабря 2022 года

Аннотация. Описан результат разработки модульной структуры, теоретических материалов, элементов контроля дистанционного курса по наноплазмонике в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. Курс по наноплазмонике предназначен для студентов бакалавриата педагогических направлений подготовки с физико-математическим профилем. Теоретические материалы по физическим свойства наносистем с плазмонами, в которых могут распространяться плазмон-поляритоны, пополняют учебную дисциплину по наноплазмонике новыми научными сведениями. Для наполнения материалами курса по наноплазмонике выполнен анализ теоретических материалов по наноплазмонике, внедрены новые решения компоновки теоретических материалов в виде лекций и презентаций по наноплазмонике. Использование дистанционного курса по наноплазмонике позволяет хранить материалы курса в систематизированном виде, а также организовать проверку заданий по курсу наноплазмоники. В курсе наноплазмоники предусмотрен промежуточный контроль в виде прохождения лекций и занятий по подгруппам, написание рефератов, а также итоговый контроль в виде зачёта. Инновационным компонентом дистанционного курса по наноплазмонике, созданного в системе управления обучением MOODLE, является расширение области дополнительной предметной подготовки обучающихся по наноплазмонике.

Ключевые слова: наноплазмоника, плазмон, плазмон-поляритон, наносистема с плазмонам, курс, дистанционный курс, предметная подготовка, система управления обучением MOODLE, организация проверки заданий, лекция, задание

[1]E-mail: lvrorlova@gmail.com

Введение

В настоящее время дистанционные технологии и смешанные технологии обучения в области физико-технических наук широко используются в образовательном процессе в университетах. В связи с этим тема работы по созданию дистанционного курса по наноплазмонике представляется актуальной.

В работе рассматривается технология создания курса по наноплазмонике в системе управления обучением MOODLE.

Целью работы является создание курса по наноплазмонике в системе управления обучением MOODLE.

Задачи исследования состоят в том, чтобы создать теоретические материалы курса по наноплазмонике в системе управления обучения MOODLE, систематизировать теоретические материалы по наноплазмонике для использования в теоретической части разрабатываемого курса по наноплазмонике, разработать модульную структуру и элементы курса по наноплазмонике в системе управления обучением MOODLE.

Объектом исследования является курс по наноплазмонике.

Предметом исследования является процесс разработки дистанционного курса по наноплазмонике в системе управления обучения MOODLE.

Гипотеза исследования состоит в том, что если создать и использовать дистанционный курс «Наноплазмоника», основанный на комбинации теоретических методов и численных методов в процессе изучения наноплазмоники, то можно повысить познавательный интерес к курсу по наноплазмонике и реализовать систему смешанного обучения наноплазмонике.

В качестве методов исследования используется анализ теоретических материалов по наноплазмонике, синтез различных концепций описания физических процессов в наноплазмонных системах, проектирование курса по наноплазмонике. В качестве материалов исследования используются теоретические материалы по наноплазмонике.

Научная новизна работы заключается в использовании дистанционных образовательных технологий в процессе изучения понятий, законов и процессов наноплазмоники. Дистанционный курс по наноплазмонике будет содержать новые сведения из наноплазмоники, а также описание оригинальных результатов по описанию квантовомеханических и оптических свойств наноплазмонных структур, находящихся в поле оптического излучения.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что созданный курс по наноплазмонике может быть использован в создании новой методологии обучения наноплазмоники в бакалавриате по педагогическому направлению подготовки физико-математического профиля в педагогическом университете, пополнении научной базы актуальными теоретическими материалами и задачами по наноплазмонике.

Практическая значимость исследования заключается в выявлении характерных особенностей процесса разработки дистанционного курса по наноплазмонике в системе управления обучением MOODLE.

Базой исследования дистанционного курса по наноплазмонике, созданного в системе управления обучением MOODLE, является образовательный портал ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И. Н. Ульянова».

Обзор работ по наноплазмонике

Информация о том, как теоретически исследовано усиление терагерцевых плазмонов в графене с диффузионной накачкой графена оптическими плазмонами, распространяющимися в металле, отделённом от графена слоем полупроводника, рассмотрена в статье[1].

В статье [1] показано, что диффузионная накачка графена оптическими плазмонами позволяет увеличить значение коэффициента усиления терагерцевых плазмонов в графене приблизительно на 60 % по сравнению с диффузионной накачкой графена оптическим излучением при одинаковом уровне накачки графена.

В статье [2] исследованы дисперсионные уравнения, замедление, групповая скорость, условия для прямых и обратных, медленных и быстрых плазмонов вдоль тонких металлических плёнок, а также графеновых листов, в том числе расположенных на диэлектрическом слое и в диэлектрике. Рассмотрены недиссипативные и диссипативные поверхностные плазмоны. Обратный недиссипативный симметричный плазмон не наблюдается в диссипативной пленке серебра. Показано, что из аномальной отрицательной дисперсии диссипативного плазмона не следует, что он обратный. Для обратного диссипативного плазмона входной импеданс структуры со стороны вакуума должен быть емкостным, а плазмон втекающим. Рассмотрены симметричные и несимметричные структуры с такими свойствами.

В статье [3] найдены распределение поля и спектр собственных плазменных колебаний на круглом отверстии в экране, который имеет форму гиперболоида вращения. Получен спектр плазмонов для плоского экрана с круглым отверстием. Симметричная мода с $m = 1$ может возбуждаться под действием поля диполя, ориентированного вдоль плоскости экрана, а антисимметричная мода с $m = 0$ — диполем, перпендикулярным плоскости экрана.

В работе [4] рассматривается одномерный фотонный кристалл и падающая на него световая волна, направление которой неколлинеарно градиенту диэлектрической проницаемости кристалла. На основе уравнений «связанных мод» получены собственные решения для полей; среди решений особый акцент делается на эванесцентные волны. Анализируется преобразование полей на границах кристалл–воздух и кристалл-металл. Получено условие резонансного возбуждения поверхностных волн на границе кристалла с металлом и дается оценка эффективности трансформации исходной распространяющейся волны в поверхностную.

В последние десятилетия интенсивно проводятся исследования различных типов плазмонных нанокомпозитов. Такие структуры обладают уникальными оптическими и оптоэлектронными свойствами благодаря наличию у них резонансных полос поглощения в видимом диапазоне, связанных с коллективными колебаниями электронной плотности в металлических наночастицах. Широкое распространение получает применение плазмонных нанокомпозитов в оптике и электронике, при разработке высокочувствительных сенсоров. Плазмонные структуры позволяют локализовать оптический сигнал на малых пространственных масштабах, обходя дифракционные запреты. Они также могут оказаться весьма полезными при разработке быстродействующих оптоэлектронных элементов. Металлические наночастицы в плазмонных нанокомпозитах, как правило, распределены в объёме матрицы хаотически, случайным образом. Вместе с тем, при формировании нанокомпозитов с частично упорядоченной структурой появляются дополнительные возможности управления их оптическими свойствами.

По определению, поверхностные плазмон-поляритоны — это колебания электронов проводимости в металле, связанные с распространяющимся электромагнитным полем. Они существуют на границах раздела между диэлектриком и проводником. Амплитуда поверхностных плазмон-поляритонов экспоненциально спадает с увеличением расстояния, перпендикулярного границе раздела. Следовательно, поверхностные плазмонные поляритоны представляют собой поверхностные электромагнитные волны, имеющие электромагнитное поле, ограниченное в непосредственной близости от границы раздела металл-диэлектрик. Это приводит к сильному усилению поля на границе раздела, что делает поверхностные плазмон-поляритоны чрезвычайно чувствительными к каче-

ству поверхности.

Быстро развивающейся ветвью фотоники является плазмоника, которая открывает возможности для сочленения устройств электроники и фотоники в интегральных микросхемах, повышения предела чувствительности биосенсоров, химических и других сенсоров. Ключевым объектом изучения плазмоники являются плазмон-поляритоны — связанные колебания электромагнитного поля световой волны и электронов проводимости металла или полупроводника. Для возбуждения плазмон-поляритонов оптическим излучением необходимо выполнение условий фазового синхронизма, которые достигаются, в частности, в наноструктурированных средах. При возбуждении плазмон-поляритонов происходит локализация электромагнитной энергии на пространственных масштабах, меньших длины волны излучения, что повышает эффективность взаимодействия фотонов и электронов. Эта особенность плазмонных структур может использоваться для сочленения традиционных устройств электроники и оптических элементов передачи и обработки информации.

В последние годы большое внимание уделяется плазмонике, в частности нелинейной плазмонике. Это связано с тем, что он может поддерживать появление значительных и новых явлений, включая отрицательное преломление, маскировку и сверхчувствительность, обеспечивая различные приложения в плазмонных устройствах, таких как плазмонные датчики [5, 6], оптоэлектроника [7] и маскировка метаматериалами [8]. Таким образом, плазмонное поле имеет дело с генерацией, манипулированием и детектированием поверхностных плазмон-поляритонов. Поверхностные плазмон-поляритоны — это квазичастицы, возникающие в результате взаимодействия света и поверхностных плазмонов [9]. В свою очередь, поверхностные плазмоны — это электромагнитные волны, распространяющиеся вдоль граничной поверхности между металлом (или полупроводником) и диэлектриком [9].

Полностью оптические сети являются решением повышенных требований к полосе пропускания для передачи данных, позволяя архитектурам современных оптоэлектронных приборов становиться всё более интегрированными [10]. Для высокой плотности интеграции требуются компоненты небольшого размера, которые обеспечивают высокое ограничение сигнала, особенно в областях изгиба. Длины волн света позволяют создавать оптические волноводы в поперечном сечении в диапазоне микрометров [11]. Возможный способ расширить оптоэлектронику до нанометрового режима — это преобразовать фотон в плазмоны, существующие на частотах выше, чем у света [12]. Плазмоны представляют собой волны плотности в электронном газе аналогично звуковым волнам и существуют в основном в металлах со слабосвязанными электронами [13].

Плазмонные материалы (в основном металлы) имеют значительные потери в интересующем диапазоне частот [14]. Чтобы преодолеть это ограничение плазмонной геометрии на основе металлов, физики были заинтересованы в исследовании плазмонов и их потерь в новых материалах с выдающимися свойствами [15]. Например, графеновые плазмоны могут преодолеть трудности, возникающие из-за s-поляризованных поперечных электрических мод. Из-за отсутствия сильного ограничения поля в системах с параболической зонной структурой поперечные электрические моды не являются обычными для плазмонных структур на основе металлов [16, 17]. В качестве бесщелевого материала графен может быть легирован до высоких значений концентрации электронов и дырок, приложив внешнее напряжение [18]. Кроме того, коллективное возбуждение плазмонов в графене имеет большое значение и потенциал для технологических приложений [19]. Другой уникальной особенностью графена является его способность настраивать оптическую проводимость с помощью электрических и магнитных полей, потенциала затвора [20, 21] и химического легирования [22].

Рассмотрим использование наноматериалов в наноплазмонике. Наноматериалы всё чаще развиваются и используются во множестве приложений. Наноматериалы демонстрируют широкий спектр основных физических свойств, которые можно широко адаптировать для разработки новых приборов наноразмерной оптоэлектроники и адаптированных функций оптоэлектроники. В частности, наноструктурированные оптические среды считаются серьезными претендентами на разработку следующего поколения ультраинтегрированных оптических и оптоэлектронных приложений, таких как управление светом в технологиях передачи данных.

Класс металл-диэлектрических наноструктур, которые считаются особенно подходящими для этих нанофотонных приложений, обладают оптическими свойствами, основанными на резонансных возбуждениях плотности свободных электронов в металле [5, 12, 23–25]. Эти электромагнитные моды, известные как поверхностные плазмоны, обладают уникальными свойствами электромагнитного поля. Они демонстрируют сильное ограничение и усиление пространственного поля и оказываются чрезвычайно чувствительными к геометрии несущей конструкции, что позволяет производить обширную настройку как их спектральных свойств, так и связанного с ними распределения электромагнитного поля с помощью соответствующей конструкции [26–29]. Это позволяет запускать нелинейные оптические эффекты при очень низких мощностях возбуждения и обеспечивает чувствительность отдельных молекул в оптической спектроскопии [30–32]. Плазмонные наноструктуры, часто называемые в этом контексте метаматериалами, уже используются для инженерии с отрицательным показателем преломления, суперлинзирования, оптической маскировки и медленного света [33–37]. Уникальные электромагнитные свойства плазмонных мод также представляют возможность разработки динамических функций на основе металл-диэлектрических материалов, позволяющих осуществлять активное управление оптическими сигналами с электрическими, магнитными или оптическими стимулами [30, 37, 38].

В работе [38] представлен обзор оптических свойств нелинейных поверхностных плазмон-поляритонных кристаллов и их приложений для управления светом с помощью света. Поверхностные плазмон-поляритонные кристаллы представляют собой периодически наноструктурированные металлические поверхности или тонкие металлические пленки, которые действуют как двумерные фотонные кристаллы для поверхностных поляритонов. Гибридизация таких наноструктур диэлектриками, демонстрирующими оптический нелинейный отклик, позволяет использовать эффекты усиления электромагнитного поля для наблюдения нелинейных эффектов и бистабильного поведения при низкой интенсивности света. Изменяя геометрию наноструктурированной плёнки, модифицируется дисперсия кристалла, и, таким образом, структура электромагнитных мод и связанная с ними плотность состояний могут быть управляемым образом настроены в желаемом спектральном диапазоне. Это обеспечивает повышенную гибкость в разработке нелинейно-оптического отклика плазмонных кристаллов в выбранном спектральном диапазоне для длин волн как управления, так и сигнала.

Гибкость в дизайне плазмонных мод проявляется в единственной наночастице – металлической частице или диэлектрической пустоте в объёме металла. Простые геометрические модификации формы, размера и окружающей среды частицы могут существенно изменить гашение поддерживаемых плазмонных мод с возможностью генерации многополярных резонансов, связанных с характерным пространственным распределением поля, и настройки резонансных длин волн от ультрафиолетового до видимого диапазонов, в инфракрасную часть спектра [39, 40]. Дополнительный уровень сложности в дизайне экстинкции одиночных частиц связан с возможностью создания гибридных плазмонных мод [41–46]. Эти моды возникают из-за сильной электромагнитной связи между взаимодействующими наночастицами. В такой геометрии спектральное

и пространственное перекрытие между плазмонными модами, поддерживаемыми двумя или более наночастицами, будет когерентно интерферировать, создавая новые смешанные моды, представляющие новые собственные моды связанной системы. Система наночастиц, вносящих вклад в гибридную структуру, больше не может быть описана как простая сумма резонансов отдельных наночастиц, а должна рассматриваться как новая единичная сущность. Фактически, в ситуациях сильной связи оптические свойства, связанные с гибридной системой, уникальны по сравнению с характеристиками составляющих, предоставляя мощные средства для обширной адаптации оптических свойств плазмонных систем с целью разработки новых и улучшенных оптических функций [41]. На основе этого принципа были созданы геометрии, включающие смешение гладких поверхностных плазмонов [47], локализованных мод [48–52], локализованных и делокализованных плазмонных мод [53, 54] и даже гетерогенных состояний, возникающих из смешанных плазмонных и экситонных мод с влиянием на спектральные, пространственные и динамические свойства смешанных собственных мод [55–60].

В работе [42] изучается возбуждение поверхностных плазмонов в парах одинаковых наночастиц золота методом оптической спектроскопии пропускания. Образцы, полученные методом электронно-лучевой литографии, состоят из двухмерных наборов частиц с различным расстоянием между частицами. С уменьшением межчастичного расстояния поверхностный плазмонный резонанс смещается в сторону более длинных волн для направления поляризации, параллельного длинной оси пары частиц, тогда как синее смещение обнаруживается для ортогональной поляризации. Эти экспериментальные данные можно объяснить дипольным механизмом взаимодействия.

Рассмотрим методы возбуждения поверхностных плазмон-поляритонов. К настоящему времени были разработаны два эффективных метода возбуждения поверхностных электромагнитных волн светом: решёточный и призменный. Дифракционные решётки обладают свойством возбуждать поверхностные плазмон-поляритоны. Они нанесены на поверхность среды и рассеивают излучение под определенным углом. Дифракционные решётки должны быть вырезаны в металлической поверхности и в то же время могут состоять из диэлектрического материала.

Возбуждение поверхностных поляритонов светом методом Отто через призму нарушенного полного внутреннего отражения над кристаллом [61, 62] приводит к поглощению света “нерадиационными” поверхностными поляритонами и, в соответствии с законом Кирхгофа, система, поглотившая свет, может излучить его, то есть стать радиационной [63].

В работе [61] описан метод возбуждения безызлучательных поверхностных плазменных волн на гладких поверхностях, вызывающий также новое явление при полном отражении. Поскольку фазовая скорость поверхностных плазменных волн на поверхности металл-вакуум меньше, чем скорость света в вакууме, эти волны не могут быть возбуждены светом, падающим на поверхность, при условии, что она идеально гладкая. Однако, если призму приблизить к границе раздела металлического вакуума, поверхностные плазменные волны могут быть оптически возбуждены затухающей волной, присутствующей при полном отражении. Возбуждение проявляется в сильном уменьшении отражения поперечного магнитного света и при определенном угле падения. Метод позволяет точно оценить дисперсию этих волн.

Анализ литературы по наноплазмонике показывает актуальность темы исследования.

Разработка структуры и элементов дистанционного курса по наноплазмонике в системе управления обучением MOODLE

В работе рассматривается технология создания дистанционного курса по наноплазмонике в системе управления обучением MOODLE. Применение формата MOODLE на проблемно-ориентированной основе обеспечивает прозрачность результатов, включая тестирование в формате активного, операционального, рефлексивного обучения.

Под проектированием дистанционного курса по наноплазмонике понимают процесс разработки дистанционного курса, в котором активно используются автоматизированные методы контроля в ходе продвижения при изучении курса по наноплазмонике. Основные задачи изучения курса по наноплазмонике состоят в развитии логики теоретического мышления, интуиции, творческих способностей, овладении системой знаний и умений по наноплазмонике. Основной подход к изучению курса по наноплазмонике с использованием информационных технологий заключается в увеличении визуально воспринимаемой студентом информации посредством использования дистанционного курса в процессе изучения наноплазмоники в университете. Структура дистанционного курса по наноплазмонике включает в себя специальным образом сформированные модули, содержащие тематические связанные материалы и элементы контроля в виде тестов, задач и заданий. На первом этапе создания дистанционного курса производится определение целей и задач, которые необходимо реализовать в процессе проектирования дистанционного курса. На втором этапе создания дистанционного курса производится разработка структуры дистанционного курса в строгом соответствии с выбранной тематикой и объёмом курса по наноплазмонике. На третьем этапе создания дистанционного курса по наноплазмонике производится разработка содержания блоков дистанционного курса по тематическим модулям и темам. На четвёртом этапе создания дистанционного курса производится визуализация полученном структуры в наглядном виде для планомерного контроля наполнения различных модулей и тем курса по наноплазмонике. На пятом этапе создания дистанционного курса производится поиск программного обеспечения для разработки дистанционного курса по наноплазмонике и его создание. Дизайн дистанционного курса выполнен средствами системы управления обучением MOODLE. На шестом этапе создания дистанционного курса производится разработка методических рекомендаций для пользователя ресурса. На седьмом этапе создания дистанционного курса по наноплазмонике производится наполнение модулей элементами и отладка элементов. На восьмом этапе создания дистанционного курса производится разработка банка тестовых вопросов и заданий по курсу по наноплазмонике, создание банка тестов, компоновка тестов по темам и модулям. На девятом этапе создания дистанционного курса производится апробация дистанционного курса по наноплазмонике в учебном процессе. На десятом этапе создания дистанционного курса производится корректирование содержания и выявление недостатков дистанционного курса.

Использование дистанционных курсов решает проблему систематизации теоретического материала, задач и заданий, а также обеспечивает планомерную выдачу заданий, последовательный контроль и даёт рациональный подход в преподавании наноплазмоники. Применение дистанционного курса по наноплазмонике обеспечивает обучение студентов университета в удобном темпе и выбранном уровне материала. Дистанционный курс по наноплазмонике позволяет успешно решить задачу построения индивидуальных образовательных траекторий для студентов.

Курс по наноплазмонике представляет собой структурированную совокупность гипертекстовых страниц, в которых заключен необходимый теоретический материал по физическим основам наноплазмоники, справочные таблицы, рисунки, справочные материалы по наноплазмонике, тесты и элементы навигации средствами системы управ-

ления обучение MOODLE. Закрывая и открывая модули можно поддерживать темп продвижения по курсу по наноплазмонике средствами системы управления обучением MOODLE. Для более глубокого изучения тем можно воспользоваться источниками, приведёнными в списке рекомендуемой литературы, и гиперссылками на внутренние и внешние источники информации в глобальной сети Интернет. По основным терминам и определениям дистанционный курс по наноплазмонике содержит гиперссылки на статьи глоссария. Весь теоретический материал по наноплазмонике можно разделены на темы, а каждая из тем, в свою очередь, делится на модули. В свою очередь модули могут подразделяться на подтемы. В дистанционном курсе по наноплазмонике приведены примеры решения задач, задачи с ответами для самостоятельного решения и задачи без ответов для проведения проверочных и контрольных работ. Каждая изучаемая тема в дистанционном курсе по наноплазмонике включает элементы, содержащие следующие учебные элементы: необходимый теоретический материал, дидактические материалы к занятиям, ряд заданий для самостоятельной работы, гиперссылки на рекомендуемые учебные издания и учебники по наноплазмонике, гиперссылки на внешние электронные источники информации. Преподаватель может своевременно отслеживать продвижение студентов курса.

Рассмотрим результаты разработки элементов темы по распространению объёмных плазмонов.

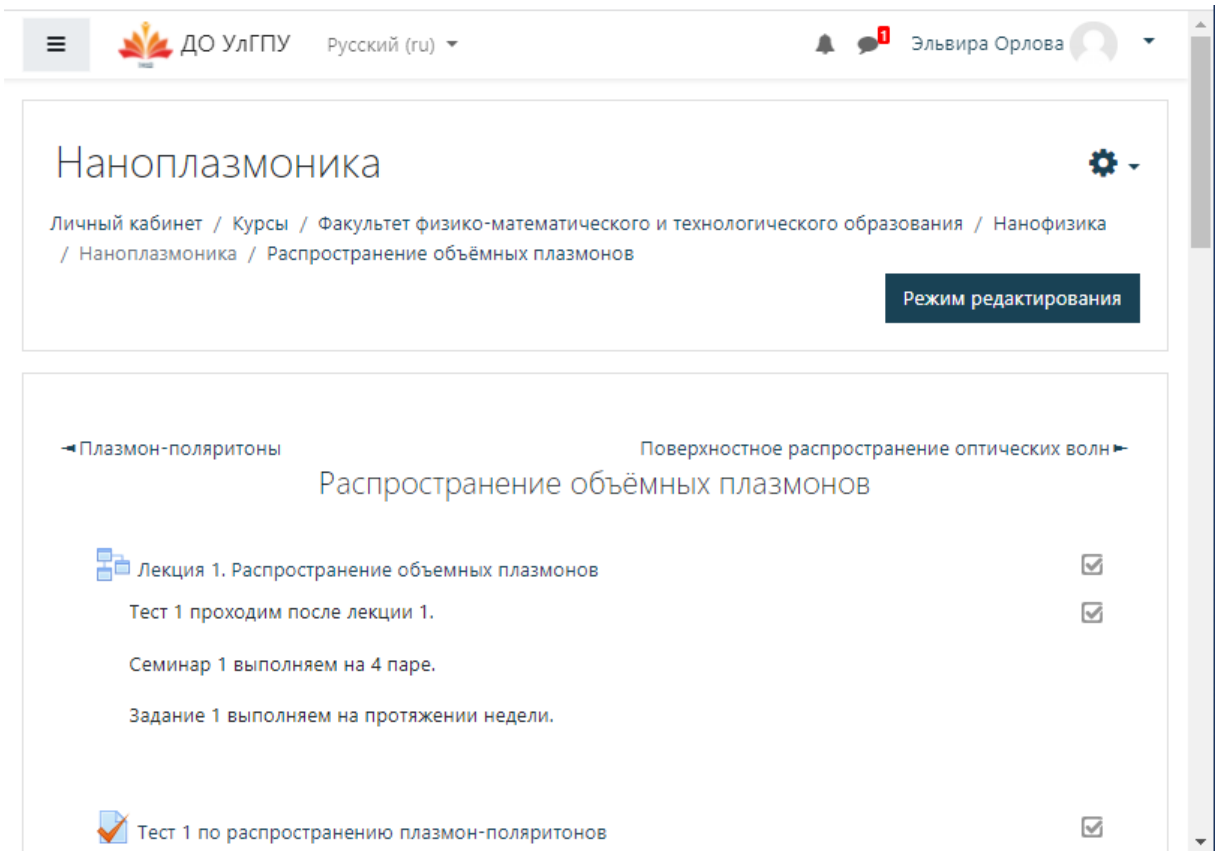


Рис. 1. Страница с теоретическими и контролирующими элементами в избранной теме курса «Наноплазмоника».

На рис. 1 изображена страница с теоретическими и контролирующими элементами в избранной теме курса «Наноплазмоника».

На рис. 2 изображена страница с элементами темы курса по наноплазмонике, включающая элементы в виде лекции, теста, вики-элемента, семинара, заданий.

В лекцию можно добавить материал по изучению темы, удобство заключается в том,

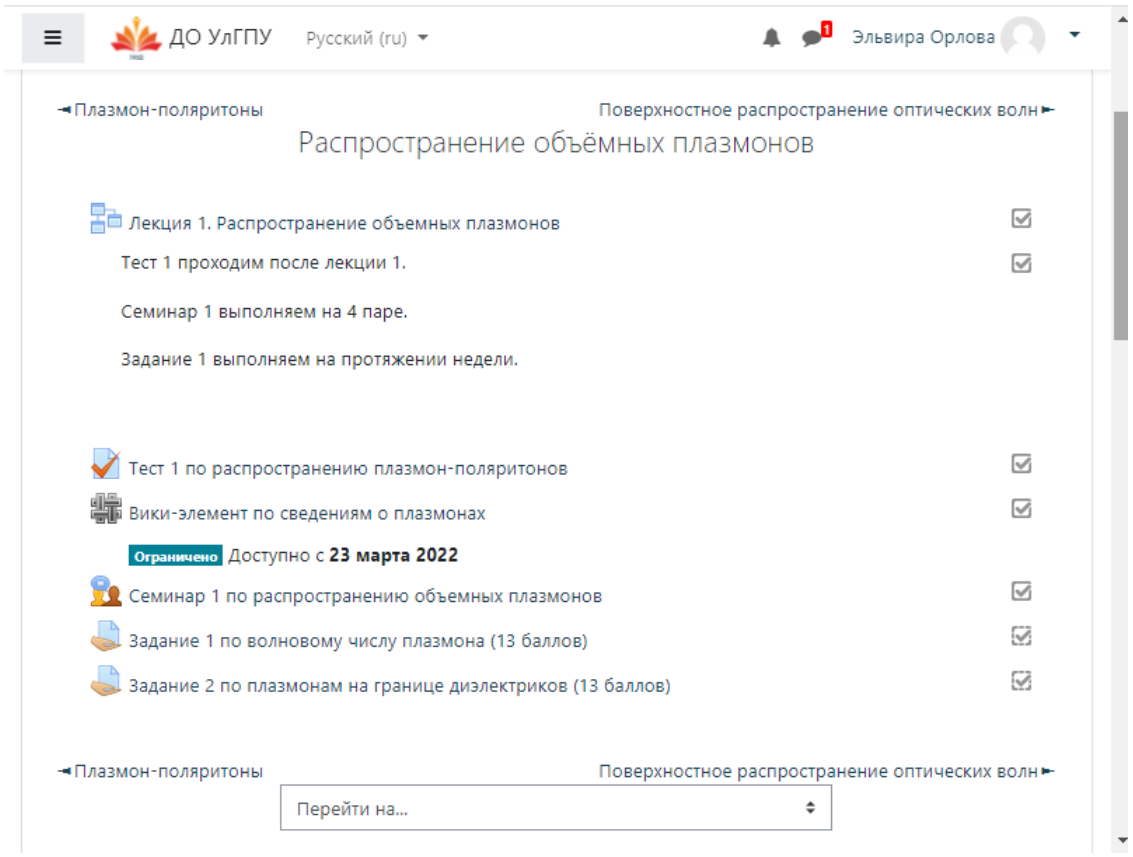


Рис. 2. Страница с элементами темы курса по наноплазмонике, включающая элементы в виде лекции, теста, вики-элемента, семинара, заданий.

что на странице лекции, можно добавить формулы, можем вставить какие-либо картинки, написать пояснения. Также лекция автоматически делится на разные страницы с вопросом к лекции.

На рис. 3 изображена страница с первой частью лекции по курсу «Наноплазмоника».

На рис. 4 изображена страница со второй частью лекции по курсу «Наноплазмоника».

Распространение поверхностного плазмон-поляритона описывается волной с константой распространения поверхностного плазмон-поляритона в следующем виде:

$$\beta(\omega) = k_0 \sqrt{\frac{\varepsilon_1(\omega)\,\varepsilon_2(\omega)}{\varepsilon_1(\omega) + \varepsilon_2(\omega)}}\,, \tag{1}$$

где $\beta(\omega) = \beta'(\omega) + i\beta''(\omega)$, $k_0 = \omega/c$ – волновое число волны в вакууме.

$$\beta_{01}(\omega) = k_0 \sqrt{\frac{\varepsilon_0(\omega)\,\varepsilon_1(\omega)}{\varepsilon_0(\omega) + \varepsilon_1(\omega)}}\,, \tag{2}$$

$$\beta_{12}(\omega) = k_0 \sqrt{\frac{\varepsilon_1(\omega)\,\varepsilon_2(\omega)}{\varepsilon_1(\omega) + \varepsilon_2(\omega)}}\,. \tag{3}$$

Условия распространения поверхностных плазмон-поляритонов на границе раздела среды “0” и среды “1”:

$$\begin{cases} \varepsilon_0(\omega)\,\varepsilon_1(\omega) < 0\,, \\ \varepsilon_0(\omega) + \varepsilon_1(\omega) < 0\,. \end{cases} \tag{4}$$

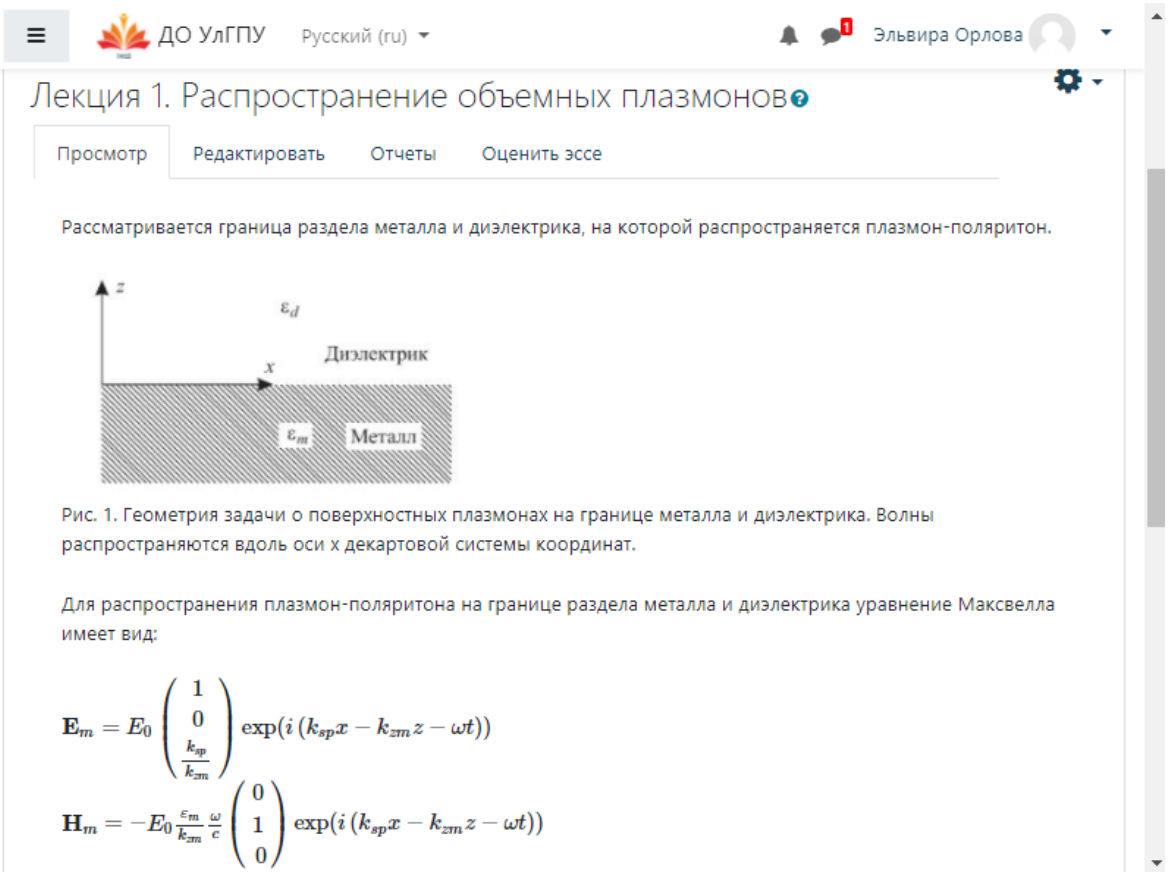


Рис. 3. Страница с первой частью лекции по курсу «Наноплазмоника».

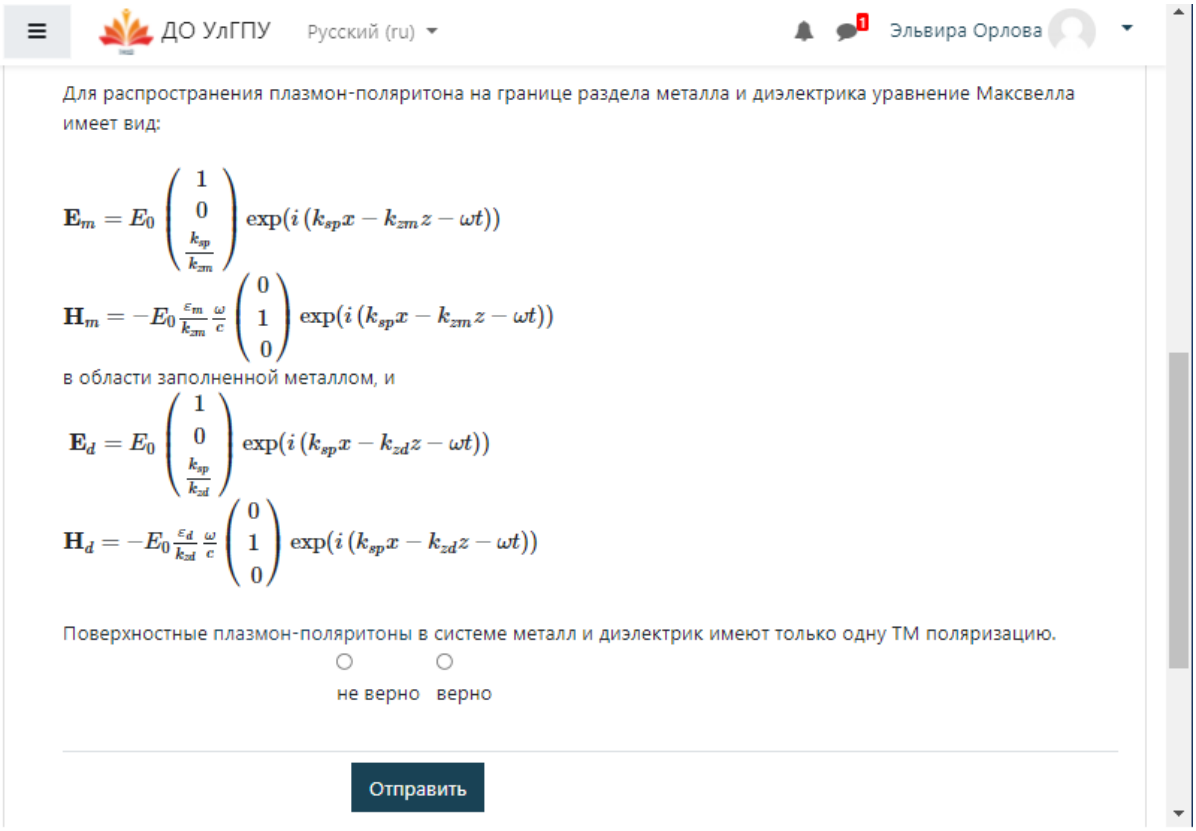


Рис. 4. Страница со второй частью лекции по курсу «Наноплазмоника».

Условия распространения поверхностных плазмон-поляритонов на границе раздела среды “1” и среды “2”:

$$\begin{cases} \varepsilon_1(\omega)\,\varepsilon_2(\omega) < 0\,, \\ \varepsilon_1(\omega) + \varepsilon_2(\omega) < 0\,. \end{cases} \tag{5}$$

Разработка элементов контроля знаний в составе дистанционного курса по наноплазмонике в системе управления обучением MOODLE

Рассмотрим результаты процесса разработки элементов контроля знаний в составе дистанционного курса по наноплазмонике в системе управления обучением MOODLE.

Каждая изучаемая тема в дистанционном курсе по наноплазмонике включает элементы, содержащие следующие контролирующие элементы: тестовые задания для организации промежуточного и итогового контроля по наноплазмонике. Правильная подборка физических задач и заданий в каждом тематическом модуле курса по наноплазмонике поможет закрепить изученный материал и подготовить студента с помощью материалов и заданий курса по наноплазмонике.

На первом этапе создания банка заданий и вопросов производится определение целей и задач, для которых будет использоваться банка заданий и вопросов. Банк вопросов, предназначенный для стандартного тестового контроля, и банк вопросов, предназначенный для тестового контроля заданий разного уровня и тематического содержания, будут существенно различаться. На втором этапе создания банка заданий и вопросов производится разработка тематической структуры банка заданий и вопросов в соответствии с выбранными целями и задачами. На третьем этапе создания банка заданий и вопросов производится разработка содержания тестовых заданий и вопросов в составе банка вопросов и заданий. На четвёртом этапе создания банка заданий и вопросов производится наполнение банка вопросов и заданий различными типами вопросов и заданий. На пятом этапе создания банка заданий и вопросов производится создание тестов в составе моделей и тем курса по наноплазмонике. На шестом этапе создания банка заданий и вопросов производится отладка тестов в составе дистанционного курса по наноплазмонике. На седьмом этапе создания банка заданий и вопросов производится разработка методических рекомендаций по использованию тестов в составе моделей и тем курса по наноплазмонике. На восьмом этапе создания банка заданий и вопросов производится апробация банка тестовых вопросов и заданий по наноплазмонике в учебном процессе. На девятом этапе создания банка заданий и вопросов производится корректирование содержания и выявление недостатков банка тестовых вопросов и заданий в составе дистанционного курса по наноплазмонике.

Рассмотрим процесс разработки системы контроля курса «Наноплазмоника».

На рис. 5 изображена страница теста 1 по теме, связанной с распространением плазмон-поляритонов.

Тест может содержать любое количество вопросов, которые связаны с темой лекции. В нашем случае тест стоит из двух вопрос. Большим плюсом данной системы является, автоматическая проверка теста осуществляется компьютером. Систему оценивая, можно настроить, так как нам нужно. Особенностью является то, что за неправильный ответ на вопрос теста, мы можем включить штрафные баллы, которые будут вычитаться из общего количества баллов за правильные ответы.

На рис. 6 изображена страница первого вопроса из теста 1 по теме, связанной с распространением плазмон-поляритонов.

На рис. 7 изображена страница второго вопроса из теста 1 по теме, связанной с распространением плазмон-поляритонов.

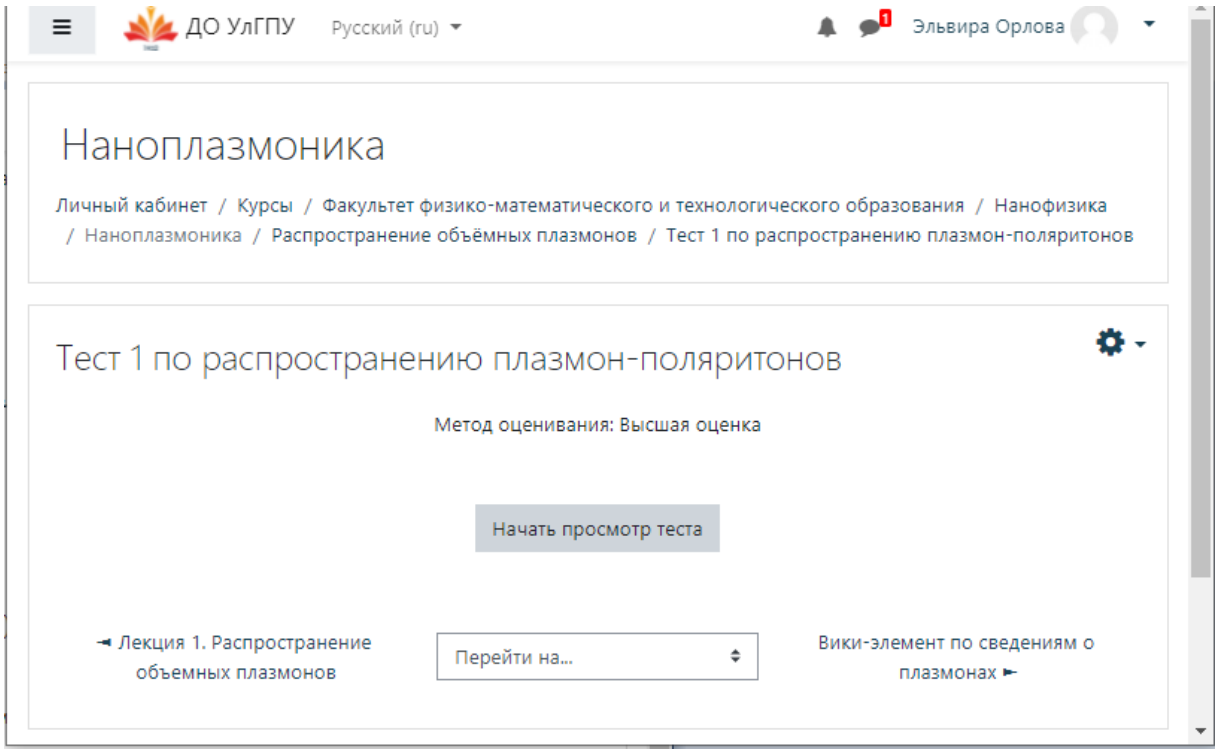


Рис. 5. Входная страница теста 1 по теме, связанной с распространением плазмон-поляритонов.

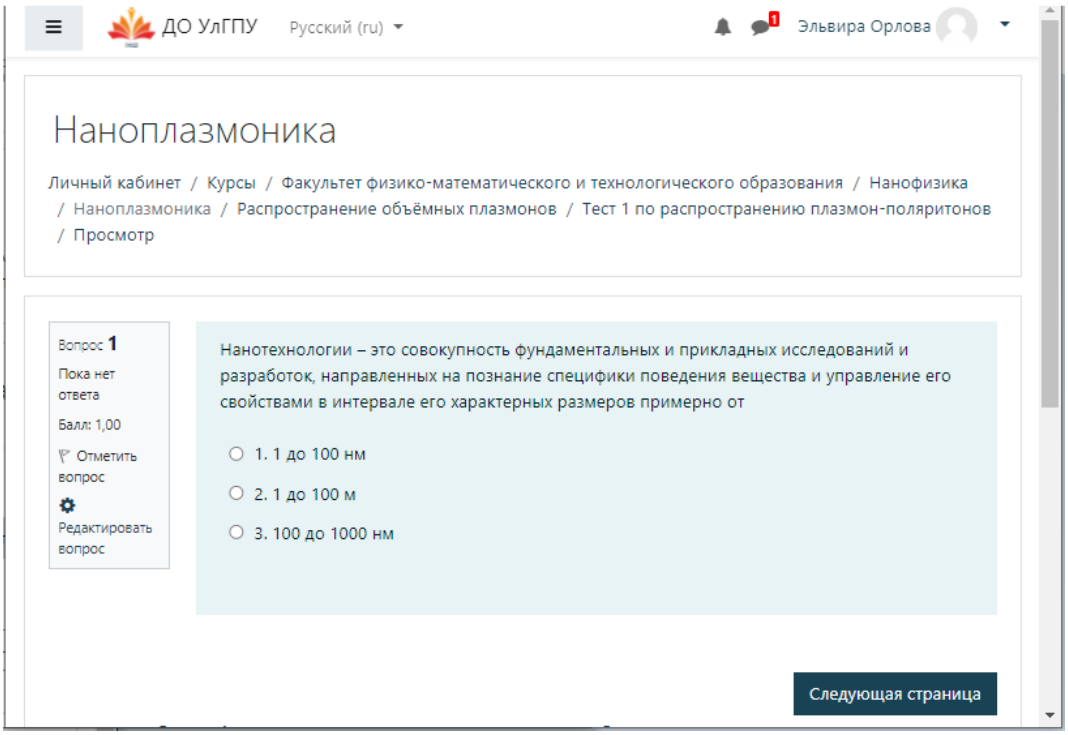


Рис. 6. Первый вопрос из теста 1 по теме, связанной с распространением плазмон-поляритонов.

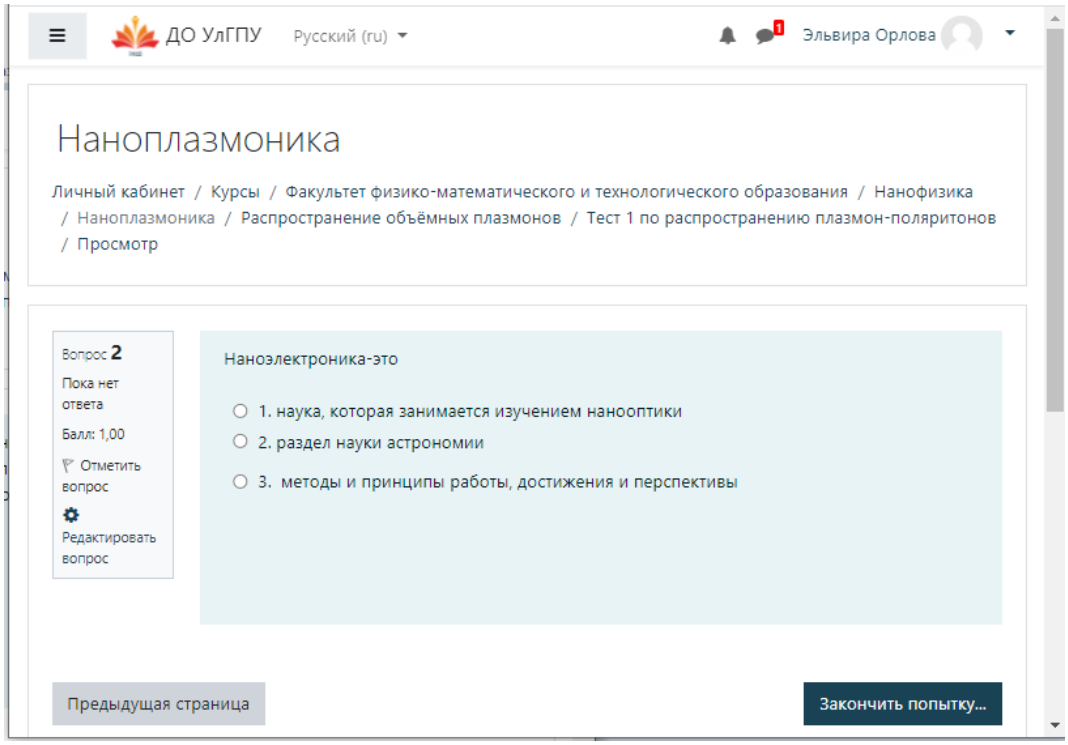


Рис. 7. Второй вопрос из теста 1 по теме, связанной с распространением плазмон-поляритонов.

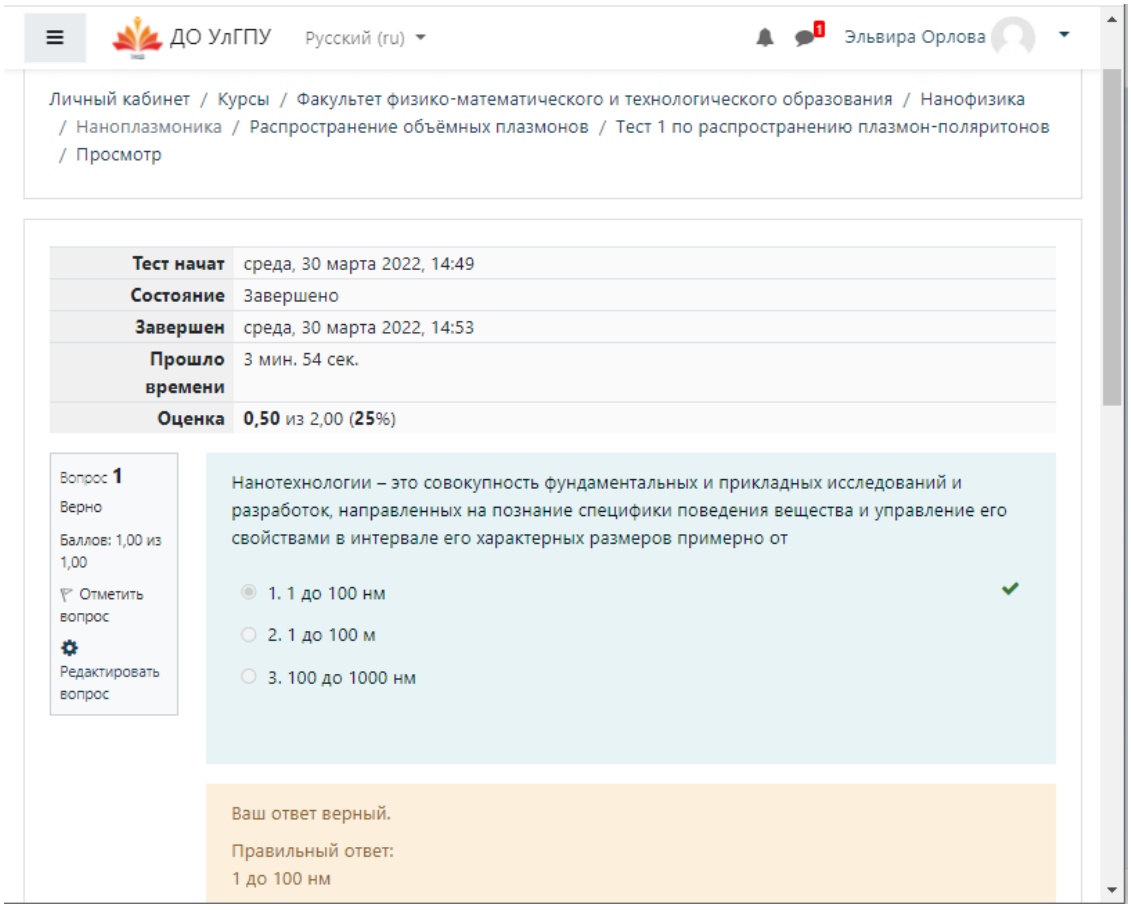


Рис. 8. Страница с результатами теста 1 по теме, связанной с распространением плазмон-поляритонов.

На рис. 8 изображена страница с результатами теста 1 по теме, связанной с распространением плазмон-поляритонов.

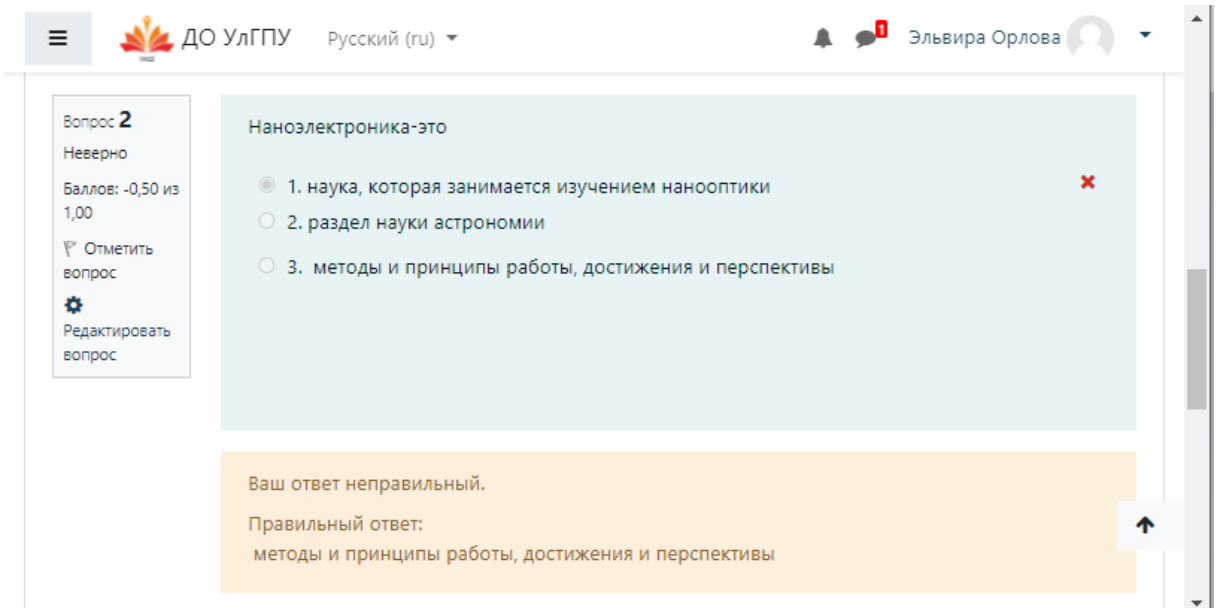


Рис. 9. Страница с результатами теста 1 по теме, связанной с распространением плазмон-поляритонов.

На рис. 9 изображена страница с результатами теста 1 по теме, связанной с распространением плазмон-поляритонов.

В заданиях предлагается не просто выбрать правильный вариант ответа, а поразмышлять над поставленными вопросами и написать самостоятельно, учитывая указания преподавателя.

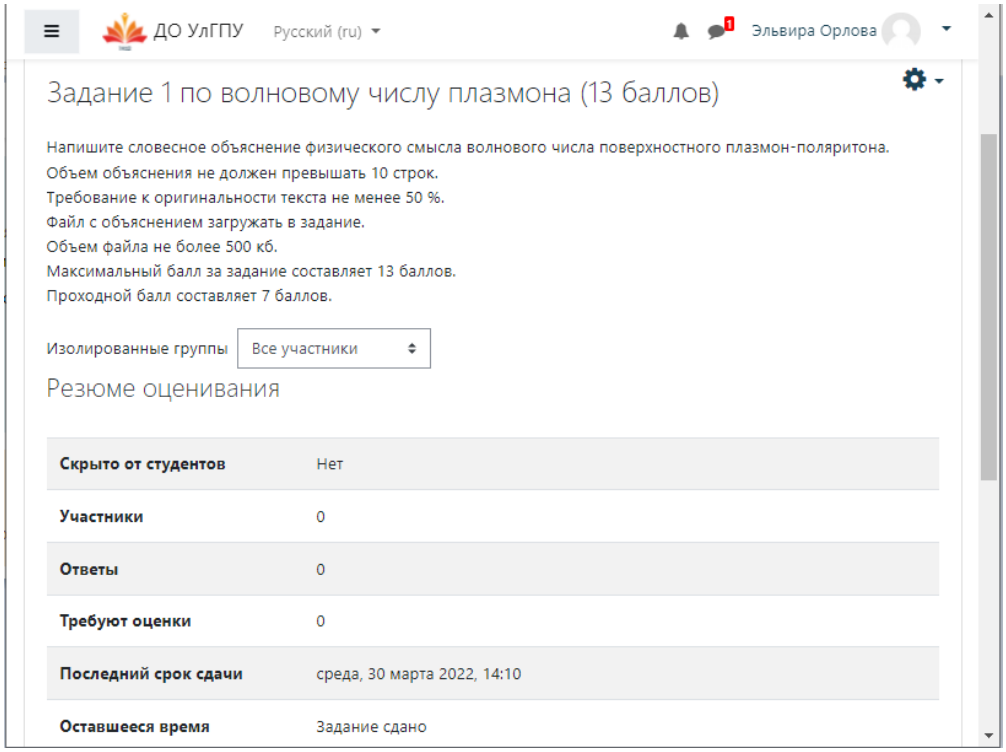


Рис. 10. Страница задания 1 по теме, связанной с распространением поверхностных плазмон-поляритонов.

На рис. 10 изображена страница задания 1 по теме, связанной с распространением поверхностных плазмон-поляритонов.

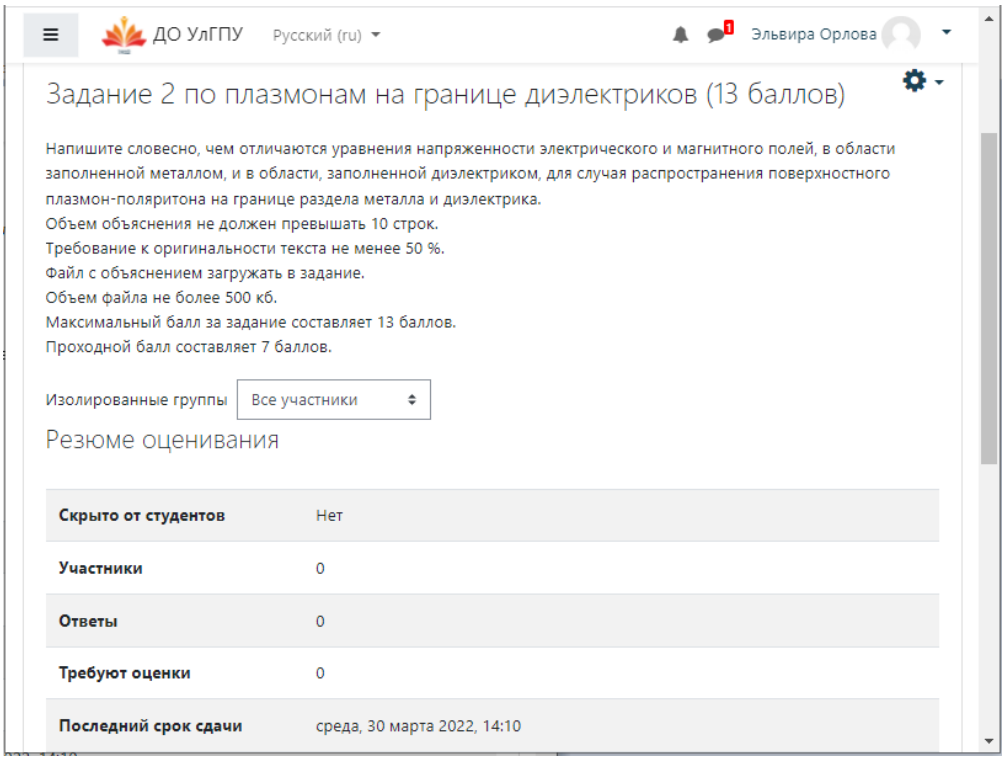


Рис. 11. Страница задания 2 по теме, связанной с распространением поверхностных плазмон-поляритонов.

На рис. 11 изображена страница задания 2 по теме, связанной с распространением поверхностных плазмон-поляритонов.

Семинар является более творческим заданием, где студентам предлагается не только выполнить самое задание, но и проверить, как выполнили это задание другие студенты.

На рис. 12 изображена страница задания в виде семинара 1 по теме, связанной с распространением плазмон-поляритонов.

На рис. 13 изображена страница с вопросами семинара 1 по теме, связанной с распространением плазмон-поляритонов.

Вики представляет собой веб-сайт, содержимое которого пользователи могут самостоятельно изменять с помощью инструментов, предоставляемых самим сайтом.

На рис. 14 изображена страница с заданием заполнения вики-элемента по теме, связанной с распространением плазмон-поляритонов.

Задача 1.

Учёные физики разработали сверхчувствительный наносенсор на NO_2, который срабатывает при адсорбции на его поверхности одной молекулы NO_2. На внутренней поверхности герметичной камеры, расположили чувствительный элемент, содержащей NO_2. Молекулы NO_2 перемещаются внутри камеры и не сталкиваются друг с другом. При этом, столкновение молекулы со стенками камеры приводит к её «прилипанию» к стенке на время $\Delta\tau = 2$ мс при комнатной температуре (27°C). После этого молекула снова летит в произвольном направлении. Среднее время пролёта молекулы от стенки до стенки равно $2\Delta\tau = 4$ мс. Известно, что сенсор срабатывает в среднем за время $t_c = 1$ мин. За какое время t_h сработает сенсор, если камеру нагреть на 300°C? Время прилипания экспоненциально зависит от температуры T : $\tau_1 = \tau_{10} \exp(-E_a/kT)$, где E_a – энергия адсорбции, равная 26 мэВ, $k = 1.38 \cdot 10^{-23}$ Дж.К – постоянная Больцмана.

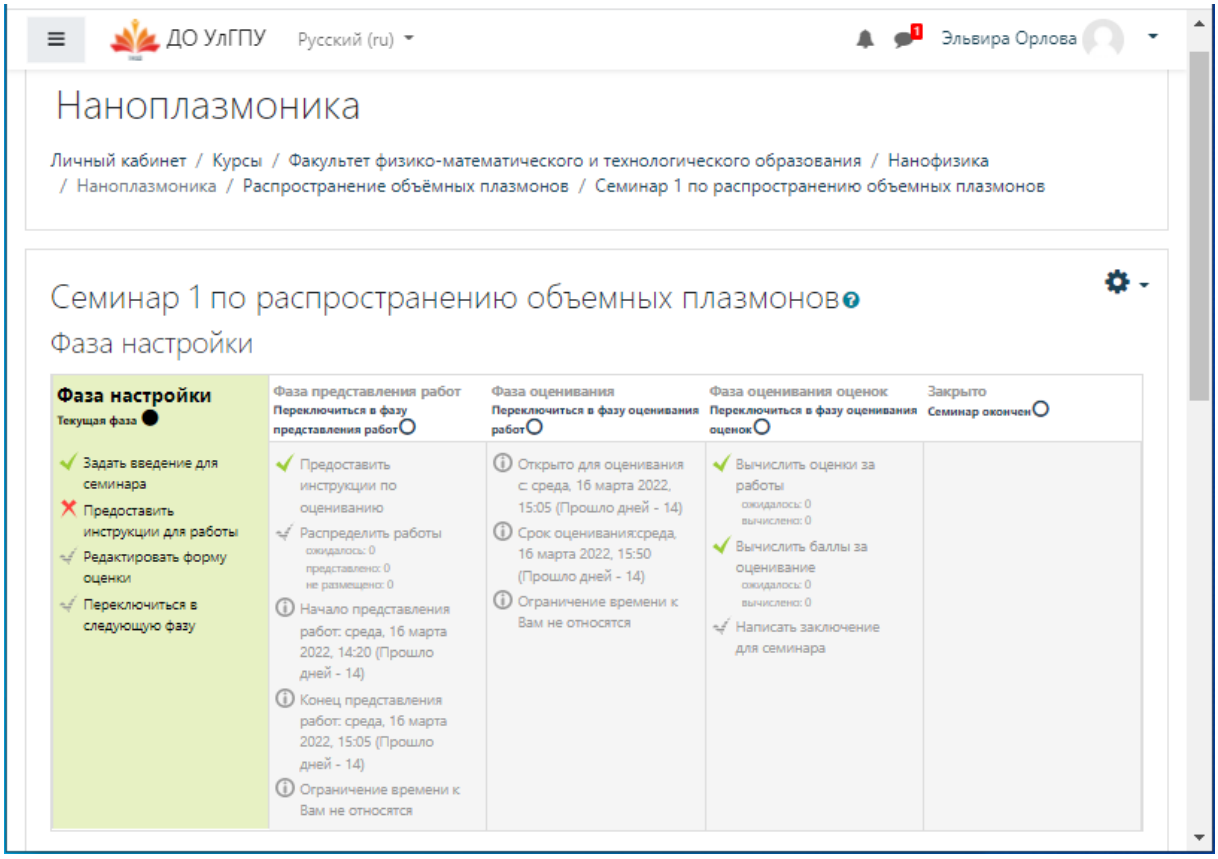


Рис. 12. Страница семинара 1 по теме, связанной с распространением плазмон-поляритонов.

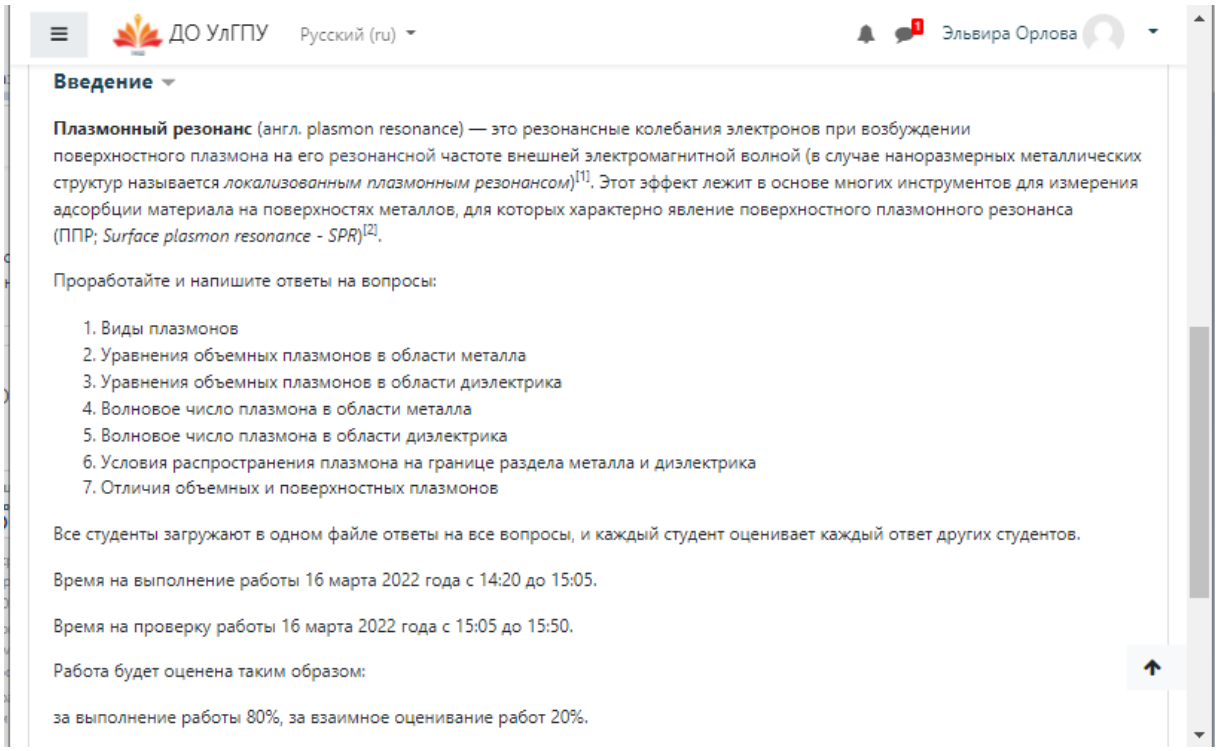


Рис. 13. Страница с вопросами семинара 1 по теме, связанной с распространением плазмон-поляритонов.

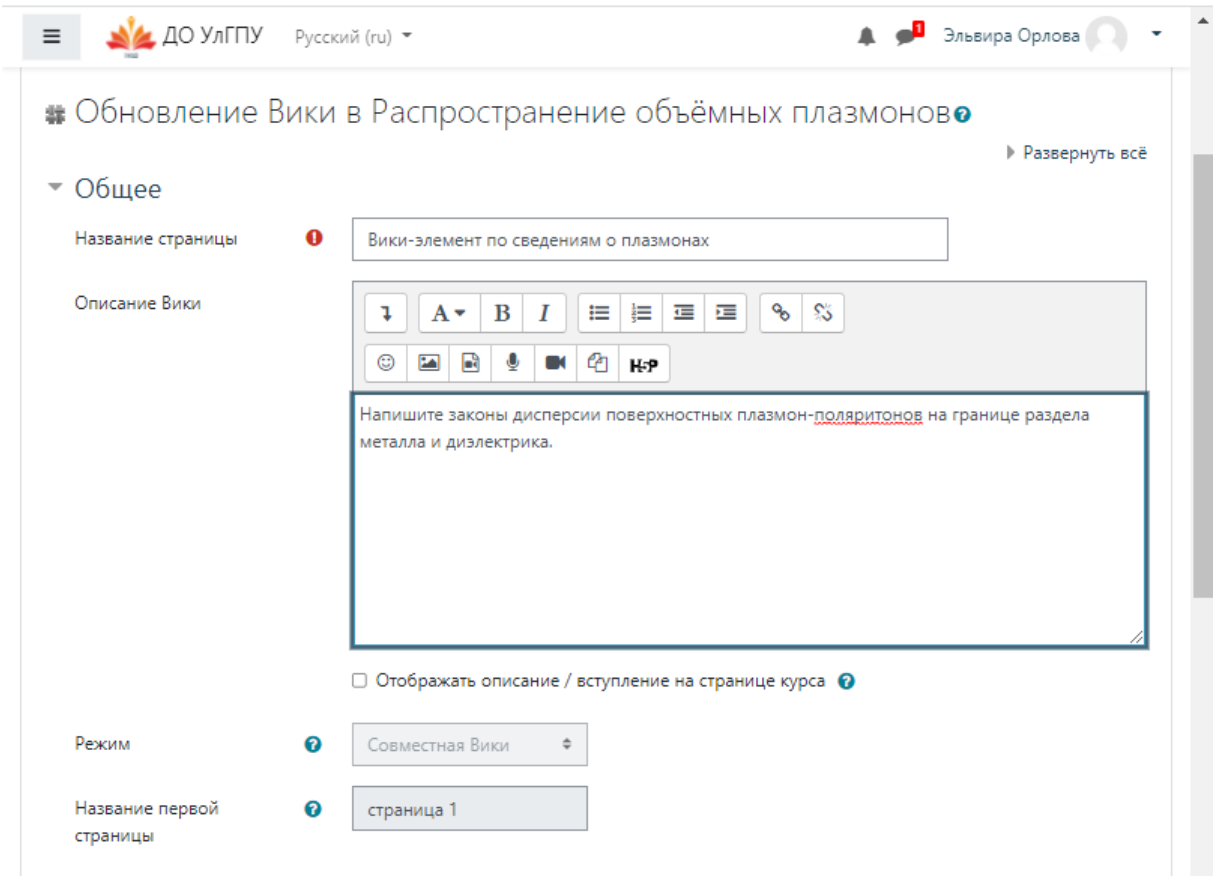


Рис. 14. Страница с заданием заполнения вики-элемента по теме, связанной с распространением плазмон-поляритонов.

Задача оценивается в 20 баллов.

Решение.

В условии задачи была допущена опечатка: более правильная зависимость $\tau_1 = \tau_{10}\exp(+E_a/kT)$, зависимость с минусом – не является физической. Поэтому задачу можно было решить двумя путями, правильными считались оба решения: и для тех, кто пошёл формальным путём и использовал данное выражение, и для тех, кто интуитивно использовал выражение с плюсом. Полное время пролёта и прилипания равно $\tau = \tau_1 + \tau_2 = 6$ мс. Время срабатывания обратно пропорционально числу столкновений и прямо пропорционально времени между столкновениями, то есть $t \approx \tau$. Теперь посмотрим как изменятся τ_1 и τ_2 после нагрева. kT_c при комнатной температуре T_c равно как раз 26 мэВ ($1.38 \cdot 10^{-23} \cdot 300/1.6 \cdot 10^{-19}$), следовательно при $T_h = 600$ K (то есть, кто принял $T_h = 573$ K, получил на 1 балл меньше), $kT_h = 52$ мэВ (3 балла за корректный перевод энергий в общие единицы измерений). Отсюда отношение времён:

$$\frac{\tau_1'}{\tau_1} = \frac{\exp(\pm E_a/kT_h)}{\exp(\pm E_a/kT_c)} = e^{\pm E_a/kT_h \pm E_a/kT_c}$$

$\tau_1'/\tau_1 = \exp(\pm 0.5)$ (3 балла за формулу). $\tau_1' = 1.21$ мс для плюса и 3.29 мс для минуса. (2 балла за правильное значение). Время t_2 зависит от скорости, квадрат которой пропорционален температуре, поэтому $\tau_1/\tau_1' = (T_h/T_c)^{0.5}$ (4 балла), $\tau_1' = \tau_1/\sqrt{2} = 2.82$ мс (2 балла). Отсюда $\tau' = 4$ мс в первом варианте и $\tau' = 6.12$ мс во втором. Осталось составить пропорцию: $t/\tau = t'/\tau'$ (4 балла):

$$t_h = t_c \frac{\tau_1 exp(\pm E_a/kT_h \pm E_a/kT_c) + \tau_2\sqrt{T_c/T_h}}{\tau_1 + \tau_2}$$

Ответ: сенсор сработает за 40 секунд в первом варианте и за 1.02 минуту во втором (2 балла).

Задача 2.

Для создания наночастиц Маша и Петя используют метод лазерной абляции – испарение веществ мишени под действием лазерного импульса, которое затем образует нанокапли, а в дальнейшем – наночастицы. В вакуумной камере абсолютно неупруго сталкиваются две нанокапли массами $m_1 = m$, $m_2 = 2m$, которые летят со скоростью $v = 6\,\text{м/с}$ под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту, и образуется новая нанокапля. Найти скорость новой нанокапли.

Решение.

Воспользуемся законом сохранения импульса. Сначала для горизонтальной составляющей:

$$m_1 v\cos\alpha + m_2 v\cos\alpha = (m_1 + m_2)\, v_x^{'}$$

$$3mv\cos\alpha = 3mv_x^{'}$$

$$v_x^{'} - v\cos\alpha = v\frac{\sqrt{3}}{2}$$

Теперь для вертикальной:

$$m_2 v\sin\alpha - m_1 v\sin\alpha = (m_2 - m_1)v_y^{'}$$

$$mv\sin\alpha = 3mv_y^{'}$$

$$v_y^{'} = v\frac{sin\alpha}{3} = \frac{v}{6}$$

$$v^{'} = v\sqrt{\frac{1}{36} + \frac{3}{4}} = 2\sqrt{7}\,.$$

Подсчитываем численное значение $v^{'} = 5.3\,\text{м/с}$.

Задача 3.

Определите величину индукции магнитного поля $\mathbf{B}$, которое создавала доменная область, если в результате процесса стирания информации через гальванометр протёк заряд $q = 0.1\,\text{нКл}$. Флюксметр представляет собой прямоугольную медную рамку, подключенную к баллистическому гальванометру. Рамка размерами: 500 нм на 1 мкм. Электрическое сопротивление проволоки $R = 2\,\text{мОм}$.

Решение:

По закону электромагнитной индукции: $\mathcal{E} = -\frac{\partial\Phi}{\partial t}$, и по закону Ома $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$. Затем находим поток магнитной индукции по формуле $\Phi = BS$. Заряд: $q = \frac{-\Delta\Phi}{R}$

Окончательно выразим индукцию магнитного поля:

$B = qR/S = (0.1\cdot 10^{-9}\cdot 2\cdot 10^{-3})\,/\,(10^{-6}\cdot 5\cdot 10^{-7}) = 0.4\,\text{Тл}$.

Задача 4.

При каком значении сопротивления резонанс в контуре исчезнет, если в цепь последовательно подключены индуктивность, резистор, источник переменного напряжения, а роль обкладок конденсатора выполняет зонд и исследуемая поверхность. Индуктивность равна $L = 0.01\,\text{Гн}$. Независимым методом определяют значение ёмкости, которое оказалось равным $C = 10^{-10}\,\Phi$.

Решение.

Максимум в амплитудно-частотной характеристикой невозможно будет наблюдать при $\omega_0 = \beta$.

$$\frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{R}{2L}\,.$$

Ещё можно получить оценку значения из определения добротности. Для предельного случая $Q = 1$.

$$Q = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}} = 1 \,,$$

$$R = \frac{2L}{\sqrt{LC}} = \frac{2\sqrt{L}}{\sqrt{C}} \,.$$

Подсчитаем численное значение $R = 2\sqrt{10^8} = 2 \cdot 10^4$ Ом.

По итогам разработки дистанционного курса по наноплазмонике в системе управления обучением MOODLE можно сделать вывод о наличии элементов для эффективного контроля знаний по наноплазмонике в составе дистанционного курса в системе управления обучением MOODLE. Созданная система тестов, вопросов и заданий по наноплазмонным системам в системе управления обучением MOODLE позволяет эффективно контролировать изучение материалов курса по наноплазмонике.

Заключение

В настоящей работе проведено всестороннее исследование дистанционного курса по наноплазмонике, созданного в системе управления обучением MOODLE. В работе описан результат разработки дистанционного курса по наноплазмонике, который готов к началу использования в учебном процессе в университете, позволяет автоматизировать проверку знаний по наноплазмонике. Дистанционный курс по наноплазмонике, созданный в системе управления обучением MOODLE, способствует систематизации хранения учебного материала по наноплазмонным системам. При изучении курса наноплазмоники 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. Система управления обучением MOODLE позволяет открывать и закрывать тематические модели в соответствии со временем изучения, что позволяет поддерживать необходимый темп продвижения по курсу по наноплазмонике. В качестве подтверждения гипотезы исследования спроектирован дистанционный курс по наноплазмонике, основанный на комбинации теоретических методов и численных методов в процессе изучения наноплазмоники, позволяющий повысить познавательный интерес студентов к наноплазмонным системам по традиционной, смешанной и дистанционной формам обучения с применением компьютеров. Дистанционный курс по наноплазмонике, созданный в системе управления обучением MOODLE, способен стать эффективным помощником, автоматизирующим наиболее трудоёмкие элементы труда преподавателя в процессе преподавания учебных дисциплин физико-математической направленности. Созданный дистанционный курс по наноплазмонике позволит планировать, организовывать и проводить изучение теоретического материала курса по наноплазмонике в дистанционной или смешанной форме обучения. Разработанный дистанционный курс по наноплазмонике может занять особое место среди дистанционных курсов по физико-математической тематике, предназначенных для студентов физико-математических профилей подготовки университетов.

В связи с возрастающей информатизацией образования идёт внедрение электронных курсов, онлайн-курсов, дистанционных курсов во всех предметных областях. Поэтому разработка курса «Наноплазномика» представляет практическую значимость для образовательного процесса по физике в университете.

Курс «Наноплазмоника» может быть использован при проведении очных занятий, занятий смешанной формы, дистанционных занятий. Систематизация теории по фи-

зическим основам наноплазмоники позволила наполнить теоретическими материалами курс «Наноплазмоника». Разработаны элементы такие как лекция, тест, задание, семинар, вики для курса «Наноплазмоника», позволяющие контролировать усвоение знаний по физике от репродуктивного до творческого уровня. В составе курса «Наноплазмоника» представлены элементы для проверки теоретических знаний по физическим основам наноплазмоники, позволяющие организовать автоматизированную проверку знаний по физическим основам курса. Наполнен содержанием избранный модуль курса «Наноплазмоника», позволяющий контролировать усвоение знаний по наноплазмонике от репродуктивного до творческого уровня.

Выводы по работе можно сформулировать следующим образом:

1. созданные теоретические материалы курса «Наноплазмоника» в системе управления обучения MOODLE позволяют проводить обучение по наноплазмонике в дистанционной и смешанной формах обучения,
2. разработанная модульная структура курса «Наноплазмоника» в системе управления обучением MOODLE позволяет управлять продвижением студентов по курсу «Наноплазмоника»,
3. разработанный дистанционный курс по наноплазмонике готов к началу использования в учебном процессе бакалавриата педагогического университета с профилем подготовки по физике и математике.

Созданный в работе дистанционный курс позволяет эффективно планировать, организовывать и проводить обучение по наноплазмонике. Использование курса по наноплазмонике способствует повышению эффективности самостоятельной работы, обеспечению визуализации процесса обучения, повышению эффективности управления обучением с использованием возможностей системы MOODLE.

Гипотеза исследования, состоящая в том, что если создать и использовать курс «Наноплазмоника», основанный на комбинации теоретических методов и численных методов в процессе изучения наноплазмоники, то можно повысить познавательный интерес к курсу по наноплазмонике и реализовать систему смешанного обучения наноплазмонике, подтверждена полностью.

Список использованных источников

1. Моисеенко И. М., Морозов М. Ю., Попов В. В. Усиление терагерцевых плазмонов в экранированном графене с накачкой оптическими плазмонами // Нелинейный мир. — 2018. — Т. 16, № 2. — С. 7–8.

2. Давидович М. В. Дисперсия поверхностных плазмонов в структурах с проводящей плёнкой // Оптика и спектроскопия. — 2019. — Т. 126, № 3. — С. 360–369.

3. Ключник А. В., Курганов С. Ю., Лозовик Ю. Е. Плазмоны на отверстии в экране // Физика твёрдого тела. — 2003. — Т. 45, № 9. — С. 1709–1712.

4. Кузнецова Т. И., Распопов Н. А. Схема возбуждения плазмонов на границе металла с фотонным кристаллом // Журнал экспериментальной и теоретической физики. — 2014. — Т. 145, № 3. — С. 455–461.

5. Maier S. A. Plasmonics: Fundamentals and Applications. — New York : Springer, 2007. — 223 p.

6. Homola Jiri, Yee Sinclair S., Gauglitz Günter. Surface plasmon resonance sensors: review // Sensors and Actuators B: Chemical. — 1999. — jan. — Vol. 54, no. 1-2. — P. 3–15. — URL: https://doi.org/10.1016/s0925-4005(98)00321-9.

7. Fuchs Sondheimer–Drude Lorentz model and Drude model in the study of SPR based optical sensors: A theoretical study / Nidhi Sharma [et al.] // Optics Communications. — 2015. — dec. — Vol. 357. — P. 120–126. — URL: https://doi.org/10.1016/j.optcom.2015.08.092.

8. Localized Surface Plasmon Resonance Biosensing: Current Challenges and Approaches / Sarah Unser [et al.] // Sensors. — 2015. — jul. — Vol. 15, no. 7. — P. 15684–15716. — URL: https://doi.org/10.3390/s150715684.

9. Grosso G., Parravicin G. Solid State Physics. — New York : Elsevier, 2014. — 872 p.

10. Crosstalk suppression bandwidth optimisation of a vertically coupled ring resonator add/drop filter / Riyadh Mansoor [et al.] // IET Optoelectronics. — 2015. — apr. — Vol. 9, no. 2. — P. 30–36. — URL: https://doi.org/10.1049/iet-opt.2014.0059.

11. Cascaded microresonator-based matrix switch for silicon on-chip optical interconnection / Andrew W. Poon [et al.] // Proceedings of the IEEE. — 2009. — jul. — Vol. 97, no. 7. — P. 1216–1238. — URL: https://doi.org/10.1109/jproc.2009.2014884.

12. Barnes William L., Dereux Alain, Ebbesen Thomas W. Surface plasmon subwavelength optics // Nature. — 2003. — aug. — Vol. 424, no. 6950. — P. 824–830. — URL: https://doi.org/10.1038/nature01937.

13. Melnyk Andrew R., Harrison Michael J. Theory of optical excitation of plasmons in metals // Physical Review B. — 1970. — aug. — Vol. 2, no. 4. — P. 835–850. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevb.2.835.

14. Avrutsky Ivan, Soref Richard, Buchwald Walter. Sub-wavelength plasmonic modes in a conductor-gap-dielectric system with a nanoscale gap // Optics Express. — 2009. — dec. — Vol. 18, no. 1. — P. 348. — URL: https://doi.org/10.1364/oe.18.000348.

15. Graphene plasmonics: a platform for strong light-matter interactions / F.H.L. MinovKoppensich [et al.] // Optics and Photonics News. — 2011. — dec. — Vol. 22, no. 12. — P. 36. — URL: https://doi.org/10.1364/opn.22.12.000036.

16. He Xiao Yong, Tao Jin, Meng Bo. Analysis of graphene TE surface plasmons in the terahertz regime // Nanotechnology. — 2013. — aug. — Vol. 24, no. 34. — P. 345203. — URL: https://doi.org/10.1088/0957-4484/24/34/345203.

17. Mikhailov S. A., Ziegler K. New electromagnetic mode in graphene // Physical Review Letters. — 2007. — jul. — Vol. 99, no. 1. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevlett.99.016803.

18. Gate-variable optical transitions in graphene / F. Wang [et al.] // Science. — 2008. — mar. — Vol. 320, no. 5873. — P. 206–209. — URL: https://doi.org/10.1126/science.1152793.

19. Nonlinear damping in graphene resonators / Alexander Croy [et al.] // Physical Review B. — 2012. — dec. — Vol. 86, no. 23. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevb.86.235435.

20. Zhang Chao, Chen Lei, Ma Zhongshui. Orientation dependence of the optical spectra in graphene at high frequencies // Physical Review B. — 2008. — jun. — Vol. 77, no. 24. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevb.77.241402.

21. A planar electromagnetic “black hole” based on graphene / Yun Jiang [et al.] // Physics Letters A. — 2012. — mar. — Vol. 376, no. 17. — P. 1468–1471. — URL: https://doi.org/10.1016/j.physleta.2012.03.018.

22. Jablan Marinko, Buljan Hrvoje, Soljačić Marin. Plasmonics in graphene at infrared frequencies // Physical Review B. — 2009. — dec. — Vol. 80, no. 24. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevb.80.245435.

23. Atwater Harry A. The Promise of Plasmonics // Scientific American. — 2007. — apr. — Vol. 296, no. 4. — P. 56–62. — URL: https://doi.org/10.1038/scientificamerican0407-56.

24. Ebbesen Thomas W., Genet Cyriaque, Bozhevolnyi Sergey I. Surface-plasmon circuitry // Physics Today. — 2008. — may. — Vol. 61, no. 5. — P. 44–50. — URL: https://doi.org/10.1063/1.2930735.

25. Bozhevolnyi Sergey I. Plasmonic Nano-Guides and Circuits // Frontiers in Optics 2008/Laser Science XXIV/Plasmonics and Metamaterials/Optical Fabrication and Testing. — OSA, 2008. — URL: https://doi.org/10.1364/meta_plas.2008.mwd3.

26. Raether H. Surface Plasmons on Smooth and Rough Surfaces and on Gratings. — Berlin : Elsevier, 1987. — 140 p.

27. Boardman A. D. Electromagnetic Surface Modes. — New York : Wiley, 1982. — 776 p.

28. Zayats Anatoly V., Smolyaninov Igor I. Near-field photonics: surface plasmon polaritons and localized surface plasmons // Journal of Optics A: Pure and Applied Optics. — 2003. — jun. — Vol. 5, no. 4. — P. S16–S50. — URL: https://doi.org/10.1088/1464-4258/5/4/353.

29. Zayats Anatoly V., Smolyaninov Igor I., Maradudin Alexei A. Nano-optics of surface plasmon polaritons // Physics Reports. — 2005. — mar. — Vol. 408, no. 3-4. — P. 131–314. — URL: https://doi.org/10.1016/j.physrep.2004.11.001.

30. Wurtz G. A., Pollard R., Zayats A. V. Optical Bistability in Nonlinear Surface-Plasmon Polaritonic Crystals // Physical Review Letters. — 2006. — aug. — Vol. 97, no. 5. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevlett.97.057402.

31. Nie S. Probing Single Molecules and Single Nanoparticles by Surface-Enhanced Raman Scattering // Science. — 1997. — feb. — Vol. 275, no. 5303. — P. 1102–1106. — URL: https://doi.org/10.1126/science.275.5303.1102.

32. Biosensing with plasmonic nanosensors / Jeffrey N. Anker [et al.] // Nature Materials. — 2008. — jun. — Vol. 7, no. 6. — P. 442–453. — URL: https://doi.org/10.1038/nmat2162.

33. Optical cloaking with metamaterials / Wenshan Cai [et al.] // Nature Photonics. — 2007. — apr. — Vol. 1, no. 4. — P. 224–227. — URL: https://doi.org/10.1038/nphoton.2007.28.

34. Shalaev Vladimir M. Optical negative-index metamaterials // Nature Photonics. — 2007. — jan. — Vol. 1, no. 1. — P. 41–48. — URL: https://doi.org/10.1038/nphoton.2006.49.

35. Litchinitser Natalia M., Shalaev Vladimir M. Loss as a route to transparency // Nature Photonics. — 2009. — feb. — Vol. 3, no. 2. — P. 75–75. — URL: https://doi.org/10.1038/nphoton.2008.280.

36. Sandtke M., Kuipers L. Slow guided surface plasmons at telecom frequencies // Nature Photonics. — 2007. — sep. — Vol. 1, no. 10. — P. 573–576. — URL: https://doi.org/10.1038/nphoton.2007.174.

37. Electronically Controlled Surface Plasmon Dispersion and Optical Transmission through Metallic Hole Arrays Using Liquid Crystal / Wayne Dickson [et al.] // Nano Letters. — 2007. — dec. — Vol. 8, no. 1. — P. 281–286. — URL: https://doi.org/10.1021/nl072613g.

38. Wurtz G.A., Zayats A.V. Nonlinear surface plasmon polaritonic crystals // Laser & Photonics Review. — 2008. — jul. — Vol. 2, no. 3. — P. 125–135. — URL: https://doi.org/10.1002/lpor.200810006.

39. Plasmon resonances of silver nanowires with a nonregular cross section / Jörg P. Kottmann [et al.] // Physical Review B. — 2001. — nov. — Vol. 64, no. 23. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevb.64.235402.

40. Noguez Cecilia. Surface plasmons on metal nanoparticles: the influence of shape and physical environment // The Journal of Physical Chemistry C. — 2007. — mar. — Vol. 111, no. 10. — P. 3806–3819. — URL: https://doi.org/10.1021/jp066539m.

41. Prodan E. A hybridization model for the plasmon response of complex nanostructures // Science. — 2003. — oct. — Vol. 302, no. 5644. — P. 419–422. — URL: https://doi.org/10.1126/science.1089171.

42. Optical properties of two interacting gold nanoparticles / W. Rechberger [et al.] // Optics Communications. — 2003. — may. — Vol. 220, no. 1-3. — P. 137–141. — URL: https://doi.org/10.1016/s0030-4018(03)01357-9.

43. Xiao J. J., Huang J. P., Yu K. W. Optical response of strongly coupled metal nanoparticles in dimer arrays // Physical Review B. — 2005. — jan. — Vol. 71, no. 4. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevb.71.045404.

44. Jain Prashant K., Eustis Susie, El-Sayed Mostafa A. Plasmon coupling in nanorod assemblies: optical absorption, discrete dipole approximation simulation, and exciton-coupling model // The Journal of Physical Chemistry B. — 2006. — sep. — Vol. 110, no. 37. — P. 18243–18253. — URL: https://doi.org/10.1021/jp063879z.

45. Plasmon resonances of a gold nanostar / Feng Hao [et al.] // Nano Letters. — 2007. — mar. — Vol. 7, no. 3. — P. 729–732. — URL: https://doi.org/10.1021/nl062969c.

46. Jain Prashant K., El-Sayed Mostafa A. Universal scaling of plasmon coupling in metal nanostructures: extension from particle pairs to nanoshells // Nano Letters. — 2007. — aug. — Vol. 7, no. 9. — P. 2854–2858. — URL: https://doi.org/10.1021/nl071496m.

47. Plasmon slot waveguides: towards chip-scale propagation with subwavelength-scale localization / J. A. Dionne [et al.] // Physical Review B. — 2006. — jan. — Vol. 73, no. 3. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevb.73.035407.

48. Squeezing the optical near-field zone by plasmon coupling of metallic nanoparticles / J. R. Krenn [et al.] // Physical Review Letters. — 1999. — mar. — Vol. 82, no. 12. — P. 2590–2593. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevlett.82.2590.

49. Brongersma Mark L., Hartman John W., Atwater Harry A. Electromagnetic energy transfer and switching in nanoparticle chain arrays below the diffraction limit // Physical Review B. — 2000. — dec. — Vol. 62, no. 24. — P. R16356–R16359. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevb.62.r16356.

50. Local detection of electromagnetic energy transport below the diffraction limit in metal nanoparticle plasmon waveguides / Stefan A. Maier [et al.] // Nature Materials. — 2003. — mar. — Vol. 2, no. 4. — P. 229–232. — URL: https://doi.org/10.1038/nmat852.

51. Citrin D. S. Coherent excitation transport in metal-nanoparticle chains // Nano Letters. — 2004. — aug. — Vol. 4, no. 9. — P. 1561–1565. — URL: https://doi.org/10.1021/nl0496791.

52. Weber W. H., Ford G. W. Propagation of optical excitations by dipolar interactions in metal nanoparticle chains // Physical Review B. — 2004. — sep. — Vol. 70, no. 12. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevb.70.125429.

53. Plasmonic band gaps and trapped plasmons on nanostructured metal surfaces / T. A. Kelf [et al.] // Physical Review Letters. — 2005. — sep. — Vol. 95, no. 11. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevlett.95.116802.

54. Localized and delocalized plasmons in metallic nanovoids / T. A. Kelf [et al.] // Physical Review B. — 2006. — dec. — Vol. 74, no. 24. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevb.74.245415.

55. Wiederrecht Gary P., Wurtz Gregory A., Hranisavljevic Jasmina. Coherent coupling of molecular excitons to electronic polarizations of Noble metal nanoparticles // Nano Letters. — 2004. — oct. — Vol. 4, no. 11. — P. 2121–2125. — URL: https://doi.org/10.1021/nl0488228.

56. Strong coupling between surface plasmons and excitons in an organic semiconductor / J. Bellessa [et al.] // Physical Review Letters. — 2004. — jul. — Vol. 93, no. 3. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevlett.93.036404.

57. Zhang Wei, Govorov Alexander O., Bryant Garnett W. Semiconductor-metal nanoparticle molecules: hybrid excitons and the nonlinear Fano effect // Physical Review Letters. — 2006. — oct. — Vol. 97, no. 14. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevlett.97.146804.

58. Molecular plasmonics with tunable exciton-plasmon coupling strength in J-aggregate hybridized Au nanorod assemblies / Gregory A. Wurtz [et al.] // Nano Letters. — 2007. — may. — Vol. 7, no. 5. — P. 1297–1303. — URL: https://doi.org/10.1021/nl070284m.

59. Coherent exciton–surface-plasmon-polariton interaction in hybrid metal-semiconductor nanostructures / P. Vasa [et al.] // Physical Review Letters. — 2008. — sep. — Vol. 101, no. 11. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevlett.101.116801.

60. Plexcitonic nanoparticles: plasmon-exciton coupling in nanoshell-J-aggregate complexes / Nche T. Fofang [et al.] // Nano Letters. — 2008. — aug. — Vol. 8, no. 10. — P. 3481–3487. — URL: https://doi.org/10.1021/nl8024278.

61. Otto Andreas. Excitation of nonradiative surface plasma waves in silver by the method of frustrated total reflection // Zeitschrift für Physik A Hadrons and nuclei. — 1968. — aug. — Vol. 216, no. 4. — P. 398–410. — URL: https://doi.org/10.1007/bf01391532.

62. Agranovich V. M., Mills D. L. Surface polaritons. — Amsterdam : North-Holland Publishing Company, 1982. — 717 p.

63. Novotny I., Hecht B. Principles of Nano-Optics. — Cambridge : Cambridge University Press, 2007. — 519 p.

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

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

E-mail: lvrorlova@gmail.com
ORCID iD 0000-0003-2842-0886
Web of Science ResearcherID ABB-9740-2021

Original article
PACS 42.25.Bs
OCIS 220.2945
MSC 78-11

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

K. K. Altunin, E. V. Orlova

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted September 11, 2022
Resubmitted September 12, 2022
Published December 12, 2022

Abstract. The result of the development of a modular structure, theoretical materials, control elements of a distance course on nanoplasmonics in the learning management system MOODLE on the educational portal of the university is described. The course on nanoplasmonics is intended for undergraduate students of pedagogical areas of training with a physical and mathematical profile. Theoretical materials on the physical properties of nanosystems with plasmons, in which plasmon-polaritons can propagate, supplement the academic discipline on nanoplasmonics with new scientific information. To fill the course on nanoplasmonics with materials, an analysis of theoretical materials on nanoplasmonics was carried out, new solutions for the layout of theoretical materials were introduced in the form of lectures and presentations on nanoplasmonics. The use of a remote course on nanoplasmonics allows you to store the course materials in a systematic way, as well as organize the verification of tasks for the course of nanoplasmonics. The course of nanoplasmonics provides for intermediate control in the form of passing lectures and classes in subgroups, writing essays, as well as final control in the form of a test. An innovative component of the distance course on nanoplasmonics, created on the learning management system MOODLE, is the expansion of the field of additional subject training for students in nanoplasmonics.

Keywords: nanoplasmonics, plasmon, plasmon-polariton, nanosystem with plasmon, course, distance course, subject training, MOODLE learning management system, organization of task verification, lecture, task

References

1. Moiseenko I. M., Morozov M. Yu., Popov V. V. Amplification of Terahertz Plasmons in Shielded Graphene Pumped by Optical Plasmons // Nonlinear world. — 2018. — Vol. 16, no. 2. — P. 7–8.

2. Davidovich M. V. Dispersion of surface plasmons in structures with a conductive film // Optics and spectroscopy. — 2019. — Vol. 126, no. 3. — P. 360–369.

3. Klyuchnik A. V., Kurganov S. Yu., Lozovik Yu. E. Plasmons on a hole in the screen // Solid State Physics. — 2003. — Vol. 45, no. 9. — P. 1709–1712.

4. Kuznetsova T. I., Raspopov N. A. Scheme of excitation of plasmons at the interface of a metal with a photonic crystal // Journal of experimental and theoretical physics. — 2014. — Vol. 145, no. 3. — P. 455–461.

5. Maier S. A. Plasmonics: Fundamentals and Applications. — New York : Springer, 2007. — 223 p.

6. Homola Jiri, Yee Sinclair S., Gauglitz Günter. Surface plasmon resonance sensors: review // Sensors and Actuators B: Chemical. — 1999. — jan. — Vol. 54, no. 1-2. — P. 3–15. — URL: https://doi.org/10.1016/s0925-4005(98)00321-9.

7. Fuchs Sondheimer–Drude Lorentz model and Drude model in the study of SPR based optical sensors: A theoretical study / Nidhi Sharma [et al.] // Optics Communications. — 2015. — dec. — Vol. 357. — P. 120–126. — URL: https://doi.org/10.1016/j.optcom.2015.08.092.

8. Localized Surface Plasmon Resonance Biosensing: Current Challenges and Approaches / Sarah Unser [et al.] // Sensors. — 2015. — jul. — Vol. 15, no. 7. — P. 15684–15716. — URL: https://doi.org/10.3390/s150715684.

9. Grosso G., Parravicin G. Solid State Physics. — New York : Elsevier, 2014. — 872 p.

10. Crosstalk suppression bandwidth optimisation of a vertically coupled ring resonator add/drop filter / Riyadh Mansoor [et al.] // IET Optoelectronics. — 2015. — apr. — Vol. 9, no. 2. — P. 30–36. — URL: https://doi.org/10.1049/iet-opt.2014.0059.

11. Cascaded microresonator-based matrix switch for silicon on-chip optical interconnection / Andrew W. Poon [et al.] // Proceedings of the IEEE. — 2009. — jul. — Vol. 97, no. 7. — P. 1216–1238. — URL: https://doi.org/10.1109/jproc.2009.2014884.

12. Barnes William L., Dereux Alain, Ebbesen Thomas W. Surface plasmon subwavelength optics // Nature. — 2003. — aug. — Vol. 424, no. 6950. — P. 824–830. — URL: https://doi.org/10.1038/nature01937.

13. Melnyk Andrew R., Harrison Michael J. Theory of optical excitation of plasmons in metals // Physical Review B. — 1970. — aug. — Vol. 2, no. 4. — P. 835–850. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevb.2.835.

14. Avrutsky Ivan, Soref Richard, Buchwald Walter. Sub-wavelength plasmonic modes in a conductor-gap-dielectric system with a nanoscale gap // Optics Express. — 2009. — dec. — Vol. 18, no. 1. — P. 348. — URL: https://doi.org/10.1364/oe.18.000348.

15. Graphene plasmonics: a platform for strong light-matter interactions / F.H.L. MinovKoppensich [et al.] // Optics and Photonics News. — 2011. — dec. — Vol. 22, no. 12. — P. 36. — URL: https://doi.org/10.1364/opn.22.12.000036.

16. He Xiao Yong, Tao Jin, Meng Bo. Analysis of graphene TE surface plasmons in the terahertz regime // Nanotechnology. — 2013. — aug. — Vol. 24, no. 34. — P. 345203. — URL: https://doi.org/10.1088/0957-4484/24/34/345203.

17. Mikhailov S. A., Ziegler K. New electromagnetic mode in graphene // Physical Review Letters. — 2007. — jul. — Vol. 99, no. 1. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevlett.99.016803.

18. Gate-variable optical transitions in graphene / F. Wang [et al.] // Science. — 2008. — mar. — Vol. 320, no. 5873. — P. 206–209. — URL: https://doi.org/10.1126/science.1152793.

19. Nonlinear damping in graphene resonators / Alexander Croy [et al.] // Physical Review B. — 2012. — dec. — Vol. 86, no. 23. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevb.86.235435.

20. Zhang Chao, Chen Lei, Ma Zhongshui. Orientation dependence of the optical spectra in graphene at high frequencies // Physical Review B. — 2008. — jun. — Vol. 77, no. 24. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevb.77.241402.

21. A planar electromagnetic "black hole" based on graphene / Yun Jiang [et al.] // Physics Letters A. — 2012. — mar. — Vol. 376, no. 17. — P. 1468–1471. — URL: https://doi.org/10.1016/j.physleta.2012.03.018.

22. Jablan Marinko, Buljan Hrvoje, Soljačić Marin. Plasmonics in graphene at infrared frequencies // Physical Review B. — 2009. — dec. — Vol. 80, no. 24. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevb.80.245435.

23. Atwater Harry A. The Promise of Plasmonics // Scientific American. — 2007. — apr. — Vol. 296, no. 4. — P. 56–62. — URL: https://doi.org/10.1038/scientificamerican0407-56.

24. Ebbesen Thomas W., Genet Cyriaque, Bozhevolnyi Sergey I. Surface-plasmon circuitry // Physics Today. — 2008. — may. — Vol. 61, no. 5. — P. 44–50. — URL: https://doi.org/10.1063/1.2930735.

25. Bozhevolnyi Sergey I. Plasmonic Nano-Guides and Circuits // Frontiers in Optics 2008/Laser Science XXIV/Plasmonics and Metamaterials/Optical Fabrication and Testing. — OSA, 2008. — URL: https://doi.org/10.1364/meta_plas.2008.mwd3.

26. Raether H. Surface Plasmons on Smooth and Rough Surfaces and on Gratings. — Berlin : Elsevier, 1987. — 140 p.

27. Boardman A. D. Electromagnetic Surface Modes. — New York : Wiley, 1982. — 776 p.

28. Zayats Anatoly V., Smolyaninov Igor I. Near-field photonics: surface plasmon polaritons and localized surface plasmons // Journal of Optics A: Pure and Applied Optics. — 2003. — jun. — Vol. 5, no. 4. — P. S16–S50. — URL: https://doi.org/10.1088/1464-4258/5/4/353.

29. Zayats Anatoly V., Smolyaninov Igor I., Maradudin Alexei A. Nano-optics of surface plasmon polaritons // Physics Reports. — 2005. — mar. — Vol. 408, no. 3-4. — P. 131–314. — URL: https://doi.org/10.1016/j.physrep.2004.11.001.

30. Wurtz G. A., Pollard R., Zayats A. V. Optical Bistability in Nonlinear Surface-Plasmon Polaritonic Crystals // Physical Review Letters. — 2006. — aug. — Vol. 97, no. 5. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevlett.97.057402.

31. Nie S. Probing Single Molecules and Single Nanoparticles by Surface-Enhanced Raman Scattering // Science. — 1997. — feb. — Vol. 275, no. 5303. — P. 1102–1106. — URL: https://doi.org/10.1126/science.275.5303.1102.

32. Biosensing with plasmonic nanosensors / Jeffrey N. Anker [et al.] // Nature Materials. — 2008. — jun. — Vol. 7, no. 6. — P. 442–453. — URL: https://doi.org/10.1038/nmat2162.

33. Optical cloaking with metamaterials / Wenshan Cai [et al.] // Nature Photonics. — 2007. — apr. — Vol. 1, no. 4. — P. 224–227. — URL: https://doi.org/10.1038/nphoton.2007.28.

34. Shalaev Vladimir M. Optical negative-index metamaterials // Nature Photonics. — 2007. — jan. — Vol. 1, no. 1. — P. 41–48. — URL: https://doi.org/10.1038/nphoton.2006.49.

35. Litchinitser Natalia M., Shalaev Vladimir M. Loss as a route to transparency // Nature Photonics. — 2009. — feb. — Vol. 3, no. 2. — P. 75–75. — URL: https://doi.org/10.1038/nphoton.2008.280.

36. Sandtke M., Kuipers L. Slow guided surface plasmons at telecom frequencies // Nature Photonics. — 2007. — sep. — Vol. 1, no. 10. — P. 573–576. — URL: https://doi.org/10.1038/nphoton.2007.174.

37. Electronically Controlled Surface Plasmon Dispersion and Optical Transmission through Metallic Hole Arrays Using Liquid Crystal / Wayne Dickson [et al.] // Nano Letters. — 2007. — dec. — Vol. 8, no. 1. — P. 281–286. — URL: https://doi.org/10.1021/nl072613g.

38. Wurtz G.A., Zayats A.V. Nonlinear surface plasmon polaritonic crystals // Laser & Photonics Review. — 2008. — jul. — Vol. 2, no. 3. — P. 125–135. — URL: https://doi.org/10.1002/lpor.200810006.

39. Plasmon resonances of silver nanowires with a nonregular cross section / Jörg P. Kottmann [et al.] // Physical Review B. — 2001. — nov. — Vol. 64, no. 23. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevb.64.235402.

40. Noguez Cecilia. Surface plasmons on metal nanoparticles: the influence of shape and physical environment // The Journal of Physical Chemistry C. — 2007. — mar. — Vol. 111, no. 10. — P. 3806–3819. — URL: https://doi.org/10.1021/jp066539m.

41. Prodan E. A hybridization model for the plasmon response of complex nanostructures // Science. — 2003. — oct. — Vol. 302, no. 5644. — P. 419–422. — URL: https://doi.org/10.1126/science.1089171.

42. Optical properties of two interacting gold nanoparticles / W. Rechberger [et al.] // Optics Communications. — 2003. — may. — Vol. 220, no. 1-3. — P. 137–141. — URL: https://doi.org/10.1016/s0030-4018(03)01357-9.

43. Xiao J. J., Huang J. P., Yu K. W. Optical response of strongly coupled metal nanoparticles in dimer arrays // Physical Review B. — 2005. — jan. — Vol. 71, no. 4. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevb.71.045404.

44. Jain Prashant K., Eustis Susie, El-Sayed Mostafa A. Plasmon coupling in nanorod assemblies: optical absorption, discrete dipole approximation simulation, and exciton-coupling model // The Journal of Physical Chemistry B. — 2006. — sep. — Vol. 110, no. 37. — P. 18243–18253. — URL: https://doi.org/10.1021/jp063879z.

45. Plasmon resonances of a gold nanostar / Feng Hao [et al.] // Nano Letters. — 2007. — mar. — Vol. 7, no. 3. — P. 729–732. — URL: https://doi.org/10.1021/nl062969c.

46. Jain Prashant K., El-Sayed Mostafa A. Universal scaling of plasmon coupling in metal nanostructures: extension from particle pairs to nanoshells // Nano Letters. — 2007. — aug. — Vol. 7, no. 9. — P. 2854–2858. — URL: https://doi.org/10.1021/nl071496m.

47. Plasmon slot waveguides: towards chip-scale propagation with subwavelength-scale localization / J. A. Dionne [et al.] // Physical Review B. — 2006. — jan. — Vol. 73, no. 3. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevb.73.035407.

48. Squeezing the optical near-field zone by plasmon coupling of metallic nanoparticles / J. R. Krenn [et al.] // Physical Review Letters. — 1999. — mar. — Vol. 82, no. 12. — P. 2590–2593. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevlett.82.2590.

49. Brongersma Mark L., Hartman John W., Atwater Harry A. Electromagnetic energy transfer and switching in nanoparticle chain arrays below the diffraction limit // Physical Review B. — 2000. — dec. — Vol. 62, no. 24. — P. R16356–R16359. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevb.62.r16356.

50. Local detection of electromagnetic energy transport below the diffraction limit in metal nanoparticle plasmon waveguides / Stefan A. Maier [et al.] // Nature Materials. — 2003. — mar. — Vol. 2, no. 4. — P. 229–232. — URL: https://doi.org/10.1038/nmat852.

51. Citrin D. S. Coherent excitation transport in metal-nanoparticle chains // Nano Letters. — 2004. — aug. — Vol. 4, no. 9. — P. 1561–1565. — URL: https://doi.org/10.1021/nl0496791.

52. Weber W. H., Ford G. W. Propagation of optical excitations by dipolar interactions in metal nanoparticle chains // Physical Review B. — 2004. — sep. — Vol. 70, no. 12. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevb.70.125429.

53. Plasmonic band gaps and trapped plasmons on nanostructured metal surfaces / T. A. Kelf [et al.] // Physical Review Letters. — 2005. — sep. — Vol. 95, no. 11. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevlett.95.116802.

54. Localized and delocalized plasmons in metallic nanovoids / T. A. Kelf [et al.] // Physical Review B. — 2006. — dec. — Vol. 74, no. 24. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevb.74.245415.

55. Wiederrecht Gary P., Wurtz Gregory A., Hranisavljevic Jasmina. Coherent coupling of molecular excitons to electronic polarizations of Noble metal nanoparticles // Nano Letters. — 2004. — oct. — Vol. 4, no. 11. — P. 2121–2125. — URL: https://doi.org/10.1021/nl0488228.

56. Strong coupling between surface plasmons and excitons in an organic semiconductor / J. Bellessa [et al.] // Physical Review Letters. — 2004. — jul. — Vol. 93, no. 3. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevlett.93.036404.

57. Zhang Wei, Govorov Alexander O., Bryant Garnett W. Semiconductor-metal nanoparticle molecules: hybrid excitons and the nonlinear Fano effect // Physical Review Letters. — 2006. — oct. — Vol. 97, no. 14. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevlett.97.146804.

58. Molecular plasmonics with tunable exciton-plasmon coupling strength in J-aggregate hybridized Au nanorod assemblies / Gregory A. Wurtz [et al.] // Nano Letters. — 2007. — may. — Vol. 7, no. 5. — P. 1297–1303. — URL: https://doi.org/10.1021/nl070284m.

59. Coherent exciton–surface-plasmon-polariton interaction in hybrid metal-semiconductor nanostructures / P. Vasa [et al.] // Physical Review Letters. — 2008. — sep. — Vol. 101, no. 11. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevlett.101.116801.

60. Plexcitonic nanoparticles: plasmon-exciton coupling in nanoshell-J-aggregate complexes / Nche T. Fofang [et al.] // Nano Letters. — 2008. — aug. — Vol. 8, no. 10. — P. 3481–3487. — URL: https://doi.org/10.1021/nl8024278.

61. Otto Andreas. Excitation of nonradiative surface plasma waves in silver by the method of frustrated total reflection // Zeitschrift für Physik A Hadrons and nuclei. — 1968. — aug. — Vol. 216, no. 4. — P. 398–410. — URL: https://doi.org/10.1007/bf01391532.

62. Agranovich V. M., Mills D. L. Surface polaritons. — Amsterdam : North-Holland Publishing Company, 1982. — 717 p.

63. Novotny I., Hecht B. Principles of Nano-Optics. — Cambridge : Cambridge University Press, 2007. — 519 p.

Information about authors:

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

E-mail: kostya_altunin@mail.ru

ORCID iD 0000-0002-0725-9416

Web of Science ResearcherID I-5739-2014

SCOPUS ID 57201126207

Elvira Viacheslavovna Orlova — student of the Faculty of Physics, Mathematics and Technological Educationof the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Ulyanovsk State Pedagogical University”, Ulyanovsk, Russia.

E-mail: lvrorlova@gmail.com

ORCID iD 0000-0003-2842-0886

Web of Science ResearcherID ABB-9740-2021

Научная статья
УДК 539.186
ББК 22.343
ГРНТИ 29.19.22
ВАК 01.04.05
PACS 42.25.Bs
OCIS 220.2945
MSC 78-11

Разработка дистанционного курса по нанофотонике в системе управления обучением MOODLE

К. К. Алтунин, Е. Н. Причалова [1]

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

Поступила в редакцию 16 сентября 2022 года
После переработки 17 сентября 2022 года
Опубликована 12 декабря 2022 года

Аннотация. Рассматривается результат разработки дистанционного курса по нанофотонике, посвящённого изучению физических основ наноразмерных светоизлучающих систем и светочувствительных систем. Дистанционный курс по нанофотонике создан в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале педагогического университета. Описаны результаты разработки модульной структуры курса, теоретических элементов и элементов контроля знаний по нанофотонике.

Ключевые слова: нанофотоника, фотоника, курс, дистанционный курс, элемент курса, наноразмерные светоизлучающие системы, наноразмерные светочувствительные системы, система управления обучением MOODLE, образовательный портал

Введение

Рассматривается технология создания дистанционного курса по нанофотонике в системе управления обучением MOODLE.

Целью исследования является создание дистанционного курса по нанофотонике в системе управления обучением MOODLE.

Задача исследования состоит в разработке элементов дистанционного курса по нанофотонике в системе управления обучением MOODLE на основе теоретических материалов и материалов для контроля знаний по курсу нанофотоники.

Объектом исследования являются курс нанофотоники. Предметом исследования является процесс создания дистанционного курса по нанофотонике.

Дистанционный курс по нанофотонике будет содержать новые сведения из фотоники и квантовой оптики наноструктур, а также описание оригинальных результатов по описанию квантовомеханических и оптических свойств наноструктур, находящихся во внешнем поле оптического излучения.

[1] E-mail: prichalova.katya@bk.ru

Гипотеза исследования состоит в том, что если создать и использовать дистанционный курс по нанофотонике, основанный на комбинации теоретических методов и численных методов в процессе изучения квантовой оптики наноструктур и нанокомпозитных материалов, то можно повысить познавательный интерес студентов университетов к курсу по нанофотонике и реализовать систему смешанного обучения нанофотонике

В качестве методов исследования используется анализ теоретических материалов по нанофотонике, синтез различных концепций описания физических процессов нанофотоники, компьютерное моделирование простых дисперсионных зависимостей оптических характеристик наносистем и наноструктур, проектирование дистанционного курса.

В качестве материалов исследования используются теоретические материалы по нанофотонике.

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

Обзор работ по современному состоянию нанофотоники

Фотоника является всеобъемлющей оптической наукой и технологией, которая затронула самые разные области, от информационных технологий до здравоохранения. Нанофотоника — это фотонная наука и технология, использующая взаимодействие света и материи на наноуровне, где исследователи открывают новые явления и разрабатывают технологии, которые выходят далеко за рамки возможностей традиционной фотоники и электроники. Эти новые технологии могут включать эффективное производство солнечной энергии, широкополосную и высокоскоростную связь, хранение данных большой емкости, а также гибкие и высококонтрастные дисплеи. Кроме того, нанофотоника будет продолжать оказывать влияние на биомедицинские технологии, предоставляя новые и мощные методы диагностики, а также световую и активируемую терапию [1].

Нанофотоника рассматривает сложные взаимодействия между светом и веществом в субволновом масштабе. Недавний прогресс в области нанофотоники выявил беспрецедентные оптические явления, которые открыли новые и быстро развивающиеся области метаматериалов, фотонных кристаллов и плазмоники. За последние несколько десятилетий в этой области наблюдался взрывной рост, от фундаментальных исследований до приложений, включая физику конденсированного состояния, квантовую фотонику, оптику ближнего и дальнего поля, биохимическое зондирование, глубокое обучение для нанофотонного проектирования, нанофабрикации и нанопроизводства [2].

Представлен анализ развития нанофотоники — появившегося в начале 2000-х годов ответвления нанотехнологий, способного открыть новые прикладные возможности. С использованием библиометрических индикаторов охарактеризован мировой исследовательский ландшафт, показана роль ведущих глобальных игроков на уровне стран и их групп, дана оценка позиций и вклада России. Охарактеризованы основные отечественные участники исследований и на конкретном примере обсуждены некоторые результаты проводимой научной политики [3]. Развитие нанофотоники обещает широкий спектр технологических выходов, рассмотренных в статье [4, 5]

В работе [6] изложены физические основы работы оптоэлектронных приборов и нанофотоники, систематизирован материал по излучающим, фотоприёмным и индикаторным приборам, а также рассмотрены вопросы электронных устройствах применения оптоэлектронных приборов в аналоговых и цифровых. Рассмотрены полупроводниковые оптоэлектронные приборы, устройства и системы, предназначенным для использования в микроэлектронной и наноэлектронной аппаратуре коммуникационных систем. Содержание пособия ориентировано на студентов технических специальностей

вузов телекоммуникаций и информатики, а также родственных вузов, изучающих курсы «Физика», «Физические основы электроники», «Электроника», «Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства».

В статье [7] экспериментально определяется динамика решётки слоистых кристаллов черного фосфора с помощью комбинации диффузного рентгеновского излучения и неупругого рассеяния рентгеновских лучей, и рационализируются экспериментальные результаты, используя расчёты. Из дисперсии фононов на терагерцовых частотах получен полный тензор упругости монокристалла и связываем его с макроскопическим упругим откликом чёрного фосфора, описываемым модулями упругости. Полученные коэффициенты упругой жесткости обеспечивают важный эталон для моделей чёрного фосфора и родственных материалов, таких как фосфорен и нанотрубки чёрного фосфора, недавно появившихся квантовых материалов, раскрывающих огромный потенциал для нанофотоники, оптоэлектроники и квантового зондирования.

Твердотельные квантовые излучатели являются многообещающими кандидатами для реализации квантовых сетей благодаря их долгоживущей спиновой памяти, высокоточным локальным операциям и оптической связи для запутывания на больших расстояниях. Однако из-за различий в локальной среде твердотельные излучатели обычно имеют диапазон различных частот перехода, что затрудняет создание оптически опосредованной запутанности между произвольными парами излучателей. В статье [8] предлагается и демонстрируется эффективный метод запутывания излучателей с оптическими переходами, разделёнными многими ширинами линий. В статье [8] показано, что электрооптические модуляторы позволяют одному фотону предвещать измерение чётности на паре спиновых кубитов. Экспериментально продемонстрирован протокол с использованием двух центров кремниевых вакансий в алмазном нанофотонном резонаторе с оптическими переходами, разделёнными на 7.4 ГГц. Работа с различимыми эмиттерами позволяет адресовать и считывать отдельные кубиты, обеспечивая параллельное управление и запутывание как совместно расположенных, так и пространственно разделённых эмиттеров, что является ключевым шагом на пути к масштабированию систем обработки квантовой информации.

Монослойные дихалькогениды переходных металлов имеют прочно связанные яркие экситоны в вырожденных долинах, где электронно-дырочное кулоновское обменное взаимодействие сильно связывает псевдоспин долины с импульсом экситона. Помещённая на периодически структурированную диэлектрическую подложку, пространственная модуляция кулоновского взаимодействия приводит к формированию экситонных блоховских состояний с псевдоспиновой текстурой долины реального пространства, отображаемой в мезоскопической суперячейке. В статье [9] найдено, что эта пространственная текстура долины в функции Блоха экситона привязана к направлению распространения, что позволяет нанооптическому возбуждению направленного экситонного потока посредством правила выбора долины. Направление инжектируемого экситонного тока влево-вправо контролируется круговой поляризацией возбуждения, а угловая направленность определяется местоположением возбуждения, демонстрируя вихревую картину в суперячейке. Это явление напоминает хиральное взаимодействие света и материи в структурах нанофотоники, где роль управляемой электромагнитной волны теперь заменена экситонной блоховской волной, связанной с долиной-орбитой, в однородном монослое, что указывает на новые экситонные устройства с невзаимными функциями.

Экситонные поляритоны — это повсеместные возбуждения света и материи, которые интенсивно исследуются в качестве испытательных стендов фундаментальной физики и компонентов для полностью оптических вычислений. Благодаря своим уникальным характеристикам и лёгкой экспериментальной настройке экситонные поляритоны потенциально допускают сильную нелинейность, конденсацию и сверхтекучесть при ком-

натной температуре. Однако дифракционный предел света и импульсное содержание зондов быстрых электронов не позволяют характеризовать экситонные поляритоны в наноразмерных структурированных полостях, демонстрирующих дисперсию энергии-импульса. В статье [10] представлены полностью релятивистская аналитическая теория и сопутствующее численное моделирование, показывающее, что эти ограничения могут быть преодолены для измерения экситонных поляритонов в периодических нанофотонных полостях в их естественных масштабах энергии, импульса и длины с помощью спектроскопии усиления энергии электронов решётки. Благодаря сочетанию высокого импульсного разрешения света и наномасштабного пространственного разрешения сфокусированных электронных пучков, спектроскопия усиления энергии электронов решётки может выявлять экситонные поляритонные характеристики глубоко субволновой длины с использованием доступных в настоящее время монохромных сканирующих просвечивающих электронных микроскопов с коррекцией аберраций.

Поперечный эффект Керкера известен как направленное рассеяние электромагнитной плоской волны перпендикулярно направлению распространения с почти подавлением как прямого, так и обратного рассеяния. По сравнению с плоскими волнами локализованные электромагнитные излучатели являются более общими источниками в современной нанофотонике. Как типичный пример, управление направлением излучения квантовой точки имеет жизненно важное значение для исследования квантовой оптики на кристалле и обработки квантовой информации. В статье [11] вводится понятие поперечного эффекта Керкера для дипольных источников, использующих субволновую диэлектрическую антенну, где мощность излучения магнитных, электрических и более общих хиральных дипольных излучателей может быть преимущественно перенаправлена вдоль их дипольных моментов с почти подавлением излучения, перпендикулярного дипольные моменты. Этот тип поперечного эффекта Керкера также связан с усилением Парселла, опосредованным электромагнитными мультиполярными резонансами, индуцированными в диэлектрической антенне. Получены аналитические условия поперечного эффекта Керкера для магнитного, электрического и кирального дипольных излучателей. В статье [11] обеспечивается проверка микроволнового эксперимента для магнитного дипольного излучателя. Результаты предоставляют новые физические механизмы для управления свойствами излучения локализованного источника электромагнитного излучения, которые могут облегчить встроенную квантовую оптику.

Центры окраски в карбиде кремния являются новыми кандидатами для распределенных квантовых приложений на основе спина из-за масштабируемости исходных материалов и демонстрации интеграции в нанофотонные резонаторы. Недавно вакансионные центры кремния в карбиде кремния были идентифицированы как многообещающая система с превосходными спиновыми и оптическими свойствами. В статье [12] исследуется спин-оптическая динамика одиночного центра вакансии кремния в узлах гексагональной решётки, а именно V1, в карбиде кремния 4H-политипа. Используя резонансное и сверхрезонансное импульсное возбуждение с субвременем жизни, определяется зависящее от спина время жизни возбужденного состояния и скорость межсистемного пересечения. Подход к выводу скорости межсистемного пересечения основан на полностью оптической импульсной схеме инициализации и считывания и применим к спин-активным центрам окраски с аналогичными моделями динамики. Кроме того, сила диполя оптического перехода и квантовая эффективность дефекта V1 оцениваются на основе когерентного оптического измерения Раби и калибровки локального поля с использованием моделирования электрического поля. Измеренные скорости хорошо объясняют результаты динамики поляризации спинового состояния, и далее обсуждается измененная динамика фотоэмиссии в структурах резонансного усиления, таких

как радиационное сокращение времени жизни и усиление Парселла. Предоставляя подробное описание спин-оптической динамики центра V1, работа обеспечивает глубокое понимание системы, которая направляет реализацию масштабируемых квантовых приложений на основе кремниевых центров вакансий в карбиде кремния.

В статье [13] исследуется взаимодействие между нелинейностями второго и третьего порядков в волноводах на основе ниобата лития с сильной волноводной дисперсией с использованием однородных и линейно-чирпированных диаграмм поллинга при входных мощностях в диапазоне пикоджоулей. Реализована точная модель однонаправленного распространения импульса, чтобы учесть все возможные нелинейные взаимодействия внутри этих структур. В частности, период поляризации предназначен для квазифазового согласования одиночных и множественных процессов генерации суммарных и разностных частот. Показано, как можно использовать период опроса в качестве дополнительной степени свободы для беспрецедентного преобразования выходных спектров нелинейных волноводов на основе чипов.

Ожидается, что в усовершенствованных микрофотонных и нанофотонных структурах скорость взаимодействия фотон-фотон в вакууме приблизится к скорости собственных потерь и приведёт к нетрадиционным квантовым эффектам. В статье [14] исследуется переход таких фотонных нелинейных систем от классической к квантовой, используя метод квантового кластерного расширения, который решает вычислительную задачу отслеживания состояний большого числа фотонов фундаментальных и гармонических оптических полей, участвующих в процессе генерации второй гармоники. По сравнению с приближением среднего поля, используемым в пределе слабой связи, метод квантового кластерного расширения эффективно решает многомодовую динамику и выявляет квантовое поведение оптических параметрических колебаний вблизи порога. В статье [14] представлен универсальный инструмент для изучения квантовой динамики многомодовых систем и исследования нелинейных фотонных устройств для обработки квантовой информации с непрерывными переменными.

Смещенный двухслойный графен представляет собой полупроводник с сильно зависящей от поля шириной запрещённой зоны до 300 мэВ, что делает его особенно интересным для наноэлектронных и нанофотонных устройств на основе графена. В оптических свойствах смещенного двухслойного графена преобладают сильно связанные экситоны. В статье [15] исследована теория функционала плотности и проведено моделирование уравнения Бете-Солпитера экситонов в смещенном двухслойном графене и расчёт экситонных зонных структур и оптических матричных элементов для напряжённостей поля в диапазоне от 30 до 300 мВ/Ангстрем. Свойства экситонов оказываются сильно зависящими от поля, причём как энергетическое упорядочение, так и ориентация диполей значительно различаются между режимами слабого и сильного поля. А именно, в слабых полях найден в основном тёмный экситон в основном состоянии, в отличие от сильных полей, где низший экситон светлый. Кроме того, экситоны предпочтительно ориентируются с дипольным моментом, противоположным полю, из-за индуцированного полем переноса заряда в основном состоянии смещенного двухслойного графена. Однако в более сильных полях такое выравнивание становится энергетически менее выгодным. Кроме того, яркие экситоны демонстрируют полосы, подобные частицам и свету, подобные монослойным дихальхогенидам переходных металлов. Наконец, моделируется радиационное время жизни и эмиссионные свойства смещенного двухслойного графена, которые оказываются сильно зависящими от температуры в дополнение к напряженности поля.

Теоретически исследованы квантовые особенности оптических параметрических генераторов ультракоротких импульсов в нелинейном режиме вблизи и выше порога. Рассматривая импульсный оптический параметрический генератор как многомодовую от-

крытую квантовую систему, в статье [16] строго выводится общая модель ввода-вывода, которая характеризуется нелинейной связью между многими сигнальными модами резонатора (то есть системы) и широкополосным однопроходным (то есть резервуарным) полем накачки. При соответствующих предположениях модель даёт основное уравнение Линдблада с многомодовыми нелинейными операторами Линдблада, описывающими двухфотонную диссипацию, и многомодовым четырёхволновым смешивающим гамильтонианом, описывающим широкополосный дисперсионный оптический каскад, который, как показано, необходим для сохранения причинно-следственной связи. Чтобы упростить многомодовую сложность модели, используется разложение на супермоды для выполнения численного моделирования в режиме, в котором импульсные супермоды испытывают сильную однофотонную нелинейность. В статье [16] обнаружено, что квантовая нелинейная динамика вызывает истощение накачки, а также поправки к спектру сжатия ниже порога, предсказанному линеаризованными моделями. В статье [16] также наблюдается образование негауссовских состояний с отрицательностью функции Вигнера и показываем, что многомодовые взаимодействия с накачкой, как диссипативные, так и дисперсионные, могут действовать как эффективные каналы декогеренции. Наконец, кратко обсуждаются некоторые экспериментальные соображения для потенциального наблюдения таких квантовых нелинейных явлений с помощью оптических параметрических генераторов сверхкоротких импульсов на нелинейных нанофотонных платформах.

Включение оптических поверхностных волн в нелинейные процессы открывает уникальные и чувствительные нелинейные взаимодействия, в которых можно получить доступ и исследовать сильно ограниченные поверхностные состояния. В статье [17] раскрывается богатая физика пар модально-немодальных состояний короткодействующих поверхностных плазмонов в тонких металлических пленках, используя «тёмновую нелинейность» — неизлучающий нелинейный источник. В статье [17] контролируется и наблюдается нелинейный вынужденный отклик этих модально-немодальных пар и представляем нелинейно опосредованный прямой доступ к немодальным плазмонам в режиме без потерь. Исследование может быть распространено на другие формы поверхностных волн или оптических нелинейностей, на встроенные нелинейно управляемые нанофотонные устройства.

Результаты разработки структуры и элементов дистанционного курса по нанофотонике в системе управления обучением MOODLE

Опишем результаты процесса разработки модульной структуры и элементов дистанционного курса по нанофотонике в системе управления обучением MOODLE.

В курсе по нанофотонике в лекции по ближнепольной оптике рассматривается оптическая микроскопия в ближнем и дальнем поле, объясняющая принципы построения изображения с пространственным разрешением 10 нм и лучше. Система управления обучением MOODLE позволяет открывать лекцию в определённое время, что позволяет дисциплинировать студентов.

Изображение входной страницы дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного обучения в системе управления обучением MOODLE приведено на рис. 1.

На рис. 2 приведено изображение страницы с первой частью модульной структуры дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

На рис. 3 приведено изображение страницы с второй частью модульной структуры

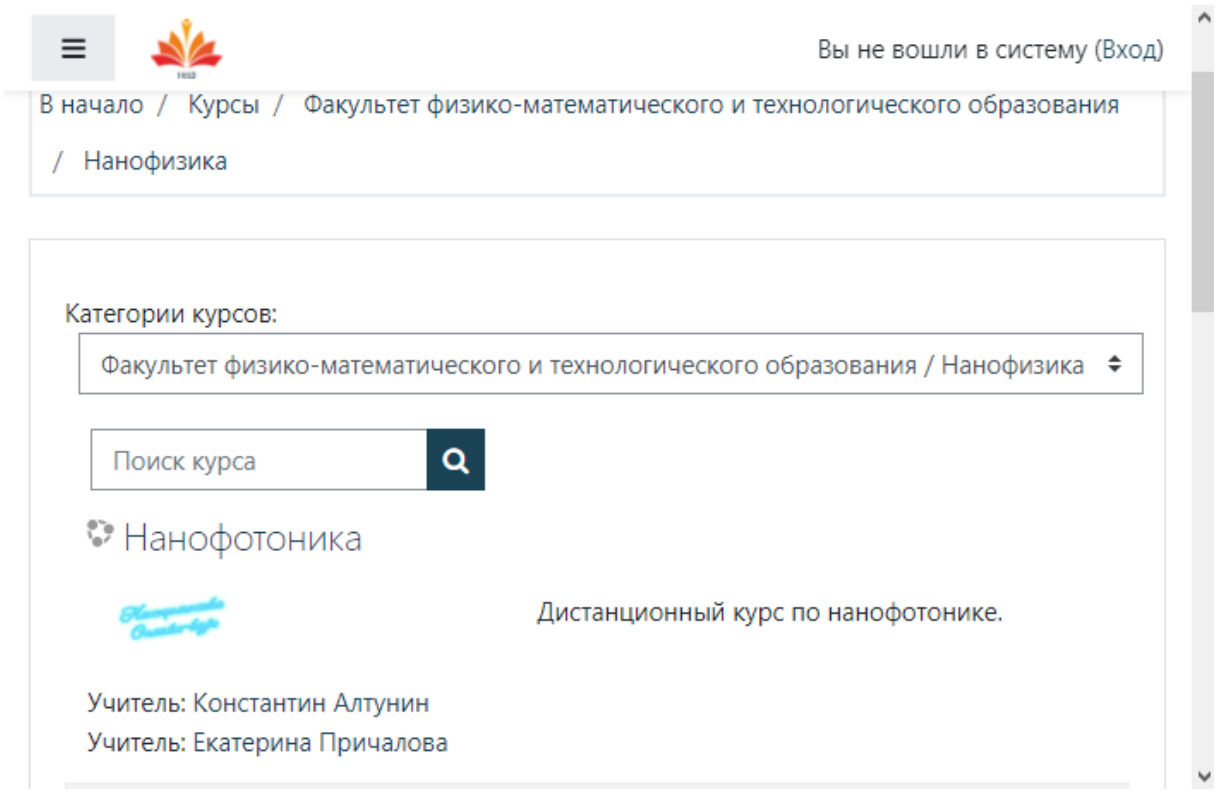


Рис. 1. Входная страница дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

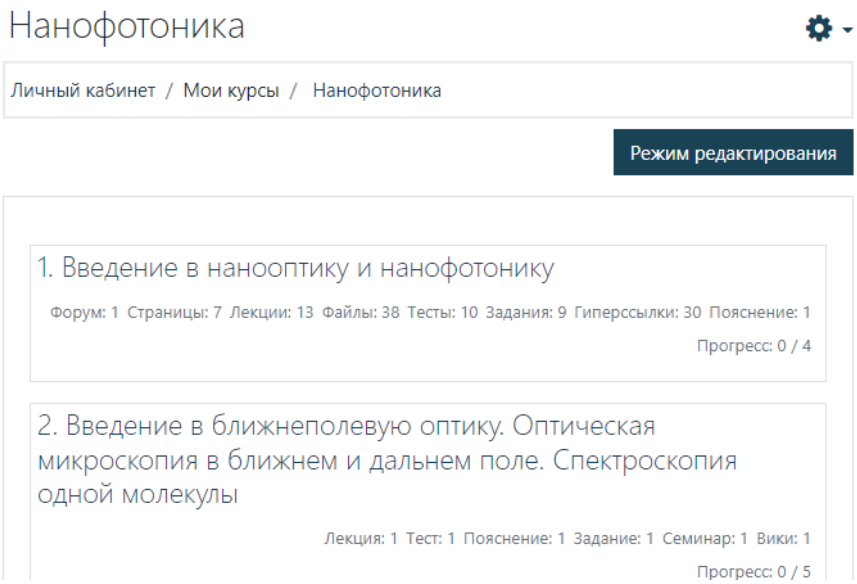


Рис. 2. Страница с первой частью модульной структуры дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

На рис. 4 приведено изображение страницы с третьей частью модульной структуры дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

На рис. 5 приведено изображение страницы с четвёртой частью модульной структуры дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного обучения на

Рис. 3. Страница с второй частью модульной структуры дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

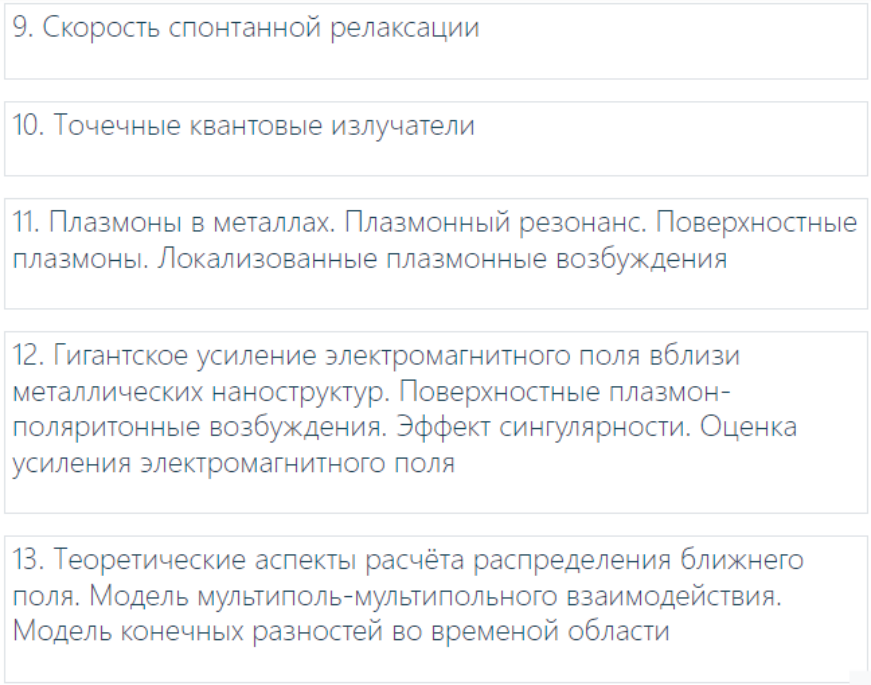


Рис. 4. Страница с третьей частью модульной структуры дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

платформе MOODLE.

На рис. 6 приведено изображение страницы со списком некоторых элементов второй темы по ближнеполевой оптике в составе дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

На рис. 7 приведено изображение страницы лекции 2 по введению в ближнеполевую оптику в составе дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного

Рис. 5. Страница с четвёртой частью модульной структуры дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

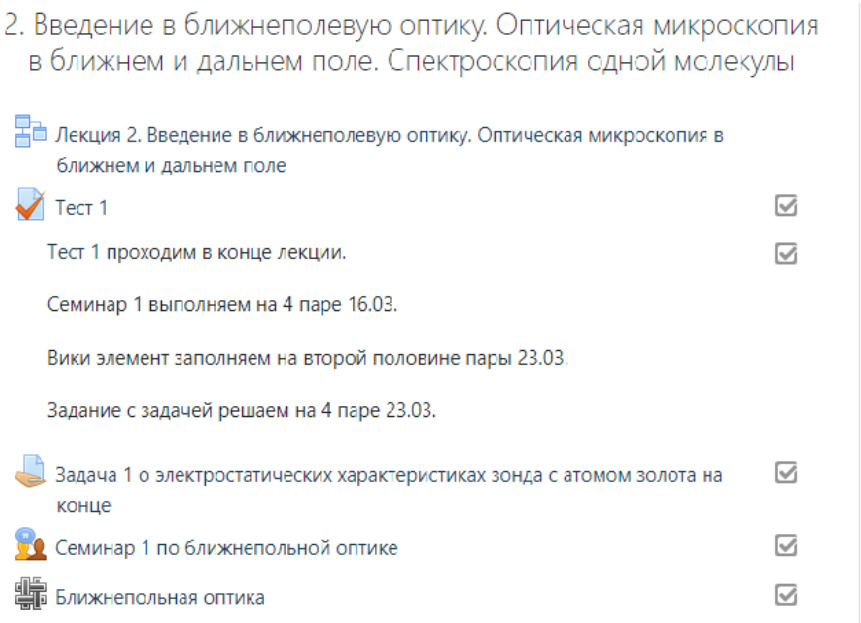


Рис. 6. Страница со списком некоторых элементов второй темы по ближнеполевой оптике в составе дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

обучения на платформе MOODLE.

На рис. 8 приведено изображение страницы лекции 2 с вопросом для перехода на следующую страницу в составе дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

Лекция по ближнепольной оптике в составе дистанционного курса по нанофотонике в системе управления обучением MOODLE разделена на разделы. В лекции по ближнепольной оптике переход с одного раздела на другой осуществляется с помощью вопро-

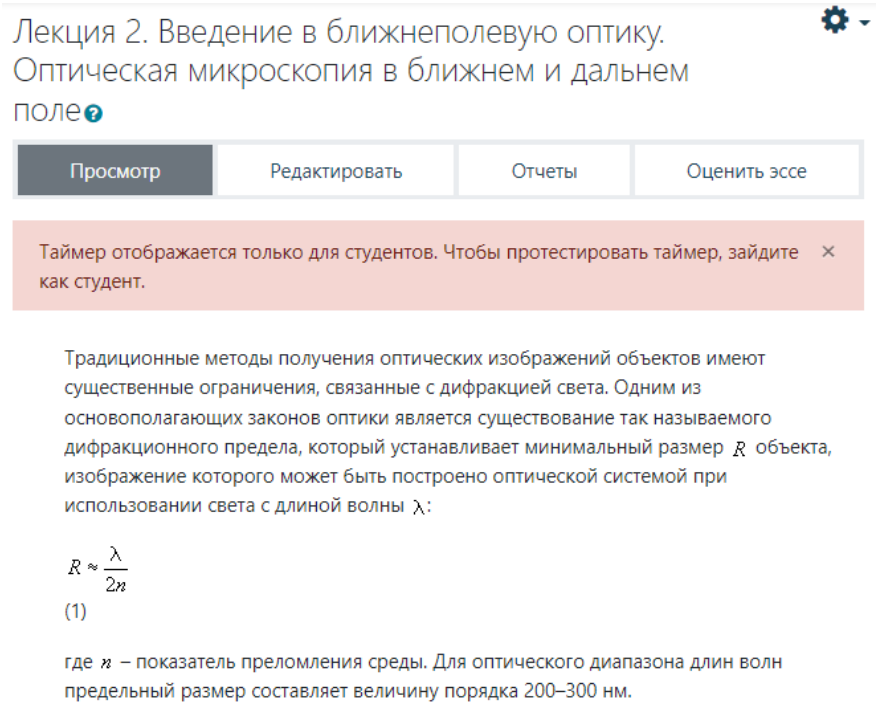


Рис. 7. Лекция 2 по введению в ближнеполевую оптику в составе дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

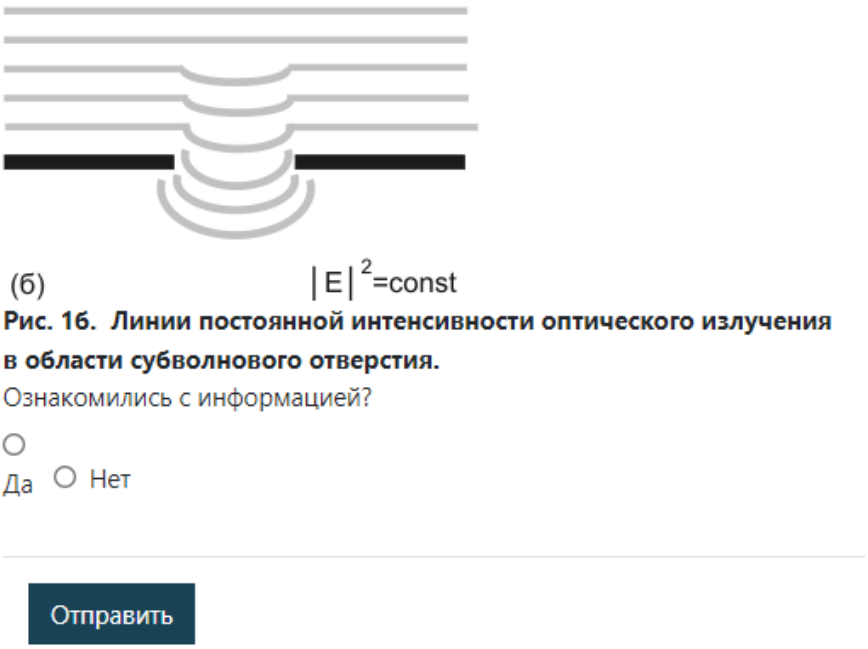


Рис. 8. Страница лекции 2 с вопросом для перехода на следующую страницу в составе дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

са. Для закрепления материала после лекции предлагается пройти тестирование. Один правильный ответ оценивается в 1 балл. Также система предоставляет возможность ограничения времени на прохождение теста. Существует три попытки сдачи теста, по итогам которых выставляется наивысший балл. В данном тесте вопросы с одним вариантом решения, так же возможна разработка вопросов с множественным вариантом ответа.

Результаты разработки элементов контроля в составе дистанционного курса по нанофотонике в системе управления обучением MOODLE

Рассмотрим результаты разработки элементов контроля в составе дистанционного курса по нанофотонике в системе управления обучением MOODLE.

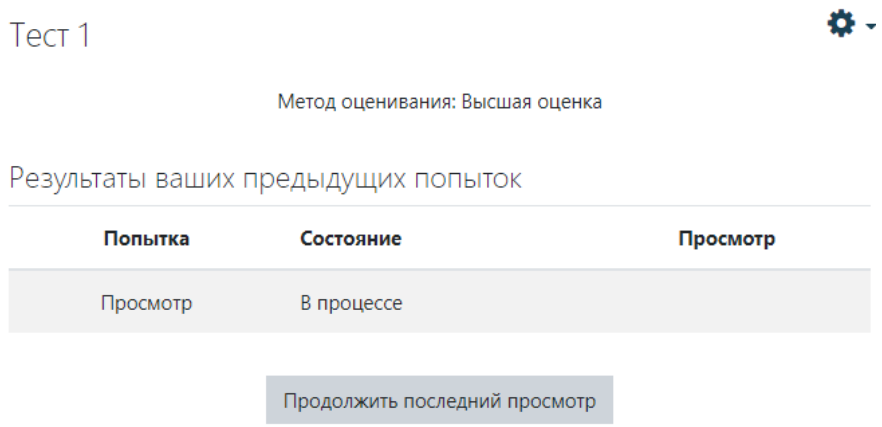


Рис. 9. Страница просмотра состояния и попыток теста 1 во второй теме по ближнеполевой оптике в составе дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

На рис. 9 приведено изображение страницы просмотра состояния и попыток теста 1 во второй теме по ближнеполевой оптике в составе дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

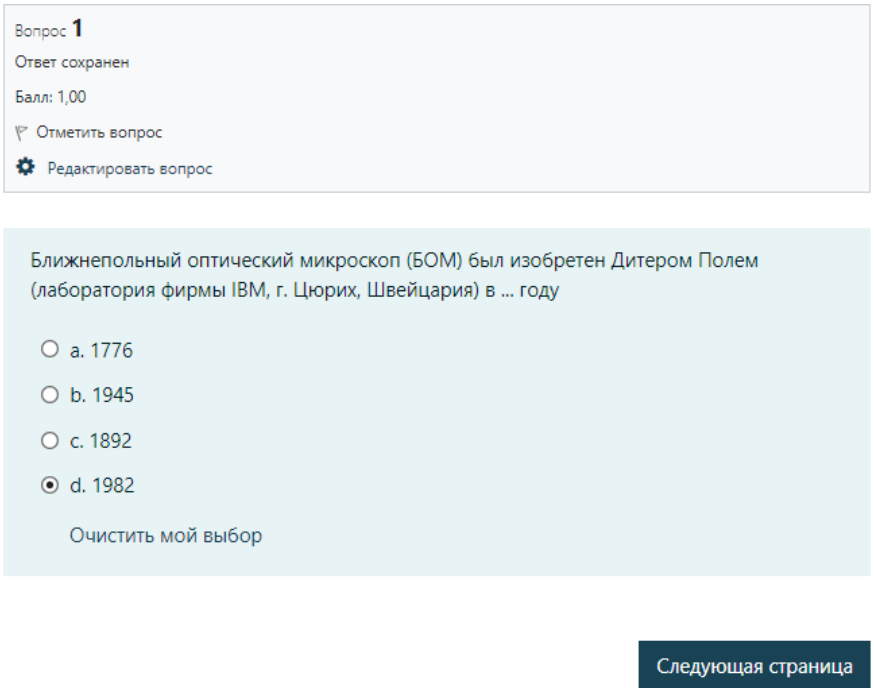


Рис. 10. Вопрос 1 из теста 1 во второй теме по ближнеполевой оптике в составе дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

На рис. 10 приведено изображение страницы с вопросом 1 из теста 1 во второй теме по ближнеполевой оптике в составе дистанционного курса по нанофотонике в системе

дистанционного обучения на платформе MOODLE.

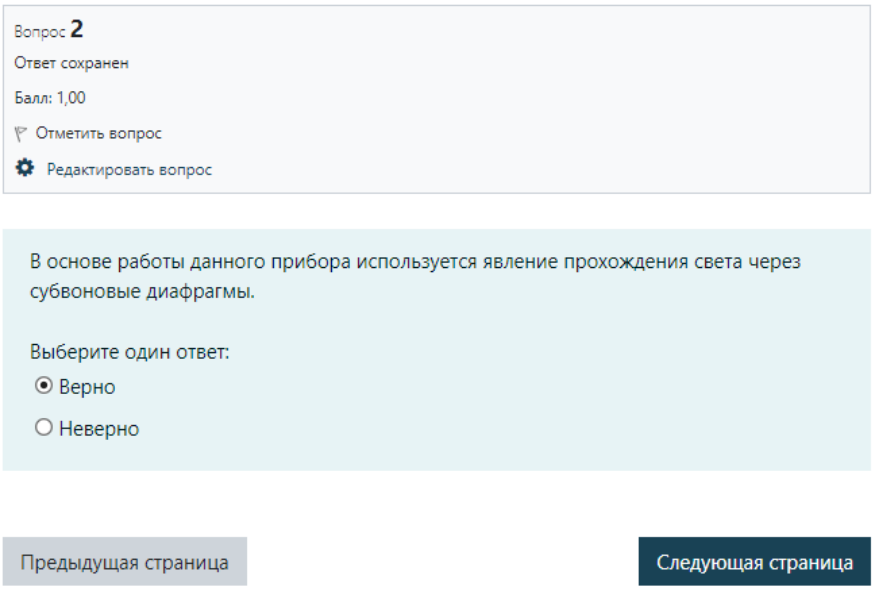


Рис. 11. Вопрос 2 из теста 1 во второй теме по ближнеполевой оптике в составе дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

На рис. 11 приведено изображение страницы с вопросом 2 из теста 1 во второй теме по ближнеполевой оптике в составе дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

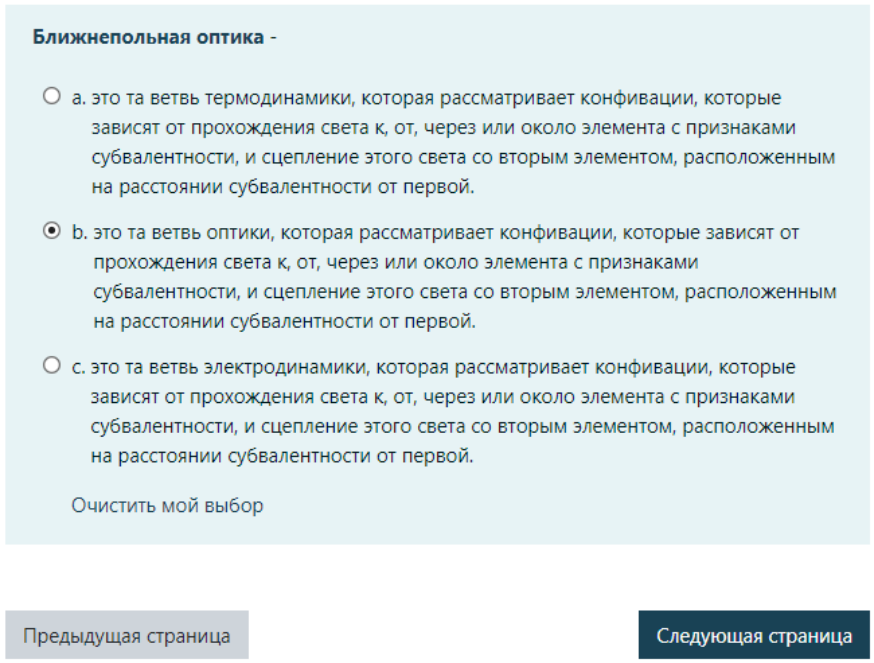


Рис. 12. Вопрос 3 из теста 1 во второй теме по ближнеполевой оптике в составе дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

На рис. 12 приведено изображение страницы с вопросом 3 из теста 1 во второй теме по ближнеполевой оптике в составе дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

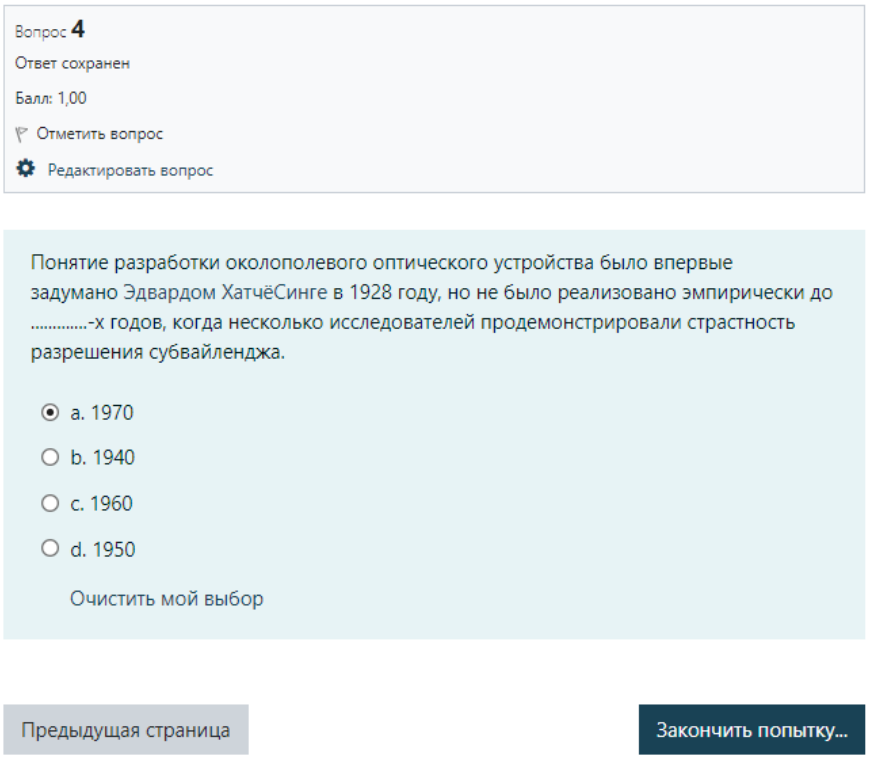


Рис. 13. Вопрос 4 из теста 1 во второй теме по ближнеполевой оптике в составе дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

На рис. 13 приведено изображение страницы с вопросом 4 из теста 1 во второй теме по ближнеполевой оптике в составе дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

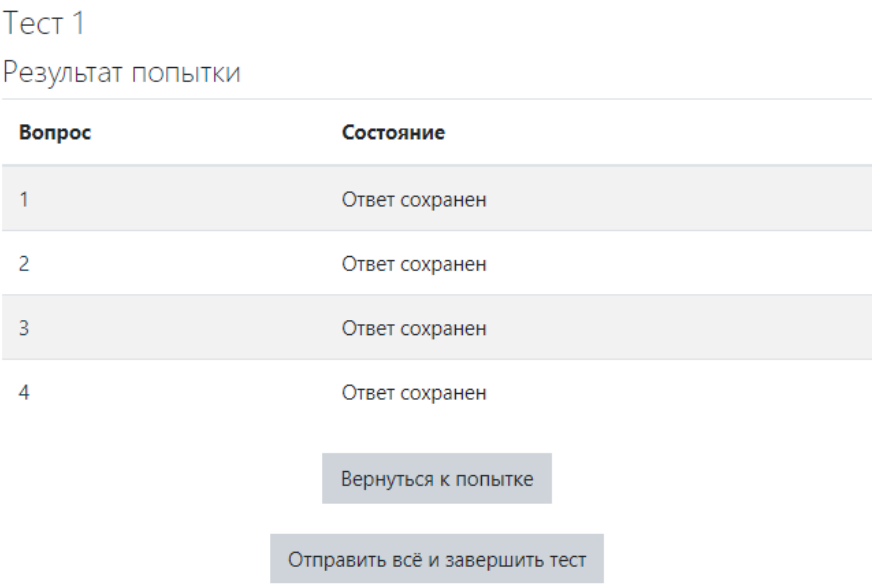


Рис. 14. Страница результатов попытки прохождения теста 1 во второй теме по ближнеполевой оптике в составе дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

На рис. 14 приведено изображение страницы результатов попытки прохождения теста 1 во второй теме по ближнеполевой оптике в составе дистанционного курса по

нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

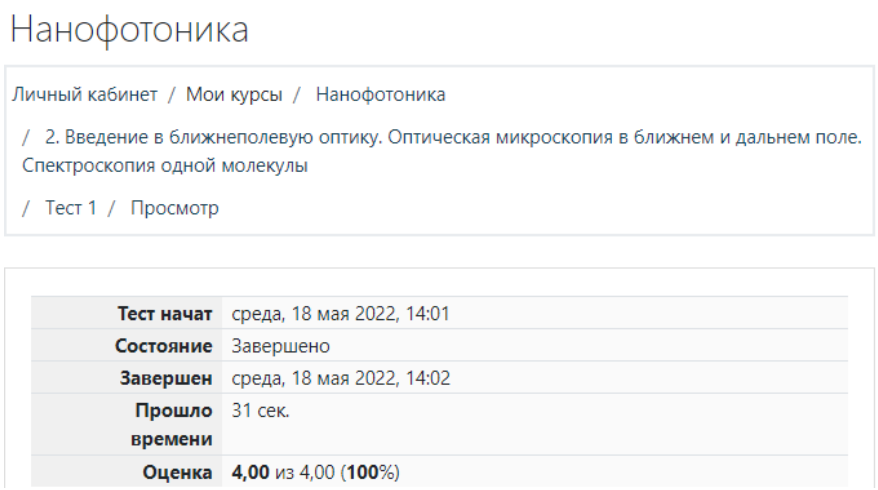


Рис. 15. Страница с результатами оценивания попытки прохождения теста 1 во второй теме по ближнеполевой оптике в составе дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

На рис. 15 приведено изображение страницы с результатами оценивания попытки прохождения теста 1 во второй теме по ближнеполевой оптике в составе дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

На рис. 16 приведено изображение страницы с заданием в виде задачи 1 о нахождении электрических характеристик зонда с атомом золота на конце иглы ближнепольного микроскопа во второй теме по ближнеполевой оптике в составе дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

На рис. 17 приведено изображение страницы настройки семинара 1 по ближнепольной оптике в составе дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

На рис. 18 приведено изображение страница настроек wiki-элемента в составе второй темы по ближнеполевой оптике в дистанционном курсе по нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

В составе курса по нанофотонике имеются задания в виде задач.

Задача 1.

Относительная полоса пропускания антенны $\Delta\nu_{pr}/\nu_0 = 120$. Определить коэффициент перекрытия диапазона, если несущая частота излучаемой радиоволны $\nu_0 = 10^{10}$ Гц.

Решение.

По условию задачи абсолютная полоса пропускания $\Delta\nu_{pr} = 1.2\nu_0$. Вместе с тем граничные частоты спектра частот, пропускаемого антенной: $\nu_{max} = \nu_0 + \Delta\nu_{pr}/2$ и $\nu_{min} = \nu_0 - \Delta\nu_{pr}/2$. Этого достаточно, чтобы определить коэффициент перекрытия диапазона.

На рис. 19 показан амплитудно-частотный симметричный спектр, пропускаемый антенной с допустимыми искажениями.

1. Абсолютная полоса пропускания антенны
$\Delta\nu_{pr} = 1.2\nu_0 = 1.2 \cdot 10^{10}$ Гц.
2. Максимальная частота спектра радиосигнала, пропускаемого антенной:
$\nu_{max} = \nu_0 + \Delta\nu_{pr}/2 = 10^{10} + 0.6 \cdot 10^{10} = 1.6 \cdot 10^{10}$ Гц.
3. Минимальная частота спектра радиосигнала, пропускаемого антенной:
$\nu_{min} = \nu_0 - \Delta\nu_{pr}/2 = 10^{10} - 0.6 \cdot 10^{10} = 0.4 \cdot 10^{10}$ Гц.
4. Коэффициент перекрытия диапазона частот
$\kappa_d = \nu_{max}/\nu_{min} = 1.6 \cdot 10^{10}/0.4 \cdot 10^{10} = 4.$

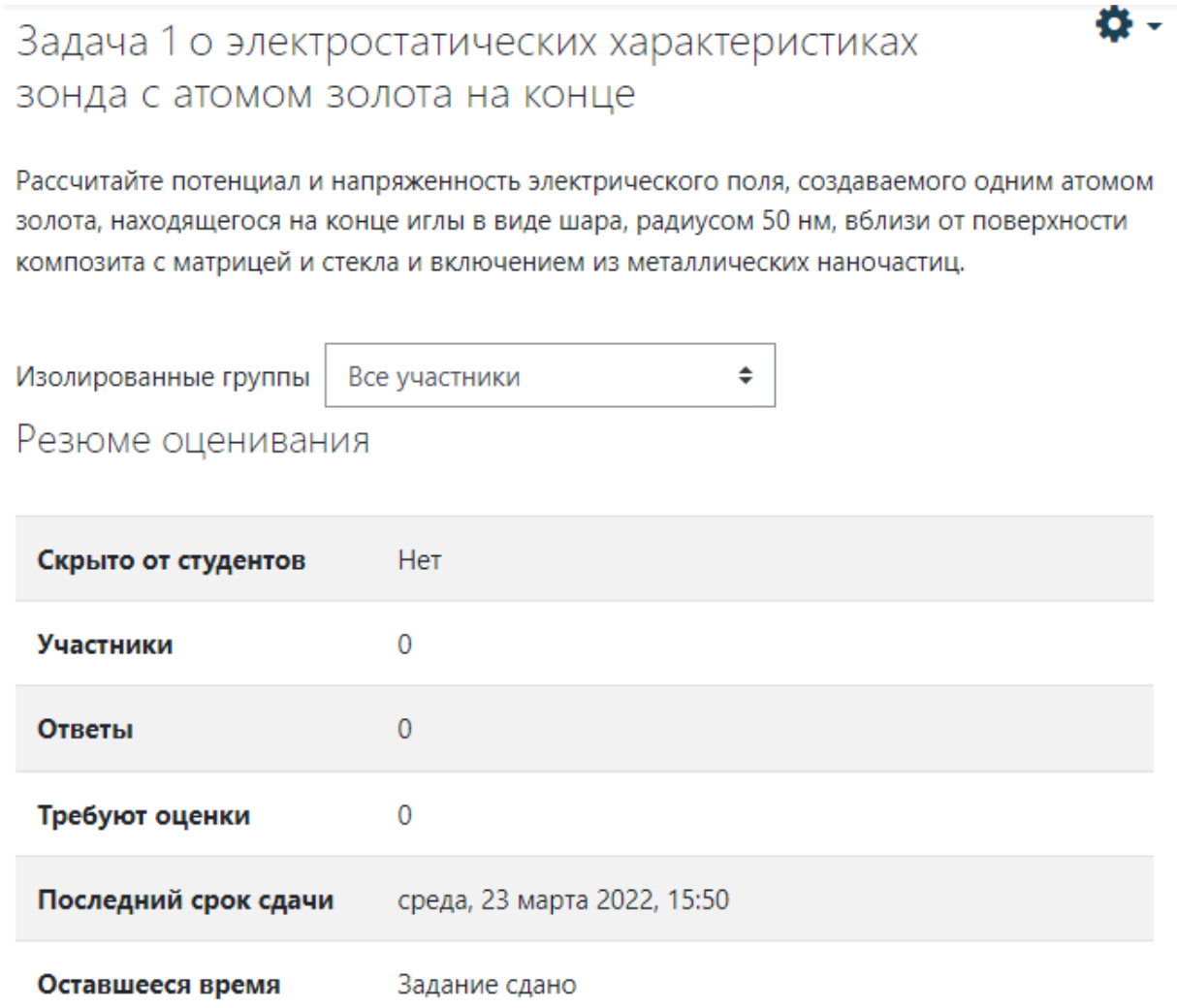


Рис. 16. Задача 1 о нахождении электрических характеристик зонда с атомом золота на конце иглы ближнепольного микроскопа во второй теме по ближнеполевой оптике в составе дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

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

Заключение

В связи с возрастающей информатизацией образования идёт внедрение электронных курсов, онлайн-курсов, дистанционных курсов во всех предметных областях. Поэтому разработка курса по нанофотонике представляет практическую значимость для образовательного процесса в педагогическом университете.

Курс по нанофотонике может быть использован при проведении очных занятий, занятий смешанной формы, дистанционных занятий. Систематизация теории по физическим основам нанофотоники позволила наполнить теоретическими материалами курс по нанофотонике. Разработаны элементы такие как лекция, тест, задание, семинар, вики для курса по нанофотонике, позволяющие контролировать усвоение знаний по физике от репродуктивного до творческого уровня. В составе курса по нанофотонике представлены элементы для проверки теоретических знаний по физическим ос-

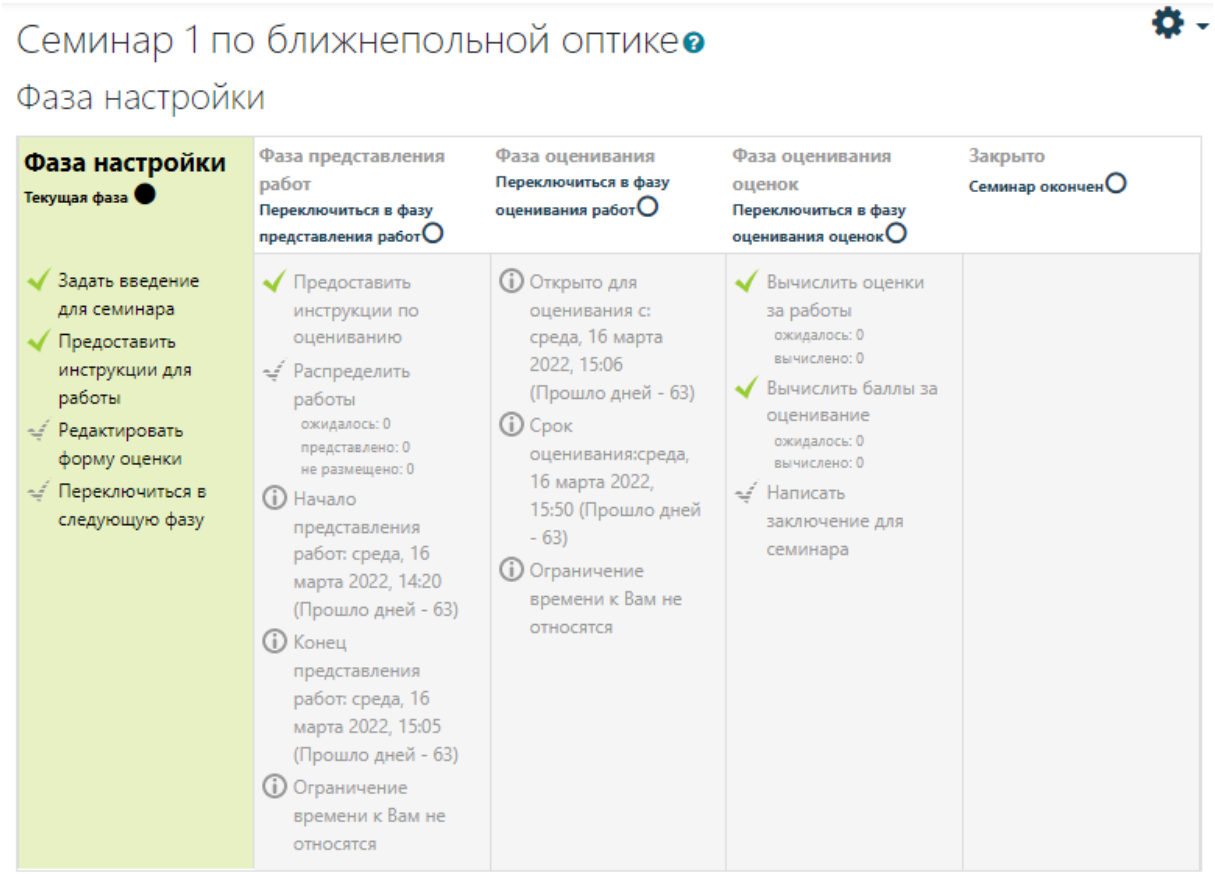


Рис. 17. Страница настройки семинара 1 по ближнепольной оптике в составе дистанционного курса по нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

новам нанофотоники, позволяющие организовать автоматизированную проверку знаний по физическим основам курса. Наполнен содержанием избранный модуль курса по нанофотонике, позволяющий контролировать усвоение знаний по по нанофотонике от репродуктивного до творческого уровня.

Выводы по работе можно сформулировать следующим образом:

1. созданные теоретические материалы курса по нанофотонике в системе управления обучения MOODLE позволяют проводить обучение по по нанофотонике в дистанционной и смешанной формах обучения,
2. разработанная модульная структура дистанционного курса по нанофотонике в системе управления обучением MOODLE позволяет управлять продвижением студентов по курсу по нанофотонике,
3. разработанный оригинальный дистанционный курс по нанофотонике, который готов к началу использования в учебном процессе бакалавриата педагогического университета с профилем подготовки по физике и математике.

Созданный в работе дистанционный курс позволяет эффективно планировать, организовывать и проводить обучение по нанофотонике. Использование курса по нанофотонике способствует повышению эффективности самостоятельной работы, обеспечению визуализации процесса обучения, повышению эффективности управления обучением с использованием возможностей системы управления обучением MOODLE.

Гипотеза исследования, состоящая в том, что если создать и использовать дистанционный курс по нанофотонике, основанный на комбинации теоретических методов и чис-

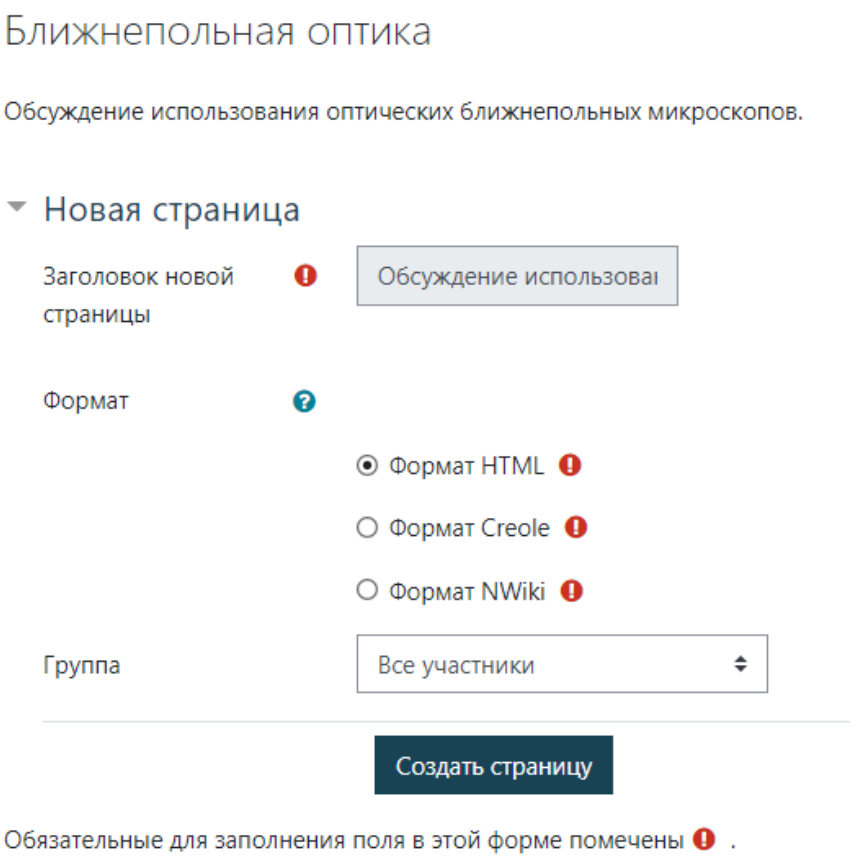


Рис. 18. Wiki-элемент в составе второй темы по ближнеполевой оптике в дистанционном курсе по нанофотонике в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

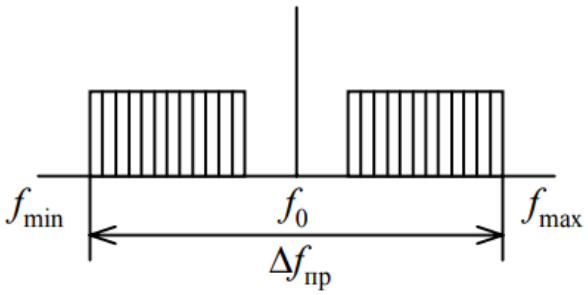


Рис. 19. Зависимость сигнала от шума для данных.

ленных методов в процессе изучения квантовой оптики наноструктур и нанокомпозитных материалов, то можно повысить познавательный интерес студентов университетов к курсу по нанофотонике и реализовать систему смешанного обучения нанофотонике, подтверждена полностью.

Поставленные в работе задачи полностью решены.

Список использованных источников

1. Prasad P. N. Nanophotonics. — John Wiley & Sons, Inc., 2004. — mar. — URL: https://doi.org/10.1002/0471670251.

2. New trends in nanophotonics / Sunae So [et al.] // Nanophotonics. — 2020. — mar. — Vol. 9, no. 5. — P. 983–985. — URL: https://doi.org/10.1515/nanoph-2020-0170.

3. Терехов А. И. Российские исследования по нанофотонике в глобальном контексте // Мировая экономика и международные отношения. — 2019. — Т. 1, № 10. — С. 29–39.

4. Терехов А. И. Появляющиеся ответвления нанотехнологий: нанофотоника // Экономика науки. — 2018. — Т. 4, № 4. — С. 297–308.

5. Левин Г. Г. Материалы нанофотоники и методы измерения их параметров // Мир измерений. — 2008. — № 1. — С. 16–20.

6. Игнатов А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника: учебное пособие. — Издательство «Лань», 2011. — 544 с.

7. Lattice dynamics and elastic properties of black phosphorus / Eva A. A. Pogna [et al.] // Physical Review B. — 2022. — may. — Vol. 105, no. 18. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevb.105.184306.

8. Optical entanglement of distinguishable quantum emitters / D. S. Levonian [et al.] // Physical Review Letters. — 2022. — may. — Vol. 128, no. 21. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevlett.128.213602.

9. Yang Xu-Chen, Yu Hongyi, Yao Wang. Chiral excitonics in monolayer semiconductors on patterned dielectrics // Physical Review Letters. — 2022. — may. — Vol. 128, no. 21. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevlett.128.217402.

10. Nanometer-scale spatial and spectral mapping of exciton polaritons in structured plasmonic cavities / Marc R. Bourgeois [et al.] // Physical Review Letters. — 2022. — may. — Vol. 128, no. 19. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevlett.128.197401.

11. Transverse Kerker effect for dipole sources / Feifei Qin [et al.] // Physical Review Letters. — 2022. — may. — Vol. 128, no. 19. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevlett.128.193901.

12. Spin-optical dynamics and quantum efficiency of a single V1 center in silicon carbide / Naoya Morioka [et al.] // Physical Review Applied. — 2022. — may. — Vol. 17, no. 5. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevapplied.17.054005.

13. Lauria Simone, Saleh Mohammed F. Mixing second- and third-order nonlinear interactions in nanophotonic lithium-niobate waveguides // Physical Review A. — 2022. — apr. — Vol. 105, no. 4. — URL: https://doi.org/10.1103/physreva.105.043511.

14. Classical-to-quantum transition in multimode nonlinear systems with strong photon-photon coupling / Yue-Xun Huang [et al.] // Physical Review A. — 2022. — apr. — Vol. 105, no. 4. — URL: https://doi.org/10.1103/physreva.105.043707.

15. Sauer Mikkel Ohm, Pedersen Thomas Garm. Exciton absorption, band structure, and optical emission in biased bilayer graphene // Physical Review B. — 2022. — mar. — Vol. 105, no. 11. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevb.105.115416.

16. Nonlinear quantum behavior of ultrashort-pulse optical parametric oscillators / Tatsuhiro Onodera [et al.] // Physical Review A. — 2022. — mar. — Vol. 105, no. 3. — URL: https://doi.org/10.1103/physreva.105.033508.

17. Nonlinear forced response of plasmonic nanostructures / Kobi Frischwasser [et al.] // Physical Review Letters. — 2022. — mar. — Vol. 128, no. 10. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevlett.128.103901.

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

E-mail: prichalova.katya@bk.ru

ORCID iD 0000-0003-4632-6420

Web of Science ResearcherID ABB-9731-2021

Original article
PACS 42.25.Bs
OCIS 220.2945
MSC 78-11

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

K. K. Altunin, E. N. Prichalova

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted September 16, 2022
Resubmitted September 17, 2022
Published December 12, 2022

Abstract. The result of the development of a distance course on nanophotonics, dedicated to the study of the physical foundations of nanoscale light-emitting systems and photosensitive systems, is considered. The distance course on nanophotonics was created in the learning management system MOODLE on the educational portal of the Pedagogical University. The results of the development of the modular structure of the course, theoretical elements and elements of knowledge control in nanophotonics are described.

Keywords: nanophotonics, photonics, course, distance course, course element, nanoscale light-emitting systems, nanoscale light-sensitive systems, the learning management system MOODLE, educational portal

References

1. Prasad P. N. Nanophotonics. — John Wiley & Sons, Inc., 2004. — mar. — URL: https://doi.org/10.1002/0471670251.

2. New trends in nanophotonics / Sunae So [et al.] // Nanophotonics. — 2020. — mar. — Vol. 9, no. 5. — P. 983–985. — URL: https://doi.org/10.1515/nanoph-2020-0170.

3. Terekhov A. I. Russian research on nanophotonics in a global context // World economy and international relations. — 2019. — Vol. 1, no. 10. — P. 29–39.

4. Terekhov A. I. Emerging Offshoots of Nanotechnology: Nanophotonics // Economics of science. — 2018. — Vol. 4, no. 4. — P. 297–308.

5. Levin G. G. Nanophotonics materials and methods for measuring their parameters // World of measurements. — 2008. — no. 1. — P. 16–20.

6. Ignatov A. N. Optoelectronics and nanophotonics: tutorial. — Publisher ¡¡Doe¿¿, 2011. — 544 p.

7. Lattice dynamics and elastic properties of black phosphorus / Eva A. A. Pogna [et al.] // Physical Review B. — 2022. — may. — Vol. 105, no. 18. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevb.105.184306.

8. Optical entanglement of distinguishable quantum emitters / D. S. Levonian [et al.] // Physical Review Letters. — 2022. — may. — Vol. 128, no. 21. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevlett.128.213602.

9. Yang Xu-Chen, Yu Hongyi, Yao Wang. Chiral excitonics in monolayer semiconductors on patterned dielectrics // Physical Review Letters. — 2022. — may. — Vol. 128, no. 21. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevlett.128.217402.

10. Nanometer-scale spatial and spectral mapping of exciton polaritons in structured plasmonic cavities / Marc R. Bourgeois [et al.] // Physical Review Letters. — 2022. — may. — Vol. 128, no. 19. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevlett.128.197401.

11. Transverse Kerker effect for dipole sources / Feifei Qin [et al.] // Physical Review Letters. — 2022. — may. — Vol. 128, no. 19. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevlett.128.193901.

12. Spin-optical dynamics and quantum efficiency of a single V1 center in silicon carbide / Naoya Morioka [et al.] // Physical Review Applied. — 2022. — may. — Vol. 17, no. 5. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevapplied.17.054005.

13. Lauria Simone, Saleh Mohammed F. Mixing second- and third-order nonlinear interactions in nanophotonic lithium-niobate waveguides // Physical Review A. — 2022. — apr. — Vol. 105, no. 4. — URL: https://doi.org/10.1103/physreva.105.043511.

14. Classical-to-quantum transition in multimode nonlinear systems with strong photon-photon coupling / Yue-Xun Huang [et al.] // Physical Review A. — 2022. — apr. — Vol. 105, no. 4. — URL: https://doi.org/10.1103/physreva.105.043707.

15. Sauer Mikkel Ohm, Pedersen Thomas Garm. Exciton absorption, band structure, and optical emission in biased bilayer graphene // Physical Review B. — 2022. — mar. — Vol. 105, no. 11. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevb.105.115416.

16. Nonlinear quantum behavior of ultrashort-pulse optical parametric oscillators / Tatsuhiro Onodera [et al.] // Physical Review A. — 2022. — mar. — Vol. 105, no. 3. — URL: https://doi.org/10.1103/physreva.105.033508.

17. Nonlinear forced response of plasmonic nanostructures / Kobi Frischwasser [et al.] // Physical Review Letters. — 2022. — mar. — Vol. 128, no. 10. — URL: https://doi.org/10.1103/physrevlett.128.103901.

Information about authors:

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

E-mail: kostya_altunin@mail.ru

ORCID iD 0000-0002-0725-9416

Web of Science ResearcherID I-5739-2014

SCOPUS ID 57201126207

Ekaterina Nikolaevna Prichalova — student of the Faculty of Physics, Mathematics and Technological Educationof the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Ulyanovsk State Pedagogical University”, Ulyanovsk, Russia.

E-mail: prichalova.katya@bk.ru

ORCID iD 0000-0003-4632-6420

Web of Science ResearcherID ABB-9731-2021

УДК 535.23
ББК 22.343
ГРНТИ 29.31.21
ВАК 01.04.05
PACS 73.50.Pz
OCIS 220.2945
MSC 78-11

Компьютерная презентация как способ презентации научной информации по физике

А. А. Карташова [1]

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение города Ульяновска «Средняя школа №48 имени Героя России Д. С. Кожемякина», 432035, Ульяновск, Россия

Поступила в редакцию 12 октября 2022 года
После переработки 15 октября 2022 года
Опубликована 12 декабря 2022 года

Аннотация. Рассмотрен один из способов презентации научной информации в виде компьютерной презентации по физике, написанной в ходе подготовки магистерской диссертации по программе «Приоритетные направления науки в физическом образовании». Созданная компьютерная презентация по физике была апробирована на занятиях по учебной дисциплине «Современные способы презентации научной информации» в 2020-2021 учебном году.

Ключевые слова: компьютерная презентация, научная информация, магистерская диссертация, физика

Введение

В настоящее время существует большое количество способов презентации научной информации, поэтому становится актуальной задача создания компьютерных презентаций для эффективного представления научной информации по физике.

Целью исследования является компьютерной презентации по физике для представления научной информации, полученной в ходе работы над магистерской диссертацией.

Объектом исследования является совокупность способов представления научной информации по физике.

Предметом исследования является процесс создания компьютерной презентации для представления научной информации по физике.

В качестве методов исследования применяются компьютерные методы создания презентаций по физике.

Научная новизна работы заключается в использовании компьютерных методов создания презентаций по физике.

Гипотеза исследования заключается в том, что если использовать представление информации в виде компьютерных презентаций, то можно наглядно представлять научную информацию по магистерской диссертации по физике.

[1] E-mail: alesya_alekseevna@inbox.ru

Обзор работ по методам презентации научной информации

Методы презентации научной информации, представляющей физические и астрономические данные, известны давно [1–3]. Традиционными методами общения в науке являются разговорное слово, книга и научное периодическое периодическое лицо, которые сегодня включают как периодическую публикацию оригинальных документов, так и периодических рефератов публикаций.

В последние годы содержание научных постеров и методология их подачи на научных конференция и семинарах претерпели изменения. В статье [4] представлены результаты обсервационного кросс-секционного исследования, основанного на опросе, суть которого состояла в том, чтобы оценить предпочтения фармацевтов в отношении двух разных форматов научных плакатов, проведённых на конференции в мае 2017 года. Два плаката на одну и ту же тему были разработаны и представлены с использованием разного форматирования; один в традиционном текстовом формате, а другой — в формате инфографики. Участниками исследования ($n = 61$) стали 23 (38 %) наставника и 37 (61 %) резидентов. Наставники и жители одинаково оценили ясность и понятность для обоих форматов плакатов соответственно, но оценили эстетическую привлекательность выше для формата инфографики. Обе группы обнаружили, что в формате инфографического плаката отсутствует более подробная информация. В целом жители не предпочитали один формат плаката другому, в то время как наставники в подавляющем большинстве предпочитали формат инфографического плаката традиционному формату плаката. Несколько ключевых искажающих факторов ограничивают интерпретацию результатов исследования, представленного в статье [4]. Эти мешающие факторы включают отсутствие большого и хорошо распределённого размера выборки, неспособность контролировать влияние предпочтения на баллы понимания и различия между опытом резидента и наставника, которые могут в конечном итоге повлиять на предпочтения и результаты. При повторении этого исследования исследователи должны рассмотреть возможность сбора национальной и более крупной выборки, чтобы повысить применимость результатов, разработать вопросы для оценки понимания и собрать исходные характеристики участников. Среди фармацевтов существуют различия в предпочтениях и представлениях об оптимальном содержании и дизайне научных плакатов. Результаты исследования, представленного в статье [4], показывают, что форматы инфографических плакатов более привлекательны с эстетической точки зрения, но демонстрируют такую же ясность и понятность, как и традиционный формат плакатов.

Развитие электронных публикаций знаменует собой новый период в научных коммуникациях. Помимо очевидных преимуществ почти бесконечной вместимости складских и транспортных средств, на первый план выходит множество новых возможностей. Поскольку каждая технология находит свое собственное выражение в формах научной коммуникации, в статье [5] анализируются напечатанные на бумаге научные статьи, чтобы получить необходимые ингредиенты для формирования новой модели электронных коммуникаций. Краткий исторический обзор показывает, что типичная форма современной линейной (типа эссе) научной статьи является результатом технологического развития на протяжении столетий. Обсуждаются различные характеристики печати на бумаге и постулируются предполагаемые изменения в сторону более модульной формы коммуникации в электронной среде. Далее в статье [5] берутся за исходные точки функции современной научной статьи по отношению к автору и читателю. Затем в статье [5] сосредотачиваются на процессе передачи научной информации и по существу займемся потреблением информации читателем. Различные типы информации, смешанные в настоящее время в линейной статье, могут быть разделены и храниться в четко определенных когнитивных текстовых модулях. Чтобы помочь учёным лучше ориентировать-

ся в информационной перегрузке сегодняшнего дня, в статье [5] пришли к выводу, что электронная передача информации будущего будет, по сути, передачей четко определенных когнитивных информационных модулей. В последней части статьи[5] намечены первые шаги к новой эвристической модели такой передачи научной информации.

В статье [6] отражено авторское понимание объяснительной структуры как семантической структуры с широким диапазоном реализации: от сложноподчиненных предложений с придаточным предложением, бессоюзно-сложных предложений, сложноподчиненных предложений с вводными словами до простых предложений. В исследовании рассматривается научный текст, характеризующийся введением чужой информации в силу своей полифоничности. Цель исследования заключалась в выявлении языковой рефлексии авторов научного текста при выборе одной из возможных синтаксических конструкций. Новое направление, экспериментальный анализ дискурса, открывает возможности изучения языковой рефлексии. В эксперименте приняли участие 52 аспиранта филологического факультета. Контрольную группу составили 15 профессоров различных гуманитарных специальностей. В исследовании анализируется выбор авторами научного текста способа введения чужой информации. Результаты лингвистического эксперимента представляют собой размышления этих авторов о выборе одной из возможных синтаксических структур для передачи чужой информации. Выявлено, что учащиеся предпочитают конструкцию с прямой речью (бессоюзное сложное предложение), а преподаватели выбирают конструкцию с косвенной речью, поскольку «она может нарушить авторский текст». Были выделены следующие группы причин выбора дизайна: содержательно-композиционные, жанровые и прагматические. Делается вывод о том, что авторы научного текста не в полной мере используют широкие возможности языковой системы для введения объяснительной семантики и зачастую делают это неосознанно. Есть тенденция «запихивать» режим авторизации во вспомогательный текст, метатекст.

В статье [7] рассматривается проблема представления, обработки и использования информации, которая является центральной проблемой информатики. В качестве исходной гипотезы предлагается рассматривать любую структуру как информацию независимо от её происхождения, носителя, представления и способа использования. Предлагается распространить термин информация на всю пирамиду знаний (данные, информация, знание, мудрость), назвав дно пирамиды — данными, а верхнюю часть — знанием. Данные — это факты, представленные в виде простых фиксированных структур, знание — это общие утверждения, представленные в виде логически сложных структур, состоящих из слоёв построения своего совершенства: концептуальной модели, модели рассуждений и модели предпочтений. Предлагается использовать в качестве формального образца любого знания логическую структуру научной теории, состоящую из семантики и языка теории. В структуре семантики теории предлагается различать: основу составляют концептуальная модель, представленная логически сложными концептуальными структурами, и эмпирическая модель в виде системы процедур обработки данных; ядро теории в виде модели рассуждений теории; модель предпочтений в виде структуры теорий-следствий фундаментальной теории и следствий теории. Концептуальная модель представляет собой единую систему определений смысла терминов теории в их взаимосвязи и зависимости. Эмпирическая модель — это система оперативных определений смысла базовых терминов концептуальной модели на всем множестве статей онтологической картины мира. Модель рассуждения — это структура использования аксиом теории в процессе вывода определителя, концептуальной модели задачи в сигнатуре концептуальной модели теории. Структура разрабатываемой теории организована в виде древовидной иерархии, её логическая основа — фундаментальная теория, узлы — отдельные теории разной универсальности. Структура языков системы научных теорий

представлена тремя взаимосвязанными наборами теорий (знаковых, синтаксических и семантических), которые связаны с источниками и приёмниками знаковых образов и с окружающей действительностью. Выясняется существенная специфика всех компонентов структуры научной теории и их взаимосвязь.

Наша способность визуализировать научные данные значительно выросла за последние 40 лет. Однако это усовершенствование не обязательно избавляет от многих распространенных ошибок в визуализации для научных журналов, которые могут препятствовать способности читателей эффективно понимать представленную информацию. Чтобы решить эту проблему в контексте визуализации данных об окружающей среде, в статье [8] перечисляются десять рекомендаций по эффективной визуализации данных в научных публикациях. Эти рекомендации поддерживают основную цель визуализации данных, то есть эффективную передачу информации. В статье [8] считается, что этот небольшой набор рекомендаций, основанный на обзоре ключевой литературы по визуализации, может помочь исследователям улучшить передачу своих результатов с помощью эффективной визуализации. Улучшение визуализации данных об окружающей среде будет способствовать дальнейшему улучшению представления исследований и коммуникации внутри и между дисциплинами.

В статье [9] предлагаются рекомендации по управлению инфодемией в цифровых средствах массовой информации, основанные на опыте информационных агентств в то время, когда рост журналистского производства совпадает с реакцией на пандемию COVID-19. Проведён документальный обзор литературы (научные статьи и документы международных агентств) по инфодемике, инфодемиологии, управлению журналистской информацией при стихийных бедствиях и чрезвычайных ситуациях, а также анализ разделов здоровья и фактчекинга на сайтах и социальные сети информационных агентств Reuters, AFP и EFE. Накопленный опыт показывает, что для средств массовой информации не только полезно, но и необходимо использовать анализ данных, сервисную журналистику, предвидение и предотвращение ложной информации, сотрудничество, нарративы в разных средствах массовой информации, медиаграмотность как у потребителей, так и у производителей информации. В статье [9] предлагается план, состоящий из 10 действий (сгруппированных в три этапа: сбор информации, отбор журналистской информации и представление информации), которые могут помочь цифровым средствам массовой информации бороться с дезинформацией о проблемах здоровья.

В статье [10] подчёркивает важность подготовки к выступлению, разумного использования заметок и эффективного использования наглядных пособий для студентов инженерных и естественных наук. Чтобы эффективно выступать, учащиеся должны владеть элементами выступления: достаточной проекцией голоса, естественными движениями, соответствующими жестами и зрительным контактом. Кроме того, учащиеся должны знать о таких ошибках, как следующие: плохая работа за доской, отсутствие движения и энтузиазма, чрезмерное использование нот, монотонный голос, плохой зрительный контакт, повторение, использование сленга и разговорных выражений. Чтобы сделать эффективную устную презентацию, нужно развить обширный словарный запас и оценить свою подачу.

Большой технологический прогресс позволил исследователям генерировать огромное количество данных. Анализ данных заменяет генерацию данных в качестве ограничивающего шага в научных исследованиях. Благодаря этому богатству информации у нас есть возможность понять молекулярные причины болезней человека. Однако беспрецедентный масштаб, разрешение и разнообразие данных ставят новые аналитические задачи. В работе [11] показано, как искусство, дизайн и традиционная иллюстрация могут способствовать научным открытиям.

Результаты создания компьютерной презентации по физике

Для рассмотрения одного из способов представления научной информации была разработана компьютерная презентация, описывающее численное и символьное решения части задачи по теоретической электродинамике. Визуальное представление научных данных предлагает научную информацию по физике, которая может привести к новому пониманию физических процессов, независимо от того, является ли цель анализом или общением. Рассмотрим результаты создания компьютерной презентации по теоретической электродинамике.

Министерство просвещения Российской Федерации

Компьютерная презентация как способ презентации научной информации по физике

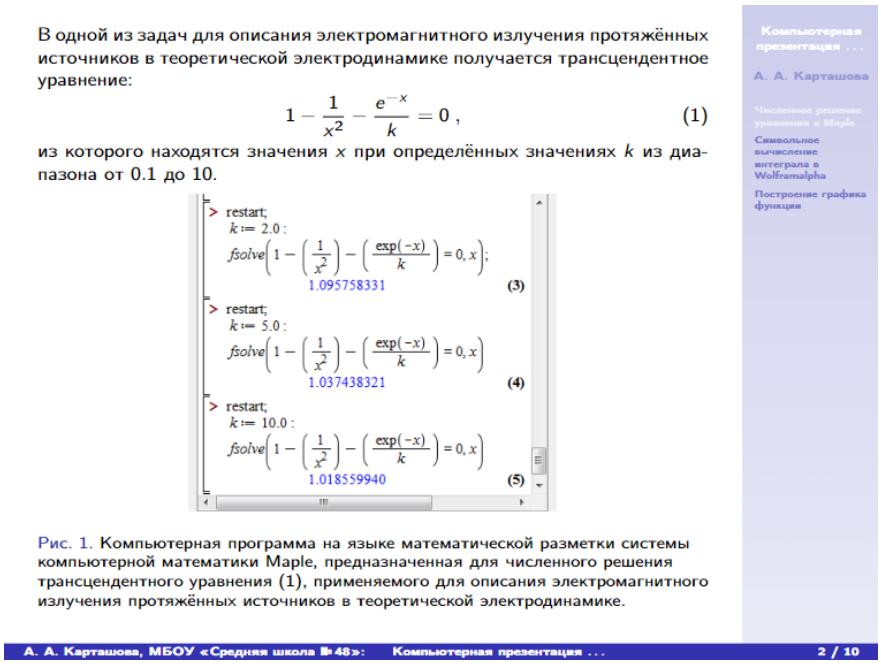
Карташова Алеся Алексеевна

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение города Ульяновска «Средняя школа № 48 имени Героя России Д. С. Кожемякина», 432035, Ульяновск, Россия

Ульяновск, 2022

Рис. 1. Титульный слайд компьютерной презентации научной информации по физике.

На рис. 1 приведено изображение титульного слайда компьютерной презентации научной информации по физике.


В одной из задач для описания электромагнитного излучения протяжённых источников в теоретической электродинамике получается трансцендентное уравнение:

$$1 - \frac{1}{x^2} - \frac{e^{-x}}{k} = 0\,, \qquad (1)$$

из которого находятся значения x при определённых значениях k из диапазона от 0.1 до 10.

```
> restart;
  k := 2.0:
  fsolve(1 - (1/x^2) - (exp(-x)/k) = 0, x);
                    1.095758331                    (3)
> restart;
  k := 5.0:
  fsolve(1 - (1/x^2) - (exp(-x)/k) = 0, x)
                    1.037438321                    (4)
> restart;
  k := 10.0:
  fsolve(1 - (1/x^2) - (exp(-x)/k) = 0, x)
                    1.018559940                    (5)
```

Рис. 1. Компьютерная программа на языке математической разметки системы компьютерной математики Maple, предназначенная для численного решения трансцендентного уравнения (1), применяемого для описания электромагнитного излучения протяжённых источников в теоретической электродинамике.

Компьютерная презентация . . .
А. А. Карташова
Численное решение уравнения в Maple
Символьное вычисление интеграла в Wolframalpha
Построение графика функции
А. А. Карташова, МБОУ «Средняя школа № 48»: Компьютерная презентация . . . 2 / 10

Рис. 2. Второй слайд компьютерной презентации научной информации по физике.

На рис. 2 приведено изображение второго слайда компьютерной презентации научной информации по физике. На втором слайде компьютерной презентации научной информации по физике представлено трансцендентное уравнение, применяемое в решении задачи по теоретической электродинамике, и компьютерная программа на языке математической разметки системы компьютерной математики Maple, предназначенная для численного решения трансцендентного уравнения из задачи для описания электромагнитного излучения протяжённых источников.

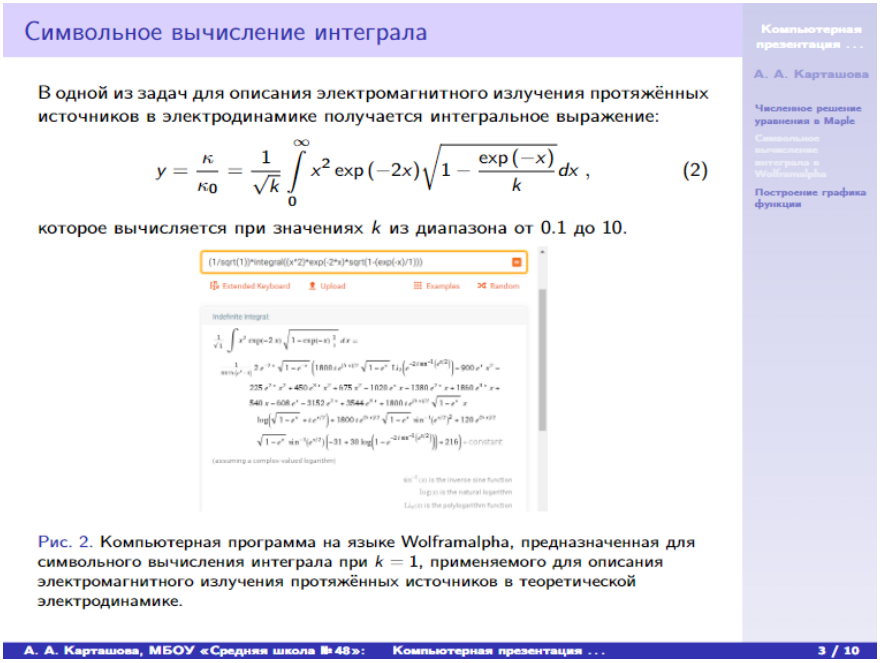


Рис. 2. Компьютерная программа на языке Wolframalpha, предназначенная для символьного вычисления интеграла при $k = 1$, применяемого для описания электромагнитного излучения протяжённых источников в теоретической электродинамике.

Рис. 3. Третий слайд компьютерной презентации научной информации по физике.

На рис. 3 приведено изображение третьего слайда компьютерной презентации научной информации по физике. На третьем слайде компьютерной презентации научной информации по физике представлен результат символьного вычисления интеграла из задачи для описания электромагнитного излучения протяжённых источников при помощи компьютерной программы на языке Wolframalpha при выбранном значении параметра $k = 1$.

На рис. 4 приведено изображение четвёртого слайда компьютерной презентации научной информации по физике. На четвёртом слайде компьютерной презентации научной информации по физике представлен результат символьного вычисления интеграла из задачи для описания электромагнитного излучения протяжённых источников при помощи компьютерной программы на языке Wolframalpha при выбранном значении параметра $k = 2$.

На рис. 5 приведено изображение пятого слайда компьютерной презентации научной информации по физике. На пятом слайде компьютерной презентации научной информации по физике представлен результат символьного вычисления интеграла из задачи для описания электромагнитного излучения протяжённых источников при помощи компьютерной программы на языке Wolframalpha при выбранном значении параметра $k = 5$.

На рис. 6 приведено изображение шестого слайда компьютерной презентации научной информации по физике. На шестом слайде компьютерной презентации научной информации по физике представлен результат символьного вычисления интеграла из задачи для описания электромагнитного излучения протяжённых источников при помощи компьютерной программы на языке Wolframalpha при выбранном значении па-

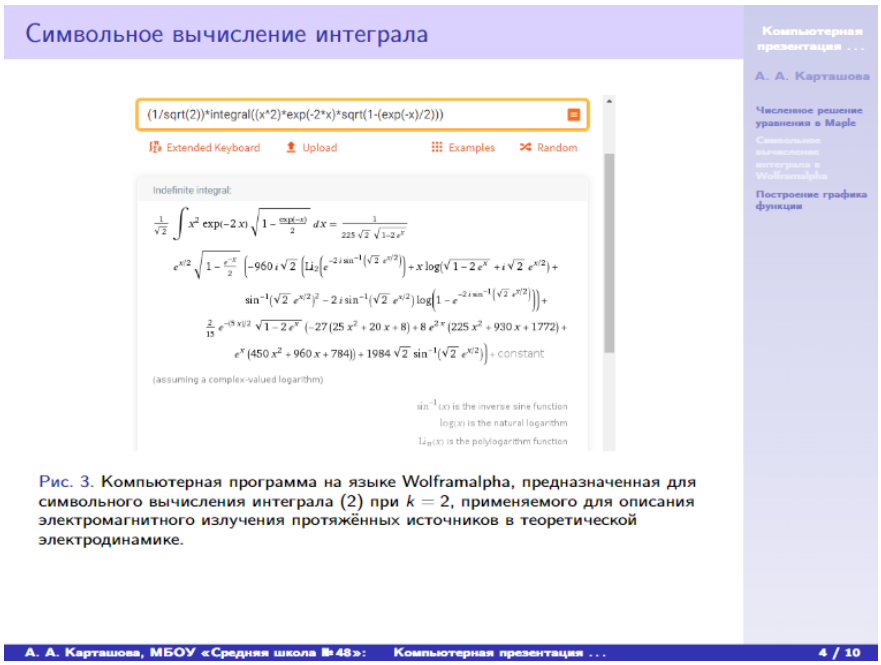


Рис. 3. Компьютерная программа на языке Wolframalpha, предназначенная для символьного вычисления интеграла (2) при $k = 2$, применяемого для описания электромагнитного излучения протяжённых источников в теоретической электродинамике.

Рис. 4. Четвёртый слайд компьютерной презентации научной информации по физике.

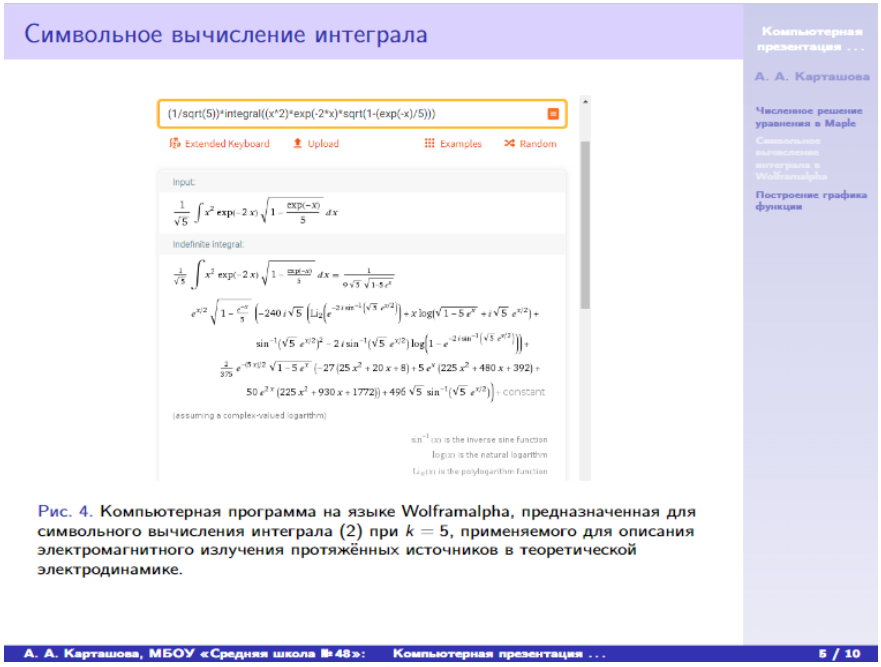


Рис. 4. Компьютерная программа на языке Wolframalpha, предназначенная для символьного вычисления интеграла (2) при $k = 5$, применяемого для описания электромагнитного излучения протяжённых источников в теоретической электродинамике.

Рис. 5. Пятый слайд компьютерной презентации научной информации по физике.

раметра $k = 10$.

На рис. 7 приведено изображение седьмого слайда компьютерной презентации научной информации по физике. На седьмом слайде компьютерной презентации научной информации по физике представлен результат циклического вычисления интеграла из задачи для описания электромагнитного излучения протяжённых источников при помощи компьютерной программы на языке прикладного пакета Maple, предназначенной для циклического вычисления численных значений интеграла при значениях параметра k, изменяющегося от 1 до 10.

На рис. 8 приведено изображение восьмого слайда компьютерной презентации научной информации по физике. На восьмом слайде компьютерной презентации научной

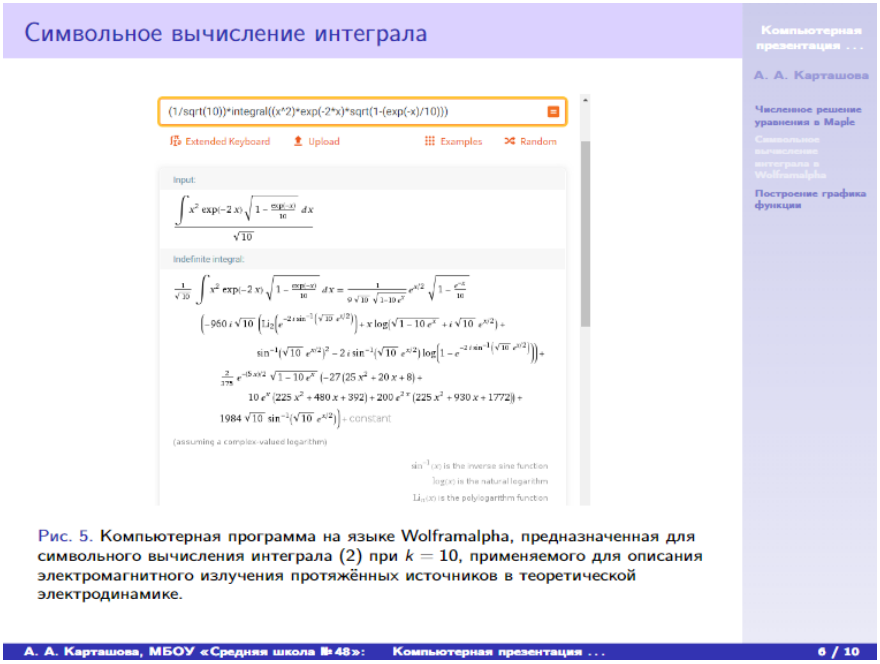


Рис. 5. Компьютерная программа на языке Wolframalpha, предназначенная для символьного вычисления интеграла (2) при $k = 10$, применяемого для описания электромагнитного излучения протяжённых источников в теоретической электродинамике.

Рис. 6. Шестой слайд компьютерной презентации научной информации по физике.

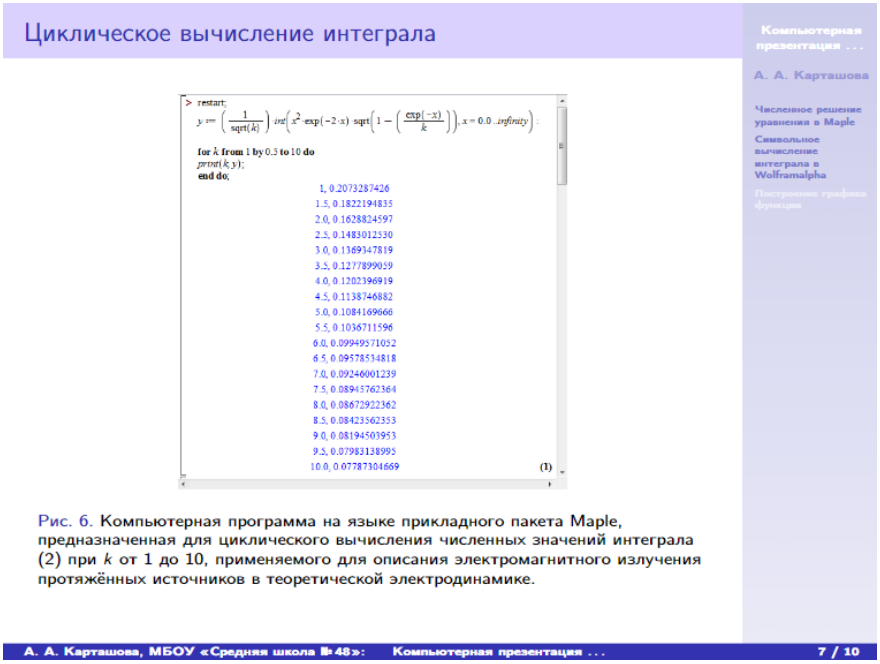


Рис. 7. Седьмой слайд компьютерной презентации научной информации по физике.

информации по физике представлен результат построения графика при помощи компьютерной программы на языке прикладного пакета Maple, предназначенной для построения графика функции по вычисленным значениям интеграла из задачи для описания электромагнитного излучения протяжённых источников при значениях параметра k, изменяющегося от 1 до 10.

На рис. 9 приведено изображение девятого слайда компьютерной презентации научной информации по физике. На девятом слайде компьютерной презентации научной информации по физике представлен результат циклического вычисления интеграла из задачи для описания электромагнитного излучения протяжённых источников при помощи компьютерной программы на языке прикладного пакета Maple, предназначенной

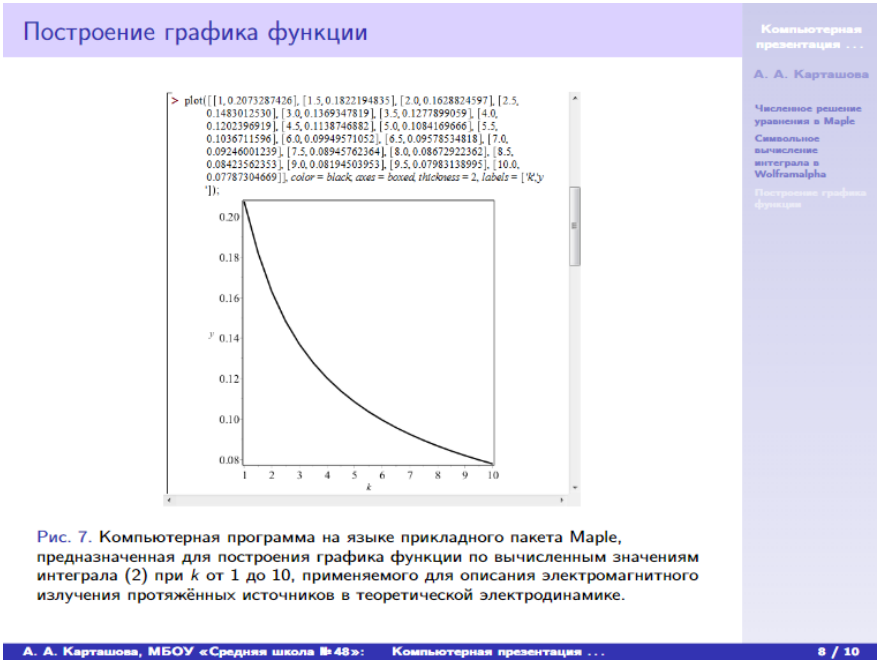


Рис. 7. Компьютерная программа на языке прикладного пакета Maple, предназначенная для построения графика функции по вычисленным значениям интеграла (2) при k от 1 до 10, применяемого для описания электромагнитного излучения протяжённых источников в теоретической электродинамике.

Рис. 8. Восьмой слайд компьютерной презентации научной информации по физике.

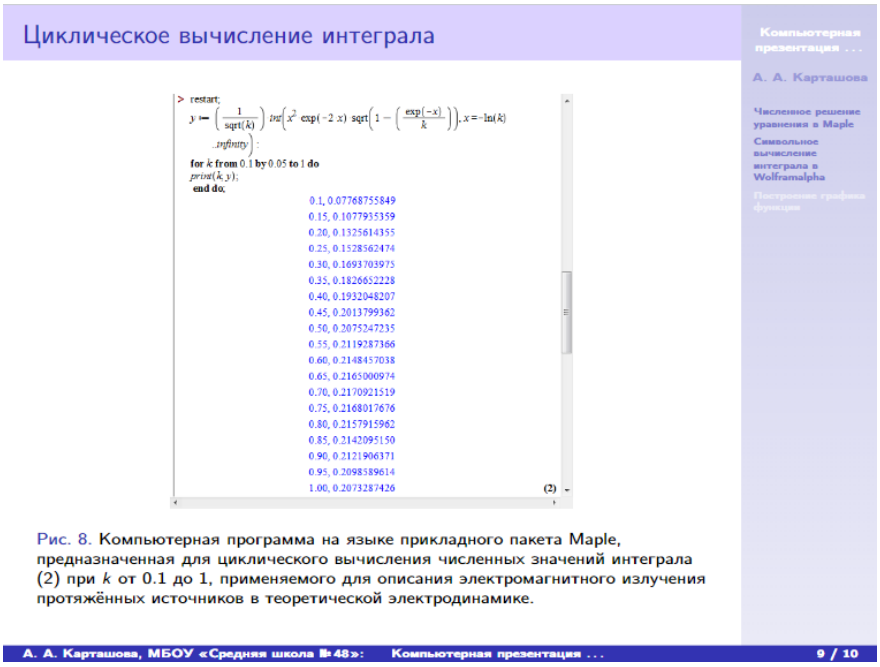


Рис. 9. Девятый слайд компьютерной презентации научной информации по физике.

для циклического вычисления численных значений интеграла при значениях параметра k, изменяющегося от 0.1 до 1.

На рис. 10 приведено изображение десятого слайда компьютерной презентации научной информации по физике. На десятом слайде компьютерной презентации научной информации по физике представлен результат построения графика при помощи компьютерной программы на языке прикладного пакета Maple, предназначенной для построения графика функции по вычисленным значениям интеграла из задачи для описания электромагнитного излучения протяжённых источников при значениях параметра k, изменяющегося от 0.1 до 1.

Научная информация на конференциях по физике может быть представлена в ви-

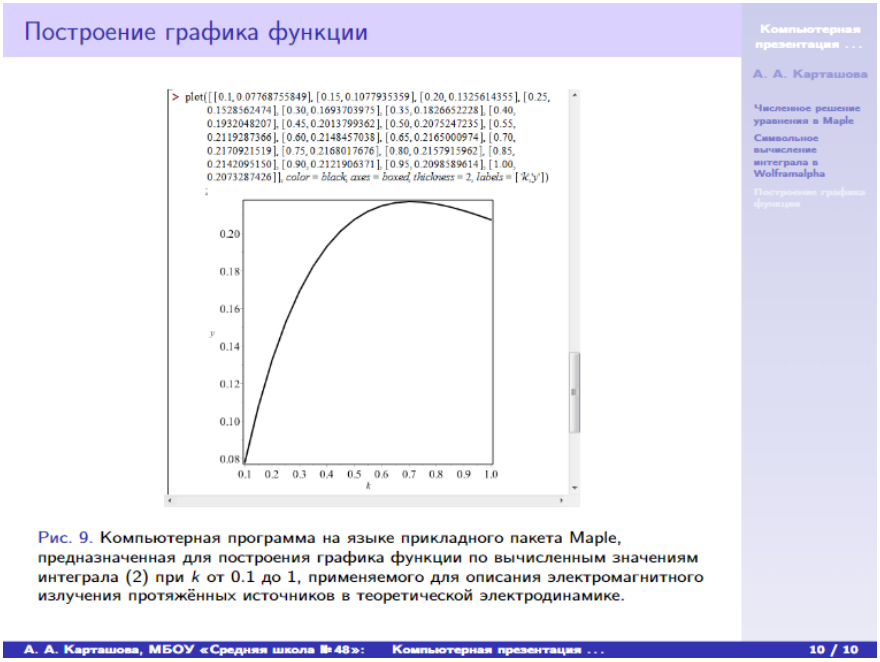


Рис. 10. Десятый слайд компьютерной презентации научной информации по физике.

де устных сообщений, докладов с презентациями, лекций с презентациями, стендовых докладов с плакатами.

Научная информация на лекционных занятиях по физике может быть представлена в виде лекций без презентаций, лекций с презентациями, лекций с плакатами, лекций с демонстрациями.

Научная информация на практических занятиях по физике может быть представлена в виде практических занятий без презентаций, практических занятий с презентациями и тестами, практических занятий с плакатами, практических занятий с фронтальными практическими заданиями, практических занятий с групповыми практическими заданиями, практических занятий с индивидуальными практическими заданиями.

Научная информация на лабораторных занятиях по физике может быть представлена в виде лабораторных занятий без презентаций, лабораторных занятий с презентациями и тестами, лабораторных занятий с плакатами, лабораторных занятий с фронтальными лабораторными работами, лабораторных занятий с групповыми лабораторными работами, лабораторных занятий с индивидуальными лабораторными работами, лабораторных занятий с индивидуальными лабораторными задачами.

Заключение

Созданная компьютерная презентация была апробирована на занятиях по учебной дисциплине «Современные способы презентации научной информации» в 2020-2021 учебном году. В ходе апробации гипотеза исследования, заключающаяся в том, что если использовать представление информации в виде компьютерных презентаций, то можно наглядно представлять научную информацию по магистерской диссертации по физике, подтверждена полностью.

Список использованных источников

1. Andrade E. N. da C. The presentation of scientific information // Proceedings of the Royal Society of London Series B. — 1949. — oct. — Vol. 136, no. 884. — P. 317–333. DOI: 10.1098/rspb.1949.0028.

2. Andrade E. N. da C. The presentation of scientific information // Proceedings of the Royal Society of London Series A. — 1949. — may. — Vol. 197, no. 1048. — P. 1–17. DOI: 10.1098/rspa.1949.0047.

3. Allen F. H. The presentation of scientific papers // Science. — 1941. — jan. — Vol. 93, no. 2401. — P. 19–19. — URL: https://doi.org/10.1126/science.93.2401.19.

4. Young James, Bridgeman Mary Barna, Hermes-DeSantis Evelyn R. Presentation of scientific poster information: lessons learned from evaluating the impact of content arrangement and use of infographics // Currents in Pharmacy Teaching and Learning. — 2019. — feb. — Vol. 11, no. 2. — P. 204–210. — URL: https://doi.org/10.1016/j.cptl.2018.11.011.

5. Kircz Joost G. Modularity: the next form of scientific information presentation? // Journal of Documentation. — 1998. — may. — Vol. 54, no. 2. — P. 210–235. — URL: https://doi.org/10.1108/eum0000000007185.

6. Steksova T. I. Presentation of other people's information in scientific discourse // Sibirskiy filologicheskiy zhurnal. — 2020. — no. 3. — P. 261–274. — URL: https://doi.org/10.17223/18137083/72/20.

7. Kurgaev Alexander F. The concept of information. Part 1. The presentation of information in the form of a scientific theory // Journal of Automation and Information Sciences. — 2020. — Vol. 52, no. 1. — P. 65–77. — URL: https://doi.org/10.1615/jautomatinfscien.v52.i1.70.

8. Kelleher Christa, Wagener Thorsten. Ten guidelines for effective data visualization in scientific publications // Environmental Modelling and Software. — 2011. — jun. — Vol. 26, no. 6. — P. 822–827. — URL: https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2010.12.006.

9. Clavero María Victoria González, Bazán Grettel Rodríguez. Gestión informativa de la infodemia en medios digitales: experiencia de las agencias de noticias // Revista Panamericana de Salud Pública. — 2021. — may. — Vol. 45. — P. 1. — URL: https://doi.org/10.26633/rpsp.2021.25.

10. Estrin Herman A., Monahan Edward J. Effective oral presentation of scientific and technical information // IEEE Transactions on Professional Communication. — 1978. — jun. — Vol. PC-21, no. 2. — P. 49–53. — URL: https://doi.org/10.1109/tpc.1978.6591713.

11. Wong Bang. Visual representation of scientific information: presentation from the Broad Institute Scientific Retreat at the Harvard Medical School, Boston, Massachusetts, 7 November 2010 // Science Signaling. — 2011. — feb. — Vol. 4, no. 160. — URL: https://doi.org/10.1126/scisignal.2001842.

Сведения об авторах:

Алеся Алексеевна Карташова — учитель физики и математики Муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения города Ульяновска «Средняя школа №48 имени Героя России Д. С. Кожемякина», 432035, Ульяновск, Россия.

E-mail: alesya_alekseevna@inbox.ru

ORCID iD 0000-0002-0093-9013

Web of Science ResearcherID AAZ-8166-2020

PACS 003.007
OCIS 220.2945
MSC 78-11
PACS 73.50.Pz

Computer presentation as a way to present scientific information on physics

A. A. Kartashova

Municipal budgetary educational institution of the city of Ulyanovsk "Secondary school № 48 named after the Hero of Russia D. S. Kozhemyakin", 432035, Ulyanovsk, Russia

Submitted October 12, 2022
Resubmitted October 15, 2022
Published December 12, 2022

Abstract. One of the ways of presenting scientific information in the form of a computer presentation in physics, written during the preparation of a master's thesis under the program "Priority directions of science in physical education", is considered. The created computer presentation in physics was tested in the classroom for the academic discipline "Modern ways of presenting scientific information" in the 2020-2021 academic year.

Keywords: computer presentation, scientific information, master's thesis, phisics

References

1. Andrade E. N. da C. The presentation of scientific information // Proceedings of the Royal Society of London Series B. — 1949. — oct. — Vol. 136, no. 884. — P. 317–333. DOI: 10.1098/rspb.1949.0028.

2. Andrade E. N. da C. The presentation of scientific information // Proceedings of the Royal Society of London Series A. — 1949. — may. — Vol. 197, no. 1048. — P. 1–17. DOI: 10.1098/rspa.1949.0047.

3. Allen F. H. The presentation of scientific papers // Science. — 1941. — jan. — Vol. 93, no. 2401. — P. 19–19. — URL: https://doi.org/10.1126/science.93.2401.19.

4. Young James, Bridgeman Mary Barna, Hermes-DeSantis Evelyn R. Presentation of scientific poster information: lessons learned from evaluating the impact of content arrangement and use of infographics // Currents in Pharmacy Teaching and Learning. — 2019. — feb. — Vol. 11, no. 2. — P. 204–210. — URL: https://doi.org/10.1016/j.cptl.2018.11.011.

5. Kircz Joost G. Modularity: the next form of scientific information presentation? // Journal of Documentation. — 1998. — may. — Vol. 54, no. 2. — P. 210–235. — URL: https://doi.org/10.1108/eum0000000007185.

6. Steksova T. I. Presentation of other people's information in scientific discourse // Sibirskiy filologicheskiy zhurnal. — 2020. — no. 3. — P. 261–274. — URL: https://doi.org/10.17223/18137083/72/20.

7. Kurgaev Alexander F. The concept of information. Part 1. The presentation of information in the form of a scientific theory // Journal of Automation and Information Sciences. — 2020. — Vol. 52, no. 1. — P. 65–77. — URL: https://doi.org/10.1615/jautomatinfscien.v52.i1.70.

8. Kelleher Christa, Wagener Thorsten. Ten guidelines for effective data visualization in scientific publications // Environmental Modelling and Software. — 2011. — jun. — Vol. 26, no. 6. — P. 822–827. — URL: https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2010.12.006.

9. Clavero María Victoria González, Bazán Grettel Rodríguez. Gestión informativa de la infodemia en medios digitales: experiencia de las agencias de noticias // Revista Panamericana de Salud Pública. — 2021. — may. — Vol. 45. — P. 1. — URL: https://doi.org/10.26633/rpsp.2021.25.

10. Estrin Herman A., Monahan Edward J. Effective oral presentation of scientific and technical information // IEEE Transactions on Professional Communication. — 1978. — jun. — Vol. PC-21, no. 2. — P. 49–53. — URL: https://doi.org/10.1109/tpc.1978.6591713.

11. Wong Bang. Visual representation of scientific information: presentation from the Broad Institute Scientific Retreat at the Harvard Medical School, Boston, Massachusetts, 7 November 2010 // Science Signaling. — 2011. — feb. — Vol. 4, no. 160. — URL: https://doi.org/10.1126/scisignal.2001842.

Information about authors:

Alesya Alekseevna Kartashova — teacher of physics and mathematics of the Municipal budgetary educational institution of the city of Ulyanovsk "Secondary school № 48 named after the Hero of Russia D. S. Kozhemyakin", 432035, Ulyanovsk, Russia.

E-mail: alesya_alekseevna@inbox.ru

ORCID iD 0000-0002-0093-9013

Web of Science ResearcherID AAZ-8166-2020

INDEX OF AUTHORS

Altunin, K. K., 23, 44, 75

Kartashova, A. A., 96
Kurmasheva, L. I., 14

Orlova, E. V., 44

Prichalova, E. N., 75

Volkova, E. E., 1