

## Секция 2


---

### Физико-математические науки

---

Научная статья  
УДК 372.8  
ББК 74.489  
ГРНТИ 14.35.09  
ВАК 13.00.02  
PACS 01.40.-d  
OCIS 220.2945  
MSC 78-11

### Разработка дистанционного курса по нанобиотехнологиям

К. К. Алтунин  <sup>1</sup>

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

Поступила в редакцию 5 ноября 2022 года  
После переработки 6 ноября 2022 года  
Опубликована 12 декабря 2022 года

---

**Аннотация.** Рассматривается результат разработки дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале педагогического университета. Рассмотрены теоретические проблемы создания дистанционного курса по нанобиотехнологиям. В основе дистанционного курса по нанобиотехнологиям лежит фундаментальная проблема использования нанотехнологий в биологических объектах. Для создания дистанционного курса по нанобиотехнологиям выбрана модульная технология дистанционного курса, позволяющая поддерживать темп изучения курса по нанобиотехнологиям. Описаны результаты разработки модульной структуры курса, лекций, теоретических элементов и элементов контроля знаний по нанобиотехнологиям.

**Ключевые слова:** нанобиотехнологии, дистанционный курс, модульная структура курса, элементы контроля знаний, система управления обучением MOODLE

---

<sup>1</sup>E-mail: kostya\_altunin@mail.ru

## Введение

В настоящее время всё шире повсеместно используются различные технологии изучения физики в школах и учебных заведениях, по этой причине всё актуальнее становится задача разработки дистанционного курса по нанобиотехнологиям. В настоящее время стало возможным применение технологий дистанционного и смешанного обучения в университете.

Курс по нанобиотехнологиям посвящён изучению текущего состояния и будущего бионанотехнологий, а также преимущества и ограничения бионанотехнологий.

Бионанотехнология — это новая область исследований, возникшая на пересечении нанотехнологий и биотехнологий. Нанотехнология относится к проектированию, разработке и применению материалов, имеющих по крайней мере одно измерение в нанометровом масштабе, в то время как биотехнология разрабатывается на основе знаний о живых системах и организмах для создания или улучшения различных продуктов. Объединение нанотехнологий и биотехнологий прокладывает путь к разработке гибридной технологии с уникальными характеристиками. Таким образом, эта новая технология будет использоваться для улучшения нашего уровня жизни в различных аспектах от разработки новых лекарств, продуктов питания и функциональной косметики до внедрения новых методов анализа и лечения рака для защиты окружающей среды.

Целью работы является исследование технологии создания дистанционного курса по нанобиотехнологиям в системе управления обучением MOODLE.

Задачи исследования состоят в том, чтобы разработать модульную структуру дистанционного курса по нанобиотехнологиям, разработать систему лекций и элементов контроля знания по курсу по нанобиотехнологиям.

Объектом исследования является курс по нанобиотехнологиям.

Предметом исследования является процесс разработки курса по нанобиотехнологиям с использованием модульной технологии создания дистанционного курса в системе управления обучением MOODLE.

Гипотеза исследования состоит в том, что если использовать модульную технологию проектирования курса по нанобиотехнологиям, то можно эффективно управлять темпом продвижения по курсу.

Методами исследования являются компьютерные методы создания дистанционных курсов и систем контроля знаний по нанобиотехнологиям.

Материалами исследования являются теоретические материалы по нанобиотехнологиям.

Новизна исследования состоит в процессе разработки дистанционного курса по нанобиотехнологиям заключается в последовательном модульном использовании проектирования по нанобиотехнологиям.

Теоретическая значимость заключается в создании новой методологии преподавания курса по нанобиотехнологиям.

Практическая значимость работы заключается в применении смешанного курса в процессе преподавания нанобиотехнологиям в педагогическом университете.

## Обзор работ по нанобиотехнологиям

Цель исследования, описанного в статье [1], состояла в том, чтобы изучить отношение будущих преподавателей естественных наук к нанобиотехнологии в зависимости от различных переменных (их пол, уровень обучения, уровень образования семьи, уровень дохода семьи, регион их университета, частота преподавания тем нанотехнологии в их курсах и статус следующих научных публикаций). В настоящем исследовании был использован метод опроса. Данные исследования были получены из шкалы отноше-

ния к нанобиотехнологии и формы личной информации и применены к 1318 будущим учителям естественных наук. Собранные данные были проанализированы с помощью тестов Манна-Уитни и Крускала-Уоллиса. Было установлено, что отношение будущих преподавателей естественных наук к нанобиотехнологии различается в зависимости от уровня обучения, региона их университета, частоты преподавания тем нанотехнологий в их курсах и статуса следующих научных публикаций. Однако они не различались по полу, семейному образовательному статусу и статусу дохода. Результаты, полученные в результате исследования, отражающего профиль Турции, могут служить ориентиром для разработчиков политики в области образования, разработчиков программ, преподавателей и исследователей, работающих в области нанобиотехнологий.

Биомолекулярная инженерия может быть использована для целенаправленного манипулирования биомолекулами, такими как пептиды, белки, нуклеиновые кислоты и липиды, в рамках соотношений между их структурами, функциями и свойствами, а также их применимости в таких областях, как разработка новых биоматериалов, биосенсоры, биовизуализация, клиническая диагностика и терапия. Нанотехнологии также можно использовать для проектирования и настройки размеров, форм, свойств и функциональности наноматериалов. Таким образом, между нанотехнологиями и биомолекулярной инженерией существует значительное совпадение, поскольку обе они связаны со структурой и поведением материалов в нанометровом масштабе или меньше. Поэтому ожидается, что в сочетании с нанотехнологиями биомолекулярная инженерия откроет новые области нанобионанотехнологий и бионанотехнологий и внесёт вклад в разработку новых нанобиоматериалов, нанобиоустройств и нанобиосистем. В статье [2] освещаются недавние исследования с использованием сконструированных биологических молекул (например, олигонуклеотидов, пептидов, белков, ферментов, полисахаридов, липидов, биологических кофакторов и лигандов) в сочетании с функциональными наноматериалами в приложениях нанобионанотехнологий и бионанотехнологий, включая терапию, диагностику, биосенсор, биоанализ и биокатализаторы. Кроме того, в статье [2] основное внимание уделяется пяти областям последних достижений в области биомолекулярной инженерии: инженерия нуклеиновых кислот, генная инженерия, белковая инженерия, технологии химической и ферментативной конъюгации и инженерия линкеров. Ожидается, что точно спроектированные нанобиоматериалы, нанобиоустройства и нанобиосистемы станут платформами следующего поколения для биоэлектроники, биосенсоров, биокатализаторов, методов молекулярной визуализации, биологических приводов и биомедицинских приложений.

В статье [3] сообщается, что для успешной интеграции белков в биосенсоры или композитные материалы важно понимать свойства белков, например их растворимость в различных средах. Одним из самых неприятных моментов при манипуляциях с растворами белков и наночастицами, покрытыми белками, является их необратимое осаждение из раствора, что приводит к потере кропотливых усилий по подготовке образцов. Чаще всего такое осаждение происходит в изоэлектрической точке белка — значении рН, при котором суммарный заряд белка равен нулю. В общем, знание изоэлектрической точки белка важно, потому что оно сообщает диапазон кислотности раствора, при котором белок остается растворимым, и позволяет предсказать, как белок будет взаимодействовать с другими заряженными материалами. Современные методы определения изоэлектрической точки, такие как изоэлектрическое фокусирование, требуют относительно больших количеств белка, что неприемлемо, когда доступны только следовые количества. Подход, развитый в статье [3], был бы полезен для количественной оценки распределения белка по поверхности. Выполненный в наномасштабе, этот подход мог бы, например, помочь понять формирование белковых корон на поверхностях, подвергшихся воздействию сыворотки. Такой метод может помочь раскрыть истоки судьбы

наночастиц в живых системах, что в настоящее время является серьезной проблемой для разработки эффективных тераностических наночастиц.

Сочетание биомолекулярного распознавания и магнитных наночастиц создаёт огромные возможности для развития передовых технологий как в академических исследованиях, так и в промышленных секторах. В статье [4] рассматривается текущий прогресс в области гибридных систем магнитных наночастиц и биомолекул, в частности, используя пары распознавания ДНК-ДНК, ДНК-белок, белок-белок и белок-неорганические вещества в нескольких областях применения нанобиотехнологий, включая молекулярную биологию, диагностику, лечение, промышленные биокатализаторы и экологические разделения.

У нанобиотехнологий есть потенциал для создания интеллектуальных датчиков растений, которые взаимодействуют с электронными устройствами и приводят их в действие для повышения продуктивности растений, оптимизации и автоматизации распределения воды и агрохимикатов, а также обеспечения высокопроизводительного химического фенотипирования растений. Сокращение потерь урожая из-за стрессов, связанных с окружающей средой и патогенами, повышение эффективности использования ресурсов и выбор оптимальных характеристик растений являются основными проблемами в растениеводстве во всем мире. Новые технологии необходимы для точного мониторинга в режиме реального времени и с высоким пространственным и временным разрешением физиологических и связанных с развитием реакций растений на их микроокружение. Наноматериалы позволяют преобразовывать химические сигналы растений в цифровую информацию, которую можно отслеживать с помощью удаленных электронных устройств. В статье [5] обсуждается дизайн и взаимодействие интеллектуальных датчиков на основе нанобиотехнологий, которые сообщают о сигнальных молекулах растений, связанных с состоянием здоровья, сельскохозяйственным и фенотипическим устройствам с помощью оптических, беспроводных или электрических сигналов. В статье [5] описано, как опосредованная наноматериалами доставка генетически закодированных датчиков может выступать в качестве инструментов для исследований и разработки интеллектуальных датчиков растений. В статье [5] оцениваются рабочие параметры интеллектуальных датчиков на основе нанобиотехнологий в растениях (например, разрешение, чувствительность, точность и долговечность), включая оптические нанодатчики и носимые нанoeлектронные датчики. В заключение представлено интегрированное и перспективное видение того, как нанотехнологии могут обеспечить интеллектуальные датчики растений, которые взаимодействуют с электронными устройствами и приводят их в действие для мониторинга и оптимизации производительности отдельных растений и использования ресурсов.

Достижения в области нанотехнологий предоставили новый набор исследовательских инструментов, материалов, структур и систем для биологических и медицинских исследований и приложений. Эти нанотехнологии включают применение флуоресцентных квантовых точек для получения оптических изображений, дизайн поверхностей металлических наночастиц для сверхчувствительного биомолекулярного снятия отпечатков пальцев и использование наноструктур в качестве агентов гипертермии для лечения рака. В отличие от традиционных технологий, частицы, структуры и системы нанометрового размера могут быть наделены уникальными свойствами, просто изменяя их размер, форму и состав. Из-за настраиваемых свойств биологи и клиницисты могут разрабатывать материал по индивидуальному заказу для конкретных исследовательских нужд. В статье [6] освещаются последние достижения и прогресс в исследованиях бионанотехнологий, а также представляем будущие перспективы в этой комплексной области.

Белки семейства ферритинов встречаются во всех царствах жизни и служат для хра-

нения железа в белковой клетке и для защиты клетки от окислительного повреждения, вызванного реакцией Фентона. Структурные и биохимические особенности ферритинов широко используются в приложениях бионанотехнологий: от производства металлических наночастиц; в качестве шаблонов для полупроводникового производства; и в качестве каркасов для разработки вакцин и доставки лекарств. В статье [7] сначала обсуждаются структурные свойства основных белков семейства ферритинов и опишем, как их организация определяет их функции. Во-вторых, в статье [7] описываются применение ферритинов в материаловедении, основанное на их способности связывать металл в своих полостях. Наконец, в статье [7] исследуется использование ферритина в качестве контейнера для доставки лекарств и в качестве каркаса для производства вакцин.

Наночастицы золота являются важными компонентами для биомедицинских приложений. Наночастицы золота широко используются для диагностики и всё чаще используются в области терапии. В статье [8] представлены стратегии изготовления наночастиц золота и выделяем ряд недавних применений этих материалов в бионанотехнологии.

Благодаря своей центральной роли в молекулярных сетях, которые управляют клеточной функцией, рибонуклеиновая кислота широко используется для конструирования компонентов, используемых в биологических цепях для синтетической биологии. Нанотехнология нуклеиновых кислот, которая использует предсказуемые взаимодействия нуклеиновых кислот для реализации программируемых молекулярных систем, добилась значительных успехов в наномасштабной самосборке и молекулярных вычислениях, что позволяет создавать сложные наноструктуры и нейронные сети на основе дезоксирибонуклеиновой кислоты. Таким образом, живые клетки, генетически сконструированные для выполнения программ нанотехнологии нуклеиновых кислот, обладают выдающимся потенциалом для значительного расширения существующих ограничений синтетической биологии. В этой перспективе в статье [9] обсуждаются последние разработки и будущие проблемы в области синтетических бионанотехнологий. К настоящему времени исследователи в этой новой области внедрили десятки программируемых наноустройств на основе рибонуклеиновой кислоты, которые обеспечивают точный контроль над экспрессией генов на транскрипционном и трансляционном уровнях. Кроме того, они использовали синтетические самособирающиеся сети на основе рибонуклеиновой кислоты в сконструированных бактериях для выполнения вычислений, включающих до дюжины входных данных, и значительного увеличения скорости химического синтеза. Дальнейшему развитию этой области будут способствовать улучшенные стратегии для оптимизации синтеза сети нуклеиновых кислот и новые подходы для улучшения функции сети. По мере того, как эта область развивается и разрыв в сложности между системами сокращается, синтетическая бионанотехнология обещает иметь разнообразные потенциальные применения, начиная от внутриклеточных цепей, которые обнаруживают и лечат болезни, и заканчивая синтетическими ферментативными путями, которые эффективно производят новые молекулы лекарств.

В статье [10] рассмотрены основные свойства производных калликсарена как поливалентных лигандов для биомакромолекул и как многофункциональных катализаторов. Простота функционализации и возможность контролировать регио- и стереохимическое расположение множественных лигирующих единиц вокруг центрального ядра позволяют получать лиганды с высокой аффинностью и селективностью, особенно в отношении белков и нуклеиновых кислот. Гидрофильный/липофильный характер также можно точно настроить, что позволяет получать мономерные гибридные производные или амфифилы, способные к самосборке отдельно или в сочетании с липидами с образованием наночастиц и липосом, содержащих калликсарены. Полученные к настоящему времени знания проливают свет на будущее применение калликсаренов в бионанотехнологии и



наномедицине.

За последние несколько десятилетий исследователи разработали множество искусственных ферментов из различных материалов, чтобы имитировать структуру и функции природных ферментов. В последнее время нанозимы, наноматериалы с ферментоподобными характеристиками, появляются как новые искусственные ферменты и привлекают огромный интерес исследователей. Заметные успехи были достигнуты в области нанозимов благодаря их уникальным свойствам по сравнению с природными ферментами и классическими искусственными ферментами. До сих пор было изучено множество наноматериалов, имитирующих различные природные ферменты для широкого применения. Чтобы подчеркнуть недавний прогресс нанозимов (особенно в бионанотехнологии), в статье [11] обсуждаются различные применения нанозимов, которые варьируются от датчиков, изображений и терапии до логических вентилях, удаления загрязняющих веществ, очистки воды. Наконец, в статье [11] обращаются к текущим проблемам, стоящие перед исследованиями нанозимов, а также возможные направления реализации их большого потенциала в будущем.

В статье [12] описаны результаты разработки наночастиц с однородным ядром/оболочкой, состоящие из слоя кремнезема и пигментов или магнетитового ядра, используя метод микроэмульсии из воды в масле. Наночастицы обладают высокой люминесцентностью и фотостабильностью, их размер составляет от 5 до 400 нм. Биоконъюгация этих наночастиц кремнезема добавляет уникальные биофункции различным молекулам, таким как ферменты, антитела и молекулы дезоксирибонуклеиновой кислоты. Значительные преимущества были показаны в использовании биоконъюгированных наночастиц для биозондирования и биовизуализации, таких как окрашивание клеток, обнаружение и разделение дезоксирибонуклеиновой кислоты, быстрое обнаружение отдельных бактерий и биотехнологическое применение для защиты дезоксирибонуклеиновой кислоты.

Наночастицы золота обладают уникальными оптическими и химическими свойствами, которые делают их идеально подходящими для ряда применений в бионанотехнологиях, включая оптические зонды, адресную доставку лекарств и запрограммированный синтез материалов. Постоянной темой является универсальность наночастиц золота и то, как эту универсальность можно использовать для адаптации наночастиц золота к различным химическим средам — от водных суспензий до агрессивных условий клеточной культуры или кровотока человека. В статье [13] описаны оптические и химические свойства наночастиц золота, а также рассмотрен ряд конкретных применений в рамках бионанотехнологий.

Бионанотехнология является постоянно расширяющейся областью, поскольку инновации в нанотехнологиях продолжают разрабатываться на основе биологических систем или применяться для удовлетворения неудовлетворенных потребностей в биологии, биомедицине, включая различные решения для датчиков и доставки лекарств. Среди широкого спектра бионаноматериалов, которые были разработаны, бионаноматериалы, реагирующие на стимулы, представляют особый интерес, и поэтому в этом обзоре им уделяется особое внимание. В статье [14] выделены самые последние достижения в области бионаноматериалов, реагирующих на стимулы, с акцентом на те, которые обладают ответами, основанными на активации, расширении или сжатии, самосборке или разборке. В статье [14] уделено внимание некоторым из самых последних исследований в области бионанотехнологий и интересным приложениям в этой области.

В статье [15] обсуждается использование нанотехнологий для изоляции субклеточных компартментов и их применение к субклеточным системам. В статье [15] обсуждается использование нанотехнологий в биологии субклеточных систем. В статье [15] разрабатывается нанобиотехнологический подход с использованием суперпарамагнитных наночастиц, оптимизированных с различными поверхностными покрытиями для

выделения субклеточных органелл. Используя подход с погоней за импульсом, видно, что суперпарамагнитные наночастицы по-разному взаимодействуют с клеткой в зависимости от функционализации её поверхности. В статье [15] основное внимание уделяется использованию функционализированных суперпарамагнитных наночастиц в качестве инструмента нанобиотехнологии для выделения высококачественных (как по чистоте, так и по выходу) плазматических мембран и эндосом или лизосом. Такой инструмент нанобиотехнологии можно применять для создания реестров субклеточных компартментов. В перспективе эта стратегия может применяться в таких областях, как иммунология, рак и исследование стволовых клеток.

## Результаты разработки дистанционного курса

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

Общая трудоёмкость курса по нанобиотехнологиям составляет 4 зачётные единицы.

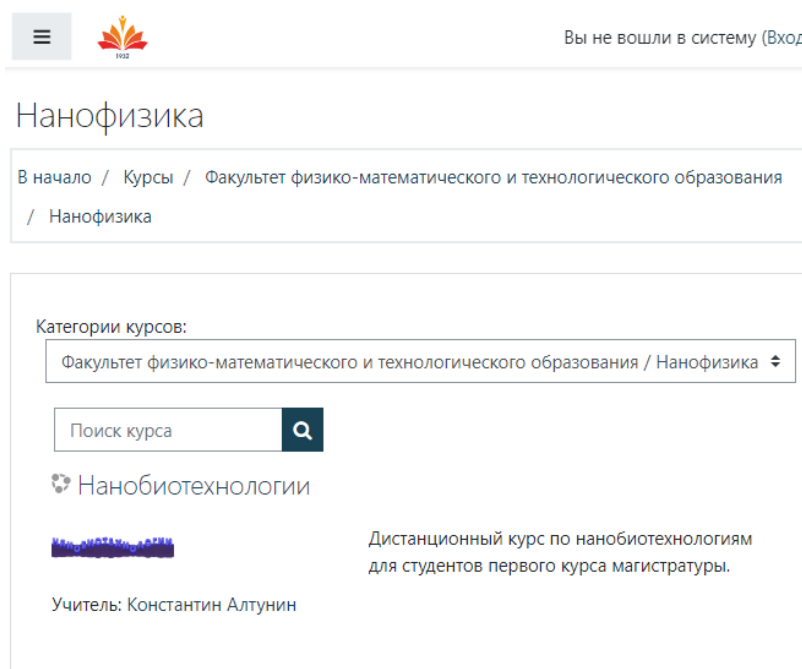


Рис. 1. Входная страница дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

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

На рис. 2 приведено изображение первой части тематических модулей дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Первая часть тематических модулей дистанционного курса по нанобиотехнологиям включает в себя модуль по наноматериалам, модуль по основным принципам формирования наносистем, модуль по молекулярным структурам и супракристаллам, модуль по нанобиоаналитическим системам.

На рис. 3 приведено изображение второй части тематических модулей дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале универси-

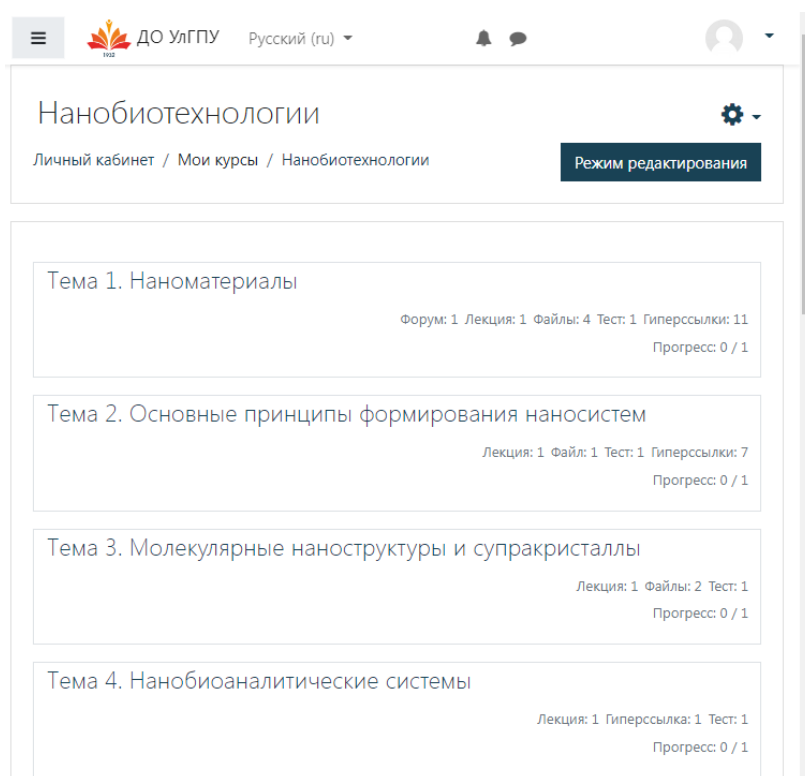


Рис. 2. Первая часть тематических модулей дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

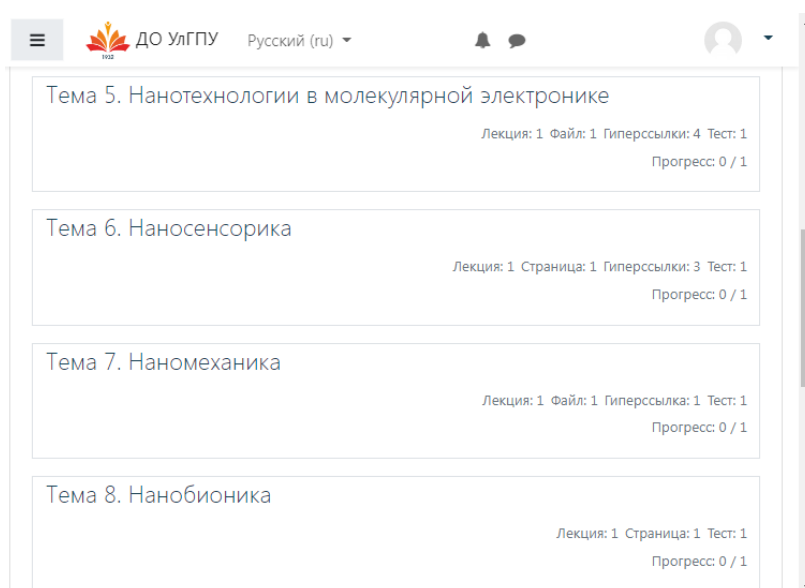


Рис. 3. Вторая часть тематических модулей дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

тета в системе управления обучением MOODLE. Вторая часть тематических модулей дистанционного курса по нанобиотехнологиям включает в себя модуль по нанотехнологиям в молекулярной электронике, модуль по наносенсорике, модуль по наномеханике, модуль по нанобионике.

На рис. 4 приведено изображение третьей части тематических модулей дистанцион-



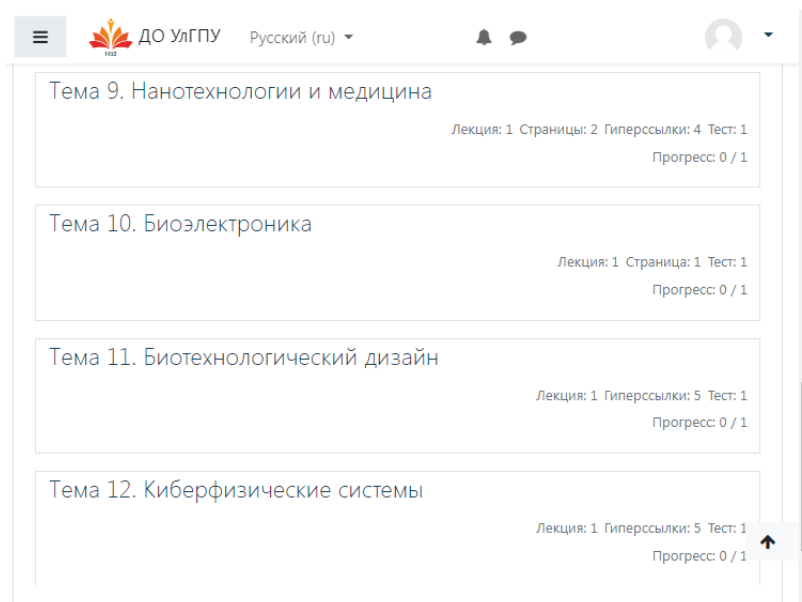


Рис. 4. Третья часть тематических модулей дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

ного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Третья часть тематических модулей дистанционного курса по нанобиотехнологиям включает в себя модуль по нанотехнологии и медицине, модуль по биоэлектронике, модуль по биотехнологическому дизайну, модуль по киберфизическим системам.

На рис. 5 приведено изображение страницы с избранными элементами первого тематического модуля по наноматериалам в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Элементы первого тематического модуля дистанционного курса по нанобиотехнологиям включают в себя лекцию о наноматериалах, файлы с информацией о структуре и свойствах наноматериалов, тест по теме о наноматериалах, гиперссылки на учебники по наноматериалам из электронных библиотечных систем.

На рис. 6 приведено изображение страницы с избранными элементами второго тематического модуля по основным принципам формирования наносистем в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Элементы второго тематического модуля дистанционного курса по нанобиотехнологиям включают в себя лекцию об основных принципах формирования наносистем, файл с информацией о методах получения наночастиц и наноматериалов, тест по теме об основных принципах формирования наносистем, гиперссылки на учебники по принципам формирования наносистем из электронных библиотечных систем.

На рис. 7 приведено изображение страницы с избранными элементами третьего тематического модуля по молекулярным структурам и супракристаллам в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Элементы третьего тематического модуля дистанционного курса по нанобиотехнологиям включают в себя лекцию о молекулярных структурах и супракристаллах, файлы с информацией о молекулярных структурах и супракристаллах, тест по теме о молекулярных структурах и супракристаллах, гиперссылки на учебники о молекулярных структурах и супракристаллах из

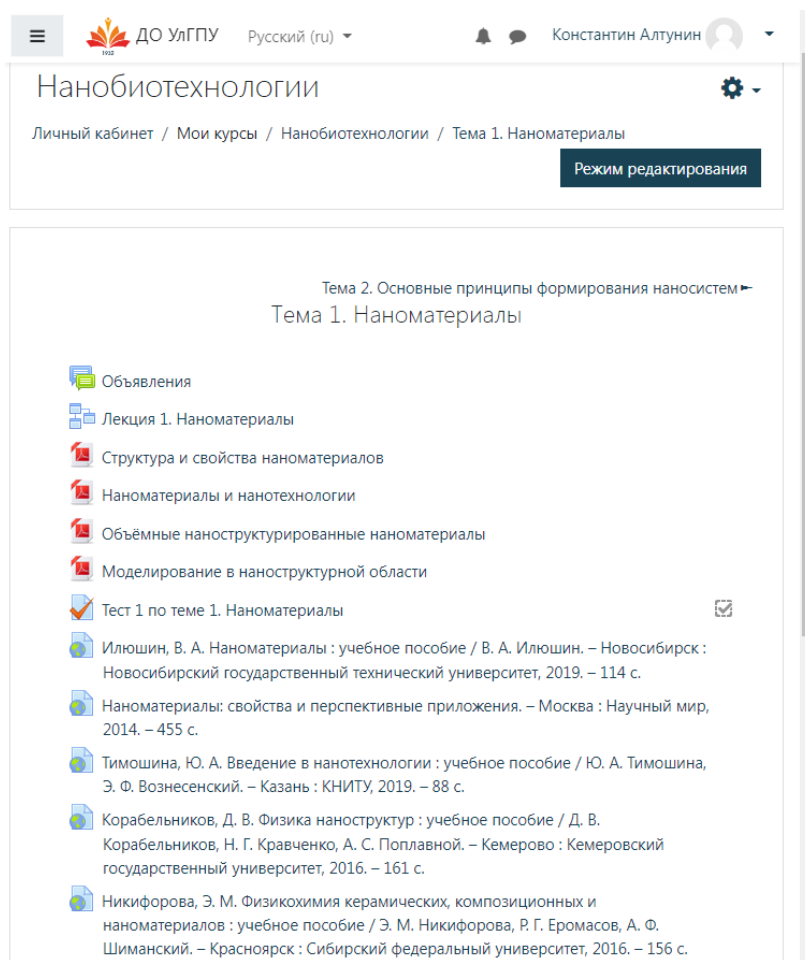


Рис. 5. Избранные элементы первого тематического модуля по наноматериалам в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

электронных библиотечных систем.

На рис. 8 приведено изображение страницы с избранными элементами четвёртого тематического модуля по нанобиоаналитическим системам в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Элементы четвёртого тематического модуля дистанционного курса по нанобиотехнологиям включают в себя лекцию о нанобиоаналитических системах, файлы с информацией о нанобиоаналитических системах, тест по теме о нанобиоаналитических системах, гиперссылки на учебники о нанобиоаналитических системах из электронных библиотечных систем.

На рис. 9 приведено изображение страницы с избранными элементами пятого тематического модуля по нанотехнологиям в молекулярной электронике в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Элементы пятого тематического модуля дистанционного курса по нанобиотехнологиям включают в себя лекцию о нанотехнологиях в молекулярной электронике, файлы с информацией о функциональной микроэлектронике, тест по теме о нанотехнологиях в молекулярной электронике, гиперссылки на учебники о нанотехнологиях в молекулярной электронике из электронных библиотечных систем.

На рис. 10 приведено изображение страницы с избранными элементами шестого тематического модуля по наносенсорике в составе дистанционного курса по нанобиотех-

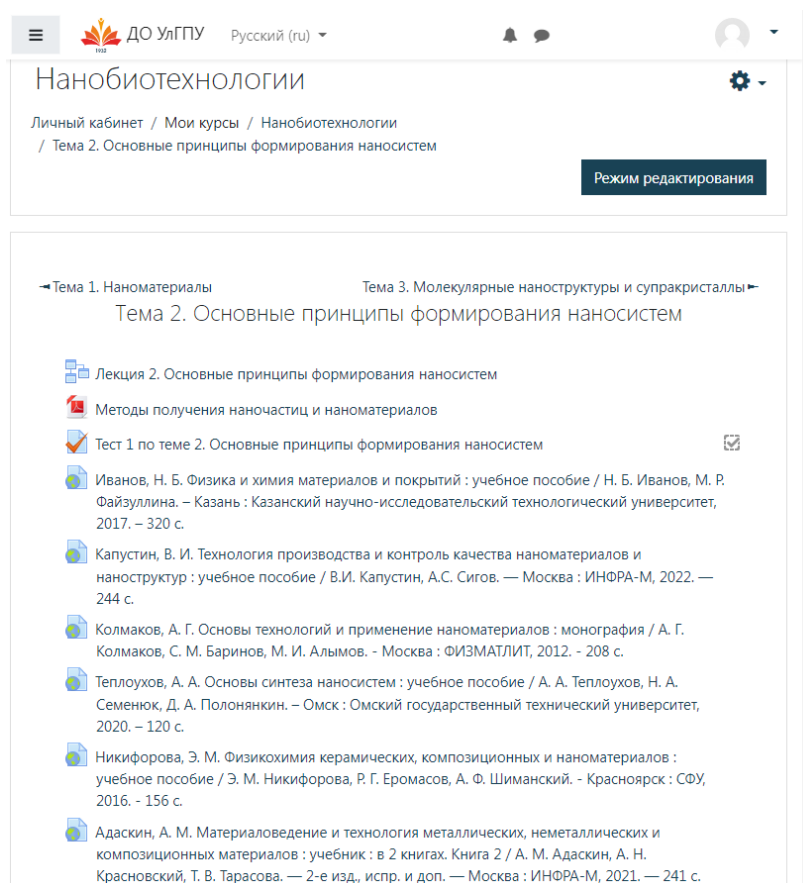


Рис. 6. Избранные элементы второго тематического модуля по основным принципам формирования наносистем в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

нологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Элементы шестого тематического модуля дистанционного курса по нанобиотехнологиям включают в себя лекцию о наносенсорике, страницу с информацией о химических сенсорах, файлы с информацией о наносенсорике, тест по теме о наносенсорике, гиперссылки на учебники о наносенсорике из электронных библиотечных систем.

На рис. 11 приведено изображение страницы с избранными элементами седьмого тематического модуля по наномеханике в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Элементы седьмого тематического модуля дистанционного курса по нанобиотехнологиям включают в себя лекцию о наномеханике, файлы с информацией о наномеханике, тест по теме о наномеханике, гиперссылки на учебники о наномеханике из электронных библиотечных систем.

На рис. 12 приведено изображение страницы с избранными элементами восьмого тематического модуля по нанобионике в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Элементы восьмого тематического модуля дистанционного курса по нанобиотехнологиям включают в себя лекцию о нанобионике, файлы с информацией о нанобионике, тест по теме о нанобионике, гиперссылки на учебники о нанобионике из электронных библиотечных систем.

На рис. 13 приведено изображение страницы с избранными элементами девятого те-

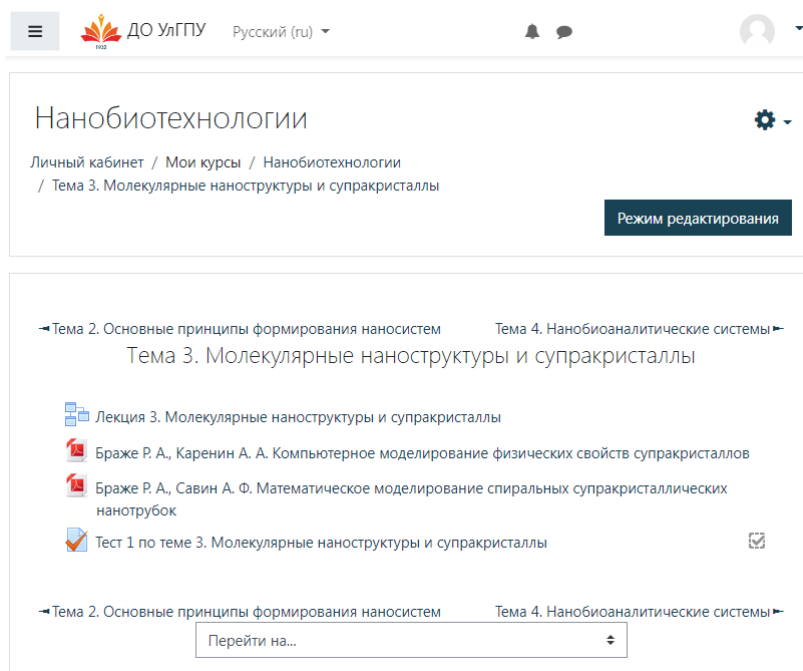


Рис. 7. Избранные элементы третьего тематического модуля по молекулярным структурам и супракристаллам в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

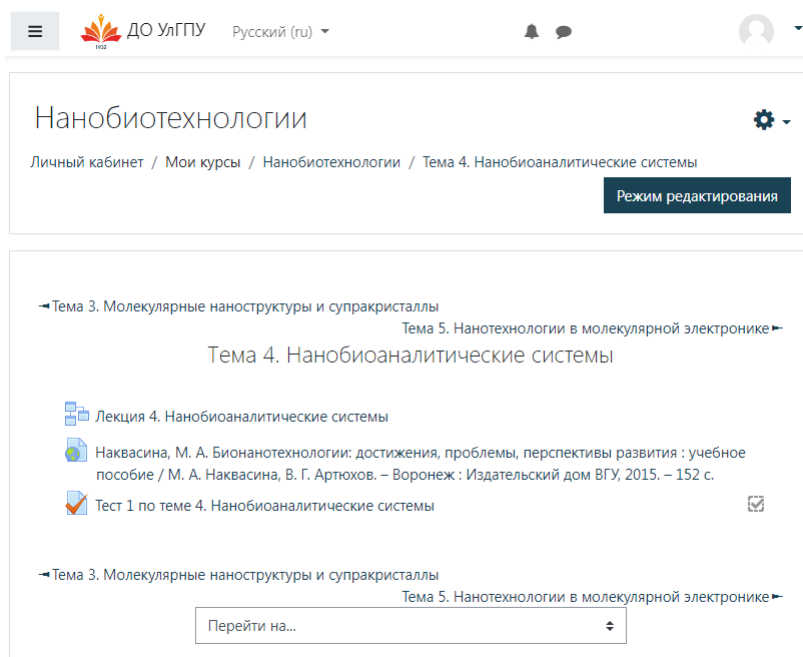


Рис. 8. Избранные элементы четвёртого тематического модуля по нанобиоаналитическим системам в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

матического модуля по нанотехнологиям и медицине в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Элементы девятого тематического модуля дистанционного курса по нанобиотехнологиям включают в себя лекцию о нанотехнологиях и медицине, файлы с информацией о нанотехнологиях и медицине, тест по теме о нано-

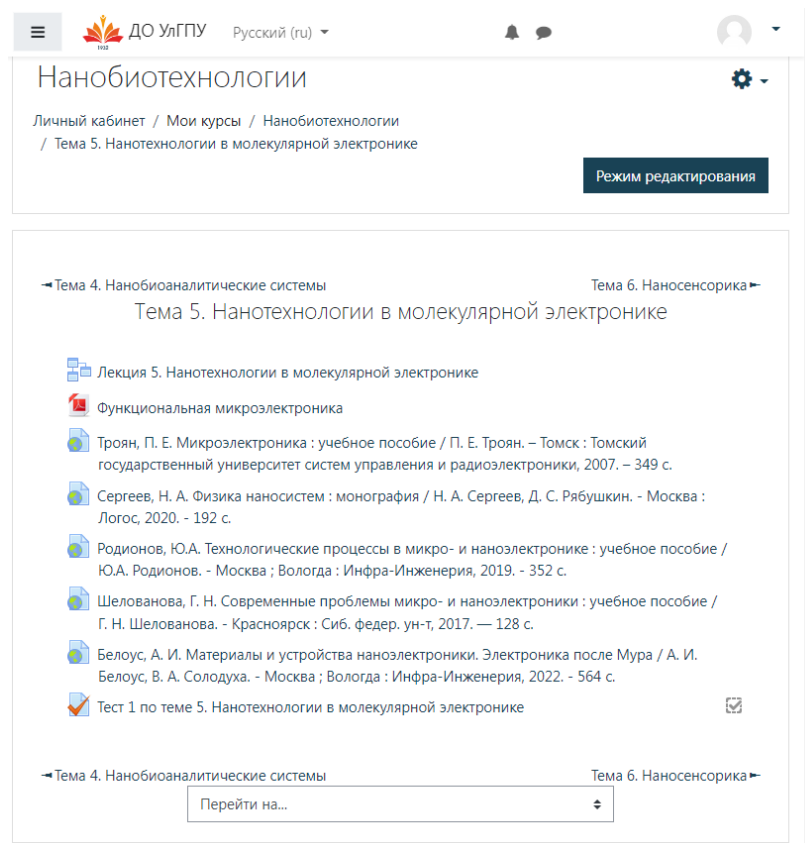


Рис. 9. Избранные элементы пятого тематического модуля по нанотехнологиям в молекулярной электронике в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

технологиях и медицине, гиперссылки на учебники о нанотехнологиях и медицине из электронных библиотечных систем.

На рис. 14 приведено изображение страницы с избранными элементами десятого тематического модуля по биоэлектронике в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Элементы десятого тематического модуля дистанционного курса по нанобиотехнологиям включают в себя лекцию о биоэлектронике, страницу с определением биоэлектроники, файлы с информацией о биоэлектронике, тест по теме о биоэлектронике, гиперссылки на учебники о биоэлектронике из электронных библиотечных систем.

На рис. 15 приведено изображение страницы с избранными элементами одиннадцатого тематического модуля по биотехнологическому дизайну в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Элементы одиннадцатого тематического модуля дистанционного курса по нанобиотехнологиям включают в себя лекцию о биотехнологическом дизайне, файлы с информацией о биотехнологическом дизайне, тест по теме о биотехнологическом дизайне, гиперссылки на учебники о биотехнологическом дизайне из электронных библиотечных систем.

На рис. 16 приведено изображение страницы с избранными элементами двенадцатого тематического модуля по киберфизическим системам в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE. Элементы двенадцатого тематического модуля

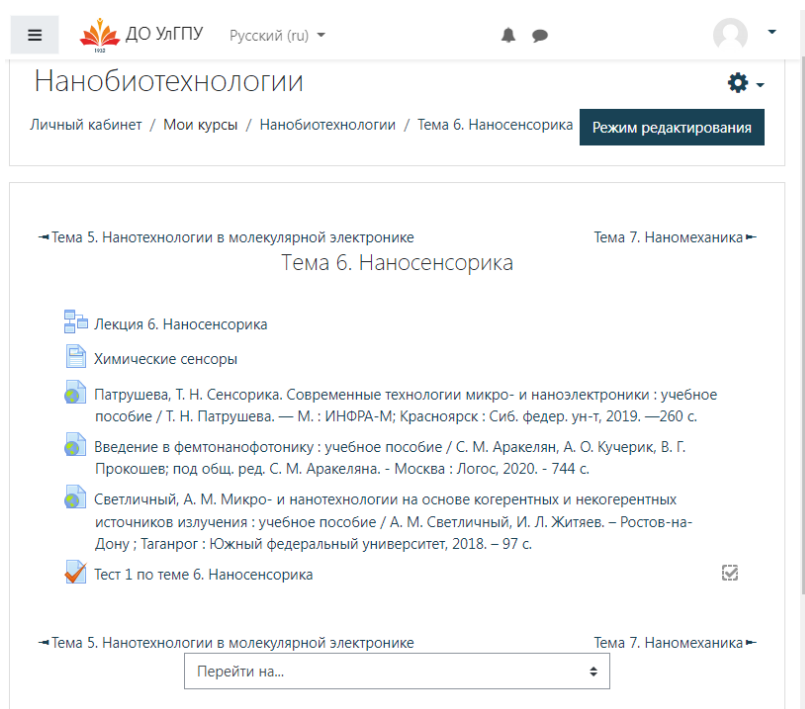


Рис. 10. Избранные элементы шестого тематического модуля по наносенсорике в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

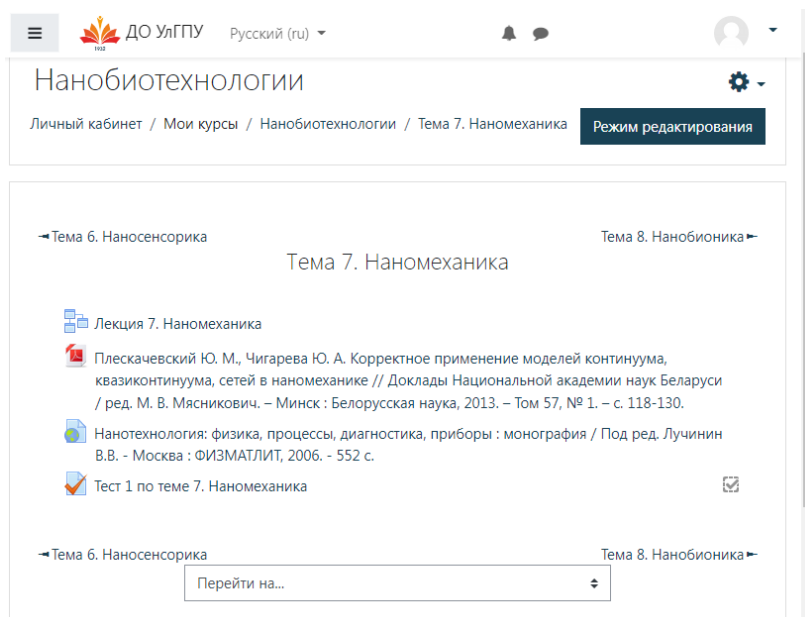


Рис. 11. Избранные элементы седьмого тематического модуля по наномеханике в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

ля дистанционного курса по нанобиотехнологиям включают в себя лекцию о киберфизических системах, файлы с информацией о киберфизических системах, тест по теме о киберфизических системах, гиперссылки на учебники о киберфизических системах из электронных библиотечных систем.

Проведённое всестороннее исследование процесса создания дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного при помощи инструментария системы управления



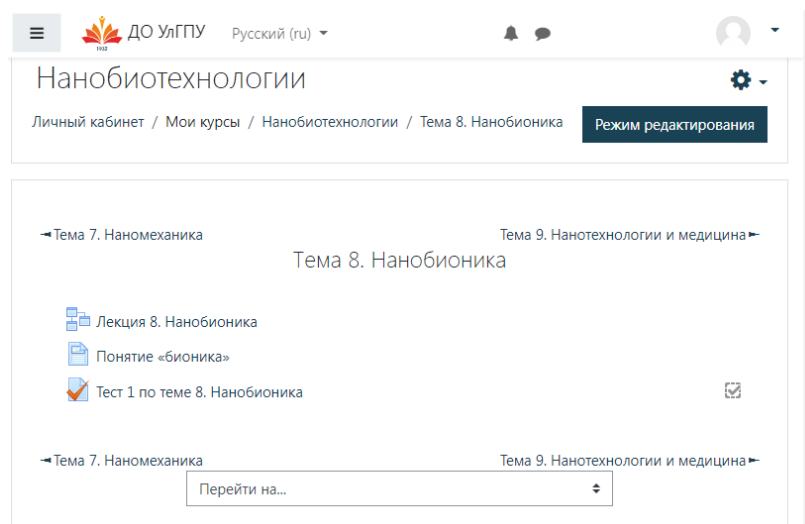


Рис. 12. Избранные элементы восьмого тематического модуля по нанобионике в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

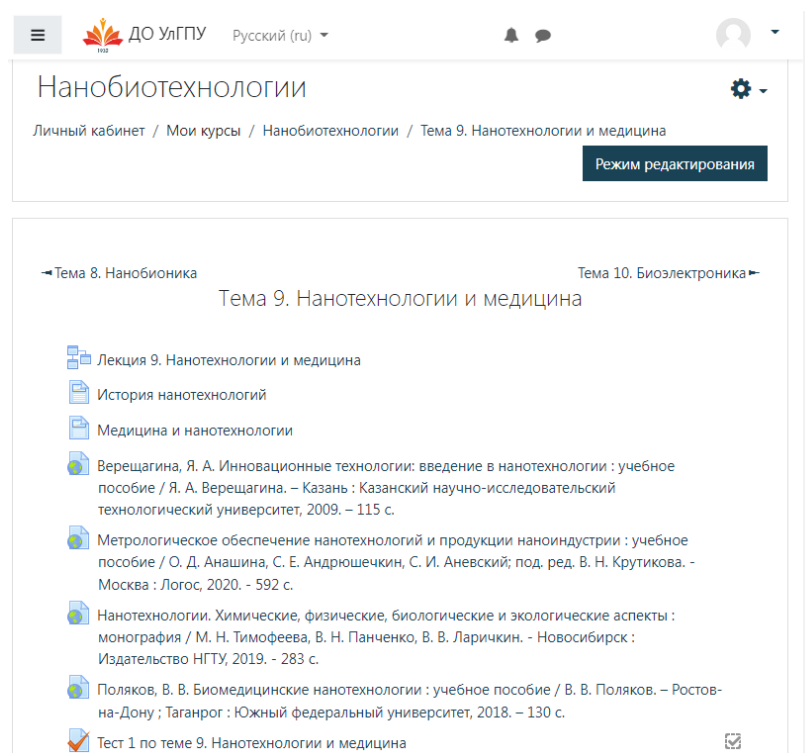


Рис. 13. Избранные элементы девятого тематического модуля по нанотехнологиям и медицине в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

обучением MOODLE, показало работоспособность и функциональную пригодность элементов дистанционного курса по нанобиотехнологиям.

## Заключение

В работе описан результат разработки курса по нанобиотехнологиям, созданного при помощи инструментария системы управления обучением MOODLE, который готов к началу использования в учебном процессе в педагогическом университете, позволяет

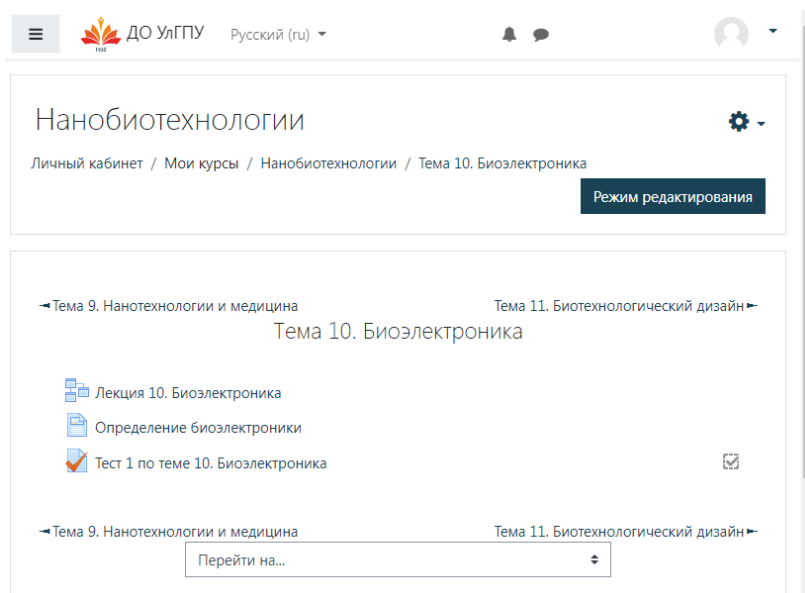


Рис. 14. Избранные элементы десятого тематического модуля по биозлектронике в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

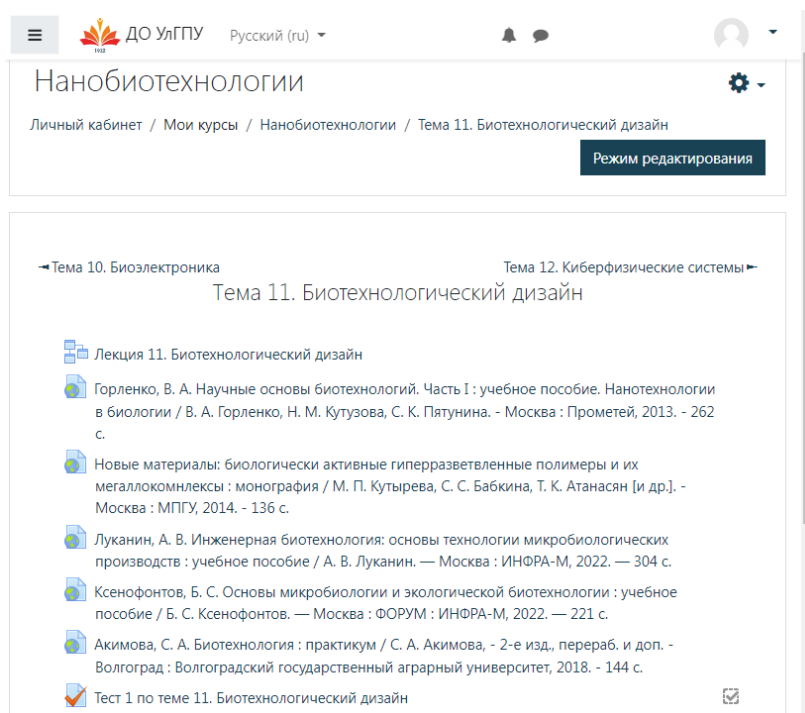


Рис. 15. Избранные элементы одиннадцатого тематического модуля по биотехнологическому дизайну в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

автоматизировать проверку знаний по нанобиотехнологиям. В работе описан процесс разработки основных элементов дистанционного курса по нанобиотехнологиям в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета. Дистанционный курс по нанобиотехнологиям, созданный при помощи инструментария системы управления обучением MOODLE, способствует систематизации хранения учебного материала по нанобиотехнологиям. При изучении курса по нанобиотехнологиям используется материал для подготовки в домашних условиях, который позволяет расширить

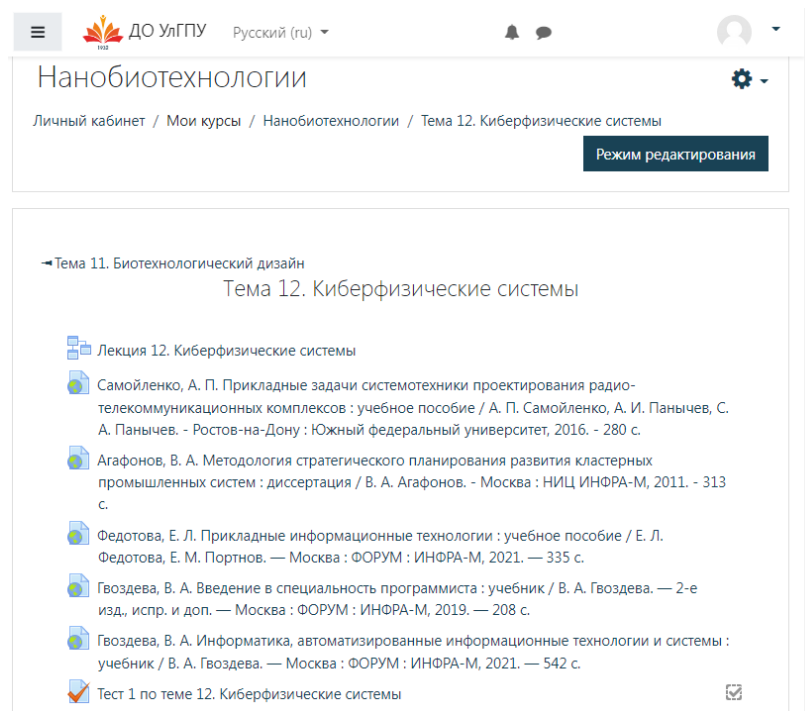


Рис. 16. Избранные элементы двенадцатого тематического модуля по киберфизическим системам в составе дистанционного курса по нанобиотехнологиям, созданного на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE.

учебное содержание, а также провести дифференциацию учебного материала в соответствии с индивидуальными потребностями и запросами студентов, изучающих курс по нанобиотехнологиям. В дистанционном курсе по нанобиотехнологиям, созданном при помощи инструментария системы управления обучением MOODLE, можно открывать и закрывать темы в соответствии со временем изучения, что позволяет поддерживать необходимый темп продвижения по дистанционному курсу по нанобиотехнологиям.

Написанный обзор научных работ по теме, связанной с исследованиями в области нанобиотехнологий, показал актуальность разработки дистанционного курса на нанобиотехнологиях. Написанный обзор научных работ по теме, связанной с исследованиями в области нанобиотехнологий, позволил наполнить модульную структуру дистанционного курса по нанобиотехнологиям.

В качестве подтверждения гипотезы исследования спроектирован дистанционный курс по нанобиотехнологиям при помощи инструментария системы управления обучением MOODLE, который основан на комбинации теоретических методов, численных методов, методов программирования в процессе изучения нанобиотехнологий. Дистанционный курс по нанобиотехнологиям позволяет повысить познавательный интерес студентов к нанобиотехнологиям по традиционной, смешанной и дистанционной формам обучения с применением компьютеров. Дистанционный курс по нанобиотехнологиям, созданный при помощи инструментария системы управления обучением MOODLE, способен стать эффективным помощником, автоматизирующим наиболее трудоёмкие элементы труда преподавателя в процессе преподавания учебных дисциплин междисциплинарной направленности. Дистанционный курс по нанобиотехнологиям, созданный на образовательном портале университета в системе управления обучением MOODLE, позволит планировать, организовывать и проводить изучение теоретического материала курса по нанобиотехнологиям в дистанционной или смешанной форме обучения. Разработанный дистанционный курс по нанобиотехнологиям в системе управления обучением MOODLE может занять особое место среди дистанционных курсов по техноло-

гической тематике, предназначенных для студентов университетов, обучающуюся на программах, связанных с изучением физики, математики и техники.

Использование курса по нанобиотехнологиям, созданного в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета, способствует интенсификации образовательного процесса, более осмысленному изучению материала по нанобиотехнологиям, приобретению навыков самоорганизации, превращению систематических знаний в системные знания, помогает развитию познавательной деятельности обучаемых и интереса к нанобиотехнологиям. У обучаемых, прошедших обучение с использованием образовательной технологии смешанного обучения с применением курса по нанобиотехнологиям в системе управления обучением MOODLE на образовательном портале университета происходит не только существенное развитие логического мышления, но и значительно повышается уровень рефлексивных действий с материалом, изучаемым на занятиях. Разработанная модульная структура дистанционного курса по нанобиотехнологиям позволяет поддерживать оптимальный темп при изучении курса по нанобиотехнологиям. С помощью разработанной системы элементов контроля знания дистанционного курса по нанобиотехнологиям можно проводить систематический контроль теоретических знаний по нанобиотехнологиям, в том числе автоматизированный контроль теоретических знаний по курсу по нанобиотехнологиям. Созданный дистанционный курс по нанобиотехнологиям готов к использованию в образовательном процессе в педагогическом университете на педагогических специальностях с профилем подготовки по физике и математике.

#### Список использованных источников

1. Vekli Gülşah Sezen. Multivariate assessment of prospective science teachers' attitudes towards nanobiotechnology // *Journal of Nanoparticle Research*. — 2020. — oct. — Vol. 22, no. 11. — URL: <https://doi.org/10.1007/s11051-020-05051-x>.
2. Nagamune Teruyuki. Biomolecular engineering for nanobio/bionanotechnology // *Nano Convergence*. — 2017. — apr. — Vol. 4, no. 1. — URL: <https://doi.org/10.1186/s40580-017-0103-4>.
3. Walker Gilbert C. Net charge of trace proteins // *Nature Nanotechnology*. — 2016. — jul. — Vol. 11, no. 9. — P. 739–740. — URL: <https://doi.org/10.1038/nnano.2016.143>.
4. Shen Wei-Zheng, Cetinel Sibel, Montemagno Carlo. Application of biomolecular recognition via magnetic nanoparticle in nanobiotechnology // *Journal of Nanoparticle Research*. — 2018. — may. — Vol. 20, no. 5. — URL: <https://doi.org/10.1007/s11051-018-4232-4>.
5. Nanobiotechnology approaches for engineering smart plant sensors / Juan Pablo Giraldo [et al.] // *Nature Nanotechnology*. — 2019. — jun. — Vol. 14, no. 6. — P. 541–553. — URL: <https://doi.org/10.1038/s41565-019-0470-6>.
6. Chan Warren C.W. Bionanotechnology progress and advances // *Biology of Blood and Marrow Transplantation*. — 2006. — jan. — Vol. 12, no. 1. — P. 87–91. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.bbmt.2005.10.004>.
7. He Didi, Marles-Wright Jon. Ferritin family proteins and their use in bionanotechnology // *New Biotechnology*. — 2015. — dec. — Vol. 32, no. 6. — P. 651–657. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2014.12.006>.

8. Yeh Yi-Cheun, Creran Brian, Rotello Vincent M. Gold nanoparticles: preparation, properties, and applications in bionanotechnology // *Nanoscale*. — 2012. — Vol. 4, no. 6. — P. 1871–1880. — URL: <https://doi.org/10.1039/c1nr11188d>.
9. Green Alexander A. Synthetic bionanotechnology: synthetic biology finds a toehold in nanotechnology // *Emerging Topics in Life Sciences*. — 2019. — oct. — Vol. 3, no. 5. — P. 507–516. — URL: <https://doi.org/10.1042/etls20190100>.
10. Baldini Laura, Casnati Alessandro, Sansone Francesco. Multivalent and multifunctional calixarenes in bionanotechnology // *European Journal of Organic Chemistry*. — 2020. — may. — Vol. 2020, no. 32. — P. 5056–5069. — URL: <https://doi.org/10.1002/ejoc.202000255>.
11. Wang Xiaoyu, Hu Yihui, Wei Hui. Nanozymes in bionanotechnology: from sensing to therapeutics and beyond // *Inorganic Chemistry Frontiers*. — 2016. — Vol. 3, no. 1. — P. 41–60. — URL: <https://doi.org/10.1039/c5qi00240k>.
12. Bionanotechnology based on silica nanoparticles / Weihong Tan [et al.] // *Medicinal Research Reviews*. — 2004. — Vol. 24, no. 5. — P. 621–638. — URL: <https://doi.org/10.1002/med.20003>.
13. Glomm Wilhelm R. Functionalized gold nanoparticles for applications in bionanotechnology // *Journal of Dispersion Science and Technology*. — 2005. — may. — Vol. 26, no. 3. — P. 389–414. — URL: <https://doi.org/10.1081/dis-200052457>.
14. Shah Rishabh A., Frazar Erin Molly, Hilt James Zach. Recent developments in stimuli responsive nanomaterials and their bionanotechnology applications // *Current Opinion in Chemical Engineering*. — 2020. — dec. — Vol. 30. — P. 103–111. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.coche.2020.08.007>.
15. Raj Deepak B. Thimiri Govinda, Khan Niamat Ali. Designer nanoparticle: nanobiotechnology tool for cell biology // *Nano Convergence*. — 2016. — sep. — Vol. 3, no. 1. — URL: <https://doi.org/10.1186/s40580-016-0082-x>.

#### 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](mailto: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  
OCIS 220.2945  
MSC 78-11

## Development of a distance course on nanobiotechnologies

K. K. Altunin 

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

Submitted November 5, 2022  
Resubmitted November 6, 2022  
Published December 12, 2022

---

**Abstract.** The result of the development of a distance course on nanobiotechnologies, created in the learning management system MOODLE on the educational portal of the Pedagogical University, is considered. Theoretical problems of creating a distance course on nanobiotechnologies are considered. The remote course on nanobiotechnologies is based on the fundamental problem of using nanotechnologies in biological objects. To create a distance course on nanobiotechnologies, a modular technology of a distance course was chosen, which allows maintaining the pace of studying a course on nanobiotechnologies. The results of the development of the modular structure of the course, lectures, theoretical elements and knowledge control elements on nanobiotechnologies are described.

**Keywords:** nanobiotechnologies, distance course, modular course structure, knowledge control elements, the learning management system MOODLE

---

### References

1. Vekli Gülşah Sezen. Multivariate assessment of prospective science teachers' attitudes towards nanobiotechnology // Journal of Nanoparticle Research. — 2020. — oct. — Vol. 22, no. 11. — URL: <https://doi.org/10.1007/s11051-020-05051-x>.
2. Nagamune Teruyuki. Biomolecular engineering for nanobio/bionanotechnology // Nano Convergence. — 2017. — apr. — Vol. 4, no. 1. — URL: <https://doi.org/10.1186/s40580-017-0103-4>.
3. Walker Gilbert C. Net charge of trace proteins // Nature Nanotechnology. — 2016. — jul. — Vol. 11, no. 9. — P. 739–740. — URL: <https://doi.org/10.1038/nnano.2016.143>.
4. Shen Wei-Zheng, Cetinel Sibel, Montemagno Carlo. Application of biomolecular recognition via magnetic nanoparticle in nanobiotechnology // Journal of Nanoparticle Research. — 2018. — may. — Vol. 20, no. 5. — URL: <https://doi.org/10.1007/s11051-018-4232-4>.
5. Nanobiotechnology approaches for engineering smart plant sensors / Juan Pablo Giraldo [et al.] // Nature Nanotechnology. — 2019. — jun. — Vol. 14, no. 6. — P. 541–553. — URL: <https://doi.org/10.1038/s41565-019-0470-6>.




6. Chan Warren C.W. Bionanotechnology progress and advances // *Biology of Blood and Marrow Transplantation*. — 2006. — jan. — Vol. 12, no. 1. — P. 87–91. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.bbmt.2005.10.004>.
7. He Didi, Marles-Wright Jon. Ferritin family proteins and their use in bionanotechnology // *New Biotechnology*. — 2015. — dec. — Vol. 32, no. 6. — P. 651–657. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2014.12.006>.
8. Yeh Yi-Cheun, Creran Brian, Rotello Vincent M. Gold nanoparticles: preparation, properties, and applications in bionanotechnology // *Nanoscale*. — 2012. — Vol. 4, no. 6. — P. 1871–1880. — URL: <https://doi.org/10.1039/c1nr11188d>.
9. Green Alexander A. Synthetic bionanotechnology: synthetic biology finds a toehold in nanotechnology // *Emerging Topics in Life Sciences*. — 2019. — oct. — Vol. 3, no. 5. — P. 507–516. — URL: <https://doi.org/10.1042/etls20190100>.
10. Baldini Laura, Casnati Alessandro, Sansone Francesco. Multivalent and multifunctional calixarenes in bionanotechnology // *European Journal of Organic Chemistry*. — 2020. — may. — Vol. 2020, no. 32. — P. 5056–5069. — URL: <https://doi.org/10.1002/ejoc.202000255>.
11. Wang Xiaoyu, Hu Yihui, Wei Hui. Nanozymes in bionanotechnology: from sensing to therapeutics and beyond // *Inorganic Chemistry Frontiers*. — 2016. — Vol. 3, no. 1. — P. 41–60. — URL: <https://doi.org/10.1039/c5qi00240k>.
12. Bionanotechnology based on silica nanoparticles / Weihong Tan [et al.] // *Medicinal Research Reviews*. — 2004. — Vol. 24, no. 5. — P. 621–638. — URL: <https://doi.org/10.1002/med.20003>.
13. Glomm Wilhelm R. Functionalized gold nanoparticles for applications in bionanotechnology // *Journal of Dispersion Science and Technology*. — 2005. — may. — Vol. 26, no. 3. — P. 389–414. — URL: <https://doi.org/10.1081/dis-200052457>.
14. Shah Rishabh A., Frazar Erin Molly, Hilt James Zach. Recent developments in stimuli responsive nanomaterials and their bionanotechnology applications // *Current Opinion in Chemical Engineering*. — 2020. — dec. — Vol. 30. — P. 103–111. — URL: <https://doi.org/10.1016/j.coche.2020.08.007>.
15. Raj Deepak B. Thimiri Govinda, Khan Niamat Ali. Designer nanoparticle: nanobiotechnology tool for cell biology // *Nano Convergence*. — 2016. — sep. — Vol. 3, no. 1. — URL: <https://doi.org/10.1186/s40580-016-0082-x>.

#### 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](mailto:kostya_altunin@mail.ru)

ORCID iD  0000-0002-0725-9416

Web of Science ResearcherID  I-5739-2014

SCOPUS ID  57201126207