

Секция 1

Компьютерные науки и информатика

1.1 Теоретическая информатика

Научная статья

УДК 004.77

ББК 22.18

ГРНТИ 20.53.23

ВАК 1.2.3.

PACS 01.40.Di

OCIS 000.2060

MSC 00A79

Разработка дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов

А. С. Акимова  ¹

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

Поступила в редакцию 15 июля 2025 года

После переработки 17 июля 2025 года

Опубликована 30 сентября 2025 года

Аннотация. Представлены результаты разработки дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов. Структура и содержание дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов обеспечивают комплексное и систематическое изложение основных технологий изготовления объёмных наноматериалов. Разработанный дистанционный курс обеспечивает эффективное обучение технологии изготовления объёмных наноматериалов.

Ключевые слова: наноматериал, объёмный наноматериал, курс, дистанционный курс, система управления обучением

¹E-mail: annaakimova028@gmail.com

Введение

Современные нанотехнологии играют ключевую роль в развитии материаловедения, электроники, медицины и энергетики. Однако доступ к качественному образованию в этой области ограничен, особенно в удалённых регионах. Разработка дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов призвана решить эту проблему, обеспечив широкий доступ к актуальным знаниям по технологии изготовления объёмных наноматериалов и практическим навыкам в области наноинженерии. Современные технологии производства наноматериалов требуют специалистов с глубокими знаниями в области наноинженерии. Развитие дистанционного обучения в области нанотехнологий способствует повышению доступности образования и подготовке квалифицированных кадров для высокотехнологичных отраслей промышленности. Однако доступ к качественному образованию в этой сфере ограничен, что обуславливает необходимость разработки дистанционных курсов. Рост спроса на специалистов в области нанотехнологий и необходимость доступного образования обуславливают важность разработки дистанционного образовательного курса, посвящённого технологии изготовления объёмных наноматериалов.

Объёмные наноматериалы представляют собой материалы, обладающие наноструктурными элементами размером менее 100 нм во всех трёх измерениях. Уникальные физические свойства объёмных наноматериалов определяются высокой плотностью границ зёрен, наноразмерными эффектами развитой поверхностью. Современные технологии изготовления объёмных наноматериалов требуют точного контроля параметров синтеза, включая температуру, давление, время обработки и химический состав. Оптимизация процессов позволяет добиваться улучшенных механических, термических и функциональных свойств.

Целью работы является разработка дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов, направленного на освоение технологий синтеза и обработки объёмных наноматериалов, с использованием современных образовательных методик для обеспечения усвоения теоретических и практических знаний по технологии изготовления объёмных наноматериалов.

Для достижения указанной цели в работе поставлены следующие задачи:

1. написание обзора литературы по дистанционным курсам о технологиях производства наноматериалов,
2. разработка модульной структуры курса, включающей теоретические модули по технологии изготовления объёмных наноматериалов,
3. разработка системы контроля теоретических знаний по технологии изготовления объёмных наноматериалов в рамках дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов.

Объектом исследования является процесс курс по технологии изготовления объёмных наноматериалов. Предметом исследования является процесс разработки дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов в системе управления обучением MOODLE.

Методы исследования включают следующие методы: анализ научной литературы по нанотехнологиям, компьютерные методы проектирования дистанционных курсов в системе управления обучением MOODLE. Материалы исследования включают научные публикации по нанотехнологиям, системе управления обучением MOODLE.

Научная новизна исследования заключается в том, что впервые предложена уникальная модульная структура дистанционного курса, сочетающая теорию и систему контроля теоретических знаний по технологии изготовления объёмных наноматериалов.

Гипотеза научного исследования заключается в том, что если применять современные образовательные технологии в дистанционном курсе по технологии изготовления объёмных наноматериалов, то можно повысить эффективность усвоения теоретического материала при интенсивном использовании системы контроля теоретических знаний в дистанционном курсе.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что исследование вносит вклад в развитие методики дистанционного обучения в области нанотехнологий, систематизирует подходы к преподаванию современных технологий синтеза объёмных наноматериалов. Практическая значимость исследования заключается в том, что создан готовый к внедрению дистанционный курс, который может быть адаптирован для внедрения в образовательные программы других вузов.

Обзор научных работ по дистанционным курсам о технологиях производства наноматериалов

Дистанционные курсы обучения наноматериалам могут эффективно интегрировать теоретические знания с практическими приложениями, как показывают различные образовательные методики. Например, однонедельный гибридный курс объединяет лекции с практическими лабораторными экспериментами, уделяя особое внимание социальным воздействиям и методам характеристики наноматериалов [1]. В статье [1] обсуждается однонедельный межсессионный лекционно-лабораторный гибридный курс, который сочетает теоретические основы и практические лабораторные эксперименты для обучения студентов наноматериалам и их общественному влиянию. Новый однонедельный межсессионный лекционно-лабораторный гибридный курс по наноматериалам предоставил комбинацию фоновой теории и практических лабораторных экспериментов для обучения студентов наноматериалам и нанотехнологиям. Кроме того, такие образовательные платформы улучшают обучение, предоставляя вычислительные ресурсы для моделирования нанoeлектронных приборов и устройств, тем самым повышая вовлечённость студентов и понимание сложных концепций [2]. В статье [2] обсуждается образовательная методология с использованием nanoHUB.org для обучения наноматериалам, в частности, в курсе по электронным материалам. Она включает практические лабораторные упражнения и мультимедийные ресурсы, улучшая понимание студентами наноматериалов и устройств посредством дистанционного обучения. Образовательная методология, которая использует вычислительные ресурсы, доступные на онлайн-платформе исследований и образования nanoHUB.org, для улучшения понимания студентами теоретических концепций, связанных с нанoeлектронными материалами и устройствами, тем самым становясь более мотивированными и удовлетворёнными. Фундаментальные свойства наноматериалов, такие как размерные эффекты и уникальные характеристики, имеют решающее значение для их применения в различных областях, включая медицину, электронику и науку об окружающей среде [3]. В работе [4] разработаны дистанционно управляемый сканирующий зондовый микроскоп, галерея визуализации изображений и ряд образовательных модулей с темами материалов в рамках веб-доступного модуля для студентов, чтобы исследовать наноматериалы с помощью учебных занятий на основе открытий, используя дистанционно управляемый сканирующий зондовый микроскоп для проведения экспериментов и улучшения их понимания концепций материаловедения. Поскольку нанотехнологии продолжают развиваться, спрос на комплексные образовательные ресурсы, которые охватывают как научные, так и практические аспекты наноматериалов, становится всё более важным.

Результаты разработки дистанционного курса

Опишем основные результаты разработки тематической структуры дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов в системе управления обучением MOODLE.

Базой исследования для создания дистанционного курса по дисциплине “Технология изготовления объёмных наноматериалов” в системе управления обучением MOODLE является образовательный портал ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И. Н. Ульянова».

Тема 1 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена введению в нанотехнологию и изучению основных постулатов нанотехнологии и нанодиагностики. Тема 2 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению наноматериалов и их классификация, материалов наносистемной техники, структуры наноматериалов, типов консолидированных наноматериалов. Тема 3 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению методов исследования и диагностика наноматериалов, нанообъектов и наносистем. Тема 4 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению методов получения металлосодержащих наноразмерных частиц. Тема 5 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению гибридных и супрамолекулярных материалов, нанопористых материалов, трубчатых материалов, полимерных материалов, полученных методом самосборки. Тема 6 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению атомно-зондовых нанотехнологий, нанозондового сверхлокального синтеза и модифицирования. Тема 7 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению технологии получения органических нанослойных композиций методом Ленгмюра-Блоджетт. Тема 8 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению размерных и функциональных свойств изолированных наночастиц и нанокристаллических порошков. Тема 9 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению микроструктуры компактных нанокристаллических материалов. Тема 10 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению квантовой механики наносистем. Тема 11 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению электропроводимости нанообъектов. Тема 12 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению фазового равновесия и термодинамики нанообъектов. Тема 13 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению реакционной способности и катализа. Тема 14 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению синергетики, самоорганизации и фрактальной геометрии нанообъектов. Тема 15 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению теории матричного синтеза, сборки, самосборки и молекулярного узнавания для веществ органической и неорганической природы. Тема 16 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению технологии производства объёмных наноматериалов для наноприборов, наномашин, наносистем. Тема 17 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению объёмных наноструктурных материалов и конструктивных объёмных наноматериалов. Тема 18 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению технологии получения нанопористых материалов. Тема 19 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению порошковых технологий компактирования материалов. Тема 20 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных нано-

материалов посвящена изучению технологии получения полимерных композиционных наноматериалов. Тема 21 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению технологии получения волокнистых композиционных материалов. Тема 22 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению технологии производства молекулярных устройств. Тема 23 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению механических свойств пористых и дисперсных систем. Тема 24 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению области применения наноматериалов и нанобиотехнологии.

Процесс создания структуры и элементов курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов на результаты анализа элементов других дистанционных курсов по аналогичной тематике [5–13]. В результате выполнения самостоятельной части работы созданы элементы курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов.

Приведём описание результатов разработки структуры и элементов дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов в системе управления обучением MOODLE.

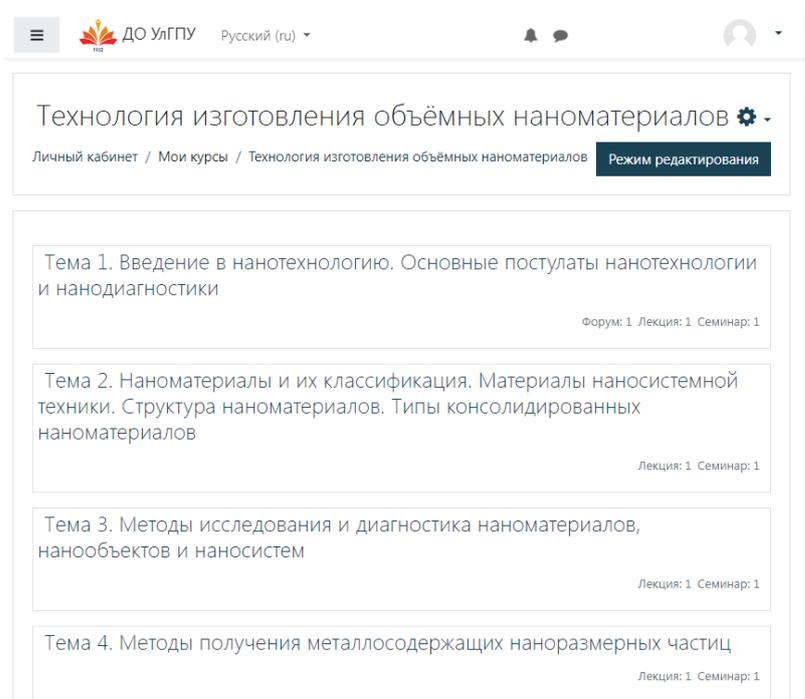


Рис. 1. Страница тематических модулей первой части дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 1 приведено изображение страницы тематических модулей первой части дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 2 приведено изображение страницы тематических модулей второй части дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 3 приведено изображение страницы тематических модулей третьей части дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 4 приведено изображение страницы тематических модулей четвёртой части дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов, со-

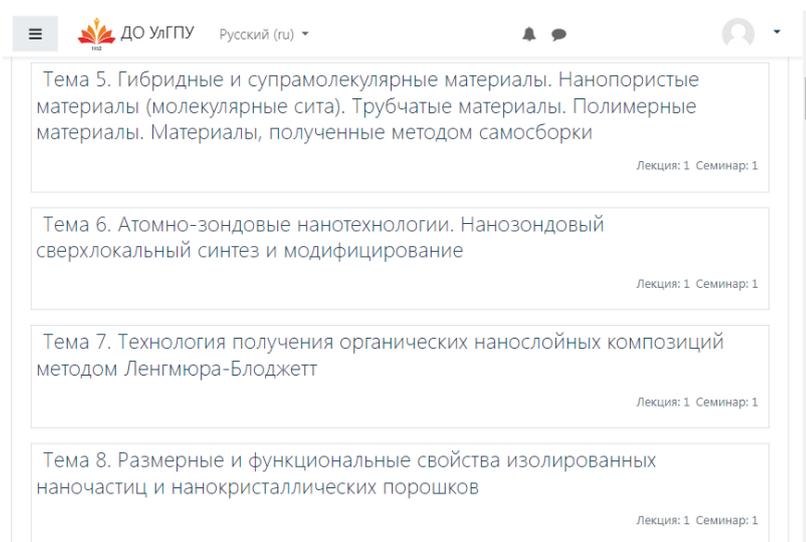


Рис. 2. Страница тематических модулей второй части дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

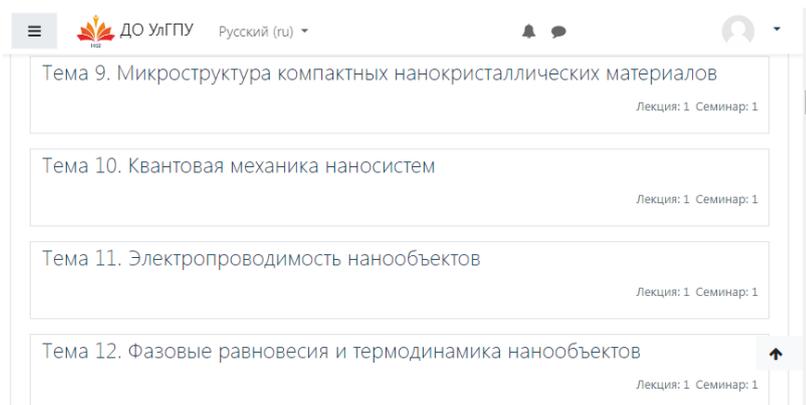


Рис. 3. Страница тематических модулей третьей части дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

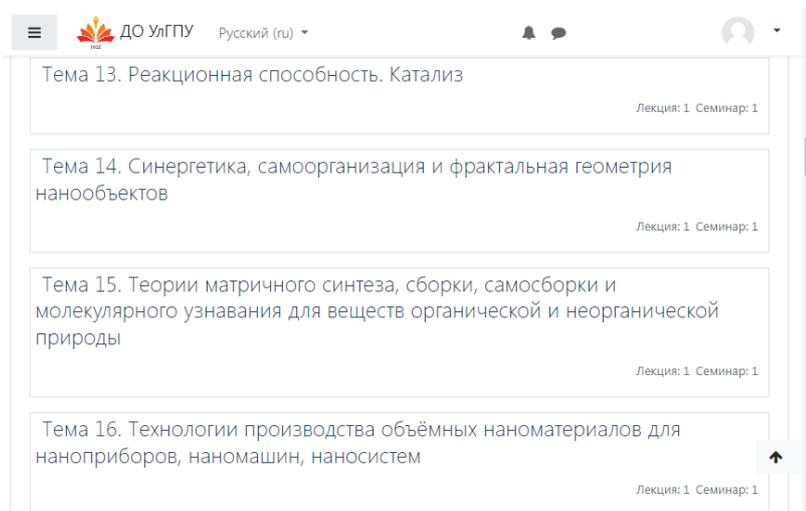


Рис. 4. Страница тематических модулей четвёртой части дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

зданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

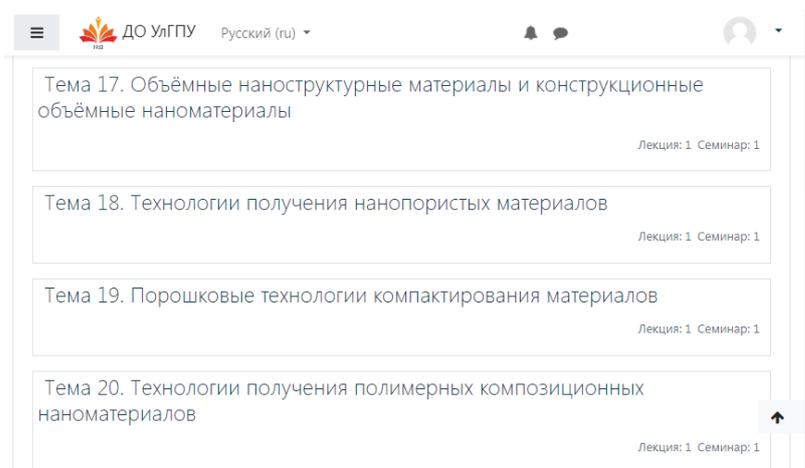


Рис. 5. Страница тематических модулей пятой части дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 5 приведено изображение страницы тематических модулей пятой части дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

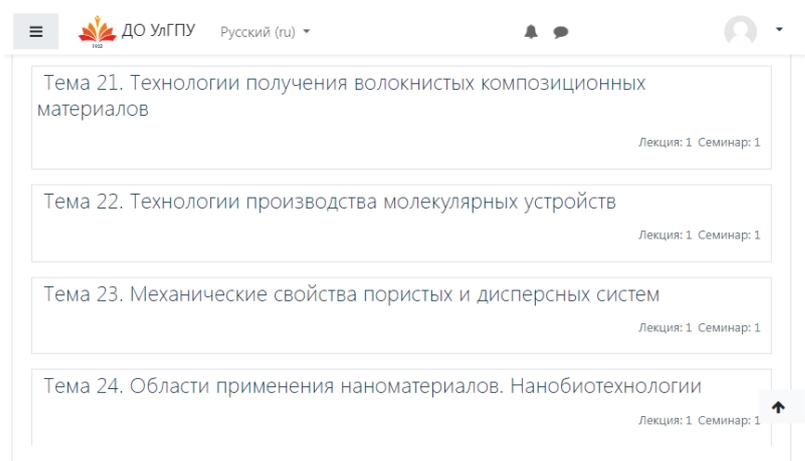


Рис. 6. Страница тематических модулей шестой части дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

На рис. 6 приведено изображение страницы тематических модулей шестой части дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

Лекция 1 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена введению в нанотехнологию и изучению основных постулатов нанотехнологии и нанодиагностики. Лекция 2 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению наноматериалов и их классификация, материалов наносистемной техники, структуры наноматериалов, типов консолидированных наноматериалов. Лекция 3 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению методов исследования и

диагностика наноматериалов, нанообъектов и наносистем. Лекция 4 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению методов получения металлосодержащих наноразмерных частиц. Лекция 5 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению гибридных и супрамолекулярных материалов, нанопористых материалов, трубчатых материалов, полимерных материалов, материалов, полученных методом самосборки. Лекция 6 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению атомно-зондовых нанотехнологий, нанозондового сверхлокального синтеза и модифицирования. Лекция 7 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению технологии получения органических нанослойных композиций методом Ленгмюра-Блоджетт. Лекция 8 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению размерных и функциональных свойств изолированных наночастиц и нанокристаллических порошков. Лекция 9 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению микроструктуры компактных нанокристаллических материалов. Лекция 10 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению квантовой механики наносистем. Лекция 11 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению электропроводимости нанообъектов. Лекция 12 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению фазового равновесия и термодинамики нанообъектов. Лекция 13 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению реакционной способности и катализа. Лекция 14 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению синергетики, самоорганизации и фрактальной геометрии нанообъектов. Лекция 15 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению теории матричного синтеза, сборки, самосборки и молекулярного узнавания для веществ органической и неорганической природы. Лекция 16 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению технологии производства объёмных наноматериалов для наноприборов, наномашин, наносистем. Лекция 17 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению объёмных наноструктурных материалов и конструкционных объёмных наноматериалов. Лекция 18 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению технологии получения нанопористых материалов. Лекция 19 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению порошковых технологий компактирования материалов. Лекция 20 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению технологии получения полимерных композиционных наноматериалов. Лекция 21 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению технологии получения волокнистых композиционных материалов. Лекция 22 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению технологии производства молекулярных устройств. Лекция 23 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению механических свойств пористых и дисперсных систем. Лекция 24 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящена изучению области применения наноматериалов и нанобиотехнологии.

Семинар 1 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящён обсуждению введения в нанотехнологию и изучению основных постулатов нанотехнологии и нанодиагностики. Семинар 2 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящён обсуждению наноматериалов

и их классификации, материалов наносистемной техники, структуры наноматериалов, типов консолидированных наноматериалов. Семинар 3 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящён обсуждению методов исследования и диагностика наноматериалов, нанообъектов и наносистем. Семинар 4 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящён обсуждению методов получения металлосодержащих наноразмерных частиц. Семинар 5 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящён обсуждению гибридных и супрамолекулярных материалов, нанопористых материалов, трубчатых материалов, полимерных материалов, материалов, полученных методом самосборки. Семинар 6 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящён обсуждению атомно-зондовых нанотехнологий, нанозондового сверхлокального синтеза и модифицирования. Семинар 7 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящён обсуждению технологии получения органических нанослойных композиций методом Ленгмюра-Блоджетт. Семинар 8 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящён обсуждению размерных и функциональных свойств изолированных наночастиц и нанокристаллических порошков. Семинар 9 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящён обсуждению микроструктуры компактных нанокристаллических материалов. Семинар 10 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящён обсуждению квантовой механики наносистем. Семинар 11 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящён обсуждению электропроводимости нанообъектов. Семинар 12 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящён обсуждению фазового равновесия и термодинамики нанообъектов. Семинар 13 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящён обсуждению реакционной способности и катализа. Семинар 14 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящён обсуждению синергетики, самоорганизации и фрактальной геометрии нанообъектов. Семинар 15 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящён обсуждению теории матричного синтеза, сборки, самосборки и молекулярного узнавания для веществ органической и неорганической природы. Семинар 16 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящён обсуждению технологии производства объёмных наноматериалов для наноприборов, наномашин, наносистем. Семинар 17 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящён обсуждению объёмных наноструктурных материалов и конструкционных объёмных наноматериалов. Семинар 18 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящён обсуждению технологии получения нанопористых материалов. Семинар 19 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящён обсуждению порошковых технологий компактирования материалов. Семинар 20 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящён обсуждению технологии получения полимерных композиционных наноматериалов. Семинар 21 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящён обсуждению технологии получения волокнистых композиционных материалов. Семинар 22 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящён обсуждению технологии производства молекулярных устройств. Семинар 23 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящён обсуждению механических свойств пористых и дисперсных систем. Семинар 24 дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов посвящён обсуждению области применения наноматериалов и нанобиотехнологии.

Дистанционный курс по технологии изготовления объёмных наноматериалов является актуальным и востребованным в современном образовательном пространстве, поскольку нанотехнологии играют ключевую роль в развитии многих отраслей науки и техники. Структура и содержание дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов обеспечивают комплексное и систематическое изложение основных технологий изготовления объёмных наноматериалов. Использование современных образовательных технологий, таких как интерактивные задания, видеоматериалы, презентации и онлайн-тестирование, позволяет сделать процесс обучения более эффективным и привлекательным для студентов. Включение в курс информации о последних достижениях и тенденциях в области технологии изготовления объёмных наноматериалов стимулирует интерес студентов к данной тематике и способствует их профессиональному росту.

Заключение

Исследование вносит вклад в развитие методики дистанционного обучения в области нанотехнологий, систематизирует подходы к преподаванию современных технологий синтеза объёмных наноматериалов.

Выводы по работе можно сформулировать следующим образом:

1. проведённый анализ литературы показал актуальность темы исследования,
2. разработанный курс обеспечивает эффективное обучение технологии изготовления объёмных наноматериалов,
3. разработанная система контроля знаний курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов обеспечивает эффективный контроль знаний студентов.

В результате работы создан готовый к внедрению дистанционный курс по технологии изготовления объёмных наноматериалов, который может быть адаптирован для внедрения в образовательные программы других вузов. Разработанный дистанционный курс по технологии изготовления объёмных наноматериалов свою эффективность и может быть масштабирован в высших образовательных учреждениях.

Гипотеза исследования, состоящая в том, что если применять современные образовательные технологии в дистанционном курсе по технологии изготовления объёмных наноматериалов, то можно повысить эффективность усвоения теоретического материала при интенсивном использовании системы контроля теоретических знаний в дистанционном курсе, подтверждена полностью.

Задачи работы решены полностью.

Показано, что дистанционный курс по технологии изготовления объёмных наноматериалов является актуальным и востребованным в современном образовательном пространстве, поскольку нанотехнологии играют ключевую роль в развитии многих отраслей науки и техники. Структура и содержание дистанционного курса по технологии изготовления объёмных наноматериалов обеспечивают комплексное и систематическое изложение основных технологий изготовления объёмных наноматериалов.

Список использованных источников

1. Walters Keith A., Bullen Heather A. Development of a nanomaterials one-week intersession course // Journal of chemical education. — 2008. — oct. — Vol. 85, no. 10. — P. 1406. — URL: <http://dx.doi.org/10.1021/ED085P1406>.
2. de la Rosa Jose M. Using nanoHUB.org for teaching and learning nanoelectronic devices in materials engineering // Proceedings of the 2012 IEEE global engineering education conference (EDUCON). — IEEE, 2012. — apr. — P. 1–4. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/EDUCON.2012.6201018>.

3. Filella M. Nanomaterials // Comprehensive sampling and sample preparation. — Elsevier, 2012. — P. 109–124. — ISBN: 9780123813749. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-381373-2.00032-6>.
4. Learning materials science via the web using nanospheres and scanning probe microscopes / Eddie W. Ong [et al.] // MRS Proceedings. — 2000. — Vol. 632. — URL: <http://dx.doi.org/10.1557/PROC-PROC-632-HH7.5>.
5. Карасева П. П. Разработка онлайн-курса по физике наносистем и наноустройств в современных технологиях // Наука online. — 2024. — № 3 (28). — С. 39–51. — URL: <http://nauka-online.ru/wp-content/uploads/2024/09/03282024-003.pdf>.
6. Алтунин К. К., Колесова Т. А. Разработка элементов дистанционного курса по физической нанoeлектронике в системе управления обучением MOODLE // Наука online. — 2022. — № 1 (18). — С. 88–112. — URL: <https://elibrary.ru/dutumg>.
7. 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/pticism>.
8. Алтунин К. К., Лебедев А. А. Разработка дистанционного курса по нанofизике в системе управления обучением MOODLE // Наука online. — 2022. — № 2 (19). — С. 60–74. — URL: <https://elibrary.ru/mpcxsb>.
9. Алтунин К. К., Сорокина Е. О. Разработка материалов занятия по оптике нанокomпозитных материалов в курсе по оптике тонкослойных и наноструктурных покрытий // Наука online. — 2022. — № 2 (19). — С. 18–30. — URL: <https://elibrary.ru/wgfhkb>.
10. 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>.
11. Алтунин К. К., Петрова Е. А. Разработка модульной структуры дистанционного курса «Оптика метаматериалов» в системе управления обучением MOODLE // Наука online. — 2019. — № 1 (6). — С. 50–70. — URL: <https://elibrary.ru/pgpsft>.
12. 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>.
13. Сорокина Е. С. Результаты создания сайта по электрическим явлениям в курсе физики основной школы // Наука online. — 2022. — № 3 (20). — С. 109–124. — URL: <http://nauka-online.ru/wp-content/uploads/2023/01/03202022-007.pdf>.

Сведения об авторах:

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

E-mail: annaakimova028@gmail.com

ORCID iD  0000-0002-3677-4265

Web of Science ResearcherID  HNMV-0785-2023

Original article
PACS 01.40.Di
OCIS 000.2060
MSC 00A79

Development of a distance learning course on the technology of manufacturing bulk nanomaterials

A. S. Akimova 

Ulyanovsk State Pedagogical University, 432071, Ulyanovsk, Russia

Submitted July 15, 2025
Resubmitted July 17, 2025
Published September 30, 2025

Abstract. The results of the development of a distance learning course on the technology of manufacturing bulk nanomaterials are presented. The structure and content of the distance learning course on the technology of manufacturing bulk nanomaterials provide a comprehensive and systematic presentation of the main technologies of manufacturing bulk nanomaterials. The developed distance learning course ensures effective training in the technology of manufacturing bulk nanomaterials.

Keywords: nanomaterial, bulk nanomaterial, course, distance learning course, learning management system

References

1. Walters Keith A., Bullen Heather A. Development of a nanomaterials one-week inter-session course // *Journal of chemical education*. — 2008. — oct. — Vol. 85, no. 10. — P. 1406. — URL: <http://dx.doi.org/10.1021/ED085P1406>.
2. de la Rosa Jose M. Using nanoHUB.org for teaching and learning nanoelectronic devices in materials engineering // *Proceedings of the 2012 IEEE global engineering education conference (EDUCON)*. — IEEE, 2012. — apr. — P. 1–4. — URL: <http://dx.doi.org/10.1109/EDUCON.2012.6201018>.
3. Filella M. Nanomaterials // *Comprehensive sampling and sample preparation*. — Elsevier, 2012. — P. 109–124. — ISBN: 9780123813749. — URL: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-381373-2.00032-6>.
4. Learning materials science via the web using nanospheres and scanning probe microscopes / Eddie W. Ong [et al.] // *MRS Proceedings*. — 2000. — Vol. 632. — URL: <http://dx.doi.org/10.1557/PROC-PROC-632-HH7.5>.
5. Karaseva P. P. Development of an online course on the physics of nanosystems and nanodevices in modern technologies // *Nauka online*. — 2024. — no. 3 (28). — P. 39–51. — URL: <http://nauka-online.ru/wp-content/uploads/2024/09/03282024-003.pdf>.
6. Altunin K. K., Kolesova T. A. Development of elements of a distance learning course on physical nanoelectronics in the learning management system MOODLE // *Science Online*. — 2022. — no. 1 (18). — P. 88–112. — URL: <https://elibrary.ru/dutung>.

7. Altunin K. K., Shlenkina E. A. Development of an information system to support the study of the topic of metamaterials as part of a course on nanooptics // Science online. — 2022. — no. 2 (19). — P. 75–88. — URL: <https://elibrary.ru/pticsm>.
8. Altunin K. K., Lebedev A. A. Development of a distance learning course on nanophysics in the learning management system MOODLE // Science online. — 2022. — no. 2 (19). — P. 60–74. — URL: <https://elibrary.ru/mpcxsb>.
9. Altunin K. K., Sorokina E. O. Development of lesson materials on the optics of nanocomposite materials in a course on the optics of thin-film and nanostructured coatings // Science online. — 2022. — no. 2 (19). — P. 18–30. — URL: <https://elibrary.ru/wgfhkb>.
10. Altunin K. K. Development of computer support for studying the topic of spasers in a course on nanooptics // Science online. — 2018. — no. 4 (5). — P. 74–93. — URL: <https://elibrary.ru/pvxfxn>.
11. Altunin K. K., Petrova E. A. Development of a modular structure for the distance learning course “Optics of metamaterials” in the learning management system MOODLE // Science online. — 2019. — no. 1 (6). — P. 50–70. — URL: <https://elibrary.ru/pgpsft>.
12. Altunin K. K., Kartashova A. A. Development of an electronic educational resource on solar energy // Nauka online. — 2019. — no. 2 (7). — P. 15–32. — URL: <https://elibrary.ru/omnoyk>.
13. Sorokina E. S. Results of creating a website on electrical phenomena in a basic school physics course // Science online. — 2022. — no. 3 (20). — P. 109–124. — URL: <http://nauka-online.ru/wp-content/uploads/2023/01/03202022-007.pdf>.

Information about authors:

Anna Sergeevna Akimova — 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: annaakimova028@gmail.com

ORCID iD  0000-0002-3677-4265

Web of Science ResearcherID  H MV-0785-2023