

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

Разработка дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании

К. К. Алтунин , Е. С. Сорокина  ¹

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

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

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

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

Введение

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

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

¹E-mail: ksorokina2001@mail.ru

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

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

Для достижения указанной цели в работе поставлены следующие задачи исследования:

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

Объектом исследования является дистанционный курс по нанотехнологиям в образовании.

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

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

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

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

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

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

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

Обзор научных работ по нанотехнологиям

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Разработка структуры и элементов дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании

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

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

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

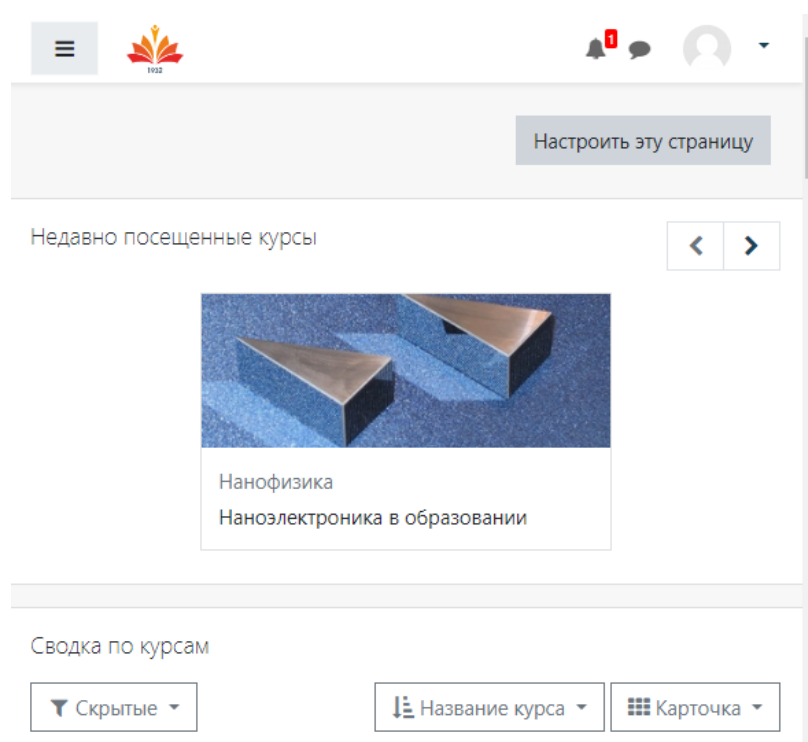


Рис. 1. Входная страница дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

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

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

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

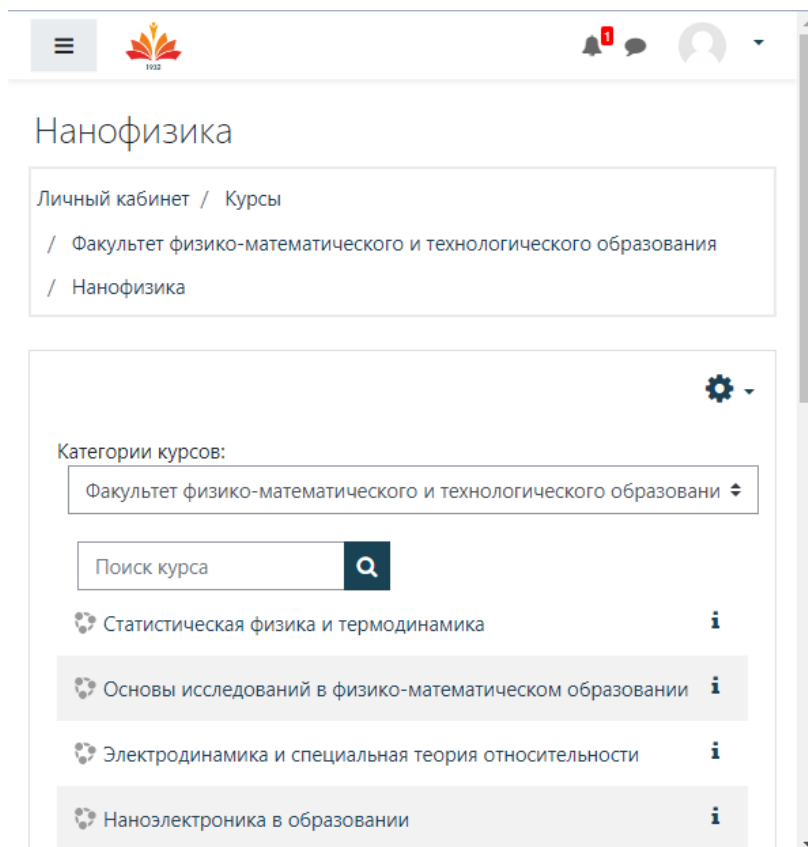


Рис. 2. Страница со списком курсов в категории по нанопизике, в которую входит дистанционный курс по нанотехнологиям в образовании, в системе управления обучением MOODLE.

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

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

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

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

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

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

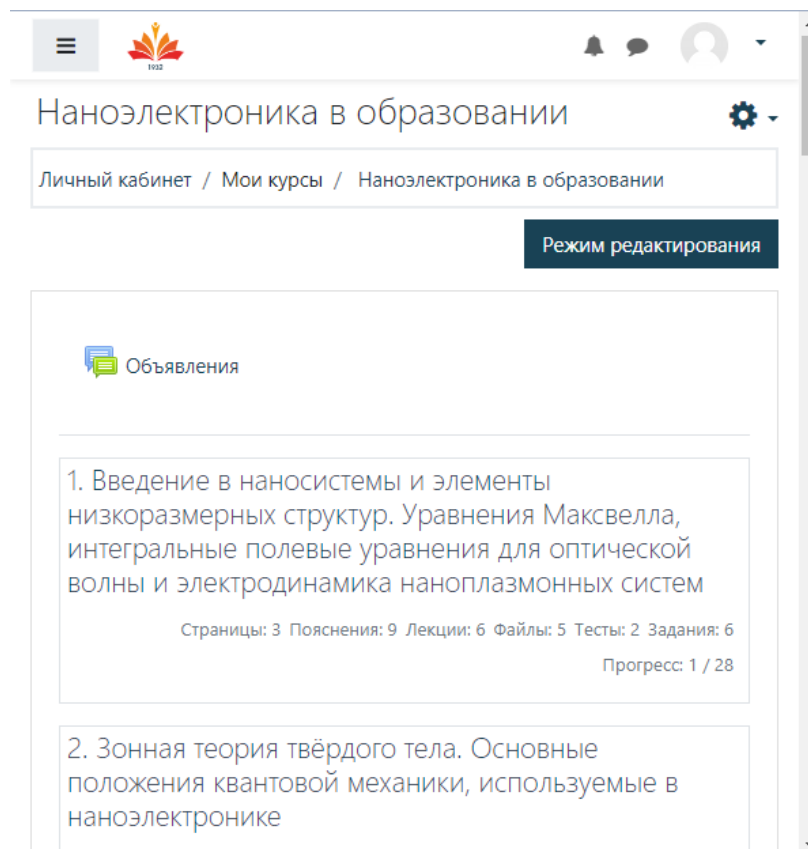


Рис. 3. Страница с первой частью тематических модулей дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

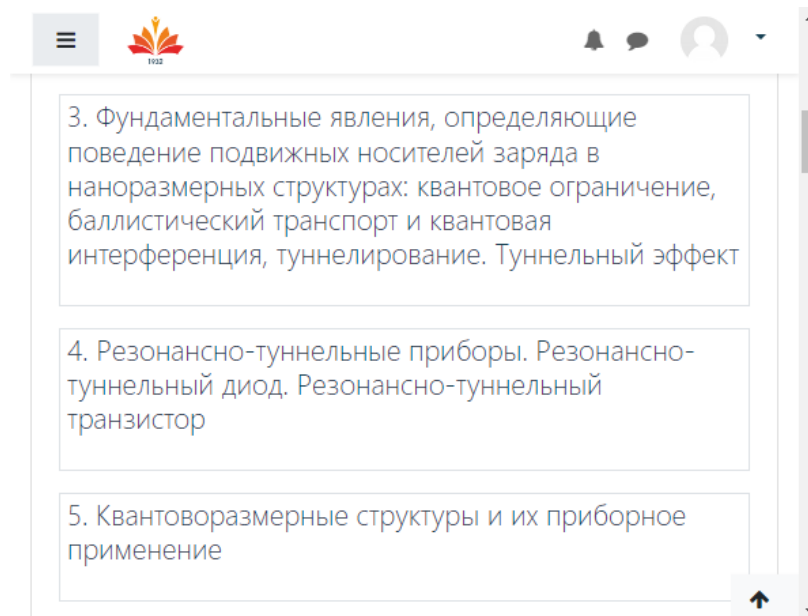


Рис. 4. Страница с второй частью тематических модулей дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

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

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

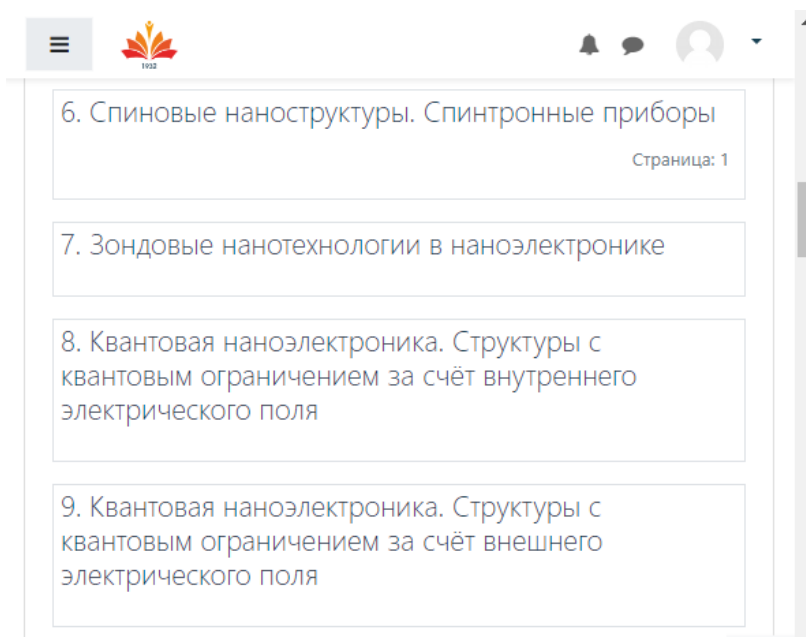


Рис. 5. Страница с третьей частью тематических модулей дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

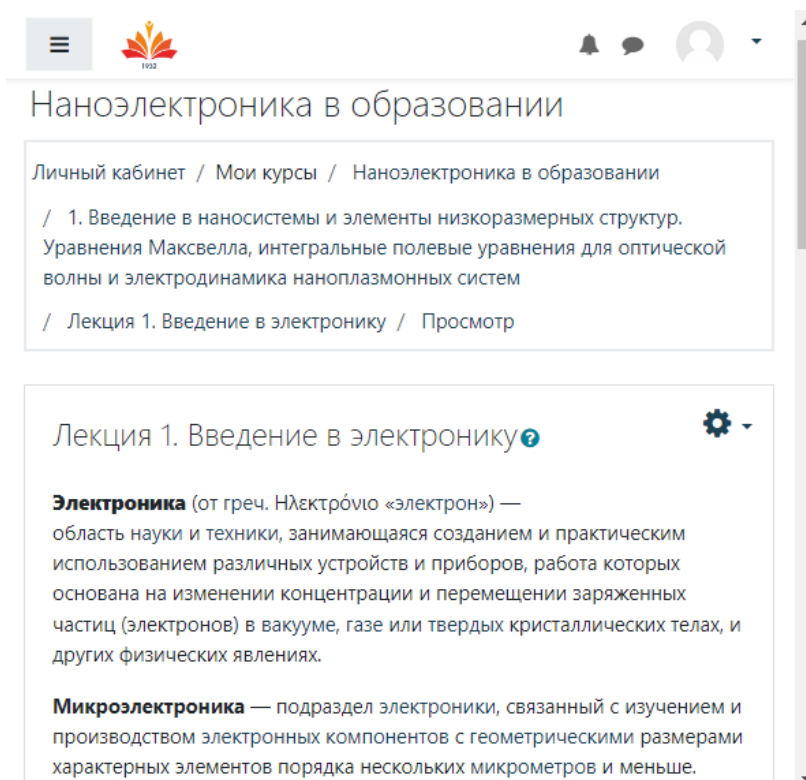


Рис. 6. Страница с первой лекцией по введению в электронику в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

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

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

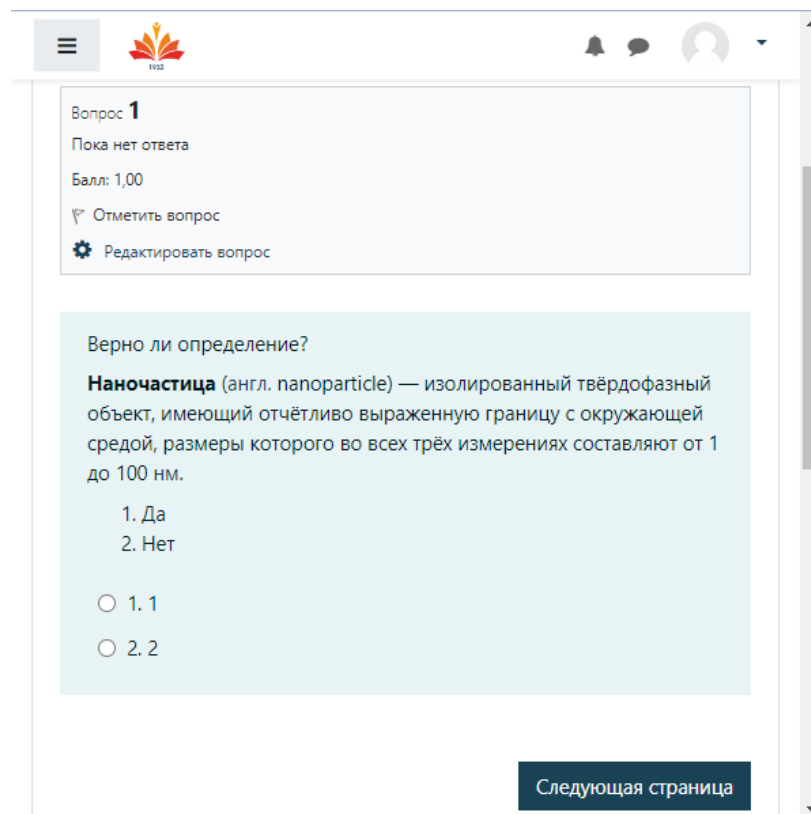


Рис. 7. Страница с вопросом из теста 1 по физической нанoeлектронике в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

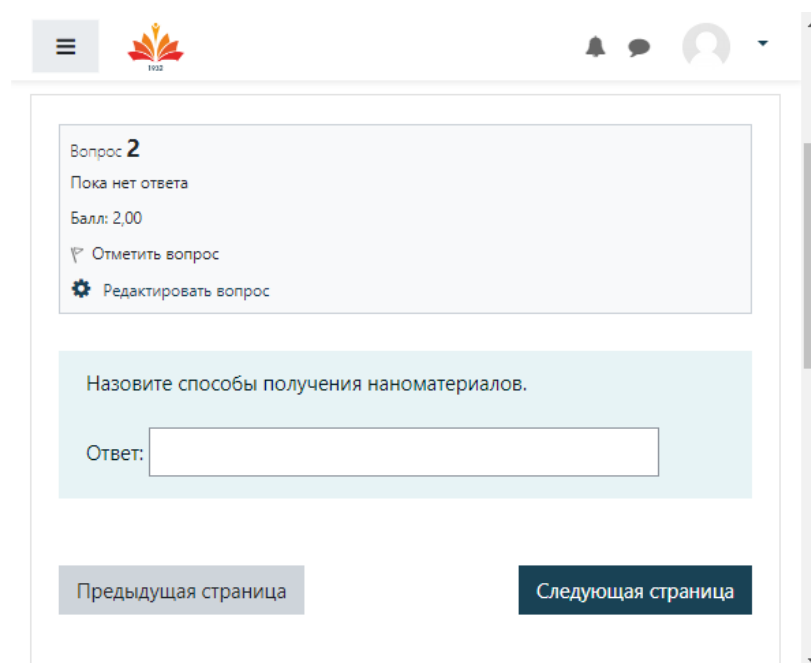


Рис. 8. Страница с другим вопросом из теста 1 по физической нанoeлектронике в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

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

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

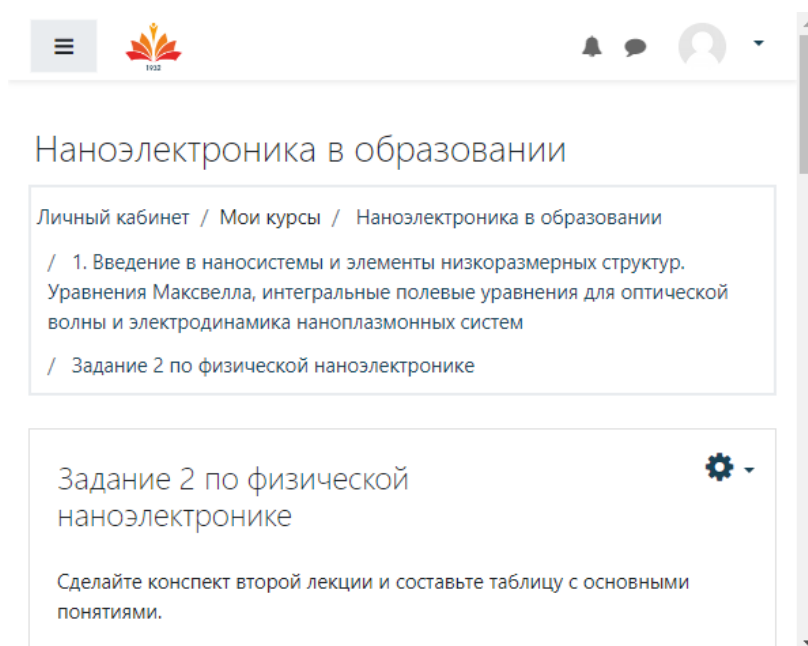


Рис. 9. Страница с вторым заданием по физической нанoeлектронике в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

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

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

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

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

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

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

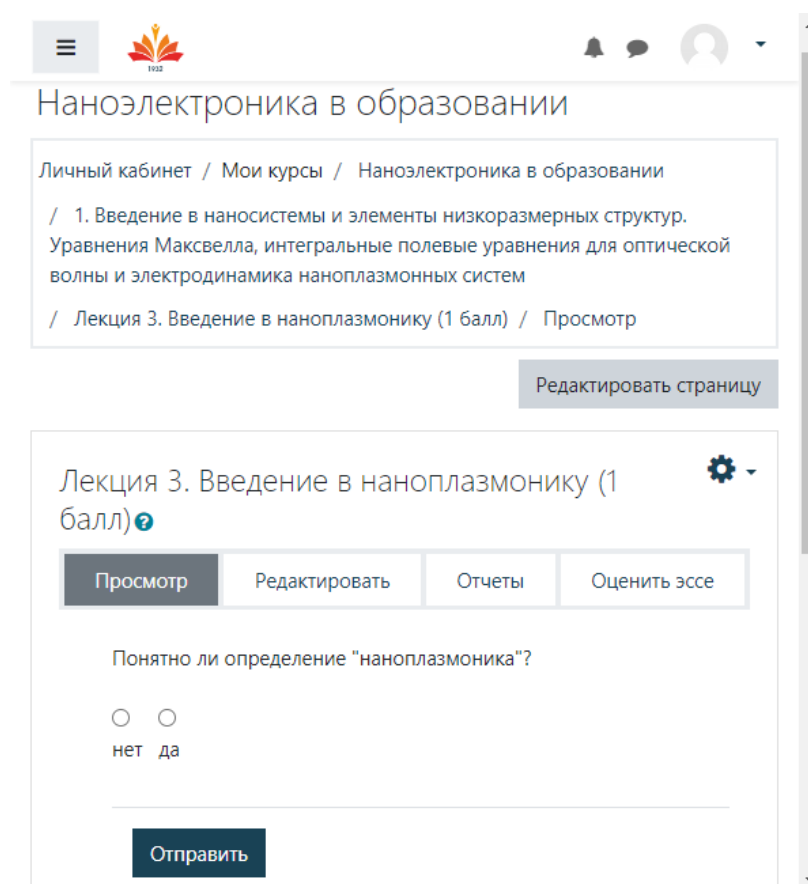


Рис. 10. Страница третьей лекции по введению в наноплазмонику в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

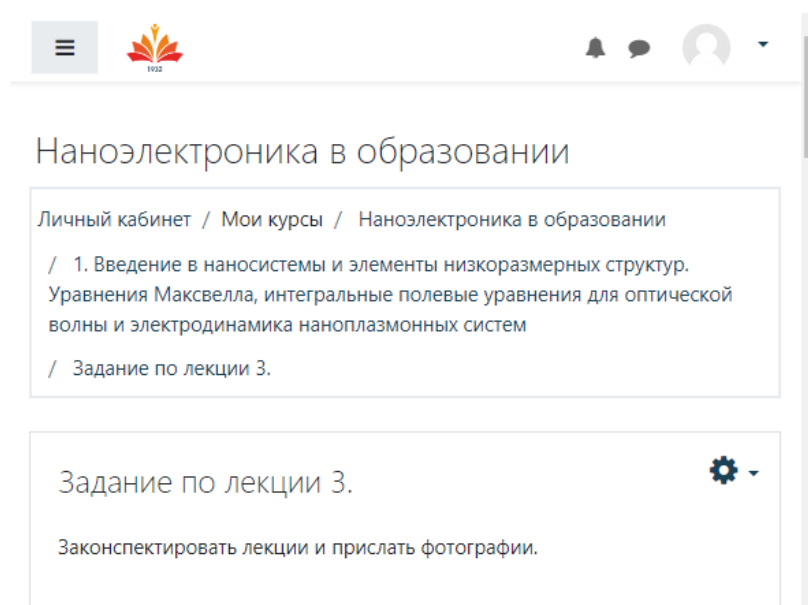


Рис. 11. Страница с заданием к третьей лекции по введению в наноплазмонику в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

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

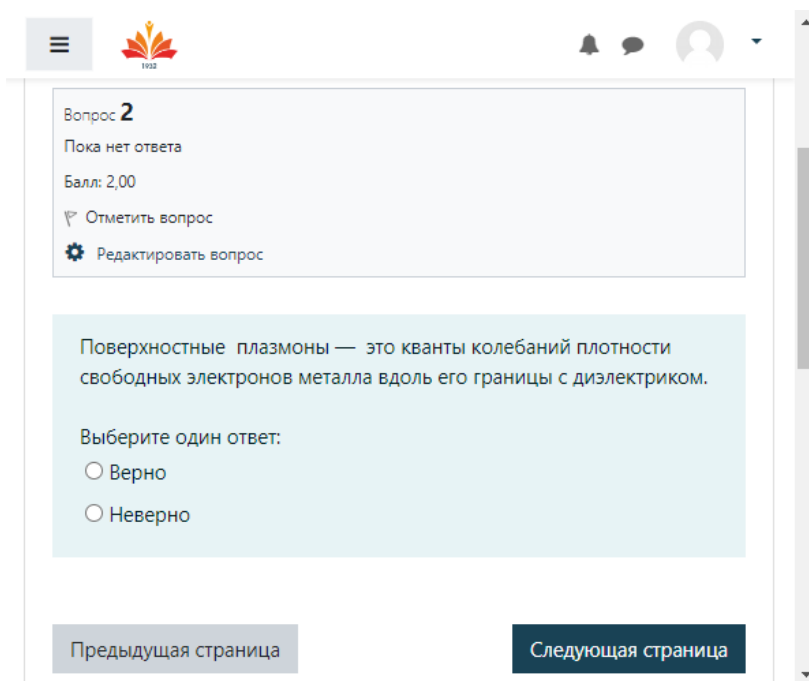


Рис. 12. Страница с вопросом из теста по введению в наноплазмонику для контроля знаний по введению в наноплазмонику в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

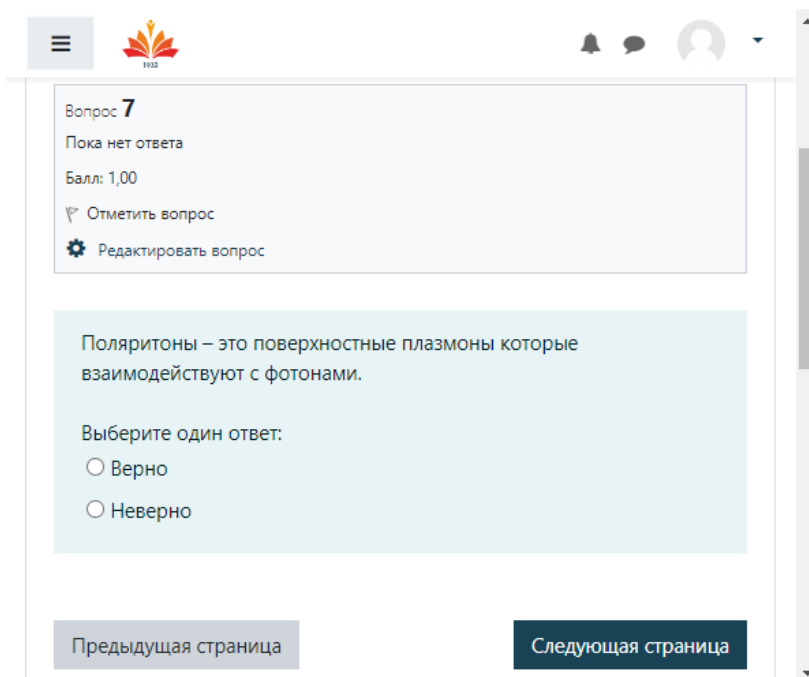


Рис. 13. Страница с другим вопросом из теста по введению в наноплазмонику для контроля знаний по введению в наноплазмонику в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

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

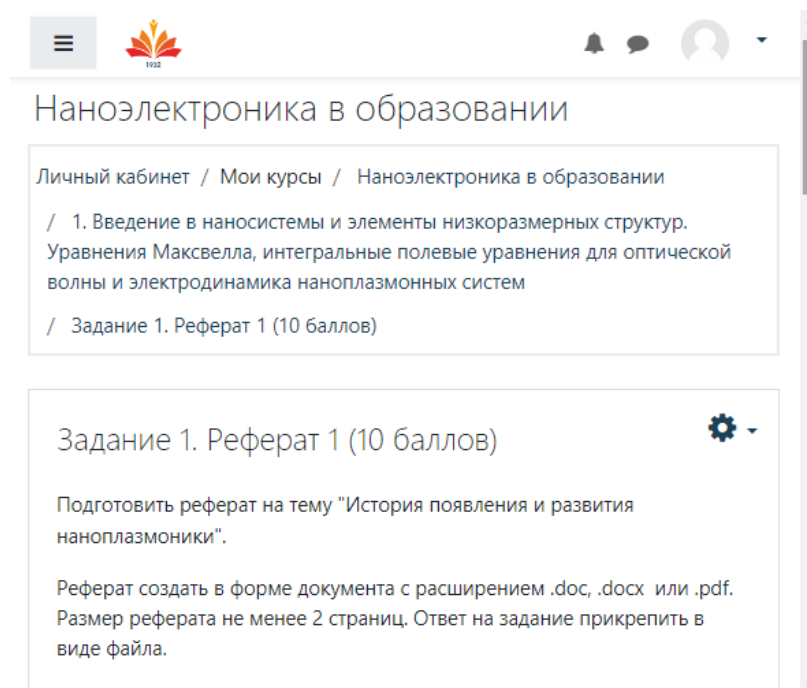


Рис. 14. Страница с первым заданием в виде реферата после четвёртой лекции в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

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

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

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

Разработка материалов занятия по физическим свойствам наноструктур с квантовыми точками

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

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

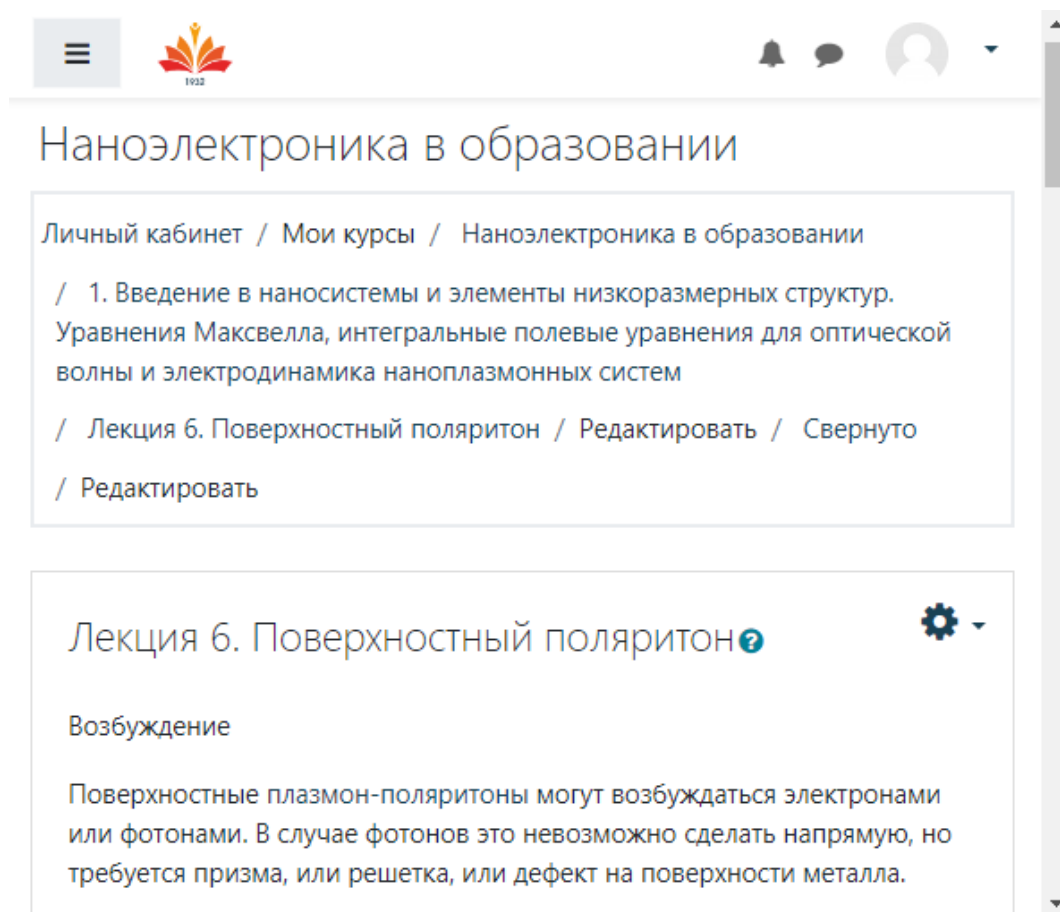


Рис. 15. Страница шестой лекции по теории поверхностных поляритонов в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

нии.

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

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

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

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

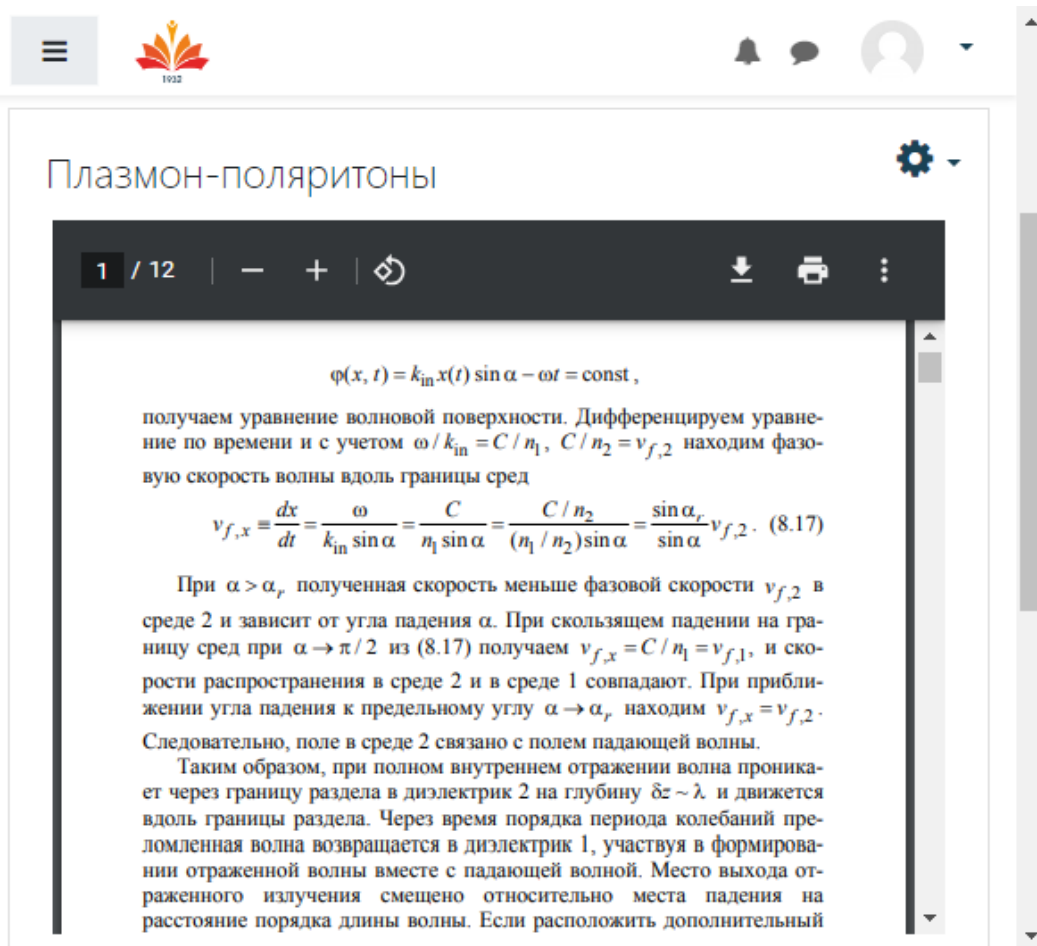


Рис. 16. Страница с файлом, содержащим теоретическое описание состояний плазмон-поляритонов, в составе дистанционного курса по нанотехнологиям в образовании, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

теоретического материала и решения задачи.

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

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

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

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

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

Ответить на контрольные вопросы:

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

польного момента.

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

Заключение

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

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

Выводы по работе можно сформулировать следующим образом:

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

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

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

Задачи работы полностью решены.

Список использованных источников

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

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

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

Сведения об авторах:

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

E-mail: kostya_altunin@mail.ru

ORCID iD  0000-0002-0725-9416

Web of Science ResearcherID  I-5739-2014

SCOPUS ID  57201126207

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

E-mail: ksorokina2001@mail.ru

ORCID iD  0000-0002-5623-4346

Web of Science ResearcherID  AAX-8219-2021

Original article
PACS 01.40.Di
OCIS 310.6628
MSC 00A79

Development of a distance course on nanotechnologies in education

K. K. Altunin , E. S. Sorokina 

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

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

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

Keywords: nanotechnology, distance course, course element, design

References

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


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


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

Information about authors:

Konstantin Konstantinovich Altunin – PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physics and Technical Disciplines of the Ulyanovsk State Pedagogical University, Ulyanovsk, Russia.

E-mail: kostya.altunin@mail.ru

ORCID iD  0000-0002-0725-9416


Web of Science ResearcherID  I-5739-2014

SCOPUS ID  57201126207

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

E-mail: ksorokina2001@mail.ru

ORCID iD  0000-0002-5623-4346

Web of Science ResearcherID  AAX-8219-2021