

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

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО НТС ИФИБ

Протокол № 3.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

БИОФИЗИКА НЕИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

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
6	1	36	15	15	0		6	0	3
Итого	1	36	15	15	0	0	6	0	

АННОТАЦИЯ

В курсе лекций изучаются физические основы оптики биоткиней, основные оптические явления, наблюдаемые при взаимодействии электромагнитного излучения с биологическими объектами, основные закономерности фотохимии, физические основы взаимодействия когерентного излучения с биообъектами, физические принципы работы лазеров и их применение в биологии и медицине.

Учебная задача курса заключается в ознакомлении студентов с основами закономерностей и механизмов действия оптического излучения на биологические системы различной сложности организации, с классификацией и характеристикой фотофизических и фотохимических стадий основных фотобиологических процессов, развитие умений и навыков работы с научной аппаратурой для постановки эксперимента по изучению действия оптического излучения на биосистемы.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Биофизика неионизирующих излучений» являются формирование у студентов знаний о физических принципах воздействия электромагнитного излучения оптического диапазона длин волн на биологические системы как на клеточном уровне так и на уровне биологических тканей и организма человека в целом. Задачи изучения дисциплины заключаются в познании основных закономерностей и механизмов действия оптического излучения на биологические системы различной сложности организации, которые лежат в основе многих фотобиологических реакций, в ознакомлении с классификацией и характеристикой фотофизических и фотохимических стадий основных фотобиологических процессов, в умении и навыках работы с научной аппаратурой для постановки эксперимента по изучению действия оптического излучения на биосистемы., а также ознакомление студентов с физическими и биофизическими основами применения лазеров в различных областях биологии и клинической медицины.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Содержание программы «Биофизика неионизирующих излучений» представляет собой развитие полученных ранее знаний в области оптики, электродинамики, квантовой механики. В курсе используются основные понятия, концепции, представляющие собой теоретическую базу, освоенную студентами при изучении дисциплин в рамках бакалавриата.

Освоение данной дисциплины имеет самостоятельное значение и является также основой для усвоения специальных курсов по профилю кафедры. Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для научно-исследовательской работы студентов, а также написания выпускной квалификационной работы.

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
проектный			
освоение методов применения результатов научных исследований в инновационной и инженерно-технологической деятельности	технологии и оборудование, используемое в различных областях медицинской физики	ПК-2.2 [1] - Способен понимать принципы функционирования современных медицинских приборов, датчиков и электроники, используемых в качестве средств измерения основных характеристик исследуемого объекта <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-2.2[1] - знать принцип работы современного медицинского диагностического оборудования (приборы, датчики и средства электроники); У-ПК-2.2[1] - уметь применять на практике теоретические знания о функционировании современных медицинских приборов, датчиков и электроники; В-ПК-2.2[1] - владеть навыками работы с медицинским оборудованием, используемыми в качестве средств измерения основных характеристик исследуемого объекта

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития

	лженаучного толка (В19)	исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
--	-------------------------	--

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практик. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>6 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	8/8/0		25	КИ-8	3-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2
2	Часть 2	9-15	7/7/0		25	КИ-15	3-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		15/15/0		50		

	Контрольные мероприятия за 6 Семестр				50	3	3-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2
--	---	--	--	--	----	---	------------------------------------

* – 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
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>6 Семестр</i>	15	15	0
1-8	Часть 1	8	8	0
1 - 2	Введение в оптику неионизирующего излучения Шкала электромагнитных волн с точки зрения биофизических эффектов, возникающих в организме при взаимодействии излучения с живыми объектами. Основные оптические явления, наблюдаемые при взаимодействии электромагнитного излучения с биологическими объектами. Особенности оптического диапазона.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Элементы квантовой биофизики Поглощение света биосистемами. Спектры поглощения. Переход световой энергии в тепловую энергию при поглощении света в биообъектах. Спектры фотобиологического действия. Люминесценция, флуоресценция и фосфоресценция. Фотосенсибилизированные фотобиологические процессы. Фотодинамическая и фотохимическая реакции. Структурные и оптические модели биологических тканей и клеток	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	Фотобиология Общая характеристика фотохимических реакций. Основные закономерности фотохимии. Квантовый выход фотохимической реакции. Спектр фотохимического действия. Типы фотохимических реакций, протекающих в биологических объектах (фотораспад, фотоперегрупуировка, фотоприсоединение, фотоперенос электрона, фотоперенос иона водорода). Первичные фотопродукты и методы их изучения. Фотохимические повреждения важнейших биологических молекул. Фотосинтез. Схема первичных процессов фотосинтеза. Строение фотосинтетического аппарата зеленых растений. Особенности фотосинтеза у бактерий.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

7 - 8	Глаз и зрение Устойство глаза. Глаз как оптический прибор. Строение биотканей глаза. Роговица, склера, хрусталик, стекловидное тело и др. Механизм зрения. Зрительные пигменты, цветовое зрение, родопсин. Фотопревращения родопсина. Функции различных органов глаза и наиболее часто встречающиеся патологии. Фотоповреждения глаз.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Часть 2	7	7	0
9 - 11	Принципы работы лазеров История возникновения и развития лазерной физики и лазерной медицины. Основные направления медико-биологического применения лазеров. Технические основы медицинских лазеров. Физические основы работы лазеров. Усилитель с обратной связью. Активные лазерные среды. Механизмы возбуждения (накачки) лазерных сред. Оптические резонаторы.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12 - 13	Основные типы лазеров, используемые в биологии и медицине Твердотельные лазеры. Неодимовый лазер на алюмо-итриевом гранате. Лазеры на ионах редкоземельных элементов – эрбия, тулия, гольмия. Полупроводниковые лазеры. Газовые лазеры. Гелий – неоновый лазер. Лазеры на ионизированных газах. Ag-лазер. Лазеры на парах металлов. СО2-лазер. Эксимерный лазер. Лазеры на красителях.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
14 - 15	Применения лазеров в различных областях медицины. Механизмы воздействия лазерного излучения на биоткань. Лазерная терапия. Лазерная хирургия. Офтальмология. Пластическая хирургия и дерматология. Лазерные диагностики в биологии и медицине. Биосенсоры и маркеры. Лазерные микро и макро диагностики. Оптическая томография.	Всего аудиторных часов		
		3	3	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

При реализации программы дисциплины используются активные и интерактивные формы обучения с применением информационных технологий.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций с использованием мультимедийных средств обучения.

Для контроля усвоения студентом разделов данного курса используется тестирование, подготовка рефератов.

Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы для подготовки к аттестации.

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-2.2	З-ПК-2.2	З, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-2.2	З, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-2.2	З, КИ-8, КИ-15

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-х 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		B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо 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
60-64			

			усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	Ф	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:

1. 61 С17 Атлас анатомии человека : учеб. пособие для вузов, Самусев Р.П., Липченко В.Я., Москва: Оникс, 2007
2. ЭИ Ш 94 Введение в биофизику для электро- и радиоинженеров : учебное пособие, Штыков В. В., Санкт-Петербург: Лань, 2022
3. ЭИ Л12 Лабораторный практикум "Колебания и волны" : , , Москва: МИФИ, 2009
4. ЭИ Б 82 Лазеры: применения и приложения : , Ивакин С. В. [и др.], Санкт-Петербург: Лань, 2022
5. 61 О-62 Оптическая биомедицинская диагностика Т.1 , , : Физматлит, 2007

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 57 В71 Биофизика : , Волькенштейн М.В., М.: Наука, 1988
2. 621.37 К89 Введение в лазерную медицину : Учеб. пособие, Кузнецов А.П., М.: МИФИ, 2004
3. 57 Г65 Введение в физику живой материи : , Гончуков С.А., М.: МИФИ, 1997
4. 621.37 В40 Взаимодействие лазерного излучения с веществом : силовая оптика, Вейко В.П. [и др.], Москва: Физматлит, 2008
5. 61 Г65 Лазерная медицина : , Гончуков С.А., М.: МИФИ, 1997
6. 621.37 Т92 Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях : , Тучин В.В., Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1998
7. 621.37 Т92 Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях : , Тучин В. В., Москва: Физматлит, 2010

8. 57 В57 Физико-химические основы фотобиологических процессов : учебник для вузов, Потапенко А.Я., Владимиров Ю.А., Москва: Дрофа, 2006

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

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

При изучении курса необходимо основное внимание уделить физическим основам воздействия электромагнитного излучения оптического диапазона длин волн на биологические системы как на клеточном уровне так и на уровне биологических тканей и организма человека в целом. Для этого необходимо освоить физические законы процессов излучения и поглощения электромагнитного поля атомами и молекулами.

При рассмотрении вопросов взаимодействия когерентного излучения с биообъектами следует хорошо разобраться в вопросе о необходимом условии возникновения лазерной генерации – пороговой инверсной населенности и пороговом коэффициенте усиления и связи этих параметров с различными видами потерь излучения в активной среде резонатора лазера. Следует иметь хорошее представление о различных режимах генерации лазера и о методах получения коротких и мощных импульсов (метод модулированной добротности и метод синхронизации мод).

При изучении конкретных лазеров необходимо четко ориентироваться в следующих вопросах: схема энергетических состояний, механизм создания инверсной населенности,

спектральный диапазон излучения, параметры выходного излучения (непрерывный или импульсный режим, длительность и мощность импульса, возможность работы в режимах модулированной добротности и синхронизации мод), КПД лазера, конструктивные особенности лазера, области его применения.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Курс «Биофизика неионизирующих излучений» состоит из двух частей: в первой излагаются Физические основы оптики биотканей. Рассматриваются основные оптические явления, наблюдаемые при взаимодействии электромагнитного излучения с биологическими объектами.

В первой части необходимо обратить внимание на следующее.

Поглощение света биосистемами. Спектры поглощения. Переход световой энергии в тепловую энергию при поглощении света в биообъектах. Спектры фотобиологического действия. Фотосенсибилизированные фотобиологические процессы. Фотодинамическая и фотохимическая реакции. Структурные и оптические модели биологических тканей и клеток

Основные закономерности фотохимии. Квантовый выход фотохимической реакции. Спектр фотохимического действия. Типы фотохимических реакций, протекающих в биологических объектах (фотораспад, фотоперегруппировка, фотоприсоединение, фотоперенос электрона, фотоперенос иона водорода).

По второй части курса обратить внимание на следующее.

Технические основы медицинских лазеров. Физические основы работы лазеров. Усилитель с обратной связью. Активные лазерные среды. Механизмы возбуждения (накачки) лазерных сред. Оптические резонаторы.

Механизмы воздействия лазерного излучения на биоткань. Лазерная терапия. Лазерная хирургия. Офтальмология. Пластическая хирургия и дерматология. Лазерные диагностики в биологии и медицине. Биосенсоры и маркеры. Лазерные микро и макро диагностики. Оптическая томография.

При изложении материала необходимо уделять большое внимание выяснению физической сути рассматриваемых эффектов. Для этого наряду с математическим анализом использовать анализ физический - качественное объяснение изучаемых явлений и процессов. Сложные математические выкладки целесообразно перенести на самостоятельную работу. Изложение материала необходимо сопровождать простыми численными оценками, решением простых задач.

Автор(ы):

Кузнецов Андрей Петрович, д.ф.-м.н., доцент

Рецензент(ы):

Гончуков С.А. д.ф.м.н., профессор