

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

ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ БИОМЕДИЦИНЫ

КАФЕДРА МЕДИЦИНСКОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО НТС ИФИБ

Протокол № 3.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

МИКРОДОЗИМЕТРИЯ

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 03.03.02 Физика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
7	2	72	8	24	0		4	0	Э
Итого	2	72	8	24	0	0	4	0	

## АННОТАЦИЯ

Целями освоения учебной дисциплины являются приобретение знаний и освоение физических методов оценки флуктуаций энергии радиации, поглощенной в клетке и в пределах субклеточных структур, методов количественной оценки биологических эффектов ионизирующей радиации на уровне ДНК, хромосом, клетки с учетом особенностей малых поглощенных доз, ознакомление с представлениями и механизмами радиационного воздействия на ДНК, хромосомы для целей прогнозирования отдаленных последствий облучения клетки.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются приобретение знаний и освоение физических методов оценки флуктуаций энергии радиации, поглощенной в клетке и в пределах субклеточных структур, методов количественной оценки биологических эффектов ионизирующей радиации на уровне ДНК, хромосом, клетки с учетом особенностей малых поглощенных доз, ознакомление с представлениями и механизмами радиационного воздействия на ДНК, хромосомы для целей прогнозирования отдаленных последствий облучения клетки.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Освоение дисциплины базируется на предварительном изучении общей биологии, молекулярной биологии, радиобиологии, математического анализа, дозиметрии. Студент должен иметь общее представление об устройстве клетки, об основных метаболических процессах клетки, об основных клеточных эффектах ионизирующей радиации, об основных понятиях дозиметрии, теории переноса излучения. Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для курсов биофизики, системной биологии.

### 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			

<p>- освоение основных физических явлений, фундаментальных понятий, законов и теорий физики; - освоение основных методов научных исследований и физических измерений; - работа с современной приборной базой, в том числе сложным физическим оборудованием; - работа с научной литературой с использованием новых информационных технологий; - проведение теоретических и экспериментальных исследований;</p>	<p>модельные объекты живой природы, молекулярные и клеточные системы, математические и биофизические модели, компьютерное моделирование и визуализация внутриклеточных процессов, технологии моделирования действия радиации на живые системы различных уровней организации, современные молекулярно-генетические подходы и постгеномные методики исследований свойств и механизмов функционирования клеток и тканей живых организмов для направленного воздействия на них, создания новых диагностических методов и способов лечения социально значимых заболеваний</p>	<p>ПК-1.3 [1] - Способен обосновывать научное исследование, выбирать объект и использовать современные биофизические, физико-химические и биологические методы исследования</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011, Анализ опыта: Выполнение фундаментальных научных исследований в области биофизики и биологии.</p>	<p>З-ПК-1.3[1] - знать современное состояние, проблемы и задачи исследований в области биофизики; знать основные современные методы и средства научного исследования в области биофизики; ; У-ПК-1.3[1] - уметь проводить научные исследования и выбирать объект исследования в области биофизики; уметь решать конкретные задачи в области биофизики с помощью современных методов исследования; ; В-ПК-1.3[1] - владеть навыками проведения теоретических, экспериментальных и практических исследований в области биофизики</p>
---	--	---	--

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры радиационной безопасности при медицинском использовании источников ионизирующего и	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин «Введение в специальность», «Основы и применение синхротронного излучения», «Физика биологического действия радиации» и всех видов практик – ознакомительной, научно-исследовательской, педагогической, преддипломной для: - формирования культуры работы с

	<p>неионизирующего излучения (B30)</p>	<p>патогенами, обеспечивающей безопасность и не распространение, приборами дозиметрического контроля, радиационной и экологической безопасности посредством тематического акцентирования в содержании дисциплин и учебных заданий, подготовки эссе, рефератов, дискуссий по вопросам биобезопасности 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "Медицинские установки и детекторы излучений", "Рентгеновская компьютерная томография", "Основы МРТ", "Основы ПЭТ", "Основы интроскопии", "Радиационная физика", "Дозиметрическое планирование лучевой терапии", "Магнитно-резонансная томография", "Позитрон-эмиссионная томография", "Ядерная медицина", "Физика радиоизотопной медицины" и всех видов практик для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования культуры радиационной безопасности, в том числе при получении практических навыков посредством тематического акцентирования в содержании дисциплин и учебных заданий, подготовки эссе, рефератов, дискуссий, а также в ходе практической работы с терапевтическим и диагностическим оборудованием. 3.Использование воспитательного потенциала дисциплин «Проектирование компьютерных медицинских систем»; «Системы обработки изображений в медицине»; «Анализ экспериментальных данных»; «Искусственный интеллект в медицине» для</li> <li>- формирования сознательного отношения к нормам и правилам цифрового поведения посредством выполнения индивидуальных заданий, связанных с вовлечением передовых цифровых технологий через обсуждение на еженедельном семинаре в научном коллективе. 5.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин и всех видов практик для:</li> <li>- формирования этических основ проведения экспериментов с использованием лабораторных животных посредством обсуждения</li> </ul>
--	--	--

		техники безопасной работы с высокотехнологичным экспериментальным оборудованием, высокопроизводительной вычислительной техникой и с живыми системами.
--	--	---

## 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
	<i>7 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	4/12/0		25	КИ-8	З-ПК-1.3, У-ПК-1.3, В-ПК-1.3
2	Второй раздел	9-16	4/12/0		25	КИ-16	З-ПК-1.3, У-ПК-1.3, В-ПК-1.3
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		8/24/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 7 Семестр</b>				50	Э	З-ПК-1.3, У-ПК-1.3, В-ПК-1.3

\* – 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.
	<i>7 Семестр</i>	8	24	0
<b>1-8</b>	<b>Первый раздел</b>	4	12	0
1	<b>Тема 1. Введение в микродозиметрию.</b>	Всего аудиторных часов		

	Основные понятия, величины, область применимости. Основные понятия, величины, физические характеристики радиационного воздействия в микродозиметрии.	0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	<b>Тема 2 Микродозиметрические величины, функции.</b> Основные функции распределения, моменты. «Малые-большие» дозы радиации, микродозиметрический критерий.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	<b>Тема 3. Отличие флуктуаций потерянной энергии и флуктуаций поглощенной энергии излучения в малых объемах вещества.</b> Теория флуктуаций энергетических потерь быстрых заряженных частиц в тонких слоях вещества. Ландау. Теория флуктуаций поглощенной энергии в тонких слоях вещества.	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 8	<b>Тема 4. Биологические эффекты радиации</b> Биологические эффекты облучения: разрывы ДНК, хромосомные повреждения, клеточная гибель, злокачественная трансформация клеток, канцерогенез. Теория мишеней. Микродозиметрическая теория дуального действия радиации. Модификации теории дуального действия радиации. Учет корреляций актов передачи энергии на биологическую эффективность действия радиации. Учет репарации повреждений ДНК в теории дуального действия.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	<b>Второй раздел</b>	4	12	0
9 - 10	<b>Тема 5. Радиационные повреждения ДНК.</b> Радиационно-химическая стадия действия радиации, механизмы, теоретическое описание. Одиночные и двойные разрывы ДНК, классификация, основные концепции и механизмы формирования. Прямое и косвенное действие излучения с различным ЛПЭ. Комплексные повреждения ДНК. Кластерные повреждения хроматина, механизмы, зависимость от ЛПЭ. Репарация радиационных повреждений ДНК и хроматина.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 13	<b>Тема 6. Радиационные повреждения хромосом.</b> Хромосомные aberrации-основные понятия и современные экспериментальные данные. Теории образования хромосомных aberrаций. Внутри и межхромосомные aberrации. Стохастическая модель образования обменных aberrаций. Роль кластерных повреждений хроматина в образовании хромосомных aberrаций под действием ионизирующей радиации. Роль структурной организации хромосом-ядра в образовании хромосомных aberrаций под действием радиации. Зависимость ОБЭ от ЛПЭ для хромосомных aberrаций.	Всего аудиторных часов		
		0	6	0
		Онлайн		
		0	0	0
14 - 15	<b>Тема 7. Основные представление о механизмах радиационного канцерогенеза.</b> Теории и концепции радиационного канцерогенеза.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		

	Стохастическая двухмутационная теория канцерогенеза. Оценки канцерогенного риска, функция риска, зависимость от возраста. Радиация, нестабильность генома и злокачественная трансформация клеток.	0	0	0
16	<b>Тема 8. Постгеномная биология и системная радиобиология</b> Радиация и эпигенетика, эпигенетические теории канцерогенного риска. Постгеномная биология и системная радиобиология, перспективы их использования для оценок биологических эффектов радиации на клетки и организм человека.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		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

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Освоение дисциплины проходит в активной форме по традиционной схеме обучения: лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

Студентам задаются вопросы по лекционному материалу, идет активная проверка его усвоения, умения творчески применить при разборе конкретных примеров и решении задач по каждой теме, на каждой неделе.

## 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-1.3	З-ПК-1.3	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1.3	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1.3	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:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- 539.1 О-21 Основы радиационной и химической безопасности : , Ободовский И.М., Долгопрудный: Интеллект, 2013
- ЭИ К 88 Радиационная биофизика: радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения : учебное пособие, Перов Ю. Ф., Кудряшов Ю. Б., Рубин А. Б. , Москва: Физматлит, 2008



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

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**

Комплекс дисциплины предполагает ряд основных видов работы:

- аудиторная работа в виде лекций и практических занятий,
- самостоятельная работа,
- выполнение домашних заданий,
- выполнение тестовых заданий

Перечисленные виды работы составляют целостную систему обучения, обеспечивающую разностороннюю подготовку обучающегося и призваны к приобретению новых компетенций и повышению уровня его компетентности.

Структура курса предполагает освоение каждой предлагаемой темы в несколько этапов.

Начальный этап предусматривает проведение лекционных занятий.

На последующих этапах проводятся практические занятия, на которых студенты демонстрируют знания лекционного материала, подготовленность к занятиям. Также предполагается самостоятельная работа студента по предложенным темам с последующим контролем со стороны преподавателя.

Текущий контроль: в течение семестра выполняются следующие контрольных мероприятий: оценка участия в круглых столах, ответы на контрольные вопросы. Промежуточный контроль осуществляется методом проверки и оценки ответов на предложенные вопросы.

Результаты выполнения контрольных мероприятий являются основанием для допуска к сдаче экзамена по дисциплине.

Промежуточный контроль осуществляется методом проверки и оценки ответов на предложенные вопросы.

По окончании курса учебным планом предусмотрено проведение экзамена.

Система оценки успеваемости студента.

Для оценки успеваемости магистранта применяется 100-балльная система, которая позволяет учитывать работу магистранта в течение семестра и ответ на предложенные вопросы на экзамене

Учебная работа студента в семестре оценивается по следующим категориям: показатели посещаемости и эффективности работы на каждом занятии, результаты выполнения домашних и контрольных заданий.

Максимальное количество баллов, которое учащийся может получить в ходе аудиторной и самостоятельной работы в семестре, составляет 50 баллов.

По итогам семестра аттестация проводится в форме экзамена. Экзамен включает в себя письменный и устный ответ на предложенные вопросы к экзамену. В совокупности за экзамен учащийся может получить 50 баллов.

Итого, максимальная оценка по курсу по итогам семестра составляет 100 баллов, для аттестации по курсу необходимо набрать минимум 60 баллов.

## **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

Комплекс дисциплины предполагает ряд основных видов работы:

- аудиторная работа в виде лекций и практических занятий,
- самостоятельная работа,
- выполнение домашних заданий,
- выполнение тестовых заданий

Перечисленные виды работы составляют целостную систему обучения, обеспечивающую разностороннюю подготовку обучающегося и призваны к приобретению новых компетенций и повышению уровня его компетентности.

Структура курса предполагает освоение каждой предлагаемой темы в несколько этапов.

Начальный этап предусматривает проведение лекционных занятий.

На последующих этапах проводятся практические занятия, на которых студенты демонстрируют знания лекционного материала, подготовленность к занятиям. Также предполагается самостоятельная работа студента по предложенным темам с последующим контролем со стороны преподавателя.

Текущий контроль: в течение семестра выполняются следующие контрольные мероприятия: оценка участия в круглых столах, ответы на контрольные вопросы. Промежуточный контроль осуществляется методом проверки и оценки ответов на предложенные вопросы.

Результаты выполнения контрольных мероприятий являются основанием для допуска к сдаче экзамена по дисциплине.

Промежуточный контроль осуществляется методом проверки и оценки ответов на предложенные вопросы.

По окончании курса учебным планом предусмотрено проведение экзамена.

Система оценки успеваемости студента.

Для оценки успеваемости магистранта применяется 100-балльная система, которая позволяет учитывать работу магистранта в течение семестра и ответ на предложенные вопросы на экзамене

Учебная работа студента в семестре оценивается по следующим категориям: показатели посещаемости и эффективности работы на каждом занятии, результаты выполнения домашних и контрольных заданий.

Максимальное количество баллов, которое учащийся может получить в ходе аудиторной и самостоятельной работы в семестре, составляет 50 баллов.

По итогам семестра аттестация проводится в форме экзамена. Экзамен включает в себя письменный и устный ответ на предложенные вопросы к экзамену. В совокупности за экзамен учащийся может получить 50 баллов.

Итого, максимальная оценка по курсу по итогам семестра составляет 100 баллов, для аттестации по курсу необходимо набрать минимум 60 баллов.

Автор(ы):

Андреев Сергей Григорьевич, к.ф.-м.н., с.н.с.