Научная статья
УДК 372.853
ББК 74.48
ГРНТИ 14.35.09
ВАК 5.8.2.
PACS 01.40.Di
OCIS 000.2060
MSC 00A79

Разработка дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем

З. А. Толянина [1]

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова», 432000, Ульяновск, Россия

Поступила в редакцию 23 июня 2026 года
После переработки 25 июня 2026 года
Опубликована 30 сентября 2026 года

Аннотация. Разработан структурированный дистанционный курс теоретической физики мезоскопических систем с использованием дистанционных технологий в системе управления обучением MOODLE. Курс по физике мезоскопических систем с фокусом на нанокристаллическую керамику предназначен для студентов старших курсов и аспирантов, специализирующихся в области физики конденсированного состояния, материаловедения и нанотехнологий. Целью курса является формирование у обучающихся понимания физических процессов в мезоскопических системах и особенностей применения нанокристаллической керамики в современных технологиях.

Ключевые слова: курс, дистанционный курс, теоретическая физика, мезоскопическая система, нанотехнологии, нанокристаллическая керамика

Введение

В последние годы мезоскопические системы, размеры которых находятся в промежуточном диапазоне между микроструктурами и наноструктурами (от нескольких нанометров до микрон), привлекают пристальное внимание исследователей благодаря уникальному сочетанию квантовых и классических свойств.

Целью исследования является образовательный процесс по теоретической физике в педагогическом университете. В соответствии с целью работы поставлена задача исследования, состоящая в том, чтобы разработать дистанционный курс физики мезоскопических систем.

Объектом исследования является процесс обучения теоретической физике мезоскопических систем с применением дистанционных образовательных технологий. Предметом исследования является система методологических и технологических аспектов разработки дистанционного курса теоретической физики мезоскопических систем.

[1] E-mail: ms.zinaida.tolyanina@yandex.ru

Методами исследования являются компьютерные методы разработки дистанционных курсов, анализ научной литературы по теоретической физике мезоскопических систем. Материалами исследования являются платформа для дистанционного обучения MOODLE, научные публикации по теоретической физике мезоскопических систем.

Научная новизна исследования заключается в том, что разработана авторская методика преподавания моделирования теоретической физики мезоскопических систем в дистанционном формате.

Гипотеза научного исследования, заключается в том, что дистанционный курс теоретической физики мезоскопических систем повысит доступность и качество обучения за счёт применения дистанционных технологий и практико-ориентированных методов обучения теоретической физике, подтверждена полностью.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что исследование расширяет методологическую базу дистанционного обучения в сфере теоретической физики мезоскопических систем, систематизирует подходы к моделированию физических процессов в мезоскопических системах и предлагает новые принципы организации образовательного процесса. Практическая значимость исследования заключается в том, что дистанционный курс теоретической физики мезоскопических систем может быть использован в вузах и научных центрах для подготовки специалистов в области физики.

Результаты разработки дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем на основе нанокристаллической керамики

Физика мезоскопических систем представляет собой углублённый курс, предназначенный для студентов физических, инженерных и педагогических направлений подготовки, а также для аспирантов, работающих в области наноматериалов и функциональной керамики. Курс направлен на формирование комплексного понимания основных концепций мезоскопической физики, её связей с экспериментальными методами исследования и прикладными задачами в современной науке и технологиях. В рамках курса студенты не только изучают теоретические аспекты, но и получают навыки анализа научной литературы, работы с экспериментальными данными и решения прикладных задач, что позволяет интегрировать академические знания в реальные инженерные и научно-исследовательские процессы.

Процесс разработки дистанционного курса начинается с определения целевой аудитории и её предварительной подготовки, что включает анализ профессиональных компетенций, необходимых для освоения материала. На этом этапе формируются учебно-методические требования, которые должны соответствовать современным стандартам образования и отражать актуальные вызовы в области мезоскопической физики. Важно учесть базовые знания студентов по квантовой механике, статистической физике и материалам, чтобы обеспечить плавное вхождение в изучение специализированных тем.

Следующим шагом является детальная проработка тематического плана, который включает в себя как фундаментальные разделы, так и специализированные вопросы, связанные с нанокристаллической керамикой. Основное внимание уделяется логической последовательности изложения материала, начиная с введения в мезоскопическую физику и заканчивая современными тенденциями и прикладными аспектами. Такой подход позволяет студентам постепенно переходить от общего к частному, укрепляя теоретическую базу перед изучением конкретных методов синтеза, экспериментальных техник и прикладных применений.

Одним из ключевых направлений в разработке дистанционного курса является создание методического обеспечения, которое включает не только текстовые материалы, но и интерактивные элементы, такие как моделирование физических процессов и виртуальные лабораторные работы. Особое внимание уделяется разработке заданий, стимулирующих критическое мышление, например, анализ научных статей или решение задач на основе реальных экспериментальных данных. Это позволяет студентам не только усваивать теоретический материал, но и применять его на практике, что является важным для формирования аналитических навыков.

Важной составной частью курса является разработка системы оценивания, которая должна быть прозрачной, объективной и соответствовать принципам компетентностного подхода. В системе оценивания задействованы различные формы контроля, включая тесты, эссе, проектные работы и презентации, что позволяет комплексным образом оценивать уровень освоения материала. Кроме того, для поддержания мотивации студентов и вовлечения их в учебный процесс важно предусмотреть обратную связь от преподавателей, а также возможность обсуждения сложных вопросов в интерактивном режиме через форумы и вебинары.

Следующим этапом является внедрение технологий дистанционного обучения, обеспечивающих доступность материала и удобство его использования. В системе управления обучением MOODLE разрабатывается структурированное пространство курса, которое включает в себя тематические разделы, соответствующие каждой теме курса, а также дополнительные ресурсы, такие как видеолекции, электронные учебники, базы данных экспериментальных исследований и коллекции научных публикаций. Особое внимание уделяется адаптации материала для разных типов пользователей, включая студентов с ограниченными возможностями.

Одной из ключевых задач при разработке курса является обеспечение междисциплинарного подхода, который позволяет студентам видеть связи между различными аспектами мезоскопической физики и смежными областями науки, такими как микроэлектроника, нанотехнологии и материаловедение. Это способствует формированию целостного видения учебного материала и развитию творческого подхода к решению научных и практических задач.

Параллельно с теоретической частью разрабатывается практическая составляющая курса, которая включает в себя лабораторные работы в виртуальном формате, а также задания на самостоятельное изучение экспериментальных методов. Важно, чтобы студенты могли не только ознакомиться с теоретическими основами, но и применить их на практике, используя современное программное обеспечение для моделирования и анализа данных. Это позволяет подготовить специалистов, способных работать с реальными научными задачами в условиях современного лабораторного оборудования.

На этапе внедрения курса проводится тестирование его эффективности на контрольной группе студентов для выявления возможных пробелов и корректировки методических материалов. Оценка обратной связи от студентов и преподавателей позволяет внести необходимые изменения в структуру курса, улучшить качество презентации материала и повысить его доступность для разных категорий обучающихся. Этот этап также включает в себя подготовку методических рекомендаций для преподавателей, которые будут вести курс в дальнейшем.

Особое внимание уделяется вопросам интеллектуальной собственности и этики научных исследований. В рамках курса студенты знакомятся с основными принципами этичного поведения в науке, включая правила цитирования, соблюдения авторских прав и ответственного отношения к использованию научных данных. Это формирует у студентов культуру научной работы и способствует развитию академической честности.

Важным аспектом разработки дистанционного курса является интеграция современ-

ных научных тенденций и актуальных исследований в области мезоскопической физики и нанокерамики. Это позволяет студентам быть в курсе последних достижений науки и технологий, а также мотивирует их на самостоятельное изучение новейших разработок. Преподаватели курса регулярно обновляют учебные материалы, включая в них результаты последних исследований и актуальные примеры применения нанокерамики в различных областях.

Завершающим этапом разработки курса является обеспечение непрерывного совершенствования курса теоретической физики мезоскопических систем, что предполагает регулярную оценку его эффективности, анализ результатов обучения студентов и внесение необходимых изменений. Это позволяет поддерживать дистанционный курс на высоком уровне, соответствовать современным требованиям образования и отвечать потребностям как студентов, так и научного сообщества. Таким образом, курс по теоретической физике мезоскопических систем становится не только инструментом получения знаний, но и платформой для профессионального роста и научного творчества.

Обучение выстроено по принципу постепенного погружения: от фундаментальных понятий к практическому применению и перспективным исследованиям. Курс состоит из 9 логически связанных тем.

Первая тема дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем посвящена изучению основных понятий мезоскопической физики. Вторая тема дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем посвящена изучению структуры и свойств нанокристаллической керамики. Третья тема дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем посвящена изучению методов синтеза нанокристаллической керамики. Четвёртая тема дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем посвящена изучению экспериментальных методов исследования мезоскопических систем. Пятая тема дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем посвящена изучению электрических свойств мезоскопических керамик. Шестая тема дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем посвящена изучению тепловых и термоэлектрических свойств нанокристаллической керамики. Седьмая тема дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем посвящена изучению оптических и магнитооптических явлений в мезоскопических системах. Восьмая тема дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем посвящена изучению прикладных аспектов использования нанокристаллической керамики в микроэлектронике. Девятая тема дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем посвящена изучению современных тенденций физики мезоскопических систем.

Первая тема закладывает теоретическую базу, включающую рассмотрение основных понятий мезоскопической физики, масштабов мезоскопических систем от 1 нм до 100 нм и их отличие от макроскопических и микроскопических объектов. Особое внимание уделяется квантовым эффектам, проявляющимся на этом уровне, и их влиянию на физические свойства материалов.

Во второй теме изучаются структура и свойства нанокристаллической керамики. Разбираются механизмы формирования нанокристаллов, роль границ зёрен и их влияние на механические, электрические и тепловые характеристики. Приводятся примеры распространённых керамических материалов с нанокристаллической структурой и их базовые параметры.

Третья тема посвящена методам синтеза нанокристаллической керамики. Подробно описываются такие технологии, как золь-гель процесс, механическое легирование, высокоэнергетическое измельчение и импульсное плазменное спекание. Для каждого метода анализируются преимущества, ограничения и возможности контроля размера зёрен.

Четвёртая тема дистанционного курса теоретической физики мезоскопических систем раскрывает экспериментальные методы исследования мезоскопических систем. Рассматриваются принципы работы просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии, атомно-силовой микроскопии, а также спектроскопических методов (рамановская спектроскопия, инфракрасная спектроскопия). Обучающиеся узнают, как с их помощью изучать структуру, состав и локальные свойства нанокристаллических материалов.

В пятой теме акцент смещается на электрические свойства мезоскопических керамик. Изучаются механизмы проводимости в условиях квантового ограничения, эффекты слабой локализации, кулоновская блокада и туннелирование. Обсуждаются зависимости проводимости от размера зёрен, температуры и внешних полей, а также модели переноса заряда в неоднородных средах.

Шестая тема дистанционного курса физики мезоскопических систем посвящена основным тепловым и термоэлектрическим свойствам нанокристаллической керамики. Анализируется влияние границ зёрен на теплопроводность, рассматриваются механизмы рассеяния фононов и способы управления теплопереносом. Разбираются перспективы использования таких материалов в термоэлектрических преобразователях энергии.

Седьмая тема охватывает некоторые оптические и магнитооптические явления в мезоскопических системах. Исследуются эффекты квантового ограничения на оптические спектры, плазмонные резонансы в наночастицах и магнитооптический эффект Фарадея в керамиках с ферромагнитными включениями. Приводятся примеры применения этих явлений в сенсорах и оптоэлектронных устройствах.

Восьмая тема фокусируется на прикладных физических аспектах. Рассматривается использование нанокристаллической керамики в микроэлектронике (диэлектрики, подложки), энергетике (твёрдооксидные топливные элементы, аккумуляторы), биомедицине (имплантаты) и катализе. Анализируются требования к материалам в каждом случае и пути оптимизации их свойств.

Завершающая девятая тема посвящена современным тенденциям и вызовам в области мезоскопических систем и нанокристаллической керамики. Обсуждаются достижения в области компьютерного моделирования (методы молекулярной динамики, теория функционала плотности), перспективы создания композитных материалов и гибридных структур. Отдельное внимание уделяется экологическим и экономическим аспектам масштабирования технологий.

Каждая тема включает лекционный материал, интерактивные задания для самопроверки, задания и список рекомендованной литературы. Для контроля усвоения предусмотрены промежуточные тесты и итоговый проект, предполагающий анализ конкретного применения нанокристаллической керамики с использованием изученных физических концепций. Такой подход обеспечивает глубокое понимание теоретической физики и готовит обучающихся к самостоятельной научной работе в данной области.

Логика построения курса следует от общего введения в мезоскопику и наноструктуру материала к последовательному анализу отдельных подсистем (фононной, электронной), затем к их взаимодействию в транспортных явлениях и, наконец, к комплексным свойствам и практическим применениям. Каждая тема физически обоснована, вытекает из предыдущей и подготавливает почву для последующей, формируя целостное представление о том, как мезоскопическая физика позволяет не только объяснить, но и целенаправленно конструировать свойства функциональных керамических материалов.

На основе анализа работ [1–9] показано, что курс теоретической физики мезоскопических систем обладает рядом преимуществ перед другими формами обучения, такими как гибкость графика, доступность и возможность обучения в удобное время. Дистанционный курс теоретической физики мезоскопических системе построен с использова-

нием модульной технологии построения курса, позволяющей эффективно управлять темпом продвижения по курсу. Разработанный дистанционный курс позволяет применять смешанную технологию преподавания теоретической физики в педагогическом университете. Технология дистанционного обучения становится всё более популярной и востребованной образовательной технологией в условиях непрерывного развития современных образовательных технологий. Технологии дистанционного обучения позволяют успешно использовать их для достижения высоких результатов в изучении курса теоретической физики мезоскопических систем. Результаты исследования могут быть использованы для разработки новых методик преподавания курса теоретической физики мезоскопических систем.

Результаты разработки материалов курса теоретической физики мезоскопических систем

Для педагогического проектирования дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем необходимо последовательно пройти этапы, каждый из которых логически вытекает из предыдущего и объединяется общей целью формирования компетентности в области мезоскопических систем и нанокерамики. Создание курса объёмом 108 часов требует комплексного подхода, объединяющего педагогическую, методическую, техническую и научно-исследовательскую составляющие.

Первым этапом является детальное изучение целевой аудитории — студентов физических, инженерных и педагогических специальностей, а также научных сотрудников, — с определением их первоначального уровня знаний в квантовой механике, статистической физике и материаловедении. На этом этапе необходимо разработать чёткое описание ожидаемых компетенций, включая теоретическое понимание мезоскопических явлений, умение анализировать научную литературу, применять экспериментальные методы и решать прикладные задачи. Без этого невозможно корректно спланировать глубину изложения материала и выбрать эффективные формы обучения.

Следующим шагом проектирования курса становится разработка концепции дистанционного курса, которая должна отражать его уникальность в контексте современного образования. Концепция подчёркивает междисциплинарный характер курса, связывая мезоскопическую физику с экспериментальными методами и прикладными задачами. На основе тематического плана необходимо определить логическую последовательность изучения тем, начиная с основ мезоскопической физики и заканчивая актуальными приложениями в микроэлектронике. Например, переход от теоретических основ к экспериментальным методам помогает студентам осознать взаимосвязь между моделированием и реальными исследованиями. Таким образом, формируется целостная образовательная траектория, обеспечивающая плавный переход от фундаментальных знаний к специализированным.

На основе концепции создаётся детализированная дидактическая структура, в которой распределяется время на изучение каждой из девяти тем в соответствии с их сложностью и значимостью для формирования компетенций. Например, введение в мезоскопическую физику и структуру нанокерамики требует больше часов, так как задаёт базовые представления, в то время как специализированные темы, такие как магнитооптические явления или прикладные аспекты, могут изучаться более компактно, но с углублённым анализом. При этом важно учитывать, что каждая тема должна содержать не только теоретический материал, но и практические задания для закрепления знаний.

Следующим ключевым этапом является разработка методического обеспечения, которое должно включать текстовые материалы, презентации, видеоуроки и интерактивные элементы. Особое внимание уделяется созданию модульного подхода, где каждая

тема представлена в виде отдельного блока, содержащего теоретическую часть, примеры решения задач, кейсы из научной литературы и задания для самостоятельной работы. Например, для темы «Методы синтеза нанокерамики» можно предусмотреть видео с демонстрацией лабораторных процедур или симуляцию процесса синтеза с использованием специализированного программного обеспечения. Это позволяет студентам не только усваивать информацию, но и применять её на практике.

Одним из инновационных аспектов курса является внедрение интерактивных элементов, которые стимулируют активное участие студентов в образовательном процессе. В рамках каждой темы разрабатываются виртуальные лабораторные работы, направленные на моделирование физических процессов. Например, для темы «Электрические свойства мезоскопических керамик» можно предложить задание по моделированию токопроводимости в нанокристаллической структуре с использованием специализированных программ. Такие практические занятия позволяют студентам применить теоретические знания и развить навыки анализа данных, что соответствует компетентностному подходу.

Система оценивания должна быть многоуровневой и включать в себя как традиционные формы контроля, такие как тесты и экзаменационные вопросы, так и проекты, презентации и эссе. Например, для оценки понимания прикладных аспектов нанокерамики студенты могут выполнять проект по анализу научной статьи с последующей презентацией результатов. Это позволяет не только объективно оценить уровень знаний, но и развить навыки критического мышления и публичного выступления. Важно, чтобы система оценивания была прозрачной и мотивирующей, обеспечивая обратную связь на каждом этапе обучения.

Поскольку курс теоретической физики мезоскопических систем реализуется в дистанционном формате, необходимо предусмотреть его адаптацию для работы в онлайн-среде. Это включает разработку структурированного пространства курса в платформе MOODLE или аналогичной системе, где каждый раздел тематически выделен и содержит все необходимые материалы. В курс должны быть включены видеолекции, интерактивные тесты, форумы для обсуждения сложных вопросов, а также архивы научных статей и экспериментальных данных. Особое внимание уделяется доступности материалов для студентов с ограниченными возможностями, например, через использование текстовых описаний для графиков и видео.

Доступность и вовлечённость студентов в учебный процесс во многом зависят от эффективных механизмов обратной связи. Преподаватели должны предоставлять регулярную обратную связь на выполненные задания, организовывать вебинары для обсуждения актуальных тем и создавать закрытые группы для обсуждения теоретических и практических вопросов. Например, после изучения темы «Экспериментальные методы исследования» можно провести вебинар, на котором обсуждаются типичные ошибки при обработке данных и способы их устранения. Это помогает студентам чувствовать поддержку и мотивацию на протяжении всего курса.

Для успешной реализации курса необходимо обеспечить педагогическую поддержку преподавателей, которые будут его вести. Это включает разработку методических рекомендаций, обучение работе с интерактивными инструментами и использованию технологий дистанционного обучения. Например, преподаватели должны получить навыки работы с системой управления обучением MOODLE, уметь создавать интерактивные тесты и оценивать проектные работы. Таким образом, обеспечивается высокое качество преподавания и успешное освоение курса студентами.

После разработки всех материалов курс проходит пилотное тестирование на контрольной группе студентов для выявления возможных пробелов и сложностей. На этом этапе анализируется эффективность методик, заданий и форм контроля. По итогам пи-

лотирования вносятся корректировки: совершенствуется структура курса, улучшается качество презентации материала и добавляются дополнительные ресурсы. Например, если виртуальные лабораторные работы вызывают затруднения, может быть разработано более подробное руководство или видеоинструкция. Этот этап позволяет оптимизировать курс перед массовым внедрением.

Одним из ключевых аспектов курса является его актуальность для современной науки и технологий. Преподаватели должны регулярно обновлять учебные материалы, включая в них результаты последних исследований в области мезоскопической физики и нанокерамики. Например, в рамках темы «Современные тенденции» студенты могут анализировать последние публикации в области термоэлектрических материалов или нанокерамики для микроэлектроники. Это поддерживает интерес студентов к курсу и формирует у них навыки самостоятельного поиска и оценки научной информации. Также важно создать условия для участия студентов в научных дискуссиях через форумы и вебинары с приглашёнными экспертами.

Завершающим этапом является разработка механизмов непрерывного мониторинга и обновления курса. Это включает регулярный анализ обратной связи от студентов и преподавателей, оценку результатов обучения и внесение изменений с учётом новых научных данных и технических возможностей. Например, после каждого учебного семестра может проводиться анкетирование студентов для выявления их удовлетворённости курсом и предложений по улучшению. Таким образом, курс остаётся востребованным и соответствует современным требованиям образования. Это позволяет не только поддерживать его на высоком уровне, но и обеспечивает его развитие как платформы для научного творчества и профессионального роста.

Первая лекция дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем посвящена изучению основных понятий мезоскопической физики. Вторая лекция дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем посвящена изучению структуры и свойств нанокристаллической керамики. Третья лекция дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем посвящена изучению методов синтеза нанокристаллической керамики. Четвёртая лекция дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем посвящена изучению экспериментальных методов исследования мезоскопических систем. Пятая лекция дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем посвящена изучению электрических свойств мезоскопических керамик. Шестая лекция дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем посвящена изучению тепловых и термоэлектрических свойств нанокристаллической керамики. Седьмая лекция дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем посвящена изучению оптических и магнитооптических явлений в мезоскопических системах. Восьмая лекция дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем посвящена изучению прикладных аспектов использования нанокристаллической керамики в микроэлектронике. Девятая лекция дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем посвящена изучению современных тенденций физики мезоскопических систем и нанокерамик.

На рис. 1 приведено изображение страницы тематических модулей первой зачётной единицы дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 2 приведено изображение страницы тематических модулей второй зачётной единицы дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

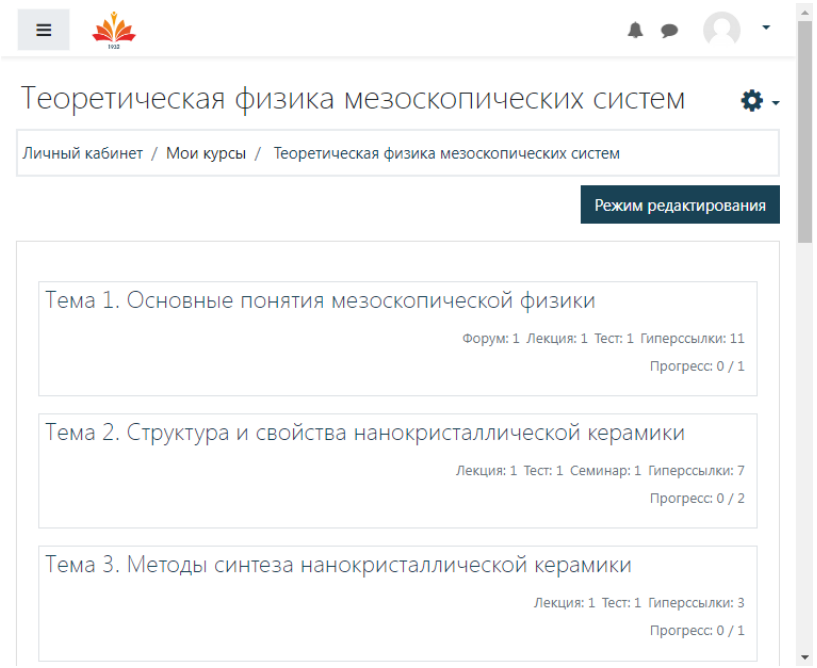


Рис. 1. Страница тематических модулей первой зачётной единицы дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE

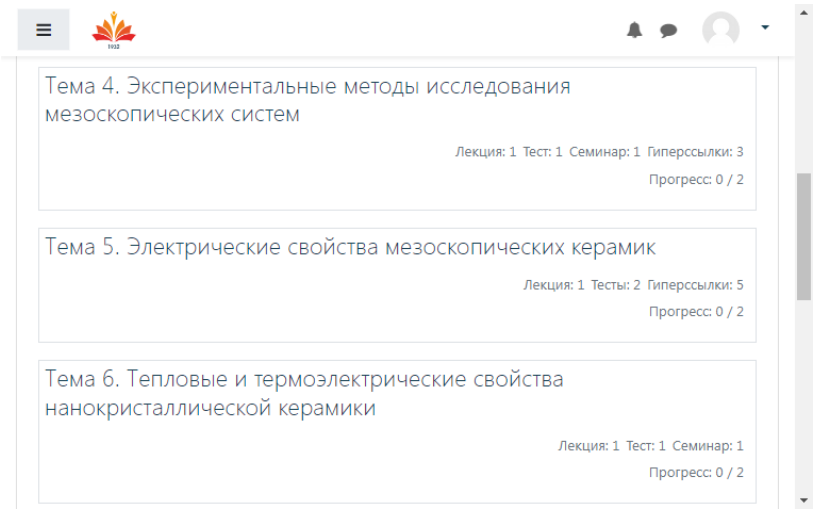


Рис. 2. Страница тематических модулей второй зачётной единицы дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE

На рис. 3 приведено изображение страницы тематических модулей третьей зачётной единицы дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 4 приведено изображение страницы элементов первой темы дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 5 приведено изображение страницы элементов второй темы дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

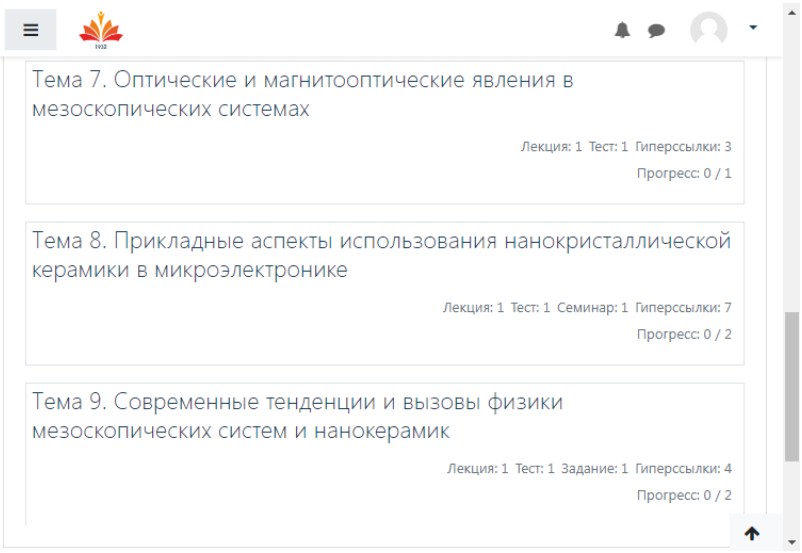


Рис. 3. Страница тематических модулей третьей зачётной единицы дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE



Рис. 4. Страница элементов первой темы дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE

На рис. 6 приведено изображение страницы элементов третьей темы дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

Первое занятие планируется в форме теста по основным понятиям мезоскопической физики. Второе занятие планируется в форме теста по структуре и свойствам нанокристаллической керамики. Третье занятие планируется в форме семинара по структуре и свойствам нанокристаллической керамики. Четвёртое занятие планируется в форме теста по методам синтеза нанокристаллической керамики. Пятое занятие планируется в форме теста по экспериментальным методам исследования мезоскопических систем. Шестое занятие планируется в форме семинара по экспериментальным методам исследования мезоскопических систем. Седьмое занятие планируется в форме теста по электрическим свойствам мезоскопических керамик. Восьмое занятие планируется в форме

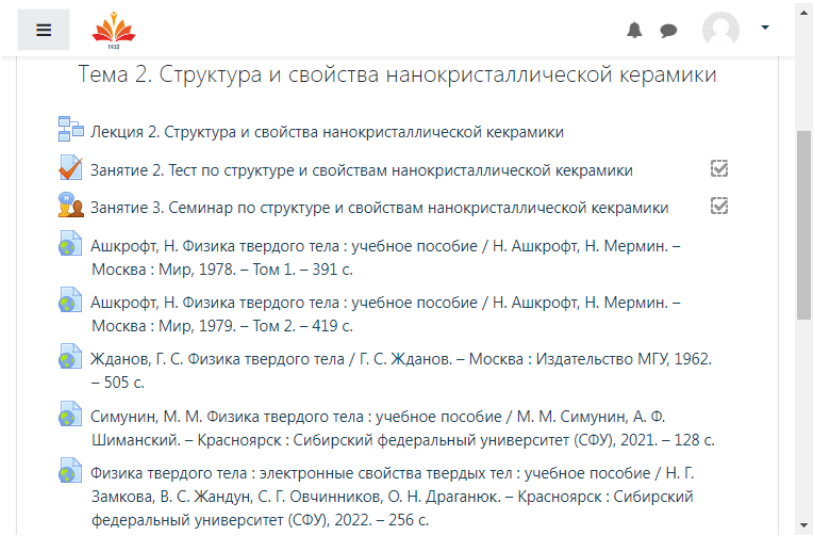


Рис. 5. Страница элементов второй темы дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE

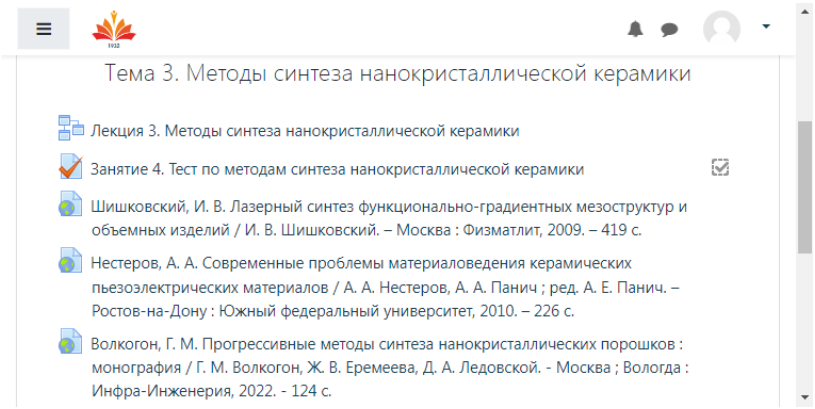


Рис. 6. Страница элементов третьей темы дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE

контрольной работы. Девятое занятие планируется в форме теста по тепловым и термоэлектрическим свойствам нанокристаллической керамики. Десятое занятие планируется в форме семинара по тепловым и термоэлектрическим свойствам нанокристаллической керамики. Одиннадцатое занятие планируется в форме теста по оптическим и магнитооптическим явлениям в мезоскопических системах. Двенадцатое занятие планируется в форме теста по прикладным аспектам использования нанокристаллической керамики в микроэлектронике. Тринадцатое занятие планируется в форме семинара по прикладным аспектам использования нанокристаллической керамики в микроэлектронике. Четырнадцатое занятие планируется в форме теста по современным тенденциям и вызовам физики мезоскопических систем на основе нанокерамики. Пятнадцатое занятие планируется в форме итоговая работы по физике мезоскопических систем.

В процессе педагогического проектирования дистанционного курса теоретической физики мезоскопических систем в системе управления обучением MOODLE был сформирован комплексный подход, учитывающий как научно-методическую, так и технологическую составляющую современного образования. Разработанная структура курса на 108 академических часов (3 зачётные единицы) позволяет гармонично соединить фун-

даментальные знания с актуальными прикладными аспектами мезоскопической физики и нанокерамики, что соответствует требованиям компетентностного подхода.

Создание курса с нуля в системе управления обучением MOODLE потребовало не только точного распределения учебного времени по темам, но и тщательной проработки дидактической системы, способствующей активному усвоению учебного материала. Особое внимание уделялось последовательности изучения тем, начиная с основ мезоскопической физики и заканчивая специализированными прикладными вопросами, что обеспечивает логическую связность курса и формирует целостное понимание дисциплины у студентов.

Одним из ключевых аспектов стало создание модульной структуры, где каждая из девяти тем представлена в виде самостоятельного блока с чётко определённым соотношением теоретического материала, практических задач и лабораторных работ. Такой подход не только оптимизирует время на изучение каждой темы, но и позволяет студентам освоить материал, углубляясь в те аспекты, которые представляют наибольший интерес или актуальность для их будущей профессиональной деятельности.

Дистанционный формат обучения потребовал особой методической проработки для обеспечения доступности и интерактивности учебного процесса. Внедрение мультимедийных элементов, таких как видеолекции, интерактивные презентации и симуляции экспериментов, значительно повысило вовлечённость студентов, сделав абстрактные физические концепции более наглядными и понятными. Виртуальные лабораторные работы, интегрированные в курс, не только закрепляют теоретические знания, но и развивают практические навыки моделирования, что является неотъемлемой частью профессиональной подготовки в области мезоскопических систем.

Важным компонентом курса стала разработка многоуровневой системы оценивания, в которую включены не только традиционные формы контроля, такие как тесты и экзаменационные задания, но и творческие проекты, анализ научной литературы и презентации. Такой подход позволяет объективно оценить не только теоретическую подготовку студентов, но и их способность применять полученные знания на практике, а также развивает навыки критического мышления и научного дискурса.

Адаптация курса для работы в системе управления обучением MOODLE потребовала создания структурированного и пользовательского пространства, где каждый раздел содержит все необходимые материалы: текстовые учебники, видеолекции, интерактивные тесты и ссылки на актуальные научные публикации. Особое внимание уделялось доступности курса для студентов с различными образовательными потребностями, включая интеграцию альтернативных форматов представления информации для лиц с ограниченными возможностями.

Формирование обратной связи между преподавателями и студентами стало одним из приоритетных направлений в проектировании курса. Регулярные вебинары, обсуждения на форумах и индивидуальные консультации не только способствуют усвоению материала, но и создают условия для активного научного диалога, что особенно важно в междисциплинарной области мезоскопической физики. Интерактивный подход стимулирует студентов к самостоятельному поиску решений и углубленному изучению тем.

Профессиональная подготовка преподавателей, которые будут вести курс, оказалась не менее важной, чем разработка самого учебного контента. Методические рекомендации, обучение работе с инструментами MOODLE и внедрению интерактивных технологий обеспечили высокое качество преподавания и эффективное взаимодействие с учащимися. Это позволило создать условия для успешного освоения курса и формирования у студентов прочных компетенций в области мезоскопических систем.

Пилотное тестирование дистанционного курса по теоретической физике мезоскопических систем на контрольной группе студентов стало неотъемлемой частью его проек-

тирования, позволив выявить потенциальные сложности и скорректировать методическое и техническое обеспечение. По итогам пилотирования были внесены необходимые изменения, такие как уточнение формулировок, улучшение навигации в системе управления обучением MOODLE и добавление дополнительных ресурсов, что повысило качество курса перед его официальным запуском.

Заключение

В результате работы был создан дистанционный курс, стимулирующий самостоятельное мышление, научную активность и профессиональный рост студентов в области мезоскопической физики и нанокерамики. Инновационные методики, использованные в проектировании дистанционного курса, открывают новые возможности для дистанционного обучения и делают его не менее эффективным, чем очное, а в ряде аспектов даже более гибким и адаптированным под индивидуальные потребности студентов. Непрерывное совершенствование дистанционного курса через регулярный мониторинг обратной связи от студентов и преподавателей, а также внедрение новых технологий и методик, гарантирует его актуальность и соответствие современным требованиям образования. Такой подход обеспечивает не только высокий уровень подготовки выпускников, но и способствует развитию их исследовательских компетенций, что является стратегической задачей современного образования. Интеграция актуальных научных достижений в учебный процесс сделала курс не только образовательной платформой, но и центром научного дискурса. Регулярное обновление материалов с учетом последних исследований в области мезоскопической физики и нанокерамики способствует формированию у студентов понимания динамики развития науки и стимулирует их к участию в научных проектах и конференциях.

По результатам исследования можно сформулировать выводы:

1. анализ научных работ по мезоскопическим системам показал актуальность темы исследования,
2. разработанный дистанционный курс теоретической физики мезоскопических систем, построенный с использованием модульной технологии, готов к использованию в образовательном процессе педагогического университета и позволяет применять смешанную технологию в преподавании теоретической физики.

Курс теоретической физики мезоскопических систем построен с использованием модульной технологии построения курса, что позволяет эффективно управлять темпом продвижения по курсу теоретической физики мезоскопических систем и применять смешанную технологию в преподавании теоретической физики.

Гипотеза научного исследования, заключающаяся в том, что дистанционный курс теоретической физики мезоскопических систем повысит доступность и качество обучения за счёт применения дистанционных технологий и практико-ориентированных методов обучения теоретической физике, подтверждена полностью.

Задачи работы решены полностью.

Разработанный дистанционный курс теоретической физики мезоскопических систем готов к использованию в образовательном процессе педагогического университета с использованием дистанционных технологий в системе управления обучением MOODLE. Теоретические аспекты внесли вклад в методику дистанционного обучения теоретической физике. Курс может быть внедрён в образовательные программы вузов по педагогическим направлениям подготовки.

Список использованных источников

1. Алтунин К. К., Колесова Т. А. Разработка элементов дистанционного курса по физической наноэлектронике в системе управления обучением MOODLE // Наука online. — 2022. — № 1 (18). — С. 88–112. — URL: https://elibrary.ru/dutumg.

2. Алтунин К. К., Шленкина Е. А. Разработка информационной системы поддержки изучения темы по оптике метаматериалов в составе курса по нанооптике // Наука online. — 2022. — № 2 (19). — С. 75–88. — URL: https://elibrary.ru/pticsm.

3. Алтунин К. К., Лебедев А. А. Разработка дистанционного курса по нанофизике в системе управления обучением MOODLE // Наука online. — 2022. — № 2 (19). — С. 60–74. — URL: https://elibrary.ru/mpcxsb.

4. Алтунин К. К., Сорокина Е. О. Разработка материалов занятия по оптике нанокомпозитных материалов в курсе по оптике тонкослойных и наноструктурных покрытий // Наука online. — 2022. — № 2 (19). — С. 18–30. — URL: https://elibrary.ru/wgfhkb.

5. Алтунин К. К. Разработка компьютерного сопровождения изучения темы по спайзерам в курсе нанооптики // Наука online. — 2018. — № 4 (5). — С. 74–93. — URL: https://elibrary.ru/pvxfxn.

6. Алтунин К. К., Петрова Е. А. Разработка модульной структуры дистнционного курса «Оптика метаматериалов» в системе управления обучением MOODLE // Наука online. — 2019. — № 1 (6). — С. 50–70. — URL: https://elibrary.ru/pgpsft.

7. Алтунин К. К., Карташова А. А. Разработка электронного образовательного ресурса по солнечной энергетике // Наука online. — 2019. — № 2 (7). — С. 15–32. — URL: https://elibrary.ru/omnoyk.

8. Тимченко В. М. Проектирование дистанционного курса по физике мезоскопических систем // Наука online. — 2023. — № 4 (25). — С. 80–90. — URL: http://nauka-online.ru/wp-content/uploads/2024/01/04252023-005.pdf.

9. Илюшкина Е. А. Разработка дистанционного курса по радиотехническим устройствам в школе // Наука online. — 2024. — № 4 (29). — С. 60–72. — URL: http://nauka-online.ru/wp-content/uploads/2024/12/04292024-006.pdf.

Сведения об авторах:

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

E-mail: ms.zinaida.tolyanina@yandex.ru

ORCID iD 0000-0003-2937-3889

Web of Science ResearcherID HMV-0830-2023

Original article
PACS 01.40.Di
OCIS 000.2060
MSC 00A79

Development of a distance learning course on the theoretical physics of mesoscopic systems

Z. A. Tolyanina

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432000, Ulyanovsk, Russia

Submitted June 23, 2026
Resubmitted June 25, 2026
Published September 30, 2026

Abstract. A structured distance-learning course on the theoretical physics of mesoscopic systems has been developed using remote learning technologies within the Moodle learning management system. Focusing on nanocrystalline ceramics, the course is designed for senior undergraduate and graduate students specializing in condensed matter physics, materials science, and nanotechnology. The course aims to provide students with an understanding of the physical processes occurring in mesoscopic systems and the specific applications of nanocrystalline ceramics in modern technologies.

Keywords: course, distance learning course, theoretical physics, mesoscopic system, nanotechnology, nanocrystalline ceramics

References

1. Altunin K. K., Kolesova T. A. Development of elements for a distance learning course on physical nanoelectronics in the learning management system MOODLE // Nauka online. — 2022. — no. 1 (18). — P. 88–112. — URL: https://elibrary.ru/dutumg.

2. Altunin K. K., Shlenkina E. A. Development of an information system to support the study of metamaterial optics within a nano-optics course // Nauka online. — 2022. — no. 2 (19). — P. 75–88. — URL: https://elibrary.ru/pticsm.

3. Altunin K. K., Lebedev A. A. Development of a distance learning course on nanophysics in the learning management system MOODLE // Nauka online. — 2022. — no. 2 (19). — P. 60–74. — URL: https://elibrary.ru/mpcxsb.

4. Altunin K. K., Sorokina E. O. Development of lesson materials on the optics of nanocomposite materials for a course on the optics of thin-film and nanostructured coatings // Nauka online. — 2022. — no. 2 (19). — P. 18–30. — URL: https://elibrary.ru/wgfhkb.

5. Altunin K. K. Development of computer-based support for studying spasers within a nano-optics course // Nauka online. — 2018. — no. 4 (5). — P. 74–93. — URL: https://elibrary.ru/pvxfxn.

6. Altunin K. K., Petrova E. A. Development of a modular structure for the "Optics of metamaterials" distance learning course in the learning management system MOODLE // Nauka online. — 2019. — no. 1 (6). — P. 50–70. — URL: https://elibrary.ru/pgpsft.

7. Altunin K. K., Kartashova A. A. Development of an electronic educational resource on solar energy sector // Nauka online. — 2019. — no. 2 (7). — P. 15–32. — URL: https://elibrary.ru/omnoyk.

8. Timchenko V. M. Designing a remote course on the physics of mesoscopic systems // Nauka online. — 2023. — no. 4 (25). — P. 80–90. — URL: http://nauka-online.ru/wp-content/uploads/2024/01/04252023-005.pdf.

9. Ilushkina E. A. Developing a remote course on radio engineering devices for schools // Nauka online. — 2024. — no. 4 (29). — P. 60–72. — URL: http://nauka-online.ru/wp-content/uploads/2024/12/04292024-006.pdf.

Information about authors:

Zinaida Alekseevna Tolyanina — student of the Faculty of Physics, Mathematics and Technological Education of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ulyanovsk State Pedagogical University", Ulyanovsk, Russia.

E-mail: ms.zinaida.tolyanina@yandex.ru

ORCID iD 0000-0003-2937-3889

Web of Science ResearcherID HMV-0830-2023