

УДК 373.5  
ББК 74.262.0  
ГРНТИ 14.25.09  
ВАК 13.00.02

## Разработка системы проверки знаний в дистанционном курсе по оптике нанокompозитных материалов в системе управления обучением MOODLE

Е. О. Сорокина  <sup>1</sup>

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

Поступила в редакцию 3 февраля 2021 года  
После переработки 16 марта 2021 года  
Опубликована 12 июня 2021 года

---

**Аннотация.** Рассматривается результат разработки дистанционного курса по оптике нанокompозитных материалов, посвящённого изучению физических основ классической, нелинейной и квантовой оптики нанокompозитных материалов. Дистанционный курс по оптике нанокompозитных материалов создан в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале педагогического университета. Описаны результаты разработки модульной структуры курса, теоретических элементов и элементов контроля знаний по оптике нанокompозитных материалов.

**Ключевые слова:** оптика, нанокompозитный материал, дистанционный курс, система управления обучением

PACS: 01.40.-d

---

### Введение

В настоящее время интенсивно развивается система дистанционного сопровождения изучения курсов физико-математической тематики в образовательных программах университетов. В связи с развитием технологий смешанного обучения и эпидемиологической обстановкой становится актуальной задача создания дистанционного курса по оптике нанокompозитных материалов.

Целью исследования является создание дистанционного курса по оптике нанокompозитных материалов в системе управления обучением MOODLE.

Задачей исследования является разработка элементов дистанционного курса по оптике нанокompозитных материалов в системе управления обучением MOODLE.

Объектом исследования являются курс оптики нанокompозитных материалов.

Предметом исследования является процесс создания дистанционного курса по оптике нанокompозитных материалов.

---

<sup>1</sup>E-mail: elena2000sor@mail.ru

Гипотеза исследования состоит в том, что если создать и использовать дистанционный курс “Оптика нанокompозитных материалов”, основанный на комбинации теоретических методов и численных методов в процессе изучения классической, квантовой, нелинейной оптики нанокompозитных материалов, то можно повысить познавательный интерес у студентов университетов к курсу по оптике нанокompозитных материалов и реализовать систему смешанного обучения оптике нанокompозитных материалов.

В качестве методов исследования используется анализ теоретических материалов по оптике нанокompозитных сред, синтез различных концепций описания физических процессов оптики нанокompозитных материалов, компьютерное моделирование простых дисперсионных зависимостей оптических характеристик нанокompозитных материалов, проектирование дистанционного курса.

В качестве материалов исследования используются теоретические материалы по оптике нанокompозитных материалов.

## Обзор работ по оптике нанокompозитных материалов

Композиты обычно создаются путём встраивания оптически функциональной фазы в обрабатываемый прозрачный материал матрицы. Оптические свойства могут быть использованы в более технологически важных формах, таких как плёнки и волокна.

Нанокompозитные материалы — это среды, содержащие домены или включения нанометрового размера. Добавление гостевого материала к основной матрице может привести к значительному улучшению и модификации их физических свойств по сравнению с объёмным материалом. Рассеивание неорганических или органических наночастиц в оптическом материале вызывает дополнительную реакцию на падающий свет. В результате могут быть достигнуты высокоэффективные фотонные характеристики с экологически стабильными оптическими характеристиками. Это, в свою очередь, является идеальным исходным продуктом для множества высококачественных оптических компонентов. Волокна, призмы, линзы, фильтры, поляризаторы, модуляторы — это лишь несколько примеров.

Другим примером привлекательного применения нанокompозитов является их использование для выравнивания поверхности жидких кристаллов. В сочетании с техникой фотоориентации и инъекционной печатью нанокompозиты можно использовать для достижения желаемых распределений энергии фиксации и угла предварительного наклона жидкого кристалла. Это позволяет разрабатывать уникальные электрически настраиваемые оптические компоненты, такие как призмы и устройства управления лучом [1–3]. Более того, некоторые из этих оптических компонентов, в частности массив настраиваемых микролинз со сверхнизким энергопотреблением, которые могут служить объективом для микродисплея, расположенного в непосредственной близости от глаза, например такие, которые встроены в контактные линзы или очки, в настоящее время не имеют аналогов.

В статье [3] изучено формирование желаемого распределения директора жидкого кристалла за счёт использования неоднородного закрепления и угла предварительного наклона для электрически управляемых дифракционных оптических элементов. Такие жидkokристаллические дифракционные оптические элементы могут иметь высокую периодичность и дифракционную эффективность. В то же время они лишены конструктивных закономерностей, например периодическое расположение электродов или отклонения толщины, которые оказывают нежелательное влияние на дифракционные характеристики жидkokристаллических дифракционных оптических элементов других типов. Сосредотачиваются на оценке потенциальных функциональных возможностей жидkokристаллических дифракционных оптических элементов с неоднородной юстировкой. Рассмотрены причины, вызывающие ограничение дифракционной эффектив-

ности и периодичности жидкокристаллических дифракционных оптических элементов. Обсуждаются подходы к улучшению характеристик жидкокристаллических дифракционных оптических элементов.

Современные оптические системы предъявляют очень строгие требования к характеристикам, размеру и стоимости. Размер часто является наиболее важным фактором, особенно в портативных системах, что требует сложной конструкции для достижения желаемых характеристик. Однако существующие конструкции уже работают очень близко к физическим пределам, и дальнейшего прогресса трудно достичь, изменяя только сложность конструкции. Другой способ повышения производительности — адаптировать оптические свойства материалов к конкретному применению. Класс новых настраиваемых материалов, которые позволяют изменять оптические свойства и обещают преодолеть многие из внутренних недостатков полимеров, представляют собой наноконкомпозиты. Однако, несмотря на значительные прошлые исследовательские усилия, эти типы материалов в значительной степени недостаточно используются в оптических системах.

Наноконкомпозиты с заданными оптическими свойствами могут предоставить новую степень свободы для оптического дизайна. Однако, несмотря на свой потенциал, эти материалы остаются неиспользованными в объёмных оптических приложениях. В статье [4] исследуются условия, при которых они могут быть использованы для таких приложений, используя теорию Ми, теории эффективных сред и численное моделирование на основе метода конечных элементов. В статье [4] показано, что из-за рассеяния необходимо различать различные режимы эффективной среды, и что объёмные материалы могут быть реализованы только в определенном диапазоне параметров. Анализ также позволяет количественно оценить диапазон применимости различных теорий об эффективной среде и определить правила проектирования того, как свободные параметры материала должны быть скорректированы для конкретных приложений.

Оптические полимеры охватывают лишь довольно узкий диапазон оптических свойств. Это ограничивающий фактор при разработке оптических систем на основе полимеров, таких как камеры смартфонов. Более того, это также создает проблему для фемтосекундной двухфотонной литографии, которая представляет собой новейшую технологию для трёхмерной печати высококачественной оптики из фотополимеров. Чтобы преодолеть ограничения обычных полимеров, мы вводим наночастицы чернил на основе широко используемых фотополимеров IP-DIP и IP-S в качестве полимерной матрицы и наночастиц диоксида циркония. В статье [5] показано, что показатель преломления и дисперсия этих наночастиц могут быть целенаправленно настроены путём изменения составляющих материалов и объёмной доли наночастиц. Кроме того, продемонстрировано пригодность наночернил для оптических применений путём трёхмерной печати одиночных микролинз и ахроматического дублета Фраунгофера из нескольких материалов. Результаты подтверждают, что наноконкомпозиты расширяют диапазон оптических свойств, доступных для систем на основе полимеров, и позволяют создавать специальные оптические материалы.

Магнитные композитные материалы бросают вызов традиционным материалам в широком спектре приложений, таких как трансформаторы, датчики и электродвигатели. В работе [6] путём исследования диэлектрической проницаемости и спектров магнитной проницаемости легированной серебром магнитной наноконкомпозитной системы исследуется изменение эффективного показателя преломления с частотой для различных факторов заполнения. Обнаружено, что значение резонансной частоты уменьшается с увеличением коэффициента заполнения. Изучается также поляритонная дисперсия системы. Это исследование наноконкомпозитной системы может быть использовано при разработке современных оптических устройств.

Наноккомпозит — это матрица, в которую были добавлены наночастицы для улучшения определённых свойств материала. Свойства наноккомпозитов побудили исследователей и компаний к разработке эффективных волноводов и других новых устройств оптической связи [7, 8]. В последнее время магнитные наноккомпозиты интенсивно изучаются в связи с их применением в различных областях [9, 10]. Композит, состоящий из ферромагнитных однодоменных наночастиц железа, кобальта или никеля в металлической, полупроводниковой или изолирующей матрице, демонстрирует исключительные магнитные и транспортные свойства.

Фотонные наноккомпозитные материалы обычно конструируются путем встраивания оптически функционального наноразмерного гостевого материала (например, наночастиц, нанокристаллов и молекул) в оптически прозрачную матрицу-хозяин, такую как органические (например, (фото) полимеры, смеси полимеров, жидкие кристаллы) или неорганические твёрдые вещества (например, стекла и керамика). Добавление гостевого материала к матрице-хозяину может привести к значительному улучшению и модификации их механических, термических, транспортных и оптических свойств по сравнению с объёмными материалами. В результате могут быть достигнуты высокоэффективные фотонные функции с экологически стабильными оптическими характеристиками. Кроме того, наноккомпозитные материалы могут быть адаптированы путем управления их линейными оптическими свойствами, такими как показатель преломления и поглощения, а также их лазерными, электрооптическими и нелинейно-оптическими свойствами. Например, включение жидкокристаллических капель в полимеры даёт электрически регулируемые характеристики светорассеяния, идеально подходящие для дисплеев и оптических переключателей. Диспергирование неорганических или органических наночастиц в оптических материалах приводит к сильному отклику на падающий свет. Действительно, сегнетоэлектрические наночастицы в холестерических жидких кристаллах усиливают электрооптический отклик смеси. В фотополимерах наночастицы делают возможным формирование высококонтрастной голографической решётки, которая может оказаться полезной для таких приложений, как оптические элементы и хранение данных. Более того, наночастицы, диспергированные в фотополимере, могут быть собраны с помощью света, обеспечивая создание материалов с многомерной структурой, очень актуальных для фотонных и электронных приложений. Эффекты локального поля в наноструктурированных материалах могут обеспечить значительное усиление нелинейно-оптического отклика и улучшение свойств усиления света. Поскольку наноккомпозитные материалы представляют собой новый метод улучшения экологической устойчивости материалов, а также интересных оптических свойств, они должны открыть новые возможности для применения в фотонике.

В статье [11] исследованы оптические свойства наноккомпозитных материалов на основе плазмонных металлических сферических наночастиц. Авторы сравнили четыре различные эффективные теории, которые учитывают дисперсию размеров, взаимодействие между наночастицами и внешний размерный эффект для расчёта эффективного показателя преломления наночастиц золота, серебра и меди в полимере. Показано, что распределение по размерам вызывает неоднородное уширение и изменение амплитуды плазмонной полосы. Наименьший сдвиг резонансных характеристик наблюдается для наноккомпозита на основе меди по всем эффективным теориям. Показано, что один и тот же наноккомпозитный материал, но с другими параметрами (размером и концентрацией включений) может быть описан различными эффективными теориями.

В статье [12] содержится обзор некоторых недавних исследований, направленных на понимание физических процессов, определяющих линейные и нелинейные оптические свойства наноккомпозитных материалов. Одним из результатов этого исследования является предсказание и экспериментальная проверка того, что при надлежащих услови-

ях два материала могут быть объединены таким образом, что нелинейная восприимчивость композита превосходит нелинейную восприимчивость составляющих материалов. В статье [12] представлен обзор различных геометрических структур композитных материалов. Общий подход к разработке нелинейно-оптических материалов предполагает поиск материалов, которые на молекулярном уровне обладают желаемыми нелинейно-оптическими свойствами. Альтернативный подход, который изучен, предполагает объединение известных материалов в композитный материал. В надлежащих условиях этот композитный материал мог бы сочетать в себе более желательные свойства исходных материалов или, в идеале, мог бы обладать свойствами, превосходящими свойства исходных материалов.

Проведённый анализ научной литературы по оптике нанокompозитных материалов показал существование возрастающих потребностей в создании курсов по оптике нанокompозитных материалов для различных уровней образования.

## **Результаты разработки дистанционного курса по оптике нанокompозитных материалов в системе управления обучением MOODLE**

В работе рассматривается технология создания дистанционного курса по оптике нанокompозитных материалов 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 оптике нанокompозитных материалов понимают процесс разработки дистанционного курса, в котором активно используются автоматизированные методы контроля в ходе продвижения при изучении курса по оптике нанокompозитных материалов. Основные задачи изучения курса по оптике нанокompозитных материалов состоят в развитии логики теоретического мышления, интуиции, творческих способностей, овладении системой знаний и умений по оптике нанокompозитных материалов и наноструктур. Основной подход к изучению оптики нанокompозитных материалов с использованием информационных технологий заключается в увеличении визуально воспринимаемой студентом информации посредством использования дистанционного курса в процессе изучения оптики нанокompозитных материалов в университете. Структура дистанционного курса по оптике нанокompозитных материалов 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 оптике нанокompозитных материалов. На третьем этапе создания дистанционного курса по оптике нанокompозитных материалов производится разработка содержания блоков дистанционного курса по тематическим модулям и темам. На четвёртом этапе создания дистанционного курса производится визуализация полученной структуры в наглядном виде для планомерного контроля наполнения различных модулей и тем курса по оптике нанокompозитных материалов. На пятом этапе создания дистанционного курса производится поиск программного обеспечения для разработки дистанционного курса 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 производится наполнение модулей элементами и отладка элементов. На восьмом этапе создания дистанционного курса производится разработка банка тестовых вопросов и заданий по курсу по оптике нанокompозитных материалов, создание банка тестов, компоновка тестов по темам и модулям. На девятом этапе создания дистанционного курса производится апробация дистанционного курса 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 оптики нанокompозитных материалов. Применение дистанционного курса по оптике нанокompозитных материалов обеспечивает обучение студентов университета в удобном темпе и выбранном уровне материала. Дистанционный курс по оптике нанокompозитных материалов позволяет успешно решить задачу построения индивидуальных образовательных траекторий для студентов.

Дистанционный курс по оптике нанокompозитных материалов представляет собой структурированную совокупность гипертекстовых страниц, в которых заключен необходимый теоретический материал по оптике нанокompозитных материалов, справочные таблицы, рисунки, справочные материалы по оптике нанокompозитных материалов, тесты и элементы навигации средствами системы управления обучением MOODLE. Закрывая и открывая модули можно поддерживать темп продвижения по курсу по оптике нанокompозитных материалов 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 оптике нанокompозитных материалов содержит гиперссылки на статьи глоссария. Весь теоретический материал по оптике нанокompозитных материалов можно разделить на темы, а каждая из тем, в свою очередь, делится на модули. В свою очередь модули могут подразделяться на подтемы. В дистанционном курсе по оптике нанокompозитных материалов 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 оптике нанокompозитных материалов 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 оптике нанокompозитных материалов, гиперссылки на внешние электронные источники информации.

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

ционного курса по оптике нанокomпозитных материалов. Для осуществления данного вида уроков существует множество программ таких, как Zoom, Skype для осуществления видеосвязи, интерактивные доски для совместных записей в ходе обсуждения решения задач по оптике нанокomпозитных материалов. Современные платформы позволяют записывать занятия, чтобы можно было в удобное время пересмотреть, повторить материал, что является несомненным плюсом, по сравнению с традиционным методом аудиторного обучения. Когда невозможно провести онлайн занятия, используется методика асинхронного дистанционного обучения. При применении данной методики больше ответственности за прохождение обучения возлагается на самостоятельность учащегося. На первый план выдвигается самообучение, индивидуальный темп обучения, а также регулирования темпа ученика. Ещё одним положительным моментом дистанционной формы обучения оптике нанокomпозитных материалов является то, что ученики могут выполнять задания в удобное для них время с необходимыми перерывами. Учитель может своевременно отслеживать продвижение своих учащихся.

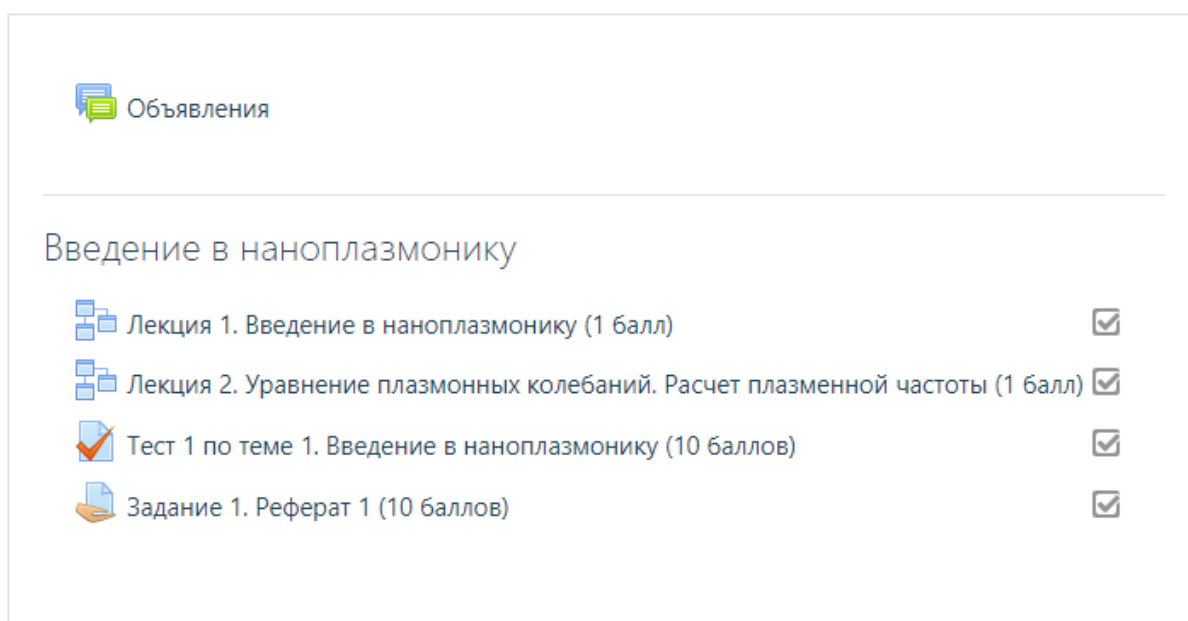


Рис. 1. Часть элементов одной из тем дистанционного курса по оптике нанокomпозитных материалов в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 1 приведено изображение части элементов одной из тем дистанционного курса по оптике нанокomпозитных материалов, созданного в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета.

Рассмотрим результат разработки некоторых элементов для контроля знаний в составе дистанционного курса по оптике нанокomпозитных материалов в системе управления обучением MOODLE.

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

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 четвертом 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 оптике нанокompозитных материалов. На шестом этапе создания банка заданий и вопросов производится отладка тестов в составе дистанционного курса по оптике нанокompозитных материалов. На седьмом этапе создания банка заданий и вопросов производится разработка методических рекомендаций по использованию тестов в составе моделей и тем курса по оптике нанокompозитных материалов. На восьмом этапе создания банка заданий и вопросов производится апробация банка тестовых вопросов и заданий по оптике нанокompозитных материалов 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 оптике нанокompозитных материалов.

Меню Логотип ИИИ Уведомления Сообщения Профиль

/ Тест 1 по теме 1. Введение в наноплазмонику (10 баллов) / Просмотр

**Вопрос 1**  
Пока нет ответа  
Балл: 2,00  
Отметить вопрос  
Редактировать вопрос

Поверхностные плазмоны — это кванты колебаний плотности свободных электронов металла вдоль его границы с диэлектриком.

Выберите один ответ:

Верно

Неверно

Следующая страница

← Лекция 2. Уравнение плазмонных колебаний. Расчет

Рис. 2. Вопрос 1 из первого теста в составе дистанционного курса по оптике нанокompозитных материалов в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

На рис. 2 приведено изображение страницы задания с вопросом 1 из первого теста в составе дистанционного курса по оптике нанокompозитных материалов, созданного в системе управления обучением в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 3 приведено изображение страницы задания с вопросом 2 из первого теста в составе дистанционного курса по оптике нанокompозитных материалов, созданного в системе управления обучением в системе управления обучением MOODLE.



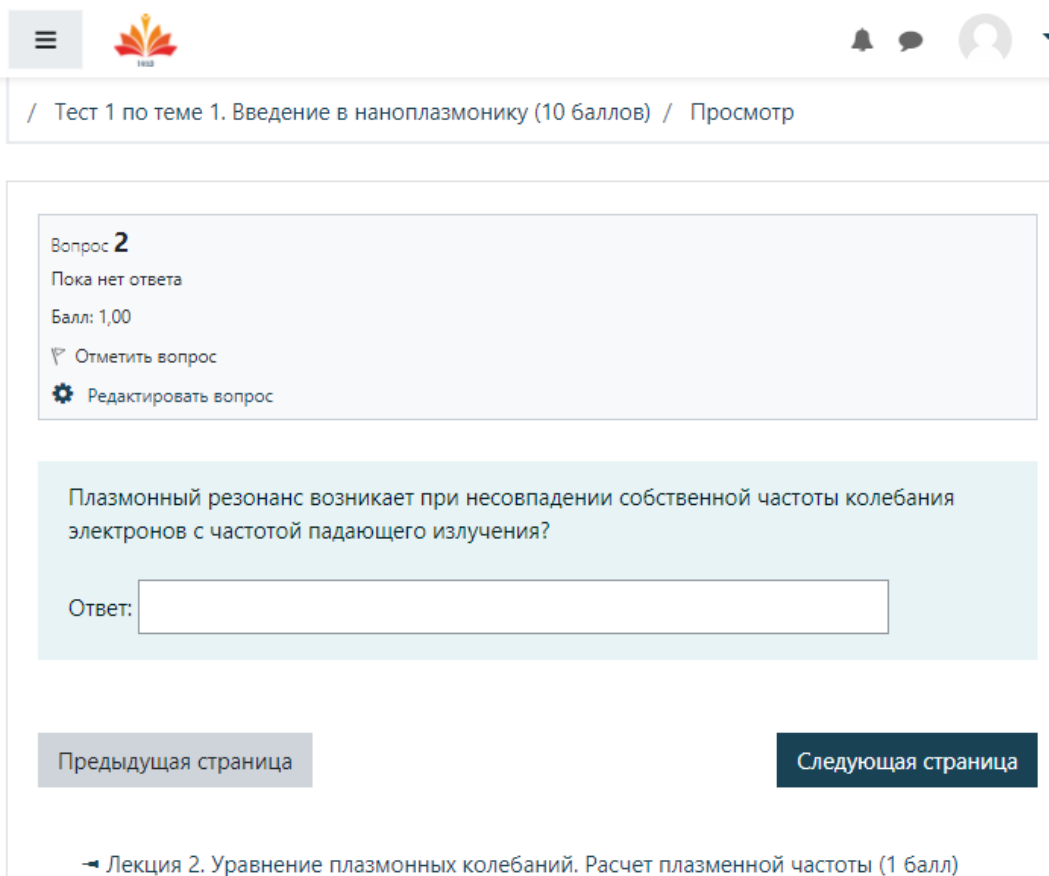


Рис. 3. Вопрос 2 из первого теста в составе дистанционного курса по оптике нанокomпозитных материалов в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

На рис. 4 приведено изображение страницы задания с вопросом 3 из первого теста в составе дистанционного курса по оптике нанокomпозитных материалов, созданного в системе управления обучением в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 5 приведено изображение страницы задания с вопросом 4 из первого теста в составе дистанционного курса по оптике нанокomпозитных материалов, созданного в системе управления обучением в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 6 приведено изображение страницы задания с вопросом 5 из первого теста в составе дистанционного курса по оптике нанокomпозитных материалов, созданного в системе управления обучением в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 7 приведено изображение страницы задания с вопросом 6 из первого теста в составе дистанционного курса по оптике нанокomпозитных материалов, созданного в системе управления обучением в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 8 приведено изображение страницы задания с вопросом 7 из первого теста в составе дистанционного курса по оптике нанокomпозитных материалов, созданного в системе управления обучением в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 9 приведено изображение страницы задания с вопросом 8 из первого теста в составе дистанционного курса по оптике нанокomпозитных материалов, созданного в системе управления обучением в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 10 приведено изображение страницы задания с вопросом 9 из первого теста в составе дистанционного курса по оптике нанокomпозитных материалов, созданного в системе управления обучением в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 11 приведено изображение страницы задания в виде реферата в составе дистанционного курса по оптике нанокomпозитных материалов, созданного в системе

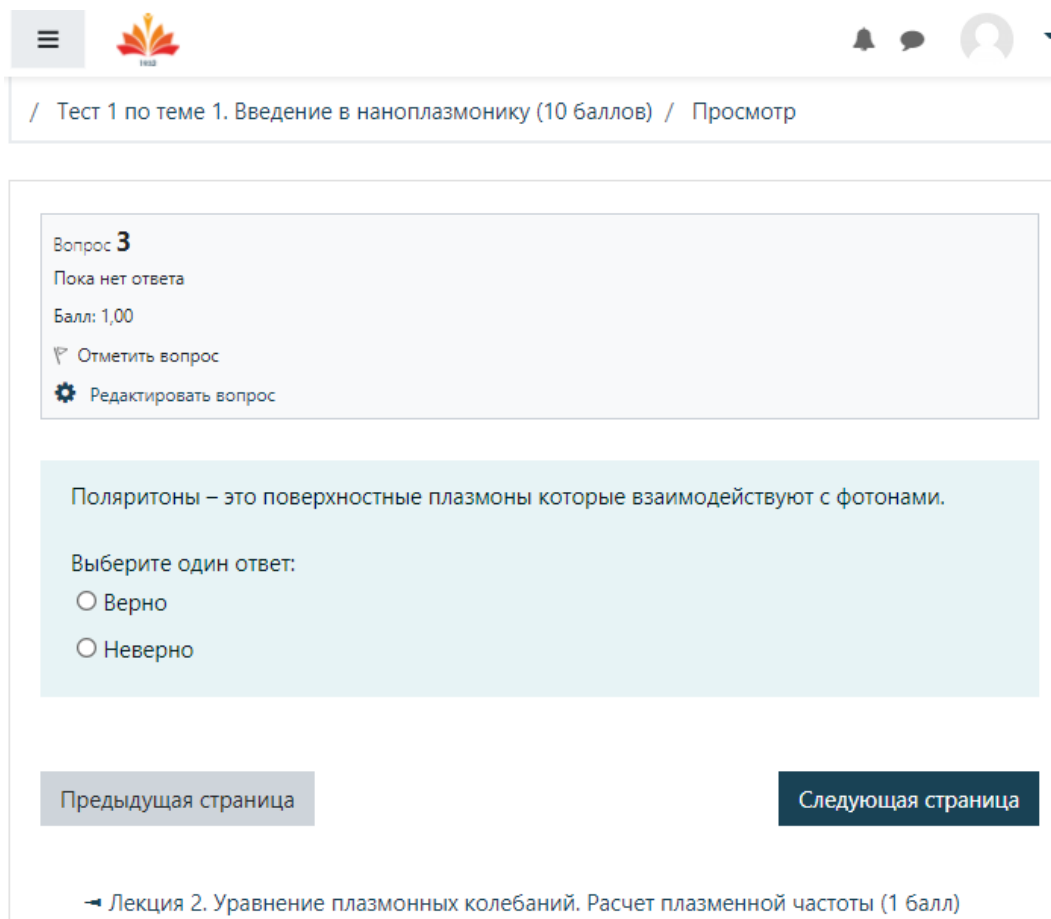


Рис. 4. Вопрос 3 из первого теста в составе дистанционного курса по оптике нанокompозитных материалов в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

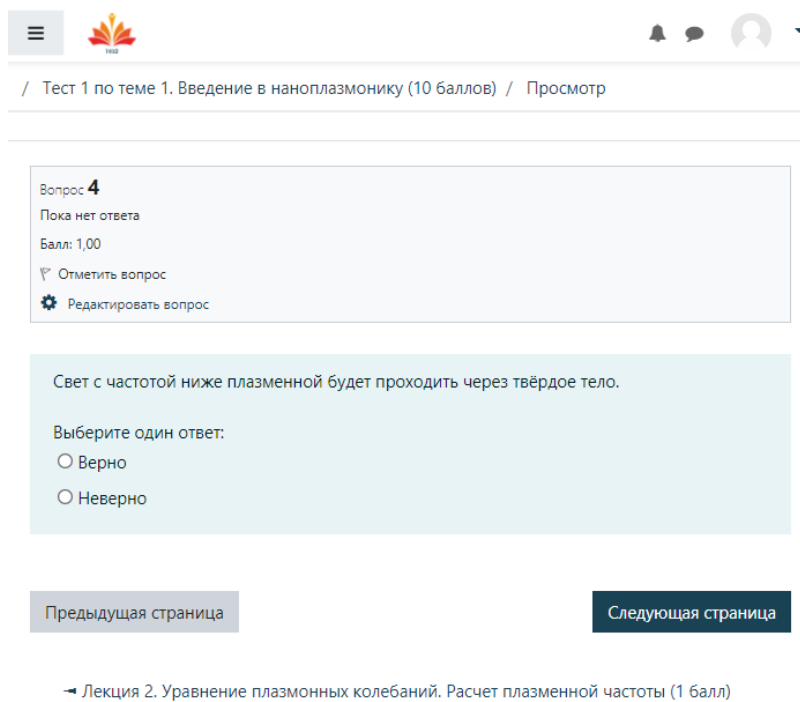


Рис. 5. Вопрос 4 из первого теста в составе дистанционного курса по оптике нанокompозитных материалов в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

The screenshot shows a Moodle quiz interface. At the top, there is a navigation bar with a menu icon, a logo, and user profile icons. Below it, a breadcrumb trail reads: "/ Тест 1 по теме 1. Введение в наноплазмонику (10 баллов) / Просмотр". The main content area displays "Вопрос 5" (Question 5) with the status "Пока нет ответа" (No answer yet) and a score of "Балл: 1,00". There are two action buttons: "Отметить вопрос" (Mark question) and "Редактировать вопрос" (Edit question). The question text is: "Наноплазмоника - это раздел электродинамики сплошных сред, в котором изучаются явления, связанные с коллективными электронными возбуждениями, локализованными в малых металлических частицах." Below the text, it asks to "Выберите один ответ:" (Choose one answer) with two radio button options: "Верно" (Correct) and "Неверно" (Incorrect). At the bottom of the question box, there are two buttons: "Предыдущая страница" (Previous page) and "Следующая страница" (Next page). Below the question box, a navigation bar shows the current question: "← Лекция 2. Уравнение плазмонных колебаний. Расчет плазменной частоты (1 балл)".

Рис. 6. Вопрос 5 из первого теста в составе дистанционного курса по оптике нанокompозитных материалов в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

The screenshot shows a Moodle quiz interface, similar to Figure 6. The breadcrumb trail is the same. The main content area displays "Вопрос 6" (Question 6) with the status "Пока нет ответа" (No answer yet) and a score of "Балл: 1,00". There are two action buttons: "Отметить вопрос" (Mark question) and "Редактировать вопрос" (Edit question). The question text is: "Подвижность поверхностного плазмона определяется диэлектрической проницаемостью металла и окружающей среды." Below the text, it asks to "Выберите один ответ:" (Choose one answer) with two radio button options: "Верно" (Correct) and "Неверно" (Incorrect). At the bottom of the question box, there are two buttons: "Предыдущая страница" (Previous page) and "Следующая страница" (Next page). Below the question box, a navigation bar shows the current question: "← Лекция 2. Уравнение плазмонных колебаний. Расчет плазменной частоты (1 балл)".

Рис. 7. Вопрос 6 из первого теста в составе дистанционного курса по оптике нанокompозитных материалов в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

управления обучением в системе управления обучением MOODLE.

В результате выполнения самостоятельной части работы создан дистанционный курс по оптике нанокompозитных материалов на платформе MOODLE. Разработанный дистанционный курс по оптике нанокompозитных материалов позволяет реализовать непре-

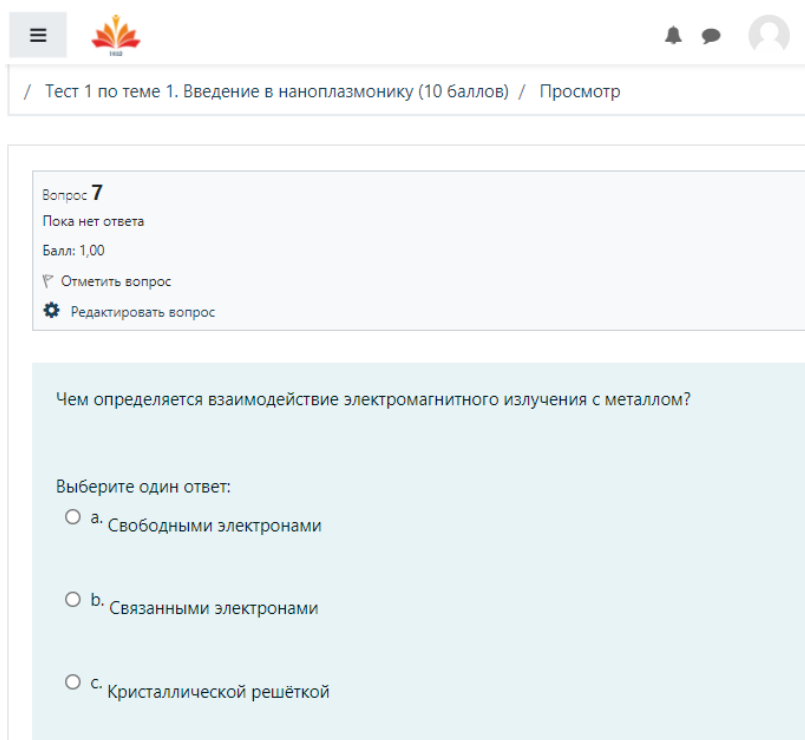


Рис. 8. Вопрос 7 из первого теста в составе дистанционного курса по оптике нанокomпозитных материалов в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

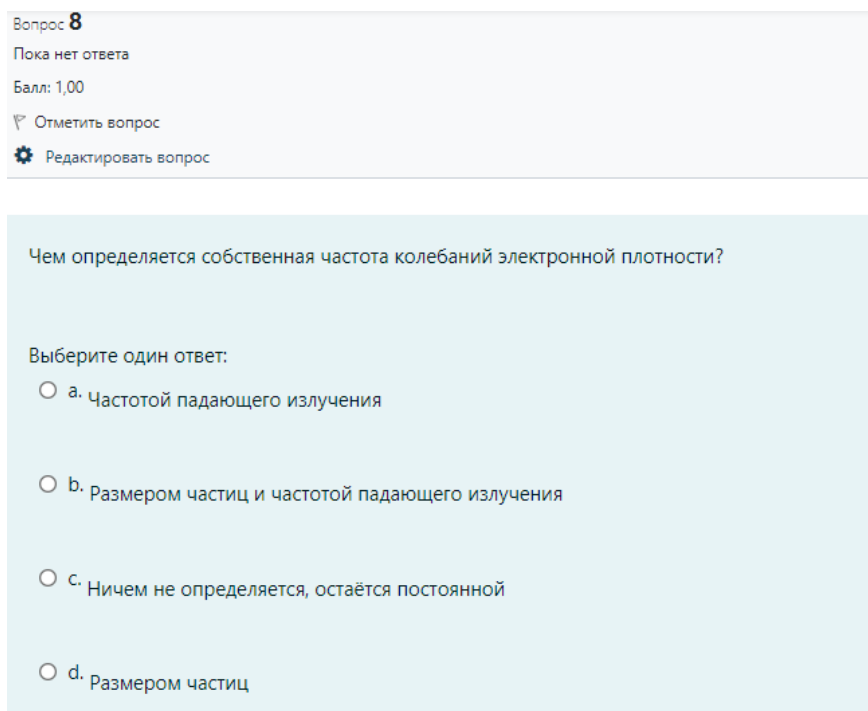


Рис. 9. Вопрос 8 из первого теста в составе дистанционного курса по оптике нанокomпозитных материалов в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

рывное информационное сопровождение изучения оптики нанокomпозитных материалов. Разработанный дистанционный курс по оптике нанокomпозитных материалов в системе управления обучением MOODLE содержит элементы для контроля знаний по оптике нанокomпозитных материалов.

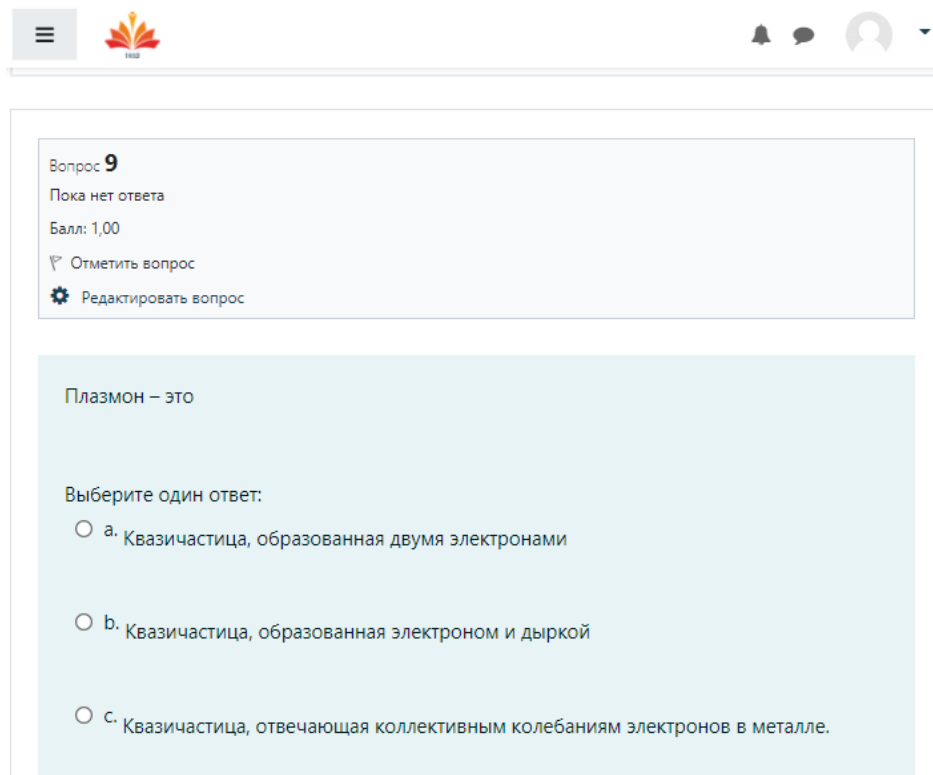


Рис. 10. Вопрос 9 из первого теста в составе дистанционного курса по оптике нанокompозитных материалов в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

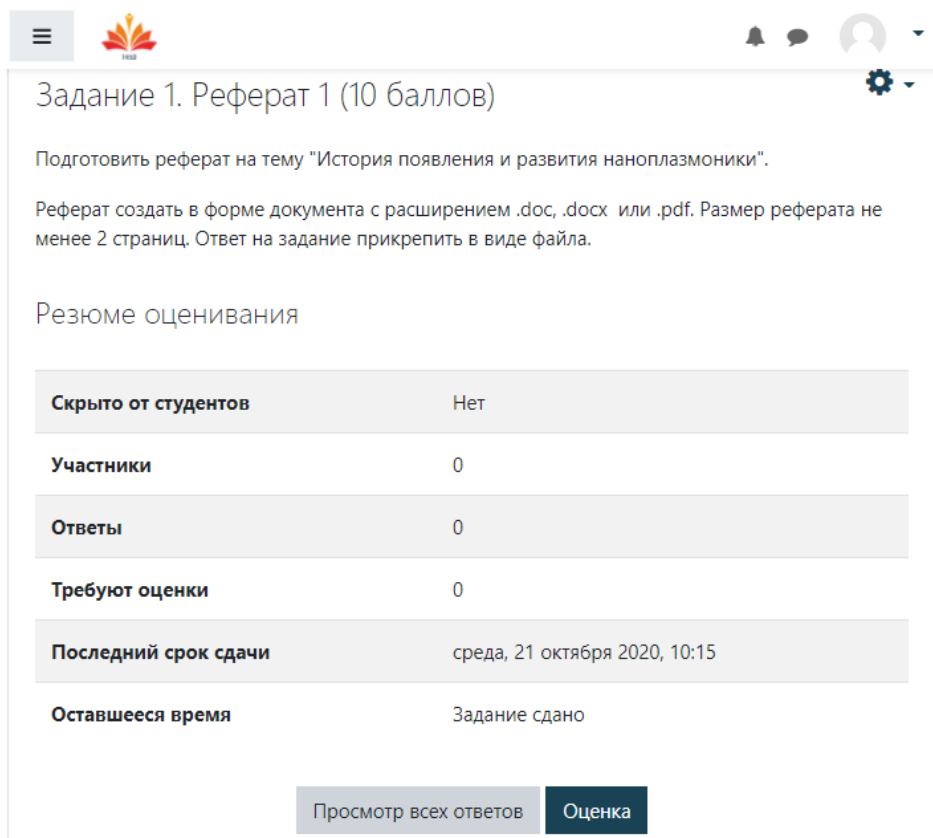


Рис. 11. Задание в виде реферата в составе дистанционного курса по оптике нанокompозитных материалов в системе дистанционного обучения на платформе MOODLE.

## Заключение

В настоящей работе проведено всестороннее исследование дистанционного курса по оптике нанокompозитных материалов в системе управления обучением MOODLE. В работе описан результат разработки дистанционного курса по оптике нанокompозитных материалов, который готов к началу использования в учебном процессе в университете, позволяет автоматизировать проверку знаний по оптике нанокompозитных материалов. Дистанционный курс по оптике нанокompозитных материалов, созданный в системе управления обучением MOODLE, способствует систематизации хранения учебного материала по оптике нанокompозитных материалов. При изучении курса оптики нанокompозитных материалов 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 оптики нанокompозитных материалов. В качестве подтверждения гипотезы исследования спроектирован дистанционный курс по оптике нанокompозитных материалов, основанный на комбинации теоретических методов и численных методов в процессе изучения оптики нанокompозитных материалов, позволяющий повысить познавательный интерес студентов к оптике нанокompозитных материалов по традиционной, смешанной и дистанционной формам обучения с применением компьютеров. Дистанционный курс по оптике нанокompозитных материалов, созданный в системе управления обучением MOODLE, способен стать эффективным помощником, автоматизирующим наиболее трудоёмкие элементы труда преподавателя в процессе преподавания учебных дисциплин физико-математической направленности.

Разработан оригинальный дистанционный курс по оптике нанокompозитных материалов, который готов к началу использования в учебном процессе педагогического университета по специальностям физико-математического профиля подготовки. Созданный в работе дистанционный курс по оптике нанокompозитных материалов позволит эффективно планировать, организовывать и проводить изучение теоретического материала курса по оптике нанокompозитных материалов в дистанционной или смешанной форме обучения. Разработанный дистанционный курс по оптике нанокompозитных материалов может занять особое место среди дистанционных курсов по физико-математической тематике, предназначенных для студентов физико-математических профилей подготовки университетов. Использование дистанционного курса по оптике нанокompозитных материалов способствует интенсификации учебного процесса и более осмысленному изучению материала, приобретению навыков самоорганизации и превращению систематических знаний в системные, помогает развитию познавательной деятельности обучаемых и интереса к предмету.

Гипотеза исследования состоящая в том, что если создать и использовать дистанционный курс по оптике нанокompозитных материалов, основанный на комбинации теоретических методов и численных методов в процессе изучения классической, квантовой, нелинейной оптики нанокompозитных материалов, то можно повысить познавательный интерес у студентов университетов к курсу по оптике нанокompозитных материалов и реализовать систему смешанного обучения оптике нанокompозитных материалов, подтверждена полностью.

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


**Список использованных источников**

1. Liquid crystal light deflecting devices based on nonuniform anchoring / S. Valyukh [et al.] // *Applied Physics Letters*. — 2010. — dec. — Vol. 97, no. 23. — P. 231120. — URL: <https://doi.org/10.1063/1.3526311>.
2. Valyukh S., Valyukh I., Chigrinov V. Liquid-Crystal Based Light Steering Optical Elements // *Photonics Letters of Poland*. — 2011. — jun. — Vol. 3, no. 2. — URL: <https://doi.org/10.4302/plp.2011.2.15>.
3. On liquid crystal diffractive optical elements utilizing inhomogeneous alignment / S. Valyukh [et al.] // *Optics Express*. — 2012. — jun. — Vol. 20, no. 14. — P. 15209. — URL: <https://doi.org/10.1364/oe.20.015209>.
4. Design rules for customizable optical materials based on nanocomposites / D. Werdehausen [et al.] // *Optical Materials Express*. — 2018. — oct. — Vol. 8, no. 11. — P. 3456. — URL: <https://doi.org/10.1364/ome.8.003456>.
5. Tailored nanocomposites for 3D printed micro-optics / K. Weber [et al.] // *Optical Materials Express*. — 2020. — sep. — Vol. 10, no. 10. — P. 2345. — URL: <https://doi.org/10.1364/ome.399392>.
6. Abirami N., Wilson K. S. Joseph. Magneto optical properties of silver doped magnetic nanocomposite material // *Sensing and Bio-Sensing Research*. — 2017. — nov. — Vol. 16. — P. 37–40. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.sbsr.2017.10.001>.
7. Shintaku T., Uno T. Preparation of Ce-Substituted Yttrium Iron Garnet Films for Magneto-Optic Waveguide Devices // *Japanese Journal of Applied Physics*. — 1996. — sep. — Vol. 35, no. Part 1, No. 9A. — P. 4689–4691. — URL: <https://doi.org/10.1143/jjap.35.4689>.
8. Beecroft L. L., Ober Ch. K. Nanocomposite Materials for Optical Applications // *Chemistry of Materials*. — 1997. — jun. — Vol. 9, no. 6. — P. 1302–1317. — URL: <https://doi.org/10.1021/cm960441a>.
9. Behrens S., Appel I. Magnetic nanocomposites // *Current Opinion in Biotechnology*. — 2016. — jun. — Vol. 39. — P. 89–96. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2016.02.005>.
10. Burke N. A. D., Stöver H. D. H., Dawson F. P. Magnetic Nanocomposites: Preparation and Characterization of Polymer-Coated Iron Nanoparticles // *Chemistry of Materials*. — 2002. — oct. — Vol. 14, no. 11. — P. 4752–4761. — URL: <https://doi.org/10.1021/cm020126q>.
11. Yaremchuk I. Ya. Optical properties of nanocomposite materials based on plasmon nanoparticles // *Semiconductor Physics Quantum Electronics and Optoelectronics*. — 2018. — jun. — Vol. 21, no. 2. — P. 195–199. — URL: <https://doi.org/10.15407/spqeo21.02.195>.
12. Nonlinear optical properties of nanocomposite materials / R. W. Boyd [et al.] // *Pure and Applied Optics: Journal of the European Optical Society Part A*. — 1996. — sep. — Vol. 5, no. 5. — P. 505–512. — URL: <https://doi.org/10.1088/0963-9659/5/5/005>.

**Сведения об авторах:**

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

E-mail: elena2000sor@mail.ru, elena2000sor@gmail.com

ORCID iD  0000-0003-3661-9000

Web of Science ResearcherID  AAA-2139-2021



# Development of a system for testing knowledge in a distance course on the optics of nanocomposite materials in the learning management system MOODLE

E. O. Sorokina 

*Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia*

Submitted February 3, 2021

Resubmitted March 16, 2021

Published June 12, 2021

---

**Abstract.** The result of the development of a distance course on optics of nanocomposite materials, devoted to the study of the physical foundations of classical, nonlinear and quantum optics of nanocomposite materials, is considered. The distance course on optics of nanocomposite materials 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 the optics of nanocomposite materials are described.

**Keywords:** optics, nanocomposite material, distance course, learning management system

PACS: 01.40.-d

---

## References

1. Liquid crystal light deflecting devices based on nonuniform anchoring / S. Valyukh [et al.] // *Applied Physics Letters*. — 2010. — dec. — Vol. 97, no. 23. — P. 231120. — URL: <https://doi.org/10.1063/1.3526311>.
2. Valyukh S., Valyukh I., Chigrinov V. Liquid-Crystal Based Light Steering Optical Elements // *Photonics Letters of Poland*. — 2011. — jun. — Vol. 3, no. 2. — URL: <https://doi.org/10.4302/plp.2011.2.15>.
3. On liquid crystal diffractive optical elements utilizing inhomogeneous alignment / S. Valyukh [et al.] // *Optics Express*. — 2012. — jun. — Vol. 20, no. 14. — P. 15209. — URL: <https://doi.org/10.1364/oe.20.015209>.
4. Design rules for customizable optical materials based on nanocomposites / D. Werdehausen [et al.] // *Optical Materials Express*. — 2018. — oct. — Vol. 8, no. 11. — P. 3456. — URL: <https://doi.org/10.1364/ome.8.003456>.
5. Tailored nanocomposites for 3D printed micro-optics / K. Weber [et al.] // *Optical Materials Express*. — 2020. — sep. — Vol. 10, no. 10. — P. 2345. — URL: <https://doi.org/10.1364/ome.399392>.
6. Abirami N., Wilson K. S. Joseph. Magneto optical properties of silver doped magnetic nanocomposite material // *Sensing and Bio-Sensing Research*. — 2017. — nov. — Vol. 16. — P. 37–40. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.sbsr.2017.10.001>.

7. Shintaku T., Uno T. Preparation of Ce-Substituted Yttrium Iron Garnet Films for Magneto-Optic Waveguide Devices // Japanese Journal of Applied Physics. — 1996. — sep. — Vol. 35, no. Part 1, No. 9A. — P. 4689–4691. — URL: <https://doi.org/10.1143/jjap.35.4689>.
8. Beecroft L. L., Ober Ch. K. Nanocomposite Materials for Optical Applications // Chemistry of Materials. — 1997. — jun. — Vol. 9, no. 6. — P. 1302–1317. — URL: <https://doi.org/10.1021/cm960441a>.
9. Behrens S., Appel I. Magnetic nanocomposites // Current Opinion in Biotechnology. — 2016. — jun. — Vol. 39. — P. 89–96. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2016.02.005>.
10. Burke N. A. D., Stöver H. D. H., Dawson F. P. Magnetic Nanocomposites: Preparation and Characterization of Polymer-Coated Iron Nanoparticles // Chemistry of Materials. — 2002. — oct. — Vol. 14, no. 11. — P. 4752–4761. — URL: <https://doi.org/10.1021/cm020126q>.
11. Yaremchuk I. Ya. Optical properties of nanocomposite materials based on plasmon nanoparticles // Semiconductor Physics Quantum Electronics and Optoelectronics. — 2018. — jun. — Vol. 21, no. 2. — P. 195–199. — URL: <https://doi.org/10.15407/spqeo21.02.195>.
12. Nonlinear optical properties of nanocomposite materials / R. W. Boyd [et al.] // Pure and Applied Optics: Journal of the European Optical Society Part A. — 1996. — sep. — Vol. 5, no. 5. — P. 505–512. — URL: <https://doi.org/10.1088/0963-9659/5/5/005>.

**Information about authors:**

**Elena Olegovna Sorokina** — student of the Faculty of Physics, Mathematics and Technological Education of the Ulyanovsk State Pedagogical University, Ulyanovsk, Russia.

E-mail: [elena2000sor@mail.ru](mailto:elena2000sor@mail.ru), [elena2000sor@gmail.com](mailto:elena2000sor@gmail.com)

ORCID iD  0000-0003-3661-9000

Web of Science ResearcherID  AAA-2139-2021