Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ БИОМЕДИЦИНЫ

КАФЕДРА ТРАНСЛЯЦИОННОЙ МЕДИЦИНЫ

ОДОБРЕНО

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

НАНОТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ БИОМЕДИЦИНЫ

Направление подготовки (специальность) [1] 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки, час.	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
7	5	180	32	16	32		64	0	Э
Итого	5	180	32	16	32	16	64	0	

АННОТАЦИЯ

Излагаются основные сведения по применению нанотехнологий и наноматериалов при исследованиях свойств и направленной модификации биосистем, медицинской диагностике и лечении различных заболеваний. Приводится хронология развития нанотехнологий и вводятся основные определения, связанные с наноматериалами, нанотехнологиями, наносистемами. Излагаются основные подходы по физико-химическим методам формирования наноматериалов для биомедицинских применений, включая лазерные методы получения наночастиц. Обсуждается использование наночастиц в качестве люминесцентных меток при биовизуализации, а также как фотосенсибилизаторов, соносенсибилизаторов и активаторов гипертермии в терапии. Вводятся понятия «тераностика» и «нанотераностика» и обсуждается принципы их реализации для некоторых видов наночастиц. Приводятся основные сведения о плазмонах и использовании плазмонных эффектов в биомедицине. Обсуждается использование нелинейно-оптических эффектов и наноматериалов в биомедицине. Анализируются возможности применения наночастиц в рамановской биовизуализации. Излагаются базовые сведения об использовании наночастиц и наноматериалов как контрастных агентов в магниторезонансной томографии и носителей медицинских изотопов в ядерной медицине. Обсуждаются основные принципы биомедицинской наносенсорики, таргетной терапии, техники микрочипов и микрофлюидики.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формировании системы базовых знаний и получение практических навыков по методам получения и исследования наноматериалов биомедицинского назначения. Задачи освоения учебной дисциплины заключаются в знакомстве с основными принципами биомедицинских нанотехнологий, методам получения и свойствам наночастиц и наноматериалов биомедицинского назначения, а также в выполнении практических заданий по получению и исследованию биомедицинских наноматериалов, а также в изучении подходов используемых при разработке новых препаратов для медицины, разработке новых подходов к конструированию препаратов.

знать:

- Историю возникновения и основные этапы развития нанотехнологий;
- Методы теоретического описания и моделирования свойств наноструктур и наносистем;
- Потенциальные риски при производстве и использовании наноматериалов;
- Методы диагностики физических и химических свойств наносистем;
-Механические и электромеханические микро- и наноустройства, нанороботы;
- принципы и методы конструирования наносистем для адресной доставки лекарственных соединений к своим мишеням;
- принципы экспериментальной оценки времени циркуляции наносистем в организме;
- принципы определения степени накопления наноситем в различных органах;
- принципы конструирования экспериментальных установок для синтеза наночастиц;
- принципы и подходы для проведения конъюгации наночастиц с лекарственными соединениями;

- правила составления протоколов синтеза наноструктур и их конъюгации с целевыми агентами.

уметь:

- Расчитывать и приготовлять суспензии наночастиц с заданной концентрацией;
- Синтезировать коллоидные растворы наночастиц серебра различными методами;
- Примененять спектрофотометрию для экспресс-анализа свойств наноматериалов;
- Пользоваться программой Origin Pro и специализированным программным обеспечением для обработки экспериментальных данных и визуализации полученных результатов;
- находить оптимальные структуры наносистем для доставки лекарственных соединений к своим мишеням;
- рассчитывать себестоимость экспериментальных установок для синтеза наноструктур;
- рассчитывать себестоимость, собственно, наноструктур, исходя из стоимости компонентов лекарственных соединений и наночастиц;
- разрабатывать проекты технических условий и технического опписания как установок для синтеза, так и собственно синтезируемых изделий.

владеть:

- навыками работы с программой Origin Pro и специализированным программным обеспечением;
- навыками работы со спектрофотометром, спектрофлуориметром, прибором для исследования методом динамического рассеяния света;
- навыками работы с базовым химическим лабораторным оборудованием;
- навыками работы с микроскопом Renishaw invia Qontor raman microscope;
- навыками определения параметров наночастиц в зависимости от их структуры;
- навыками оценки устойчивости получаемых коллоидных растворов наночастиц используемых в процессе их синтеза;
- навыками оценки устойчивости конъюгатов в различных условиях, в частностив биологических жидкостях;
- навыками оценки преимуществ выбранной схемы в сравнении с известными решениями;
- навыками оценки экономической целесообразности использования проектируемых наноструктур в сравнении с существующими решениями данной задачи;
- навыками оформления экспериментального решения в форме протокола получения лечебных наноструктур.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Данная дисциплина читается после учебных курсов по общей физике и химии и предшествует курсам по молекулярной биологии и основам наномедицины.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	**Объект или область знания**	**Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)**	**Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции**
научно-исследовательский			
Проведение научных исследований на измерительном оборудовании в соответствии с инструкциями по эксплуатации и технической документацией; анализ результатов исследования, составление научных отчетов и подготовка публикаций по теме исследования; анализ имеющихся методов и оборудования, связанных с модификацией свойств наноматериалов и наноструктур; контроль качества новых методов измерения параметров наноматериалов и наноструктур; оценка временных затрат на стандартные и нестандартные методы измерения параметров наноматериалов и наноструктур.	Новые биомедицинские материалы и технологии, связанные с наноматериалами и нанотехнологиями	ПК-4.2 [1] - Способен проводить исследования в области разработки и внедрения новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур для биомедицинских применений. *Основание:* Профессиональный стандарт: 40.104	З-ПК-4.2[1] - Знать на высоком уровне структуру, физико-химические свойства и области применения наноматериалов и наноструктур для биомедицинских применений и руководства по эксплуатации измерительного оборудования.; У-ПК-4.2[1] - Уметь выбирать стандартные и нестандартные методы измерения параметров наноматериалов.; В-ПК-4.2[1] - Владеть навыками работы на измерительном оборудовании в соответствии с инструкциями по эксплуатации и технической документацией.
Проведение медико-биологических экспериментов с использованием	Новые биомедицинские материалы и технологии,	ПК-1 [1] - Способен оценивать эффективность применения	З-ПК-1[1] - Знать подходы к оценке эффективности применения

наноматериалов; обработка результатов исследования с применением современных технологий; анализ экспериментальных данных, составление отчетов и научных публикаций по результатам проведенных исследований; оценка эффективности применения биотехнических систем и технологий; проведение литературного и патентного поиска инновационных методов получения наноматериалов для биомедицинских применений.	связанные с наноматериалами и нанотехнологиями	биотехнических систем и технологий *Основание:* Профессиональный стандарт: 26.014	биотехнических систем и технологий; У-ПК-1[1] - Уметь проводить оценку эффективности применения биотехнических систем и технологий; В-ПК-1[1] - Владеть оценкой эффективности применения биотехнических систем и технологий
Проведение научных исследований на измерительном оборудовании в соответствии с инструкциями по эксплуатации и технической документацией; анализ результатов исследования, составление научных отчетов и подготовка публикаций по теме исследования; анализ имеющихся методов и оборудования, связанных с модификацией свойств наноматериалов и наноструктур; контроль качества новых методов измерения параметров наноматериалов и	Новые биомедицинские материалы и технологии, связанные с наноматериалами и нанотехнологиями	ПК-2 [1] - Способен к подготовке и анализу экспериментальных данных, составление отчетов и научных публикаций по результатам проведенных работ, участие во внедрении результатов в медико-биологическую практику *Основание:* Профессиональный стандарт: 26.014, 40.104	З-ПК-2[1] - Знать подготовку и анализ экспериментальных данных, составление отчетов и научных публикаций по результатам проведенных работ, участие во внедрении результатов в медико-биологическую практику; У-ПК-2[1] - Уметь составлять отчеты и научные публикации по результатам проведенных работ, участие во внедрении результатов в медико-биологическую практику; В-ПК-2[1] - Владеть подготовкой и анализом экспериментальных данных

наноструктур; оценка временных затрат на стандартные и нестандартные методы измерения параметров наноматериалов и наноструктур.			

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	**Задачи воспитания (код)**

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	**Наименование раздела учебной дисциплины**	**Недели**	**Лекции/ Практ. (семинары)/ Лабораторные работы, час.**	**Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)**	**Максимальный балл за раздел****	**Аттестация раздела (форма*, неделя)**	**Индикаторы освоения компетенции**
	7 Семестр						
1	Первый раздел	1-8	16/8/16		25	КИ-8	З-ПК-4.2, У-ПК-4.2, В-ПК-4.2, З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2
2	Второй раздел	9-16	16/8/16		25	КИ-16	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-4.2, У-ПК-4.2, В-ПК-4.2
	Итого за 7 Семестр		32/16/32		50		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				50	Э	З-ПК-4.2, У-ПК-4.2, В-ПК-4.2, З-ПК-1,

							У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	**Полное наименование**
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	**Темы занятий / Содержание**	**Лек., час.**	**Пр./сем., час.**	**Лаб., час.**
	7 Семестр	32	16	32
1-8	**Первый раздел**	16	8	16
1	**История возникновения и основные этапы развития нанотехнологий. Особенности физических взаимодействий в наносистемах** История возникновения и основные этапы развития нанотехнологий. Особенности физических взаимодействий в наносистемах	Всего аудиторных часов		
		2	1	2
		Онлайн		
		0	0	0
2	**Квантовый размерный эффект в наностуктурах. Методы теоретического описания и моделирования свойств наноструктур и наносистем** Квантовый размерный эффект в наностуктурах Методы теоретического описания и моделирования свойств наноструктур и наносистем	Всего аудиторных часов		
		2	1	2
		Онлайн		
		0	0	0
3	**Методы получения нанообъектов** Методы получения нанообъектов «сверху — вниз». Методы получения нанообъектов «снизу — вверх»	Всего аудиторных часов		
		2	1	2
		Онлайн		
		0	0	0
4	**Свойства нано-биосистем. Липидные наноструктуры, монослои, мицеллы, липосомы** Биосистемы для получения наноматериалов и наночастиц Липидные наноструктуры, монослои, мицеллы, липосомы	Всего аудиторных часов		
		2	1	2
		Онлайн		
		0	0	0
5	**Применение вирусных структур как инструментов нанотехнологий** Применение вирусных структур как инструментов нанотехнологий	Всего аудиторных часов		
		2	1	2
		Онлайн		
		0	0	0
6	**Молекулярная динамика в разработке наноструктур для биомедицины** Основы метода молекулярной динамики	Всего аудиторных часов		
		2	1	2
		Онлайн		

	Моделирование липидной молекулы	0	0	0
7	**Методы диагностики физических свойств наносистемта** Основы метода динамического рассеяния света Определение размеров наночастиц и обработка экспериментальных данных	Всего аудиторных часов		
		2	1	2
		Онлайн		
		0	0	0
8	**Методы диагностики химических свойств наносистем** Спектрофотометрия коллоидных растворов	Всего аудиторных часов		
		2	1	2
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	**Второй раздел**	16	8	16
9	**Наносенсорика** Получение и применение наночастиц и наноматериалов для повышения чувствительности сенсоров на биомолекулы	Всего аудиторных часов		
		2	1	2
		Онлайн		
		0	0	0
10	**Твердотельные наночастицы для биомедицинской визуализации** Твердотельные наночастицы для биомедицинской визуализации методами линейной и нелинейной оптики и магниторезонансной томографии	Всего аудиторных часов		
		2	1	2
		Онлайн		
		0	0	0
11	**Наночастицы для терапии онкологических заболеваний** Наночастицы как усилители действия ультразвука и теплового эффекта лазерного и высокочастотного электромагнитного излучений для терапии онкологических заболеваний	Всего аудиторных часов		
		2	1	2
		Онлайн		
		0	0	0
12	**Нанотераностика** Нанотераностика как сочетание терапии и диагностики на наномасштабе с использованием наночастиц и наноматериалов	Всего аудиторных часов		
		2	1	2
		Онлайн		
		0	0	0
13	**Изучение методов экономической оценки целесобразности применения наносистем для биомедицины** Изучение методов экономической оценки целесобразности применения наносистем для биомедицины. Определение конкретной задачи в плане выбора метода лекарственного воздействия, общей структуры наносистемы и локальной области воздействия. Формирование ТЗ. Анализ и проработка ТЗ; Поиск и анализ аналогов.	Всего аудиторных часов		
		2	1	2
		Онлайн		
		0	0	0
14	**Подготовка предложений по физическому принципу воздействия, и выбор структуры наносистемы, оптимальной при использовании выбранного принципа. Принципы технико-экономического обоснования выбора физичес** Подготовка предложений по физическому принципу воздействия, и выбор структуры наносистемы, оптимальной при использовании выбранного принципа. Принципы технико-экономического обоснования выбора	Всего аудиторных часов		
		2	1	2
		Онлайн		
		0	0	0

	физического принципа воздействия и соответствующей наносистемы.			
15	**Разработка предварительного протокола синтеза наносистемы; Выбор материалов и схемы установки для синтеза; Принципы расчёта себестоимости изделия** Разработка предварительного протокола синтеза наносистемы; Выбор материалов и схемы установки для синтеза; Принципы расчёта себестоимости изделия	Всего аудиторных часов		
		2	1	2
		Онлайн		
		0	0	0
16	**Проведение оценок адресности доставки лекарственного агента (или излучения) с точки зрения локальности воздействия** Проведение оценок адресности доставки лекарственного агента (или излучения) с точки зрения локальности воздействия	Всего аудиторных часов		
		2	1	2
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	7 Семестр
1	**Знакомство с лабораторным оборудованием, применяемым в нанотехнологиях, обзор оборудования лаборатории Молекулярной биофизики ГНЦ ИБХ РАН** Знакомство с лабораторным оборудованием, применяемым в нанотехнологиях, обзор оборудования лаборатории Молекулярной биофизики ГНЦ ИБХ РАН
2	**Работа с базовым оборудованием** Работа с базовым оборудованием (пипеточные дозаторы, миксеры, весы, центрифуга). Расчет и приготовление суспензий наночастиц с заданной концентрацией. Разделение наночастиц по размерам методом центрифугирования
3 - 4	**Динамическое рассеяние света** Метод динамического рассеяния света для экспресс-анализа размеров наночастиц
5	**Измерение спектров поглощения наночастиц на спектрофотометре пропускания и расчёт сечений поглощения** Измерение спектров поглощения наночастиц на спектрофотометре пропускания и расчёт сечений поглощения
6	**Молекулярная динамика** Знакомство с методом математического моделирования наноструктур и нанообъектов, применяемых в биологических и медицинских исследованиях
7	**Программа Avogadro** Моделирование методом молекулярной динамики липидных молекул с

	использованием программы Avogadro
8	**Изучение особенностей комбинационного рассеяния света биологических и медицинских образцов** Изучение особенностей комбинационного рассеяния света биологических и медицинских образцов (получение экспериментальных данных)
9	**Микроскоп Renishaw invia Qontor raman microscope** Знакомство с принципами работы конфокального рамановского микроскопа Renishaw invia Qontor raman microscope и основы работы на нём
10	**Наблюдение химических модификаций биообъектов помощью комбинационного рассеяния света** Наблюдение химических модификаций биообъектов помощью комбинационного рассеяния света
11	**Анализ химических свойств материалов с использованием метода сканирующей флуоресцентной конфокальной микроспектроскопии (ч.1)** Анализ химических свойств материалов с использованием метода сканирующей флуоресцентной конфокальной микроспектроскопии (ч.1)
12	**Анализ химических свойств материалов с использованием метода сканирующей флуоресцентной конфокальной микроспектроскопии (ч.2)** Анализ химических свойств материалов с использованием метода сканирующей флуоресцентной конфокальной микроспектроскопии (ч.2)
13	**Измерение спектров поглощения наночастиц на спектрофотометре пропускания и расчёт сечений поглощения** Измерение спектров поглощения наночастиц на спектрофотометре пропускания и расчёт сечений поглощения
14	**Проникновение в клетку флуоресцентно меченых лекарственных препаратов. Исследование процессов на примере культуры клеток на микромасштабе с помощью рамановского конфокального микроспектрометра** Проникновение в клетку флуоресцентно меченых лекарственных препаратов. Исследование процессов на примере культуры клеток на микромасштабе с помощью рамановского конфокального микроспектрометра
15	**Изучение методов экономической оценки целесобразности применения наносистем для биомедицины.** Определение конкретной задачи в плане выбора метода лекарственного воздействия, общей структуры наносистемы и локальной области воздействия. Формирование ТЗ. Анализ и проработка ТЗ; Поиск и анализ аналогов. Подготовка предложений по физическому принципу воздействия, и выбор структуры наносистемы, оптимальной при использовании выбранного принципа. Принципы технико-экономического обоснования выбора физического принципа воздействия и соответствующей наносистемы.
16	**Итоговое занятие** Итоговое занятие (разбор имеющихся вопросов)

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	**Темы занятий / Содержание**
	7 Семестр
1 - 3	**Электрохимическое получение наноматериалов для биомедицины** Электрохимическое получение пористого кремния для применения в биомедицинской диагностике и терапии онкологических заболеваний
4 - 5	**Лазерные методы получения бионаноматериалов** Лазерно-абляционные методы получения наночастиц для тераностики
6 - 7	**Лазерная медицина и нанотехнологии**

	Использование непрерывного и импульсного лазерного излучения и наночастиц для медицины
8	**Оптические методы в биомедицине** Использование наночастиц как контрастных агентов и сенсибилизаторов в биомедицинской визуализации и терапии
9 - 10	**Наночастицы для ядерной медицины** Использование наночастиц как носителей диагностических и терапевтическх радиоизотопов при решении задач ядерной медицины
11 - 12	**Исследование квантовых точек с использованием метода спектрофлуориметрии** Исследование квантовых точек с использованием метода спектрофлуориметрии
13 - 16	**Разработка предварительного протокола синтеза наносистемы; Выбор материалов и схемы установки для синтеза; Принципы расчёта себестоимости изделия. Проведение оценок адресности доставки лекарственного** Разработка предварительного протокола синтеза наносистемы; Выбор материалов и схемы установки для синтеза; Принципы расчёта себестоимости изделия. Проведение оценок адресности доставки лекарственного агента (или излучения) с точки зрения локальности воздействия

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Основные образовательные технологии состоят в использовании презентаций лекций, проведение семинарских занятий и коллоквиумов, а также практических занятий. Большой объем учебного времени отведен на научно-исследовательскую практику, что поможет развить навыки работы на современной аппаратуре и оборудовании, навыки практического использования методов физики, наночастиц и наноматериалов для решения практических задач в области диагностики и терапии социально-значимых заболеваний.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	**Индикаторы освоения**	**Аттестационное мероприятие (КП 1)**
ПК-1	З-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-2	З-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-4.2	З-ПК-4.2	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-4.2	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-4.2	Э, КИ-8, КИ-16

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

<table>
<tr><th>Сумма баллов</th><th>Оценка по 4-х балльной шкале</th><th>Отметка о зачете</th><th>Оценка ECTS</th></tr>
<tr><td>90-100</td><td>5 – «отлично»</td><td rowspan="7">«зачтено»</td><td>A</td></tr>
<tr><td>85-89</td><td rowspan="3">4 – «хорошо»</td><td>B</td></tr>
<tr><td>75-84</td><td>C</td></tr>
<tr><td>70-74</td><td rowspan="2">D</td></tr>
<tr><td>65-69</td><td rowspan="2">3 – «удовлетворительно»</td></tr>
<tr><td>60-64</td><td>E</td></tr>
<tr><td>ниже 60</td><td>2 – «неудовлетворительно»</td><td>«не зачтено»</td><td>F</td></tr>
</table>

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ П 85 Наноматериалы и нанотехнологии : учебник для вузов, Под р. п. [и др.], Санкт-Петербург: Лань, 2023

2. ЭИ Д 40 Наноматериалы. Свойства и сферы применения : учебное пособие, Метелица А. В. [и др.], Санкт-Петербург: Лань, 2021

3. 620 Е51 Функциональные наноматериалы : , Лукашин А.В., Елисеев А.А., Москва: Физматлит, 2010

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Е 30 Биомедицинские нанотехнологии: исследование действия наночастиц металлов на биологические объекты : учебник для вузов, Кубатиев А. А., Егорова Е. М., Москва: Юрайт, 2025

2. ЭИ З-14 Биотехнология : учебник и практикум для вузов, Калашникова Е. А., Живухина Е. А., Загоскина Н. В., Москва: Юрайт, 2025

3. ЭИ К 65 Методы исследования материалов и процессов : учебник для вузов, Мурга З. В., Гоголадзе И. А., Конюхов В. Ю., Москва: Юрайт, 2025

4. 620 К47 Микроскопические методы исследования материалов : , Эберхардт К.Н., Кларк Э.Р., Москва: Техносфера, 2007

5. 620 Ф 91 Физика. Нанотехнологии для биомедицины : Учебно-методическое пособие для учащихся инжененых классов московской школы, Фроня А.А., Тимошенко В.Ю., Москва: НИЯУ МИФИ, 2019

6. ЭИ Д 64 Физико-химия наночастиц : учебник для вузов, Доломатов М. Ю., Бахтизин Р. З., Доломатова М. М., Москва: Юрайт, 2025

7. 6 Я 34 Ядерные, лазерные, плазменные, цифровые нанотехнологии в арктической биомедицине : монография, Силенко А.Н. [и др.], Москва: Научный консультант, 2022

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

https://online.mephi.ru/

http://library.mephi.ru/

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Залогом успешного освоения дисциплины «Нанотехнологии для биомедицины» является обязательное посещение лекционных, семинарских и практических занятий, проводимых под руководством преподавателя, а также активная самостоятельная работа. Пропуск одного, тем более, нескольких, занятий может осложнить освоение разделов курса.

Лекционные занятия.

Лекции являются основным методическим руководством при изучении дисциплины, наиболее оптимальным образом, структурированным и скорректированным для усвоения материала курса. В лекции глубоко и подробно, аргументировано и методологически строго рассматриваются основные вопросы изучаемой темы, а также даются рекомендации на семинарские, практические и лабораторные занятия, указания на самостоятельную работу.

Студенту необходимо быть готовым к лекции, и к ее записи до прихода лектора в аудиторию, так как именно в первую минуту объявляется тема, формулируется основная цель, дается перечень важнейших вопросов. Без этого дальнейшее понимание лекции затрудняется.

Перед началом лекции необходимо повторить материал предыдущего занятия, поскольку при изложении материала лекции преподаватель, как правило, ориентируется на знания, которые должны быть у студентов, усвоивших материал всех предыдущих лекций. В противном случае новый материал на лекции с большой вероятностью будет усвоен не в полном объеме.

Ошибочно считать целью посещения лекционного занятия подробную запись лекции. Подробная запись лекции не сможет заменить конспекта при подготовке к экзамену. Во время лекции необходимо осмысливать сказанное преподавателем, конспектировать материал и задавать преподавателю вопросы.

Конспектировать следует только самое важное в рассматриваемой теме: формулировки определений и законов, выводы основных уравнений и формул, и то, что старается выделить преподаватель, на чем он акцентирует внимание студентов. Необходимо стараться отфильтровывать и сжимать подаваемый материал, более подробно записывать основную информацию и кратко – дополнительную. Записывать же материал следует в том случае, если понятно его содержание и смысл. Только при соблюдении этого условия конспектирование становится осмысленной, а не механической записью излагаемого материала.

По возможности следует вести записи своими словами, своими формулировками. Такое конспектирование означает, что студент на лекции работает творчески. Кроме того, оно развивает мышление студента и помогает ему научиться грамотно, излагать и свои собственные мысли. Для ускорения конспектирования следует пользоваться системой сокращенных записей.

Конспект должен вестись в отдельной тетради, рассчитанной на конспектирование семестрового курса лекций. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящиеся к теме информацию и рисунки.

Поскольку лекция предусматривает непосредственное, живое общение с преподавателем, то на лекции необходимо задавать преподавателю относящиеся к теме лекции вопросы. Вопросы на лекции необходимы не только потому, что они помогают обеспечить контакт лектора с аудиторией. Наличие диалога студентов с преподавателем повышает творческий потенциал обучаемых. Вопросы одного студента стимулируют творческую работу и его товарищей, способствуя углубленному изучению предмета. Вопросы помогают студентам лучше понять излагаемый материал

Прослушанный материал лекции следует проработать. От этого зависит прочность усвоения знаний, и, соответственно, качество восприятия последующей лекции. Только планомерная и целенаправленная обработка лекционного материала обеспечивает его надежное

закрепление в памяти. Повторение и воспроизведение материала лекции необходимо и при подготовке к лабораторным занятиям, а также при подготовке к проверочным контрольным работам.

Умение слушать лекцию и правильно её конспектировать, систематически, добросовестно и осознанно работать над конспектом с привлечением дополнительных источников – залог успешного усвоения учебного материала.

Практические занятия.

Практические занятия по дисциплине «Физические методы исследования наносистем» представлены:

− лабораторными занятиями по решению задач;

− семинарскими занятиями.

Практические занятия по решению задач дополняют лекционные занятия. Каждое практическое занятие начинается с вводной теоретической части, постановки задачи и плана эксперимента. Цель занятия должна быть понятна не только преподавателю, но и студентам. Это придает занятиям актуальность, а студентам – понимание, что дает решение поставленной задачи для овладения темой и курсом в целом. Обсуждение происходит в свободной форме и предполагает активное общение преподавателя со студентами. Кроме того, к каждому занятию готовится набор вопросов, контролирующих понимание студентами теоретического материала, который был изложен на лекциях или изучен самостоятельно.

Программа практических занятий построена следующим образом. На первом занятии студенты знакомятся с лабораторным, решают простые задачи. Последующие занятия построены на постепенном повышении самостоятельности при выполнении практических работ, включение в них элементов исследования, расчетов, поиска решений, представления результата. Кроме того, навыки и умения, приобретенные на начальных занятиях, закрепляются и отрабатываются на последующих занятиях. Такой алгоритм проведения занятий позволяет развивать умения и навыки применения изученных методов и контролировать их наличие у студентов.

Организация практических занятий часто предусматривает их выполнение группами студентов, самоорганизующихся как при практической работе, так и при самостоятельной работе по анализу информации, обработке результатов и их оформлению. Преподаватель должен проводить занятие так, чтобы на всем его протяжении студенты были заняты творческой работой, поисками правильных и точных решений, чтобы каждый получил возможность раскрыться, проявить свои способности.

Формируемые умения и навыки у студентов развиваются умения наблюдать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно (или в составе минигруппы) проводить экспериментальные работы и исследования, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков. Студенты получают профессиональные умения и навыки работы в лаборатории, с измерительным оборудованием, установками, вспомогательным оборудованием и другими техническими средствами при проведении практических занятий.

Подготовка к экзамену.

Для успешной сдачи экзамена по дисциплине «Нанотехнологии для биомедицины» необходимо, прежде всего, сформировать потребность в знаниях и научиться учиться, приобретая навыки самостоятельной работы, необходимые для непрерывного самосовершенствования и развития профессиональных способностей.

Подготовку следует начинать с первого дня изучения дисциплины, приучая себя к ежедневной самостоятельной работе. Нужно постараться выработать свой собственный, с

учетом индивидуальных способностей, стиль в работе, и установить равномерный ритм на весь семестр.

Для усвоения дисциплины в полном объеме с присущей ей строгостью, логичностью и практической направленностью, необходимо составить представление об общем содержании дисциплины и привести в систему знания, полученные на аудиторных занятиях.

Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к практическим занятиям. Если некоторые темы дисциплины, изучаемые на аудиторных занятиях, не вошли список экзаменационных вопросов, то не следует считать, что данный материал не подлежит проработке. Преподаватель на экзамене может задать дополнительные вопросы по этим темам.

Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины; если не удалось в чем-то разобраться самостоятельно, нужно обратиться к товарищам. Если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно воспользоваться предэкзаменационной консультацией. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала, кратко записав его на листе бумаги.

Подготовка к экзамену не должна ограничиваться чтением лекционных записей. Первоначально необработанные конспекты содержат факты, определения, выводы, сделанные преподавателем, и в них слабо просматривается связующая идея курса. Любой конспект требует дополнительной проработки с использованием учебников и рекомендованной литературы. Если в конспекте отсутствует одна или несколько тем, необходимо законспектировать недостающие темы по учебнику. При проработке конспекта запись всех выкладок, выводов и формул является обязательной. На этапе закрепления полезно чередовать углубленное повторение особенно сложных вопросов с беглым повторением всего материала.

На непосредственную подготовку к сдаче экзамена дается время. Этого времени достаточно только для углубления, расширения и систематизации знаний, на устранении пробелов в знании отдельных вопросов, для определения объема ответов на каждый вопрос программы дисциплины. Поэтому нужно планировать свою подготовку с точностью до часа, учитывая сразу несколько факторов: неоднородность материала и этапов его проработки, свои индивидуальные способности, ритмы деятельности и т.п. В занятиях рекомендуется делать перерывы, избегая общей утомляемости и снижения интеллектуальной деятельности.

Нельзя готовиться, прорабатывая лишь некоторые вопросы, надеясь на то, что именно они и попадутся, или запоминая весь материал подряд, не вникая глубоко в его суть. Также следует избегать и механического заучивания. Недостатки такой подготовки очевидны. Значение экзамена не ограничивается проверкой знаний. Являясь естественным завершением работы студента, он способствует обобщению и закреплению знаний и умений, приведение их в строгую систему, а также устранению возникших в процессе занятий пробелов.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Дисциплина «Нанотехнологии для биомедицины» предназначена для изучения студентами, обучающимися по направлению 12.03.04 Биотехнические системы и технологии. Дисциплина входит в состав общенаучного модуля учебного плана и реализуется в 7 семестре четвертого года обучения.

Дисциплина «Нанотехнологии для биомедицины» логически взаимосвязана с другими профессиональными дисциплинами, необходимыми для реализации профессиональных компетенций специалиста.

Излагаются основные сведения по применению нанотехнологий и наноматериалов при исследованиях свойств и направленной модификации биосистем, медицинской диагностике и лечении различных заболеваний. Приводится хронология развития нанотехнологий и вводятся основные определения, связанные с наноматериалами, нанотехнологиями, наносистемами. Излагаются основные подходы по физико-химическим методам формирования наноматериалов для биомедицинских применений, включая лазерные методы получения наночастиц. Обсуждается использование наночастиц в качестве люминесцентных меток при биовизуализации, а также как фотосенсибилизаторов, соносенсибилизаторов и активаторов гипертермии в терапии. Вводятся понятия «тераностика» и «нанотераностика» и обсуждается принципы их реализации для некоторых видов наночастиц. Приводятся основные сведения о плазмонах и использовании плазмонных эффектов в биомедицине. Обсуждается использование нелинейно-оптических эффектов и наноматериалов в биомедицине, в том числе двухфотонной люминесценции, генерации второй гармоники для биовизуализации. Анализируются возможности применения наночастиц в рамановской биовизуализации и фотоакустической диагностике. Излагаются базовые сведения об использовании наночастиц и наноматериалов как контрастных агентов в магниторезонансной томографии и носителей медицинских изотопов в ядерной медицине. Обсуждаются основные принципы биомедицинской наносенсорики, преимущества наносенсоров.

Целью освоения дисциплины «Нанотехнологии для биомедицины» является формировании системы базовых знаний и получение практических навыков по методам получения и исследования наноматериалов биомедицинского назначения. Задачи освоения учебной дисциплины заключаются в знакомстве с основными принципами биомедицинских нанотехнологий, методам получения и свойствам наночастиц и наноматериалов биомедицинского назначения, а также в выполнении практических заданий по получению и исследованию биомедицинских наноматериалов.

Автор(ы):

Залыгин Антон Владленович

Олейников Владимир Александрович