

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**МЕДИЦИНСКИЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.06.05.01
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	3 семестр - 4;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	144 часа
<b>Лекции</b>	3 семестр - 16 часов;
<b>Практические занятия</b>	3 семестр - 32 часа;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>Самостоятельная работа</b>	3 семестр - 95,7 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b>	
<b>Коллоквиум</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	3 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2023**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Сирко И.В.
	Идентификатор	R3adc769a-SirkoIV-e81b2793

(подпись)

И.В. Сирко

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дмитриев А.С.
	Идентификатор	R8d0ce031-DmitriyevAS-aaaaeae2f

(подпись)

А.С. Дмитриев

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Пузина Ю.Ю.
	Идентификатор	Re86e9a56-Puzina-4d2acad1

(подпись)

Ю.Ю. Пузина

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение основ технологических процессов для создания и использования наноразмерных биоматериалов, биосенсоров и биосистем

### Задачи дисциплины

- изучение основ поведения нанобиологических систем;
- изучение процессов взаимодействия наночастиц с биологическими клеточными структурами и органами;
- освоение основных методик по изучению поведения биологических наноструктур и наноконплексов.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен анализировать и моделировать физические процессы в элементах энергетического оборудования	ИД-3ПК-1 Умеет применять различные подходы к расчету процессов теплопереноса в зависимости от режимных параметров работы элементов энергетического оборудования	знать: - принципы структурно-функциональной организации живой клетки, ее старение и гибель, основные процессы, происходящие при синтезе нанобиологических комплексов.  уметь: - проводить выбор типа наночастиц, их размера для получения необходимых элементов бионаноструктур с заданными свойствами.
ПК-2 Способен применять расчетно-теоретические и экспериментальные методы исследования электромагнитных и теплофизических процессов в низкоразмерных устройствах и материалах	ИД-1ПК-2 Владеет основными методами и подходами, применяемыми при анализе работы наноразмерных систем	знать: - принципы взаимодействия наночастиц с биологическими структурами: макромолекулами белков, нуклеиновых кислот, клетками и вирусами.  уметь: - подготовить в условиях медико-биологической лаборатории технологические решения для проведения опытов по выделению, получению и исследованию клеточной структуры, содержащей наночастицы.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Нанотехнологии и наноматериалы в энергетике (далее – ОПОП), направления подготовки 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Физика (общая)
- знать Химия

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Общие принципы структурно-функциональной организации клетки	26	3	4	-	8	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Общие принципы структурно-функциональной организации клетки" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 83-110 [2], 38-100; 168-173 [3], 5-35 [4], 5-13
1.1	Общие принципы структурно-функциональной организации клетки	26		4	-	8	-	-	-	-	-	14	-	
2	Ядро клетки, его компоненты и функция	14		2	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Ядро клетки, его компоненты и функция" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 344-357 [3], 36-51 [4], 39-46
2.1	Ядро клетки, его компоненты и функция	14		2	-	4	-	-	-	-	-	8	-	
3	Общие принципы организации тканей	32		2	-	4	-	-	-	-	-	26	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Общие принципы организации тканей" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 303-323 [3], 52-57
3.1	Общие принципы организации тканей	32		2	-	4	-	-	-	-	-	26	-	

													[4], 56-61
4	Нано- и микроскопия	14	2	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Нано- и микроскопия" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 66-67 [3], 58-78 [4], 64-86
4.1	Нано- и микроскопия	14	2	-	4	-	-	-	-	-	8	-	
5	Бионанотехнология и наномедицина	28	4	-	10	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Бионанотехнология и наномедицина" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 81-135 [4], 89-139
5.1	Бионанотехнология и наномедицина	28	4	-	10	-	-	-	-	-	14	-	
6	Потенциальные риски при использовании наночастиц	12	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Потенциальные риски при использовании наночастиц" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 169-188
6.1	Потенциальные риски при использовании наночастиц	12	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-	
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	144.0	16	-	32	-	-	-	-	0.3	78	17.7	
	Итого за семестр	144.0	16	-	32	-	-	-	-	0.3	95.7		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Общие принципы структурно-функциональной организации клетки

1.1. Общие принципы структурно-функциональной организации клетки  
Цитоплазма и органеллы. Мембраны. Синтетический аппарат клетки. Энергетическое обеспечение функционирования клетки. Двигательные функции.

#### 2. Ядро клетки, его компоненты и функция

2.1. Ядро клетки, его компоненты и функция  
Компоненты ядра. Деление клеток. Старение и гибель клеток.

#### 3. Общие принципы организации тканей

3.1. Общие принципы организации тканей  
Структурно-функциональные элементы тканей. Дифференцировка клеток. Межклеточные соединения. Классификация соединительных тканей. Форменные элементы крови.

#### 4. Нано- и микроскопия

4.1. Нано- и микроскопия  
Основы микроскопии. Основные типы микроскопов.

#### 5. Бионанотехнология и наномедицина

5.1. Бионанотехнология и наномедицина  
Использование наносистем в качестве переносчиков лекарственных средств. Многофункциональные наночастицы. Некоторые приложения нанокристаллов в детекции и диагностике.

#### 6. Потенциальные риски при использовании наночастиц

6.1. Потенциальные риски при использовании наночастиц  
Изучение цитостатической активности исследуемых соединений. Методика культивирования клеток.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Изучение цитостатической активности исследуемых соединений. Процесс нуклеации наночастиц. Получение наночастиц сложного оксида железа. Стабилизация наночастиц. Методика культивирования клеток.;
2. Использование наносистем в качестве переносчиков лекарственных средств. Создание наноконструктов в виде липидных везикул – липосом. Многофункциональные наночастицы. Использование квантовых точек в качестве люминесцирующих маркеров. Синтез нанокристаллов. Некоторые приложения флуоресцентных нанокристаллов в детекции и диагностике.;
3. Основные методы работы с микроскопом.;
4. Структурно-функциональные элементы тканей. Детерминация тканей. Дифференцировка клеток. Стволовые клетки. Адгезивные взаимодействия между клетками. Цитокины. Межклеточные соединения. Базальная мембрана и ее функции. Классификация волокнистых соединительных тканей. Клетки рыхлой волокнистой

соединительной ткани. Строение и форма эритроцитов. Строение тромбоцитов. Функциональная морфология тромбоцитов. Агрегация и свертывание крови. Процессы, происходящие при фагоцитозе.;

5. Ядерная оболочка. Хроматин. Упаковка в ядре молекул ДНК и хранение генетической информации. Деление клеток. Периоды клеточного цикла. Митоз. Мейоз. Старение и гибель клеток. Некроз и апоптоз.;

6. Цитоплазма и органеллы. Плазмолемма (мембрана) и ее структура. Рибосомы и процесс синтеза белка. Энергетическое обеспечение функционирования клетки. Митохондрии, их структура и функция. Митохондриальная ДНК. Двигательные функции. Микрофиламенты и их функции..

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Общие принципы структурно-функциональной организации клетки"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Ядро клетки, его компоненты и функция"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Общие принципы организации тканей"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Нано- и микроскопия"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Бионанотехнология и наномедицина"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Потенциальные риски при использовании наночастиц"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены



### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)						Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	
<b>Знать:</b>								
принципы структурно-функциональной организации живой клетки, ее старение и гибель, основные процессы, происходящие при синтезе нанобиологических комплексов	ИД-3ПК-1	+	+					Коллоквиум/Коллоквиум по общим принципам структурно-функциональной организации клетки и её ядра
принципы взаимодействия наночастиц с биологическими структурами: макромолекулами белков, нуклеиновых кислот, клетками и вирусами	ИД-1ПК-2			+				Коллоквиум/Коллоквиум по общим принципам организации тканей
<b>Уметь:</b>								
проводить выбор типа наночастиц, их размера для получения необходимых элементов бионаноструктур с заданными свойствами	ИД-3ПК-1						+	Коллоквиум/Коллоквиум по вопросам безопасности при использовании наночастиц
подготовить в условиях медико-биологической лаборатории технологические решения для проведения опытов по выделению, получению и исследованию клеточной структуры, содержащей наночастицы	ИД-1ПК-2				+	+		Коллоквиум/Коллоквиум по бионанотехнологиям

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**3 семестр**

Форма реализации: Устная форма

1. Коллоквиум по бионанотехнологиям (Коллоквиум)
2. Коллоквиум по вопросам безопасности при использовании наночастиц (Коллоквиум)
3. Коллоквиум по общим принципам организации тканей (Коллоквиум)
4. Коллоквиум по общим принципам структурно-функциональной организации клетки и её ядра (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

Зачет с оценкой (Семестр №3)

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Биофизика для инженеров. В 2 т. Т.1. Биоэнергетика, биомембранология и биологическая электродинамика : учебное пособие для вузов по направлению 653900 "Биомедицинская техника" и направлению 553400 "Биомедицинская инженерия" / Е. В. Бигдай, и др. ; Ред. С. П. Вихров, В. О. Самойлов . – М. : Горячая Линия-Телеком, 2008 . – 496 с. - ISBN 978-5-9912004-8-6 .;
2. Биофизика для инженеров. В 2 т. Т.2. Биомеханика, информация и регулирование в живых системах : учебное пособие для вузов по направлению 653900 "Биомедицинская техника" и направлению 553400 "Биомедицинская инженерия" / Е. В. Бигдай, и др. ; Ред. С. П. Вихров, В. О. Самойлов . – М. : Горячая Линия-Телеком, 2008 . – 456 с. - ISBN 978-5-9912004-9-3 .;
3. Науменко, В. Ю. Нанотехнологии в медицине : учебное пособие по курсам "Биомедицинские нанотехнологии", "Методы и приборы для изучения, анализа и диагностики наночастиц и наноматериалов" и др. / В. Ю. Науменко, Т. А. Алексеев, А. С. Дмитриев, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Издательский дом МЭИ, 2012 . – 200 с. - ISBN 978-5-383-00731-0 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4264](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4264);
4. Дмитриев А.С. , Науменко В.Ю. , Алексеев Т.А. - "Нанотехнологии в медицине", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2012 - (200 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72245](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72245).

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux.

## 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
8. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
9. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
10. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
11. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
12. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
13. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
14. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
15. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
16. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	М-412, Учебная аудитория	стеллаж для хранения книг, стол, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	М-412, Учебная аудитория	стеллаж для хранения книг, стол, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-412, Учебная аудитория	стеллаж для хранения книг, стол, стул, мультимедийный проектор, доска маркерная
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	М-411/1, Компьютерный	стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер

	класс	персональный
Помещения для консультирования	М-423/1, Аудитория каф. "ИТ"	стул, стол письменный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-407/1, Кладовая	стеллаж для хранения инвентаря, стеллаж для хранения книг, инвентарь специализированный

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Медицинские нанотехнологии

(название дисциплины)

## 3 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Коллоквиум по общим принципам структурно-функциональной организации клетки и её ядра (Коллоквиум)
- КМ-2 Коллоквиум по общим принципам организации тканей (Коллоквиум)
- КМ-3 Коллоквиум по бионанотехнологиям (Коллоквиум)
- КМ-4 Коллоквиум по вопросам безопасности при использовании наночастиц (Коллоквиум)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Общие принципы структурно-функциональной организации клетки					
1.1	Общие принципы структурно-функциональной организации клетки		+			
2	Ядро клетки, его компоненты и функция					
2.1	Ядро клетки, его компоненты и функция		+			
3	Общие принципы организации тканей					
3.1	Общие принципы организации тканей			+		
4	Нано- и микроскопия					
4.1	Нано- и микроскопия				+	
5	Бионанотехнология и наномедицина					
5.1	Бионанотехнология и наномедицина				+	
6	Потенциальные риски при использовании наночастиц					
6.1	Потенциальные риски при использовании наночастиц					+
Вес КМ, %:			10	20	30	40