

Секция 2

Физико-математические науки

Научная статья
УДК 372.853
ББК 74.262.23
ГРНТИ 14.25.09
ВАК 13.00.02
PACS 01.40.-d

Разработка дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам

К. К. Алтунин  ¹

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

Поступила в редакцию 5 августа 2022 года
После переработки 6 августа 2022 года
Опубликована 5 сентября 2022 года

Аннотация. Обсуждаются результаты разработки элементов дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE. Разработаны элементы модулей дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE, позволяющие контролировать усвоение знаний по физике материалов и наноматериалов от репродуктивного до творческого уровня. В составе дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE представлены элементы для проверки теоретических знаний по физическим основам современных и перспективных материалов и наноматериалов, позволяющие организовать автоматизированную проверку знаний по физическим основам современных и перспективных материалов и наноматериалов. Созданные элементы контроля в дистанционном курсе по современным и перспективным материалам и наноматериалам позволяют проводить эффективный контроль знаний по современным и перспективным материалам и наноматериалам.

¹E-mail: kostya_altunin@mail.ru

Ключевые слова: физика наноматериалов, физика перспективных материалов, курс, дистанционный курс, наноматериал, материал, перспективные материалы нанoeлектроники, элемент курса, модульная структура курса, модульная технология обучения

Введение

Работа посвящена описанию процесса создания элементов дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE. Разработка дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE осуществляется по модульной технологии. Модульная структура курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE позволит использовать курс при реализации модульной технологии обучения в университете.

Целью исследования является создание дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам. Задачи исследования заключаются в написании обзора научных работ по физическим свойствам современных и перспективных материалов и наноматериалов, используемых в нанoeлектронике, создании модульной структуры дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам, разработке материалов для системы лекций в составе дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам, разработке системы элементов проверки знаний в составе дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам, создании системы элементов дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам.

Объектом исследования является курс по современным и перспективным материалам и наноматериалам в университете. Предметом исследования является процесс разработки дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам с использованием модульной технологии обучения.

Гипотеза исследования состоит в том, что если использовать дистанционный курс по современным и перспективным материалам и наноматериалам, то возможно организовать процесс обучения физике современных и перспективных материалов и наноматериалов по смешанной или дистанционной форме обучения в университете.

Методы исследования являются компьютерные методы разработки дистанционных курсов. Материалами исследования являются теоретические материалы по современным и перспективным материалам и наноматериалам.

Теоретическая значимость исследования заключается в создании новой методологии преподавания курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам.

Практическая значимость исследования состоит в применении дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в университете для практической реализации смешанного и дистанционного обучения.

В связи с возрастающей информатизацией высшего образования данная тема актуальна для разработки дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам с использованием смешанной технологии обучения.

Новизна исследования состоит в систематизации элементов курса под заданный объём курса в процессе разработки дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам.

Обзор работ по современным наноматериалам

Двумерные наноматериалы (листовые материалы толщиной в несколько атомов и поперечным размером более 100 нм) всегда вызывали интерес учёных с 2004 года, когда Новоселов с соавторами успешно отделили графен от графита с помощью скотча. Некоторые уникальные характеристики двумерных наноматериалов, такие как удержание электронов в двух измерениях в ультратонкой области, прочная ковалентная связь в плоскости и атомная толщина, сверхвысокая удельная поверхность и открытые атомы, позволяют двумерным наноматериалам показывать отличные свойства в электрике, катализе и механике. В последнее время аморфные материалы (отличающиеся от кристаллических материалов расположением атомов) продемонстрировали высокие характеристики в механике, катализе и магнетизме благодаря их уникальному дальнедействующему расположению атомов. Таким образом, двумерные аморфные наноматериалы открывают новый путь к изучению высокоэффективных двумерных материалов. В статье [1] суммируется недавний прогресс в области двумерных аморфных наноматериалов, чьи методы синтеза и потенциальные применения в областях катализа, хранения энергии и механики подробно обсуждаются. Основное внимание уделяется жизненно важным блокирующим механизмам синтеза двумерных аморфных наноматериалов и их взаимосвязи между структурой и производительностью.

Изгиб тонких эластичных листов представляет собой классическую механическую нестабильность, возникающую в широком диапазоне масштабов. В крайних пределах атомарно тонких мембран, таких как графен, тепловые флуктуации могут резко изменить такие механические нестабильности. В статье [2] исследуется тонкое взаимодействие граничных условий, нелинейной механики и тепловых флуктуаций при управлении корблением ограниченных тонких листов при изотропном сжатии. В статье [2] идентифицируются два неэквивалентных механических ансамбля на основе границ при постоянном напряжении (изометрическом) или при постоянном напряжении (изонапряженном). Примечательно, что в изометрическом ансамбле граничные условия вызывают новое дальнедействующее нелинейное взаимодействие между локальным наклоном поверхности в удаленных точках. Это взаимодействие в сочетании со спонтанно генерируемым тепловым напряжением приводит к ренормализационному групповому описанию двух различных классов универсальности для термализованной потери устойчивости, реализуя механический вариант перенормированных по Фишеру критических показателей. В статье [2] сформулирована полная скейлинговая теория потери устойчивости как необычного фазового перехода с критической точкой, зависящей от размера, и обсуждаем экспериментальные последствия для механических манипуляций со сверхтонкими наноматериалами.

В статье [3] представлены результаты исследования одновременной генерации циркулярно, эллиптически и линейно поляризованных состояний простейшей метаповерхностью Панчаратнама-Берри с одномерными элементарными ячейками фазового градиента. Метаповерхности Панчаратнама-Берри рассматривались как инновационные оптические устройства для эффективного управления как фазой, так и поляризацией электромагнитного поля. Кроме того, предполагается, что реконструкция многомерного нелинейного поляризационного отклика наноматериала может быть достигнута в одном гетеродинном измерении путём активного управления состояниями поляризации падающего света. Используя многомерную спектроскопию, продемонстрирована возможность отслеживать как стационарные, так и нестационарные распределения дельта-локализованного заряда посредством обнаружения плазмонных популяций и когерентностей.

Знание динамики решётки акустических изгибных фононов имеет решающее значение для понимания механических, электрических и тепловых свойств наноматериалов.

Однако общая природа акустических изгибных фононов для диапазона возможных наноматериалов и их зависимость от микроскопических свойств материала остаются неясными. В статье [4] развиваются общие теории решётчатых цепей, чтобы понять акустические изгибные колебания в ковалентных и Ван-дер-Ваальсовых решётках. Аналитические теории предполагают, что ветвь изгиба имеет квадратичную дисперсию для низкоразмерных решеток в длинноволновом пределе, что сильно отличается от линейных ветвей в объемных решётках с Ван-дер-Ваальсовыми связями, таких как графит. Удивительно, но межслойные Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия в многослойных решётках не определяют поведение изгибной дисперсии. Связи ковалентных взаимодействий в многослойных и изогнутых монослойных решётках играют различную роль в определении изгибной дисперсии с таковыми в плоских монослойных решётках, например графена. Кроме того, на основе соответствия между микроскопической и континуальной динамикой предлагается универсальный и эффективный подход к характеристике собственной жесткости на изгиб низкоразмерных наноматериалов с использованием данных о дисперсии.

Что касается характеристики наноматериалов, то эволюция от широко используемой микрорамановской спектроскопии к наномасштабному режиму происходит с улучшениями в спектроскопии комбинационного рассеяния с усиленным зондом. Однако неясно, в какой степени протоколы, разработанные в рамках конфигурации дальнего поля с ограничением дифракции, применимы к режиму ближнего поля. Дефекты в графеновых нанохлопьях исследуются в статье [5], как в микрорежиме, так и в нанорежиме, показывая, что характеристики комбинационного рассеяния, используемые для количественной оценки дефектов в режиме дальнего поля, фактически изменяются в присутствии зонда для спектроскопии комбинационного рассеяния с усиленным наконечником, что приводит к несовместимым результатам. Спектральное несоответствие микроспектров и наноспектров можно смоделировать с помощью теории пространственной когерентности в ближнепольном комбинационном рассеянии, из которой можно вывести процедуру параметризации для получения согласованных результатов. Несовместимости, наблюдаемые здесь для графена, должны иметь место и в других структурах, имеющих отношение к нанонауке и нанотехнологии, при исследовании в нанорамановском режиме, и они могут быть решены аналогичным образом.

Анизотропный перенос фононов наблюдается вдоль различных направлений решетки в двумерных и слоистых материалах. Однако этот эффект исчезает в гомогенных ковалентно связанных пленках, когда толщина увеличивается за пределы нескольких атомных слоёв. В статье [6] установлен фундаментальный механизм, вызывающий анизотропный перенос фононов в квазидвумерных материалах с плоскостной изотропной симметрией. Анизотропия порождается резонансными модами поверхностных наноструктур, которые гибридизуются с мембранными модами. Используя атомистическую динамику решётки и классическую молекулярную динамику, в статье [6] показано, что теплопроводность кремниевых мембран с поверхностными нанорёбрами больше примерно на 100 % параллельно рёбрам, чем в перпендикулярном направлении. Основное преимущество этих конфигураций заключается в том, что они будут технологически жизнеспособны для реализации в существующих и инновационных архитектурах материалов. В статье [6] ожидается, что результаты откроют альтернативные направления исследований для управления фононами технологических наноматериалов для широкого спектра приложений, включая управление температурой в трёхмерной взаимосвязанной наноэлектронике, термоэлектрическое преобразование в инфракрасное зондирование.

Эксплуатационные характеристики магнитных наночастиц для применения, например, в медицине и визуализации или в качестве сенсоров, напрямую определяются их

релаксацией намагниченности и полным магнитным моментом. В общепринятой картине наночастицы имеют постоянный общий магнитный момент, возникающий из-за намагниченности ядра однодоменной частицы, окруженного областью поверхности, содержащей спиновый беспорядок. Напротив, в статье [7] демонстрируется значительное увеличение магнитного момента наночастиц феррита с приложенным магнитным полем. При слабом магнитном поле однородно намагниченное ядро частицы изначально совпадает по размеру со структурно-связным зерном диаметром 12.8(2) нм, что указывает на сильную связь между магнитным и структурным беспорядком. Приложенные магнитные поля постепенно поляризуют некоррелированные, неупорядоченные поверхностные спины, в результате чего магнитный объём более чем на 20 % больше, чем у структурно когерентного ядра. Энергия внутрочастичного магнитного беспорядка резко возрастает по направлению к дефектной поверхности, что устанавливается полевой зависимостью распределения намагниченности. Следовательно, эти результаты иллюстрируют, как намагниченность наночастиц преодолевает структурный поверхностный беспорядок. Эта новая концепция внутрочастичной намагниченности применима к другим системам магнитных наночастиц, где глубокие знания о спиновом беспорядке и связанной с ним магнитной анизотропии имеют решающее значение для рационального дизайна наноматериалов.

Тонкие наноматериалы являются ключевыми составляющими современных квантовых технологий и исследования материалов. Идентификация образцов этих материалов со свойствами, необходимыми для разработки современных квантовых устройств, обычно представляет собой сложную и утомительную человеческую задачу. В статье [8] предложено решение на основе нейронной сети, которое позволяет выполнять точное и эффективное сканирование, обработку данных и идентификацию образцов экспериментально значимых двумерных материалов. В статье [8] показано, как подойти к классификации несовершенных и несбалансированных наборов данных, используя итеративное применение нескольких зашумлённых нейронных сетей. В статье [8] встраивается обученный классификатор в комплексное решение для сквозной автоматизированной обработки данных и идентификации образцов.

В статье [9] представлены результаты, описывающие свойства успешного синтезированных наноматериалов из золота в виде цветов и композитных наноматериалов $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Au}$ с помощью влажных химических методов в водном растворе. В присутствии 0.5 мМ цитрата, 0.313 мМ полиэтиленгликоля и 109.72 мМ ацетата натрия получены наночастицы золота диаметром от 300 до 400 нм в водном растворе после восстановления ионов золота при комнатной температуре в течение 10 мин. В присутствии сферических наноматериалов Fe_3O_4 применили аналогичный синтетический метод для получения композитных наноматериалов $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Au}$, включая нанопроволоки длиной 1.58 мкм и шириной 28.3 нм. Проведены энергодисперсионный рентгеновский анализ, сканирующая электронная микроскопия, просвечивающая электронная микроскопия, измерения поглощения в ультрафиолетовом и видимом диапазоне и порошковая рентгеновская дифракция, чтобы охарактеризовать свежеприготовленные цветкообразные наноматериалы Au и $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Au}$ композитные наноматериалы. Из измерений просвечивающей электронной микроскопии с изменением времени предположили, что атомы золота, которые были связаны с наноматериалами Fe_3O_4 , выросли с образованием композитных наноматериалов $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Au}$. Приготовленные наночастицы золота сильно поглощали свет в видимой и ближней инфракрасной области (500-1200 нм). Композитные наноматериалы $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{Au}$ имели электронную проводимость более 100 нА при приложенном напряжении 20 мВ, что вызывало повышение температуры на $20.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ в переменном магнитном поле (62 мкТл).

Здание, построенное на слабых грунтах, может разрушиться из-за их низкой проч-

ности, а также может произойти чрезмерная осадка грунта при постоянной нагрузке. Следовательно, такие грунты должны быть улучшены до того, как строительство устранил или уменьшит затраты на техническое обслуживание или разрушение зданий. В настоящее время наночастицы являются одним из современных материалов, которые можно использовать для стабилизации грунтов. Добавление мягких частиц, таких как наноматериалы, может улучшить характеристики почвы. Статья [10] направлена на выяснение влияния использования обычных материалов и наноматериалов на прочность мягкого грунта при неограниченном сжатии. В качестве улучшающих добавок выбраны два типа наноматериалов (золевая пыль и микрокремнезем). Время отверждения (0, 1, 3, 7, 14, 28 дней) взято в качестве одного из факторов, влияющих на изучение изменения прочности на неограниченное сжатие при добавлении наноматериалов.

Гибридная наножи́дкость – это жидкость, содержащая наноматериалы, эти наноматериалы привели к улучшению теплопередачи в охлаждающем оборудовании, поэтому интерес характеристики наноматериалов заключается в улучшении свойств теплопередачи жидкости за счёт использования смеси наноматериалов для получения наилучших результатов. производительность по охлаждению. Наноматериалы, использованные в данной работе, представляют собой оксид циркония (50-100 нм) и оксид титана (50-100 нм) с равным процентным содержанием каждого материала. Процент, который добавляют к жидкости (воде), составляет (0,2, 0,4, 0,6, 0,8, 1 и 1,2% масс. процентов от оксида циркония (50-100 нм) и оксида титана (50-100 нм). В статье [11] получены результаты, показывающие, что коэффициент трения жидкости (воды) уменьшается с увеличением числа Рейнольдса, коэффициент трения гибридной гибридной наножи́дкости уменьшается с увеличением числа Рейнольдса, а коэффициент трения увеличивается с увеличением процентного содержания наноматериалов. Общий коэффициент теплопередачи и число Пекле смеси гибридной гибридной наножи́дкости увеличиваются с увеличением массовой доли наноматериалов (оксида циркония и оксида титана), число Нуссельта увеличивается с увеличением числа Рейнольдса, Пекле и содержания наноматериалов, однако увеличение весового содержания вызывает увеличение вязкости смеси гибридных гибридных наножи́дкостей, что приводит к увеличению коэффициента трения.

В статье [12] рассматривается прогресс в разработке наноматериалов для усиленного биозондирования и обсуждаются различные стратегии биоамплификации на основе наноматериалов. Усиление сигнала привлекло значительное внимание для сверхчувствительного обнаружения маркеров болезней и агентов биологической угрозы. Появление нанотехнологий открывает новые горизонты для высокочувствительных биоаффинных и биокаталитических анализов, а также для новых биосенсорных протоколов, использующих электронную, оптическую или микрогравиметрическую передачу сигнала. Нуклеиновые кислоты и антитела, функционализированные металлическими или полупроводниковыми наночастицами, использовались в качестве амплифицирующих меток для обнаружения дезоксирибонуклеиновой кислоты и белков. Сочетание различных платформ амплификации на основе наноматериалов и процессов амплификации резко увеличивает интенсивность аналитического сигнала и приводит к сверхчувствительным биотестам. Успешная реализация новых стратегий усиления сигнала на основе наночастиц требует надлежащего внимания к вопросам неспецифической адсорбции. В статье [12] обсуждается влияние таких наноразмерных материалов на усиленные протоколы биодетекции и на разработку современных биосенсоров.

В статье [13] экспериментально исследуется кондуктивный теплообмен образцов с различными материалами и покрытиями с наночастицами оксида графена без учёта конвективного и радиационного способов теплообмена. Результаты показывают, что использование наночастиц приводит к увеличению кондуктивной теплопередачи на

10.07% и 8.01% для образцов. Наночастицы оксида графена также уменьшают толщину покрытия и улучшают качество поверхности с точки зрения механических свойств.

Фундаментальной задачей пробиотической терапии является эффективная доставка и быстрая колонизация пробиотиков; однако физиологическая структура пробиотических спор предлагает интересную идею для решения этой проблемы. В статье [14] описана спорная оболочка, которая инновационно подготовлена в виде универсального наноматериала спорной оболочки, который впоследствии закрепляется на поверхности пробиотиков с образованием пробиотиков, покрытых наноматериалом оболочки. Наноматериал оболочки сохраняет характеристики высокой устойчивости и природного средства спорных оболочек, которые служат «бронёй» для усиления доставки пробиотиков. Кроме того, наноматериал оболочки полезен для взрывной пролиферации и конкурентной колонизации пробиотиков. Примечательно, что обнаружено, что не только используемый наноматериал оболочки обладает хорошим противовоспалительным эффектом, но также может значительно улучшить функции пробиотиков, такие как регуляция микробиома, целостность кишечного барьера и профилактика опухолей. В статье [14] предложена простая и универсальная стратегия, которая может служить руководством для разработки наноматериалов и микробиологических агентов на их основе.

Поскольку на рынке уже есть множество нанопродуктов, дискуссия об их потенциальных угрозах и социальных последствиях приобрела в настоящий момент актуальность. Во всем мире от 1.5 до 2 миллионов человеческих смертей в год, вызванных главным образом загрязнением воздуха выбросом наночастиц, показывают серьезность проблемы. Тщательный анализ нанотоксичности не только поможет определить риски для окружающей среды и здоровья на рынке реализуемых наноструктур, но также поможет промышленности разработать более безопасные нанопродукты.

Проведенный анализ литературы по современным наноматериалам показывает актуальность исследования современных и перспективных материалов и наноматериалов. В связи с этим разработка материалов учебной дисциплины по современным и перспективным материалам и наноматериалам представляется актуальной.

Результаты разработки дистанционного курса

Рассматриваются особенности процесса создания дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE. Рассматриваются особенности разработки теоретических элементов и элементов контроля по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE. Приводится краткое описание основных характеристик процесса создания дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE. Обозначаются основные особенности преподавания курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам с применением системы управления обучением MOODLE. Применение формата системы управления обучением MOODLE обеспечивает прозрачность результатов прохождения курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам, включая тестирование в формате активного, операционного, рефлексивного обучения физике наноматериалов.

На рис. 1 приведено изображение входной страницы дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. На входной странице дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE представлены сведения о названии курса, преподавателе и группе студентов, изучающих курс.

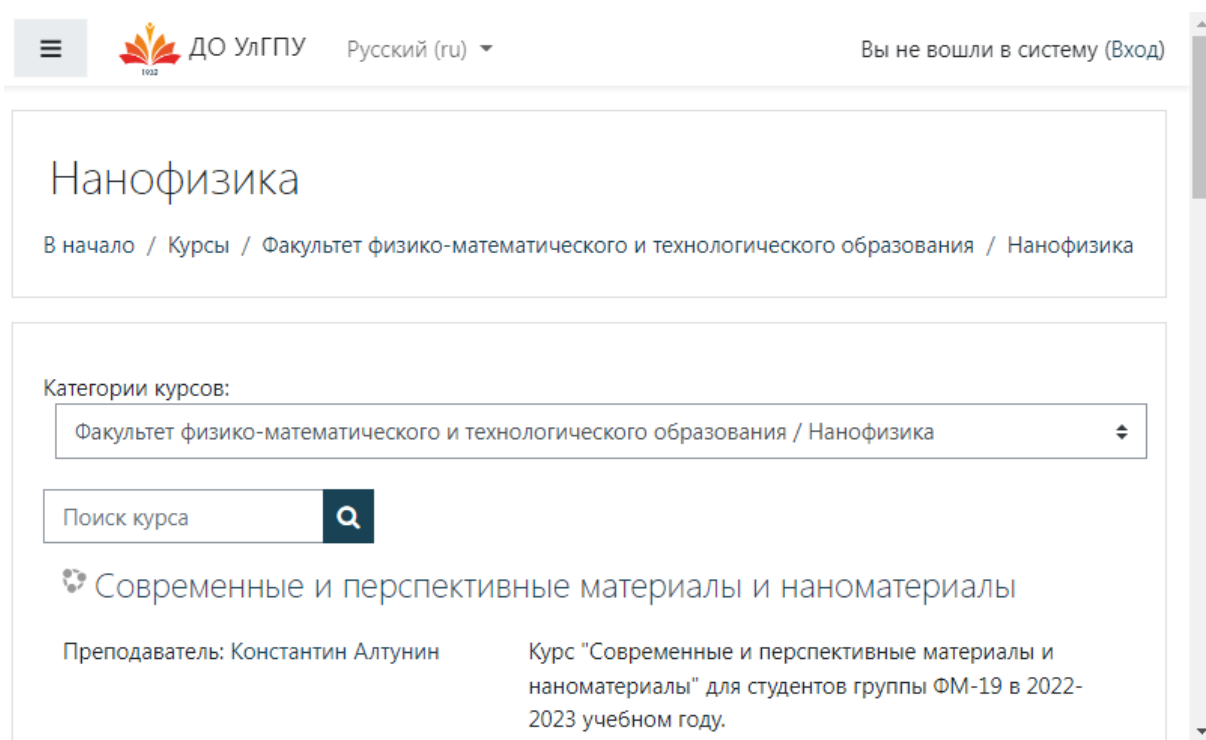


Рис. 1. Входная страница дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета.

Структура курса «Современные и перспективные материалы и наноматериалы» состоит из 9 тематических модулей. Каждый из модулей является логическим продолжением предыдущего модуля по тематике. Каждый модуль содержит элементы для контроля знаний по учебной дисциплине «Современные и перспективные материалы и наноматериалы».

На рис. 2 представлено изображение первой части тематических модулей дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. Первая часть тематических модулей курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE включает в себя темы по строению и свойствам композитных материалов, физико-химическим основам получения композитных материалов, технологии получения композитных материалов, методам исследования физико-химических свойств композитных материалов.

На рис. 3 представлено изображение второй части тематических модулей дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. Вторая часть тематических модулей курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE включает в себя темы по формированию структуры металлов при кристаллизации, теории сплавов и диаграммам фазового равновесия, методам получения наноразмерных материалов и плёнок, физико-химическим свойствам наноразмерных материалов, методам исследования наноматериалов.

На рис. 4 изображена часть элементов первой темы дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. Первая тема дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам, созданного

The screenshot shows the Moodle interface for a course titled "Современные и перспективные материалы и наноматериалы". At the top, there is a navigation bar with a menu icon, the logo of the University of Ural Federal University (УлГПУ), the language "Русский (ru)", and notification icons. Below the navigation bar, the course title is displayed in a large font, followed by a breadcrumb trail: "Личный кабинет / Мои курсы / Современные и перспективные материалы и наноматериалы". A "Режим редактирования" (Edit mode) button is visible in the top right corner. The main content area lists four topics:

- Тема 1. Строение и свойства композитных материалов**
Форум: 1 Лекция: 1 Файл: 1 Гиперссылки: 4 Страницы: 2
- Тема 2. Физико-химические основы получения композитных материалов**
Лекция: 1 Гиперссылки: 4 Страницы: 2
- Тема 3. Технология получения композитных материалов**
Лекция: 1 Гиперссылки: 2 Страницы: 2
- Тема 4. Методы исследования физико-химических свойств композитных материалов**
Лекция: 1 Гиперссылки: 2 Страницы: 2

Рис. 2. Первая часть тематических модулей дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета.

в системе управления обучением MOODLE, посвящена изучению строения и свойств композитных материалов.

На рис. 5 изображена часть элементов второй темы дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. Вторая тема дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам, созданного в системе управления обучением MOODLE, посвящена изучению физико-химических основ получения композитных материалов.

На рис. 6 изображена часть элементов третьей темы дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. Третья тема дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам, созданного в системе управления обучением MOODLE, посвящена изучению технологии получения композитных материалов.

На рис. 7 изображена часть элементов четвертой темы дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. Четвертая тема дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам,

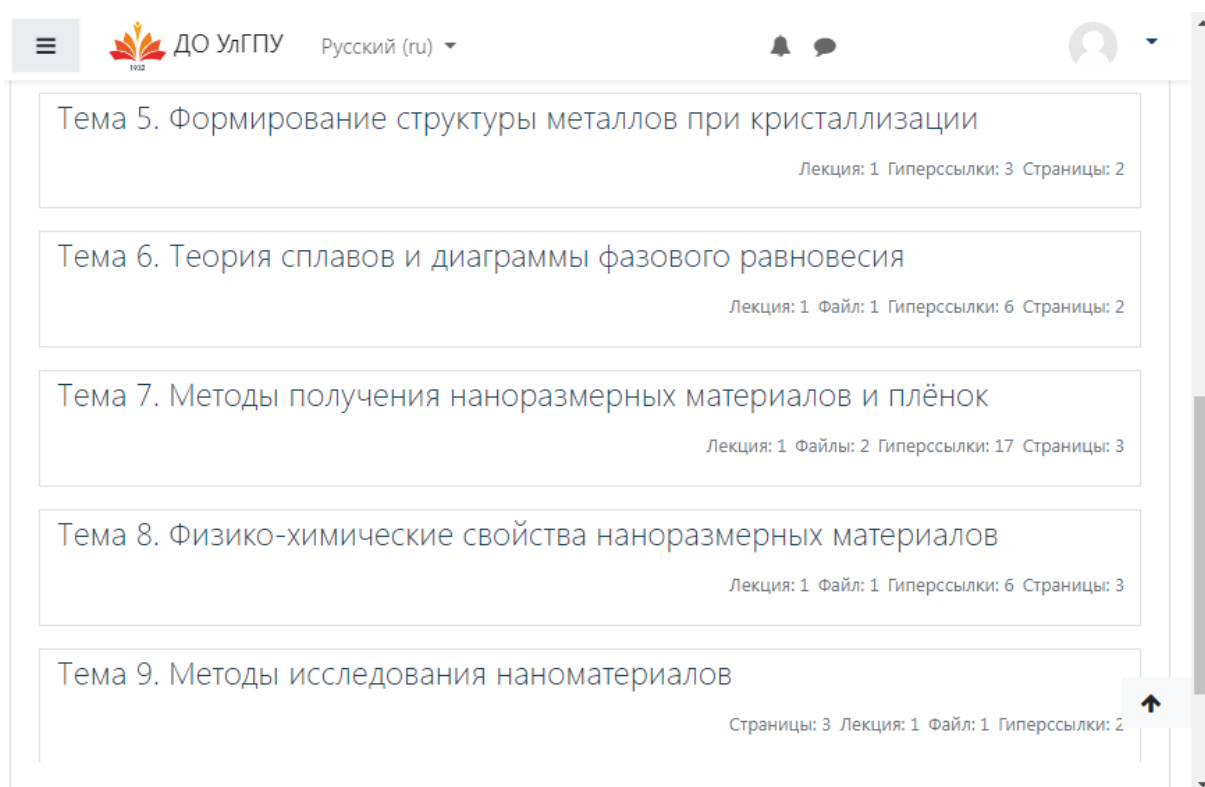


Рис. 3. Вторая часть тематических модулей дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета.

созданного в системе управления обучением MOODLE, посвящена изучению методов исследования физико-химических свойств композитных материалов.

На рис. 8 изображена часть элементов пятой темы дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. Пятая тема дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам, созданного в системе управления обучением MOODLE, посвящена изучению формирования структуры металлов при кристаллизации.

На рис. 9 изображена часть элементов шестой темы дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. Шестая тема дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам, созданного в системе управления обучением MOODLE, посвящена изучению теории сплавов и диаграмм фазового равновесия.

На рис. 10 изображена часть элементов седьмой темы дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. Седьмая тема дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам, созданного в системе управления обучением MOODLE, посвящена изучению методов получения наноразмерных материалов и плёнок.

На рис. 11 изображена часть элементов восьмой темы дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. Восьмая тема дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам, созданного в системе управления обучением MOODLE, посвящена изучению физико-химических

The screenshot shows a Moodle course interface. At the top, there is a navigation bar with the logo of DO UGPPU, the language set to Russian, and user profile icons. The main heading of the course is 'Современные и перспективные материалы и наноматериалы'. Below the heading, there is a breadcrumb trail: 'Личный кабинет / Мои курсы / Современные и перспективные материалы и наноматериалы / Тема 1. Структура и свойства композитных материалов'. A 'Режим редактирования' (Edit mode) button is visible in the top right. The main content area displays 'Тема 2. Физико-химические основы получения композитных материалов' and 'Тема 1. Структура и свойства композитных материалов'. A list of course elements follows, including announcements, a lecture, properties of crystalline substances, and several textbooks and practical sessions related to the structure and properties of composite materials.

Рис. 4. Часть элементов первой темы дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета.

свойств наноразмерных материалов.

На рис. 12 изображена часть элементов девятой темы дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. Девятая тема дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам, созданного в системе управления обучением MOODLE, посвящена изучению методов исследования наноматериалов.

Практическая часть курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам построена на системе квантовомеханических задач по описанию квантовых свойств наноразмерных объектов и систем. Перспективные нанотехнологии базируются на планарных технологиях микроэлектроники. Квантовомеханические задачи описания физических характеристик наноструктур связано с различной степенью локализации носителей заряда в наноструктурах и наносистемах. Решение этой группы задач основано на решение задачи о частицы, находящейся в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Для описания квантовомеханических свойств сложных наноструктур и наносистем необходимо использовать методы теории возмущений. К первой группе квантовомеханических задач используемых для описания физических

The screenshot shows a Moodle course interface. At the top, there is a navigation bar with the logo of the University of Ural Federal University (УлГПУ), the language set to Russian (ru), and user profile icons. The main title of the course is 'Современные и перспективные материалы и наноматериалы'. Below the title, there is a breadcrumb trail: 'Личный кабинет / Мои курсы / Современные и перспективные материалы и наноматериалы / Тема 2. Физико-химические основы получения композитных материалов'. A 'Режим редактирования' (Edit mode) button is visible on the right. The main content area displays a list of course elements for 'Тема 2. Физико-химические основы получения композитных материалов'. The elements include:

- Лекция 2. Физико-химические основы получения композитных материалов
- Практическое занятие 3. Физико-химические основы получения композитных материалов
- Практическое занятие 4. Физико-химические основы получения композитных материалов
- Людский, Б. А. Композитные материалы : учебное пособие / Б. А. Людский. – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 101 с.
- Адашкин, А. М. Материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов : учебник / А. М. Адашкин, А. Н. Красновский. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. — 400 с.
- Адашкин, А. М. Материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов : учебник : в 2 книгах. Книга 2. / А. М. Адашкин, А. Н. Красновский, Т. В. Тарасова. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 241 с.
- Маркова, Е. В. Перспективные направления развития материалов и методов их обработки : учебное пособие / Е. В. Маркова, О. В. Чечуга. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия,

Рис. 5. Часть элементов второй темы дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета.

свойств наноструктур относятся следующие задачи: задачи на основе невозмущенной задачи о потенциальной яме с бесконечно высокими стенками с добавлением одиночного возмущения в виде прямоугольного барьера конечной ширины, задачи на основе невозмущенной задачи о потенциальной яме с бесконечно высокими стенками с добавлением потенциального барьера треугольной формы, задачи на основе невозмущенной задачи о потенциальной яме с бесконечно высокими стенками с добавлением возмущения в виде дельта-образного барьера внутри потенциальной ямы.

Ко второй группе квантовомеханических задач используемых для описания физических свойств наноструктур относятся следующие задачи: задачи на основе невозмущенной задачи о потенциальной яме с бесконечно высокими стенками с добавлением одиночного возмущения в виде прямоугольного барьера, движущегося с постоянной скоростью в положительном направлении оси x , задачи на основе невозмущенной задачи о потенциальной яме с бесконечно высокими стенками с добавлением потенциального барьера треугольной формы, движущегося с постоянной скоростью в положительном направлении оси x , задачи на основе невозмущенной задачи о потенциальной яме с бесконечно высокими стенками с добавлением возмущения в виде дельта-образного барьера внутри потенциальной ямы, движущегося с постоянной скоростью в положительном

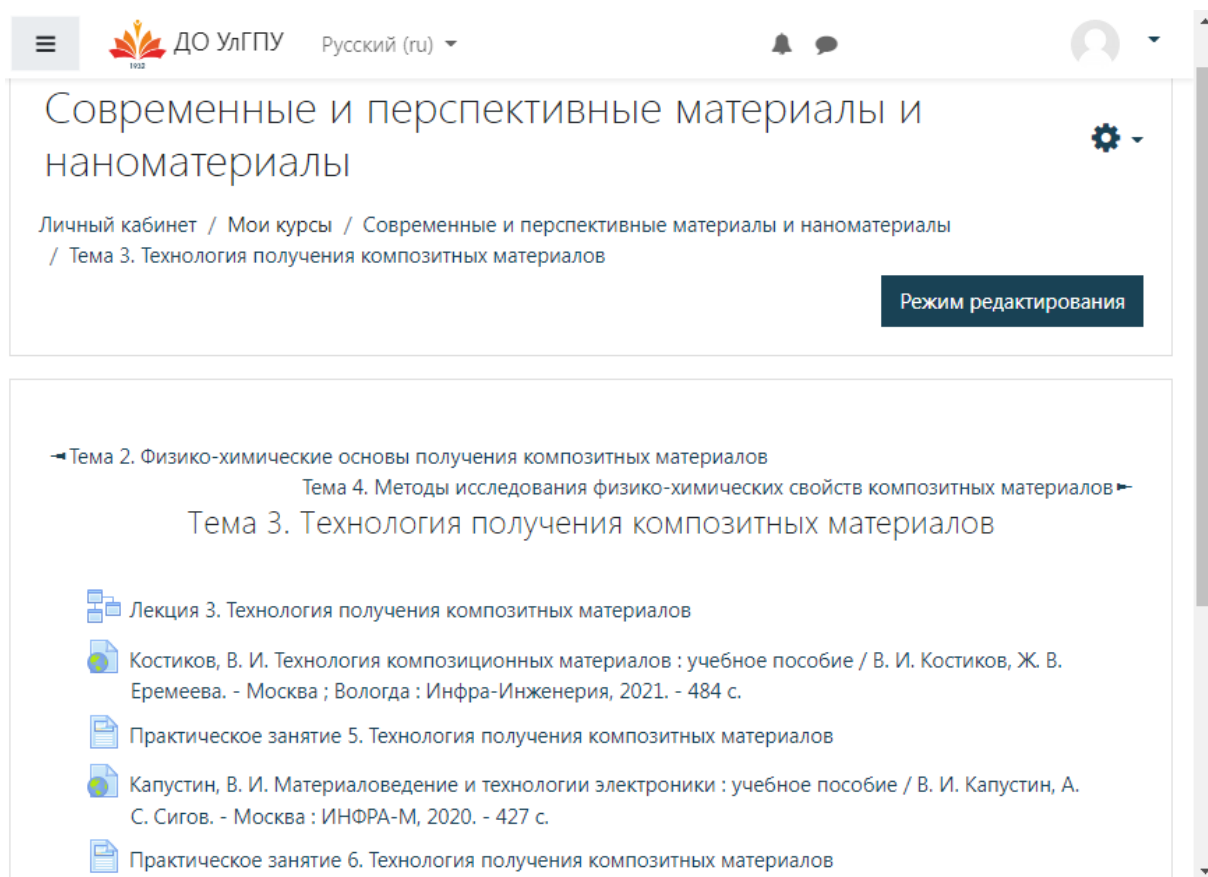


Рис. 6. Часть элементов третьей темы дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета.

направлении оси x .

К третьей группе квантовомеханических задач используемых для описания физических свойств наноструктур относятся следующие задачи: задачи на основе невозмущенной задачи о потенциальной яме с бесконечно высокими стенками с добавлением одиночного возмущения в виде прямоугольного барьера, движущегося с постоянной скоростью в противоположном направлении положительной оси x , задачи на основе невозмущенной задачи о потенциальной яме с бесконечно высокими стенками с добавлением потенциального барьера треугольной формы, движущегося с постоянной скоростью в противоположном направлении положительной оси x , задачи на основе невозмущенной задачи о потенциальной яме с бесконечно высокими стенками с добавлением возмущения в виде дельта-образного барьера внутри потенциальной ямы, движущегося с постоянной скоростью в противоположном направлении положительной оси x .

К четвёртой группе квантовомеханических задач используемых для описания физических свойств наноструктур относятся задачи о частице в потенциальном поле.

К пятой группе квантовомеханических задач используемых для описания физических свойств наноструктур относятся следующие задачи: задачи на основе невозмущенной задачи о потенциальной яме с бесконечно высокими стенками с добавлением малого возмущения в виде периодических прямоугольных барьеров, задачи на основе невозмущенной задачи о потенциальной яме с бесконечно высокими стенками с добавлением малого возмущения в виде периодических треугольных барьеров, задачи на основе невозмущенной задачи о потенциальной яме с бесконечно высокими стенками с добавлением малого возмущения в виде дельта-образных барьеров.

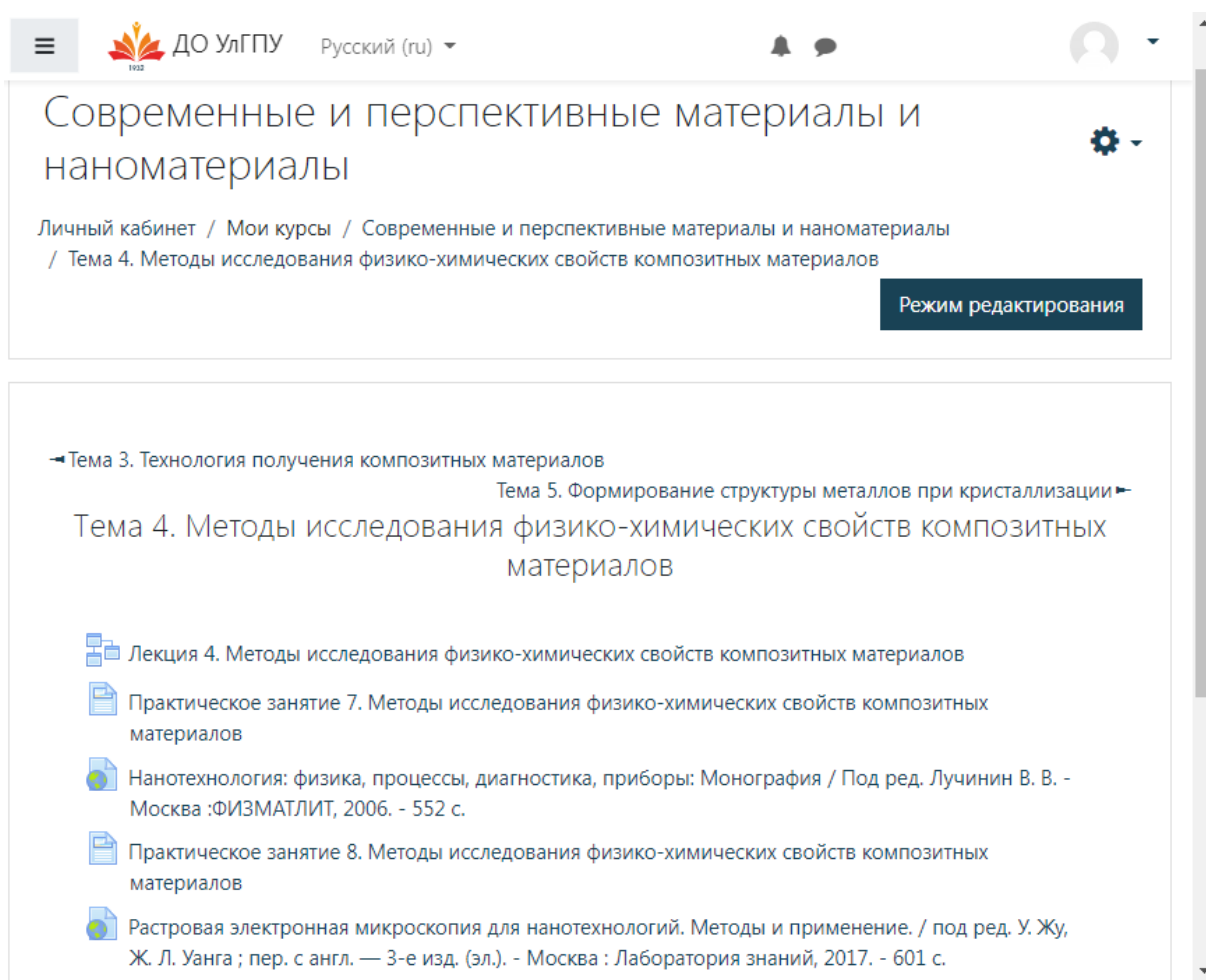


Рис. 7. Часть элементов четвёртой темы дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета.

К шестой группе квантовомеханических задач используемых для описания физических свойств наноструктур относятся следующие задачи: задачи на основе невозмущенной задачи о потенциальной яме с бесконечно высокими стенками с добавлением малого возмущения в виде периодического прямоугольного барьера, движущегося с постоянной скоростью в положительном направлении оси x , задачи на основе невозмущенной задачи о потенциальной яме с бесконечно высокими стенками с добавлением малого возмущения в виде периодического треугольного барьера, движущегося с постоянной скоростью в положительном направлении оси x , задачи на основе невозмущенной задачи о потенциальной яме с бесконечно высокими стенками с добавлением малого возмущения в виде дельта-образного барьера, движущегося с постоянной скоростью в положительном направлении оси x .

К седьмой группе квантовомеханических задач используемых для описания физических свойств наноструктур относятся следующие задачи: задачи на основе невозмущенной задачи о потенциальной яме с бесконечно высокими стенками с добавлением малого возмущения в виде периодического прямоугольного барьера, движущегося с постоянной скоростью в противоположном направлении положительной оси x , задачи на основе невозмущенной задачи о потенциальной яме с бесконечно высокими стенками с добавлением малого возмущения в виде периодического треугольного барьера, движущегося с постоянной скоростью в противоположном направлении положительной оси x , задачи на основе невозмущенной задачи о потенциальной яме с бесконечно высокими

Современные и перспективные материалы и наноматериалы

Личный кабинет / Мои курсы / Современные и перспективные материалы и наноматериалы / Тема 5. Формирование структуры металлов при кристаллизации

Режим редактирования

← Тема 4. Методы исследования физико-химических свойств композитных материалов
Тема 6. Теория сплавов и диаграммы фазового равновесия →

Тема 5. Формирование структуры металлов при кристаллизации

- Лекция 5. Формирование структуры металлов при кристаллизации
- Практическое занятие 9. Формирование структуры металлов при кристаллизации
- Технология металлов и сплавов : учебник / Н. Н. Сергеев, А. Е. Гвоздев, Н. Е. Стариков [и др.] ; под ред. д-ра техн. наук, проф. А. Е. Гвоздева. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 480 с.
- Моделирование процессов ресурсосберегающей обработки слитковых, порошковых, наноструктурных и композиционных материалов : монография / М. Х. Шоршоров, А. Е. Гвоздев, А. Н. Сергеев [и др.]. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 360 с.
- Практическое занятие 10. Формирование структуры металлов при кристаллизации
- Ильин, А. А. Покрытия различного назначения для металлических материалов : учебное пособие / А. А. Ильин, Г. Б. Строганов, С. В. Скворцова. - Москва : Альфа-М : ИНФРА-М, 2019. - 144 с.

Рис. 8. Часть элементов пятой темы дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета.

стенками с добавлением малого возмущения в виде дельта-образного барьера, движущегося с постоянной скоростью в противоположном направлении положительной оси x .

Оптические поля, рассматриваемые в качестве малого возмущения к неизвестной задаче используются для описания системы наноструктур наноплазмоники.

К восьмой группе квантовомеханических задач используемых для описания физических свойств наноструктур относятся задачи об описании квантовомеханических состояний спинов и наноструктур. В нерелятивистском приближение решение восьмой группы задач основано на решение Паули. В релятивистском приближение решение восьмой группы задач основано на решение уравнения Дирака, приводящее к вектору состояния в виде четырёхкомпонентной волновой функции. Спиновые волны, рассматриваемые в качестве возмущений к известной невозмущенной задаче, используемой для описания наноструктур и наноматериалов, применяются для описания структур и систем спинтроники.

В квантовой механике задача о нахождении собственных значений энергии и волновых функций частицы в периодическом поле из потенциальных барьеров прямоугольной формы носит название задачи Кронига-Пени. Особенности решения задачи Кронига-Пенни заключается в наложении периодического граничного условия. На основе полученного решения задачи Кронига-Пенни можно построить решение задачи о нахождение энергетического спектра электронов в периодическом поле кристалла. По

Современные и перспективные материалы и наноматериалы

Личный кабинет / Мои курсы / Современные и перспективные материалы и наноматериалы / Тема 6. Теория сплавов и диаграммы фазового равновесия

Режим редактирования

←Тема 5. Формирование структуры металлов при кристаллизации
Тема 7. Методы получения наноразмерных материалов и плёнок→

Тема 6. Теория сплавов и диаграммы фазового равновесия

- Лекция 6. Теория сплавов и диаграммы фазового равновесия
- Технология твёрдых сплавов
- Практическое занятие 11. Теория сплавов и диаграммы фазового равновесия
- Свечникова, Л. А. Структурные и фазовые превращения в металлах и сплавах : учебник / Л. А. Свечникова, В. И. Темных, А. М. Токмин. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2019. - 284 с.
- Панов, В. С. Технология, свойства и области применения спеченных твердых сплавов : учебное пособие / В. С. Панов, Ж. В. Еремеева. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 148 с.
- Практическое занятие 12. Теория сплавов и диаграммы фазового равновесия
- Панов, В. С. Технология, свойства и области применения спеченных твёрдых сплавов : учебное пособие / В. С. Панов, Ж. В. Еремеева. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 148 с.
- Березовская, В. В. Коррозионно-стойкие стали и сплавы : учебное пособие / В. В. Березовская, А. В. Березовский ; науч. ред. В. Р. Бараз. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2019. - 247 с.
- Коростелев, В. Ф. Поверхностное и объемное упрочнение сплавов : монография / В. Ф. Коростелев. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 160 с.

Рис. 9. Часть элементов шестой темы дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета.

найденной волновой функции для решения одномерной задачи Кронига-Пенни может быть построено решение трёхмерной задачи об электронах в кристалле на основе свойства мультипликативности волновой функции.

В рамках дистанционного курса рассматриваются физические свойства таких перспективных материалов, как графен, графан и графеновые наноккомпозиты. В составе дистанционного курса имеются лекции, страницы с теоретическим материалом для изучения, а также тесты, предназначенные для текущего контроля знаний по физике современных и перспективных материалов и наноматериалов.

В учебных планах по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование с профилем Физика. Информатика или Физика. Математика, начиная с 2021 года поступления, в вариативном модуле из общеуниверситетского пула имеется модульная дисциплина «Наноэлектроника в образовании». Объём модульной дисциплины составляет девять зачётных единиц. Модульная дисциплина «Наноэлектроника в образовании» состоит из трёх дисциплин: физические основы нанотехнологии, практикум ре-

The screenshot shows a Moodle course interface. At the top, there is a navigation bar with the logo of DO UlgPU, the language set to Russian, and user profile icons. The main title of the course is 'Современные и перспективные материалы и наноматериалы'. Below the title, the breadcrumb trail reads: 'Личный кабинет / Мои курсы / Современные и перспективные материалы и наноматериалы / Тема 7. Методы получения наноразмерных материалов и плёнок'. A 'Режим редактирования' (Edit mode) button is visible in the top right. The main content area shows a list of items for 'Тема 7. Методы получения наноразмерных материалов и плёнок', including a lecture, nanostuctures, a practical session, and several reference books and articles.

←Тема 6. Теория сплавов и диаграммы фазового равновесия
Тема 8. Физико-химические свойства наноразмерных материалов →

Тема 7. Методы получения наноразмерных материалов и плёнок

- Лекция 7. Методы получения наноразмерных материалов и плёнок
- Наноструктуры
- Практическое занятие 13. Методы получения наноразмерных материалов и плёнок
- Ильичев, Е. В. Микро- и нанотехнологии : учебно-методическое пособие / Е. В. Ильичев, Б. И. Иванов. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2018. - 64 с.
- Колмаков, А. Г. Основы технологий и применение наноматериалов : монография / А. Г. Колмаков, С. М. Баринов, М. И. Алымов. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 208 с.
- Метрологическое обеспечение нанотехнологий и продукции наноиндустрии : учебное пособие / О. Д. Анашина, С. Е. Андрюшечкин, С. И. Аневский [и др.] ; под. ред. В. Н. Крутикова. - Москва : Логос, 2020. - 592 с.
- Нанотехнологии. Химические, физические, биологические и экологические аспекты : монография / М. Н. Тимофеева, В. Н. Панченко, В. В. Ларичкин [и др.]. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2019. - 283 с.
- Практическое занятие 14. Методы получения наноразмерных материалов и плёнок
- Дробот, П. Н. Нанозлектроника : учебное пособие / П. Н. Дробот. – Томск : ТУСУР, 2016. – 286 с.

Рис. 10. Часть элементов седьмой темы дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета.

шения задач Национально-технологической инициативы, современные и перспективные материалы и наноматериалы.

Объём физической дисциплины физические основы нанотехнологии составляет три зачётных единиц. Аудиторная нагрузка по физической дисциплине физические основы нанотехнологии включает в себя 18 часов лекций и 30 часов лабораторных занятий по подгруппам. Итоговой формой отчетности по физической дисциплине физические основы нанотехнологии является зачёт. Целью освоения учебной дисциплины физические основы нанотехнологии является изучение физических процессов и явлений в наноструктурах, наносистемах, наноматериалах.

Объём физической дисциплины «Практикум решения задач Национальной технологической инициативы» составляет три зачётных единиц. Аудиторная нагрузка по учебной дисциплине практикум решения задач Национально-технологической инициативы включает в себя 18 часов лекций и 30 часов лабораторных занятий по подгруппам. Итоговой формой отчетности по физической дисциплине практикум решения задач Национальной технологической инициативы является зачёт. Целью освоения учебной

Современные и перспективные материалы и наноматериалы

Личный кабинет / Мои курсы / Современные и перспективные материалы и наноматериалы / Тема 8. Физико-химические свойства наноразмерных материалов

Режим редактирования

← Тема 7. Методы получения наноразмерных материалов и плёнок

Тема 9. Методы исследования наноматериалов ▶

Тема 8. Физико-химические свойства наноразмерных материалов

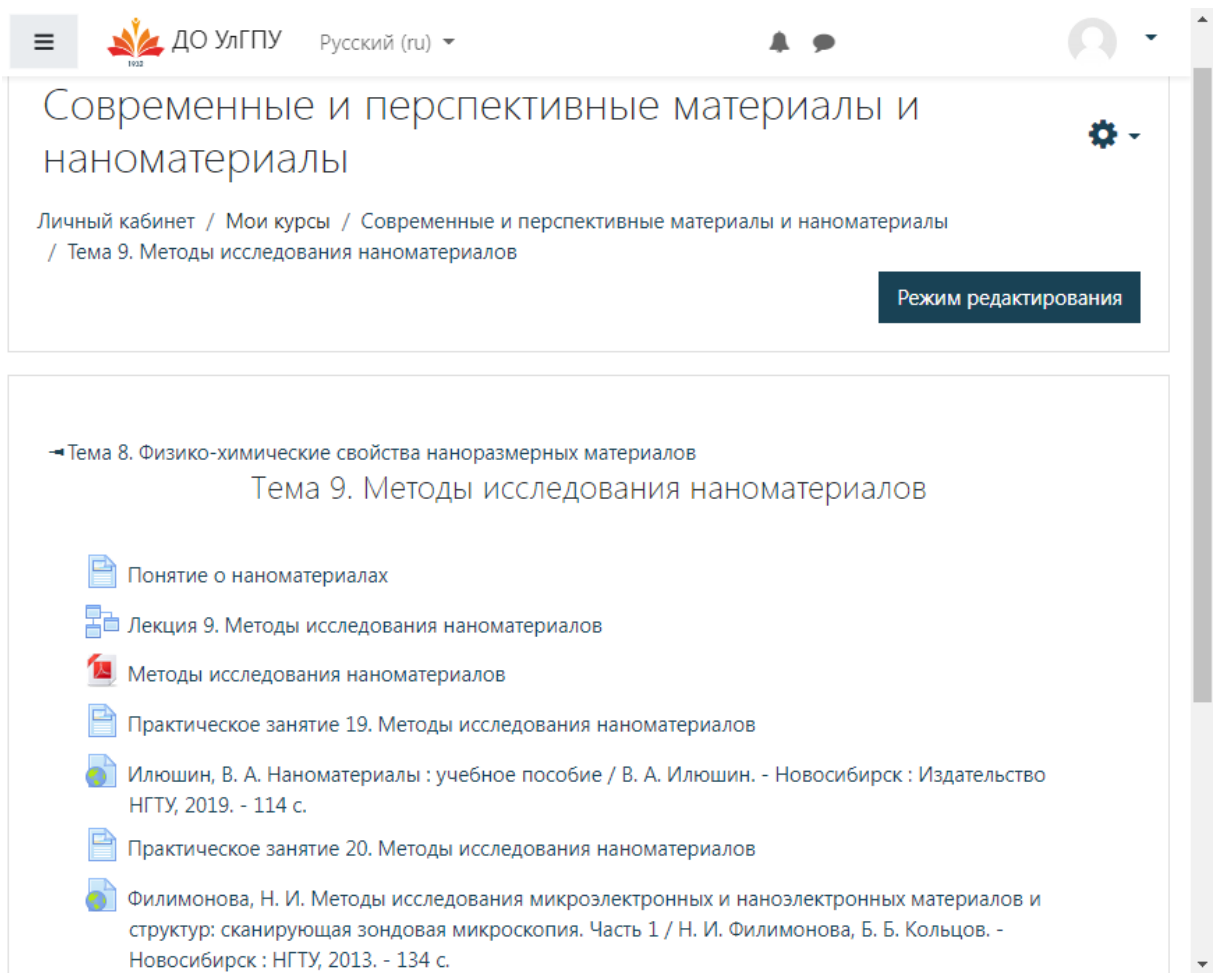
- Лекция 8. Физико-химические свойства наноразмерных материалов
- Нанoeлектронные приборы и системы
- Практическое занятие 16. Физико-химические свойства наноразмерных материалов
- Корабельников, Д. В. Физика наноструктур : учебное пособие / Д. В. Корабельников, Н. Г. Кравченко, А. С. Поплавной. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2016. – 161 с.
- Кульбачинский, В. А. Физика наносистем / В. А. Кульбачинский. – Москва : Физматлит, 2022. – 768 с.
- Практическое занятие 17. Физико-химические свойства наноразмерных материалов
- Барыбин, А. А. Физико-химия наночастиц, наноматериалов и наноструктур [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Барыбин, В. А. Бахтина, В. И. Томилин, Н. П. Томилина. - Красноярск : СФУ, 2011. - 236 с.
- Никифорова, Э. М. Физикохимия керамических, композиционных и наноматериалов : учебное пособие / Э. М. Никифорова, Р. Г. Еромасов, А. Ф. Шиманский. - Красноярск: СФУ, 2016. - 156 с.
- Практическое занятие 18. Физико-химические свойства наноразмерных материалов
- Шелованова, Г. Н. Современные проблемы микро- и наноэлектроники : учебное пособие / Г. Н. Шелованова. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2017. — 128 с.

Рис. 11. Часть элементов восьмой темы дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета.

дисциплины является изучение методов решения физических задач олимпиадного типа по программе олимпиад Национальной технологической инициативы.

Объём физической дисциплины наноэлектроники составляет три зачётных единиц. Аудиторная нагрузка по физической дисциплине наноэлектроника включает в себя 18 часов лекций и 30 часов лабораторных занятий по подгруппам. Итоговой формой отчетности по физической дисциплине наноэлектроника является экзамен. Целью освоения учебной дисциплины наноэлектроника является изучение физических принципов и законов используемых для описания наноэлектронных приборов и устройств.

В ходе освоения дисциплины физические основы нанотехнологии студенты изучают квантовомеханические задачи о квантовании спектра носителя заряда в одномерной потенциальной яме, в двумерной потенциальной яме, в трёхмерной потенциальной яме, в сферической яме. Квантование энергетического спектра носителя потенциальных ям связано с локализацией носителя заряда в ограниченной области заряда. В наноструктурах область локализации составляет от нескольких нанометров до нескольких



Современные и перспективные материалы и наноматериалы

Личный кабинет / Мои курсы / Современные и перспективные материалы и наноматериалы / Тема 9. Методы исследования наноматериалов

Режим редактирования

← Тема 8. Физико-химические свойства наноразмерных материалов

Тема 9. Методы исследования наноматериалов

- Понятие о наноматериалах
- Лекция 9. Методы исследования наноматериалов
- Методы исследования наноматериалов
- Практическое занятие 19. Методы исследования наноматериалов
- Илюшин, В. А. Наноматериалы : учебное пособие / В. А. Илюшин. - Новосибирск : Издательство НГТУ, 2019. - 114 с.
- Практическое занятие 20. Методы исследования наноматериалов
- Филимонова, Н. И. Методы исследования микроразмерных и наноразмерных материалов и структур: сканирующая зондовая микроскопия. Часть 1 / Н. И. Филимонова, Б. Б. Кольцов. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - 134 с.

Рис. 12. Часть элементов девятой темы дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета.

сотен нанометров. Описание колебательных свойств наносистем базируется на основе квантовомеханических задач об одномерном квантовом гармоническом осцилляторе, о двумерном квантовом гармоническом осцилляторе, о трёхмерном квантовом гармоническом осцилляторе. Описание вращательных свойств наносистем строится на основе задач о пространственном ротаторе и плоском ротаторе.

Учебная дисциплина «Практикум решения задач Национальной технологической инициативы» из вариативного общеуниверситетского модуля «Наноэлектроника в образовании» знакомит с аналитическими методами, синтетическими методами, аналитико-синтетическими методами решения задач повышенного уровня сложности на стыке физике, химии, информатики, биологии, соответствующих программе олимпиады Национальной технологической инициативы.

Учебная дисциплина по современным и перспективным материалам и наноматериалам знакомит с физическими принципами работы и основам проектирования наноприборов и наноустройств из наноразмерных компонентов, схем, сборок. Наноразмерные компоненты проектируются на основе современных и перспективных материалов, наноматериалов и нанокompозитов. Разработанные теоретические материалы по курсу по современным и перспективным материалам и наноматериалам позволили наполнить модульную структуру дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам, созданного в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета.

Заключение

В работе рассмотрен процесс создания элементов дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам. При использовании дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам, созданного в системе управления обучением MOODLE, следует выделить возможности, связанные с электронной природой дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам, которая позволяет проводить обучение физике современных и перспективных материалов и наноматериалов по смешанной или дистанционной форме в университете с помощью современных информационных и коммуникационных технологий. Дистанционный курс по современным и перспективным материалам и наноматериалам реализует перспективную тенденцию в области фундаментального образования в университетах, выражающуюся в широком использовании возможностей системы управления обучением MOODLE. Система управления обучением MOODLE позволяет доставлять и репрезентировать учебные материалы курса и контрольные задания по современным и перспективным материалам и наноматериалам в места реального расположения студентов университета.

Составленный обзор научных работ по современным наноматериалам показал актуальность исследования материалов и наноматериалов, а также подтвердил актуальность задачи создания дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам.

Разработанные материалы лекций по курсу по современным и перспективным материалам и наноматериалам позволили наполнить структуру дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE. Разработаны элементы модулей дистанционного курса «Современные и перспективные материалы и наноматериалы», позволяющие контролировать усвоение знаний по физике материалов и наноматериалов от репродуктивного до творческого уровня. В составе дистанционного курса «Современные и перспективные материалы и наноматериалы» представлена система элементов для проверки теоретических знаний по физическим основам современных и перспективных материалов и наноматериалов, позволяющая организовать автоматизированную проверку знаний по физическим основам современных и перспективных материалов и наноматериалов. Созданные элементы контроля в дистанционном курсе по современным и перспективным материалам и наноматериалам позволяют проводить эффективный контроль знаний по современным и перспективным материалам и наноматериалам. Созданный дистанционный курс по современным и перспективным материалам и наноматериалам в системе управления обучением MOODLE готов к использованию в образовательном процессе педагогического университета на специальностях физико-математического профиля подготовки.

Гипотеза исследования, состоящая в том, что если использовать дистанционный курс по современным и перспективным материалам и наноматериалам, то возможно организовать процесс обучения физике современных и перспективных материалов и наноматериалов по смешанной или дистанционной форме обучения в университете, подтверждена полностью.

В связи с возрастающей информатизацией образования идёт внедрение электронных курсов, онлайн-курсов, дистанционных курсов во всех предметных областях, включая междисциплинарную область исследований на стыке физики и нанотехнологии. Поэтому разработка дистанционного курса «Современные и перспективные материалы и наноматериалы» представляет практическую значимость для образовательного процесса в педагогическом университете по физико-математическому профилю подготовки. Использование дистанционного курса в информационной поддержке изучения кур-

са «Современные и перспективные материалы и наноматериалы» по смешанной технологии обучения способствует повышению эффективности самостоятельной работы, обеспечению визуализации процесса обучения, повышению эффективности управления обучением по курсу «Современные и перспективные материалы и наноматериалы» с использованием возможностей системы управления обучением MOODLE.

Использование дистанционного курса «Современные и перспективные материалы и наноматериалы» способствует интенсификации учебного процесса на профилях подготовки по физике и математике, более осмысленному изучению материала, приобретению навыков самоорганизации, превращению систематических знаний в системные, помогает развитию познавательной деятельности обучающихся и интереса к физическим основам современных и перспективных материалов и наноматериалов. У студентов, прошедших обучение с использованием дистанционного курса по современным и перспективным материалам и наноматериалам, происходит не только существенное развитие логического мышления, но и значительно повышается уровень рефлексивных действий с материалом, изучаемым на занятиях по курсу современных и перспективных материалов и наноматериалов.

Список использованных источников

1. Two-dimensional amorphous nanomaterials: synthesis and applications / Hewei Zhao [et al.] // 2D Materials. — 2019. — may. — Vol. 6, no. 3. — P. 032002. — URL: <https://doi.org/10.1088/2053-1583/ab1169>.
2. Shankar Suraj, Nelson David R. Thermalized buckling of isotropically compressed thin sheets // Physical Review E. — 2021. — nov. — Vol. 104, no. 5. — URL: <https://doi.org/10.1103/physreve.104.054141>.
3. Reconstruction of multidimensional nonlinear polarization response of Pancharatnam-Berry metasurfaces / Zhanjie Gao [et al.] // Physical Review B. — 2021. — aug. — Vol. 104, no. 5. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevb.104.054303>.
4. Lattice chain theories for dynamics of acoustic flexural phonons in nonpolar nanomaterials / Y. Kuang [et al.] // Physical Review B. — 2020. — oct. — Vol. 102, no. 14. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevb.102.144301>.
5. Linkage Between Micro- and Nano-Raman Spectroscopy of Defects in Graphene / Cassiano Rabelo [et al.] // Physical Review Applied. — 2020. — aug. — Vol. 14, no. 2. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevapplied.14.024056>.
6. Neogi Sanghamitra, Donadio Davide. Anisotropic In-Plane Phonon Transport in Silicon Membranes Guided by Nanoscale Surface Resonators // Physical Review Applied. — 2020. — aug. — Vol. 14, no. 2. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevapplied.14.024004>.
7. Field Dependence of Magnetic Disorder in Nanoparticles / Dominika Zákutná [et al.] // Physical Review X. — 2020. — jul. — Vol. 10, no. 3. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevx.10.031019>.
8. Fully Automated Identification of Two-Dimensional Material Samples / Eliska Greplova [et al.] // Physical Review Applied. — 2020. — jun. — Vol. 13, no. 6. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevapplied.13.064017>.

9. Preparation and characterization of flower-like gold nanomaterials and iron oxide/gold composite nanomaterials / Zusing Yang [et al.] // *Nanotechnology*. — 2007. — jun. — Vol. 18, no. 25. — P. 255606. — URL: <https://doi.org/10.1088/0957-4484/18/25/255606>.
10. Al-Neami Mohammed A., Al-Soudany Kawther Y.H., Tarsh Noor M. The potential influence of using nanomaterials additives on unconfined compressive strength of soft soil // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. — 2021. — sep. — Vol. 856, no. 1. — P. 012008. — URL: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/856/1/012008>.
11. Rahmah Nisreen Mizher, Owaid Khalid Mershed. Using the characteristic of hybrid mixture from nanomaterials to improve and modified the parameter of the heat transfer // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. — 2020. — jul. — Vol. 870. — P. 012148. — URL: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/870/1/012148>.
12. Wang Joseph. Nanomaterial-based amplified transduction of biomolecular interactions // *Small*. — 2005. — nov. — Vol. 1, no. 11. — P. 1036–1043. — URL: <https://doi.org/10.1002/smll.200500214>.
13. Experimental investigation of thermal performance of the graphene oxide-coated plates / Ramin Ghasemiasl [et al.] // *Heat Transfer-Asian Research*. — 2019. — nov. — Vol. 49, no. 1. — P. 519–532. — URL: <https://doi.org/10.1002/htj.21625>.
14. A bioinspired versatile spore coat nanomaterial for oral probiotics delivery / Qingling Song [et al.] // *Advanced Functional Materials*. — 2021. — jul. — Vol. 31, no. 41. — P. 2104994. — URL: <https://doi.org/10.1002/adfm.202104994>.

Сведения об авторах:

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

E-mail: kostya_altunin@mail.ru

ORCID iD  0000-0002-0725-9416

Web of Science ResearcherID  I-5739-2014

SCOPUS ID  57201126207

Original article
PACS 01.40.-d

Development of a distance course on modern and advanced materials and nanomaterials

K. K. Altunin 

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted August 5, 2022
Resubmitted August 6, 2022
Published September 5, 2022

Abstract. The results of the development of elements of a distance course on modern and advanced materials and nanomaterials in the learning management system MOODLE are discussed. Elements of remote course modules on modern and advanced materials and nanomaterials in the learning management system MOODLE have been developed, which allow controlling the assimilation of knowledge in the physics of materials and nanomaterials from the reproductive to the creative level. As part of the distance course on modern and advanced materials and nanomaterials in the learning management system MOODLE, elements are presented for testing theoretical knowledge on the physical foundations of modern and promising materials and nanomaterials, allowing you to organize an automated test of knowledge on the physical foundations of modern and promising materials and nanomaterials. The created control elements in the distance course on modern and advanced materials and nanomaterials allow for effective control of knowledge on modern and advanced materials and nanomaterials.

Keywords: physics of nanomaterials, physics of advanced materials, course, distance course, nanomaterial, material, advanced materials of nanoelectronics, course element, modular structure of the course, modular learning technology

References

1. Two-dimensional amorphous nanomaterials: synthesis and applications / Hwei Zhao [et al.] // 2D Materials. — 2019. — may. — Vol. 6, no. 3. — P. 032002. — URL: <https://doi.org/10.1088/2053-1583/ab1169>.
2. Shankar Suraj, Nelson David R. Thermalized buckling of isotropically compressed thin sheets // Physical Review E. — 2021. — nov. — Vol. 104, no. 5. — URL: <https://doi.org/10.1103/physreve.104.054141>.
3. Reconstruction of multidimensional nonlinear polarization response of Pancharatnam-Berry metasurfaces / Zhanjie Gao [et al.] // Physical Review B. — 2021. — aug. — Vol. 104, no. 5. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevb.104.054303>.
4. Lattice chain theories for dynamics of acoustic flexural phonons in nonpolar nanomaterials / Y. Kuang [et al.] // Physical Review B. — 2020. — oct. — Vol. 102, no. 14. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevb.102.144301>.


5. Linkage Between Micro- and Nano-Raman Spectroscopy of Defects in Graphene / Casiano Rabelo [et al.] // *Physical Review Applied*. — 2020. — aug. — Vol. 14, no. 2. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevapplied.14.024056>.
6. Neogi Sanghamitra, Donadio Davide. Anisotropic In-Plane Phonon Transport in Silicon Membranes Guided by Nanoscale Surface Resonators // *Physical Review Applied*. — 2020. — aug. — Vol. 14, no. 2. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevapplied.14.024004>.
7. Field Dependence of Magnetic Disorder in Nanoparticles / Dominika Zákutná [et al.] // *Physical Review X*. — 2020. — jul. — Vol. 10, no. 3. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevx.10.031019>.
8. Fully Automated Identification of Two-Dimensional Material Samples / Eliska Greplova [et al.] // *Physical Review Applied*. — 2020. — jun. — Vol. 13, no. 6. — URL: <https://doi.org/10.1103/physrevapplied.13.064017>.
9. Preparation and characterization of flower-like gold nanomaterials and iron oxide/gold composite nanomaterials / Zusing Yang [et al.] // *Nanotechnology*. — 2007. — jun. — Vol. 18, no. 25. — P. 255606. — URL: <https://doi.org/10.1088/0957-4484/18/25/255606>.
10. Al-Neami Mohammed A., Al-Soudany Kawther Y.H., Tarsh Noor M. The potential influence of using nanomaterials additives on unconfined compressive strength of soft soil // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. — 2021. — sep. — Vol. 856, no. 1. — P. 012008. — URL: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/856/1/012008>.
11. Rahmah Nisreen Mizher, Owaid Khalid Mershed. Using the characteristic of hybrid mixture from nanomaterials to improve and modified the parameter of the heat transfer // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. — 2020. — jul. — Vol. 870. — P. 012148. — URL: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/870/1/012148>.
12. Wang Joseph. Nanomaterial-based amplified transduction of biomolecular interactions // *Small*. — 2005. — nov. — Vol. 1, no. 11. — P. 1036–1043. — URL: <https://doi.org/10.1002/sm11.200500214>.
13. Experimental investigation of thermal performance of the graphene oxide-coated plates / Ramin Ghasemiasl [et al.] // *Heat Transfer-Asian Research*. — 2019. — nov. — Vol. 49, no. 1. — P. 519–532. — URL: <https://doi.org/10.1002/htj.21625>.
14. A bioinspired versatile spore coat nanomaterial for oral probiotics delivery / Qingling Song [et al.] // *Advanced Functional Materials*. — 2021. — jul. — Vol. 31, no. 41. — P. 2104994. — URL: <https://doi.org/10.1002/adfm.202104994>.

Information about authors:

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

E-mail: kostya.altunin@mail.ru

ORCID iD  0000-0002-0725-9416

Web of Science ResearcherID  I-5739-2014

SCOPUS ID  57201126207