

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 УМС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/08-577

от 29.08.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ЛАЗЕРНЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И АППАРАТУРА**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 12.04.05 Лазерная техника и лазерные технологии

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
3	2	72	8	24	0	40	0	3	
Итого	2	72	8	24	0	40	0		

## АННОТАЦИЯ

Описываются лазерные методы лечения различных заболеваний. Изучаются фундаментальные механизмы деструктивного и неинвазивного действия оптического излучения на биоткань и живой организм в целом.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются приобретение студентами знаний о закономерностях действия оптического излучения на биологические системы, лазерных методах лечения заболеваний, используемых для этих целей технологиях и аппаратуре.

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

Логически и содержательно данный курс является частью специализации, являющейся неотъемлемой частью знаний физика, как специалиста в области современных методов и средств воздействия лазерного излучения на человеческий организм, потенциальных возможностей лазерной медицинской аппаратуры. Для успешного освоения дисциплины необходимы знания по предшествующим университетским курсам физики, химии, квантовой радиофизики, физической оптики.

### 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
формулирование задачи и плана научного исследования в области лазерной физики, техники и лазерных технологий на основе проведения библиографической	процессы взаимодействия лазерного излучения с веществом, включая биологические объекты; лазерные приборы, системы и технологии	ПК-1.4 [1] - способен ставить экспериментальные задачи и проводить экспериментальные исследования в области взаимодействия излучения с	3-ПК-1.4[1] - Знать: основные методы экспериментальных исследований с применением лазеров, методы сбора и обработки данных; У-ПК-1.4[1] - Уметь: ставить

<p>работы с применением современных информационных технологий; построение математических моделей объектов исследования, выбор алгоритма решения задачи; теоретические и экспериментальные исследования в области физики лазеров, взаимодействия лазерного излучения с веществом, лазерных технологий; разработка методов лазерной диагностики сред и объектов, лазерных медицинских технологий и технологий обработки материалов; оптических информационных технологий; разработка лазерных приборов и технологических систем различного назначения</p> <p>проведение оптических, фотометрических, электрических измерений с выбором технических средств и обработкой результатов; оформление отчетов, статей, рефератов на базе современных средств редактирования и печати в соответствии с установленными требованиями</p>	<p>различного назначения; процессы генерации, усиления, модуляции, распространения и детектирования лазерного излучения; элементная база лазерной техники, технологий и систем управления и транспорта лазерного излучения; математические модели объектов исследования; методы лазерно-физических измерений</p>	<p>веществом, лазерной диагностики и лазерных технологий; применять современные средства измерений, средства управления экспериментом, сбора и обработки данных</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004</p>	<p>экспериментальные задачи и проводить экспериментальные исследования в области взаимодействия излучения с веществом, лазерной диагностики и лазерных технологий; применять современные средства измерений, средства управления экспериментом, сбора и обработки данных; В-ПК-1.4[1] - Владеть: навыками проведения экспериментальных исследований в области лазерной физики и лазерных технологий, применения современных средств измерений</p>
проектно-конструкторский			

<p>анализ состояния научно технической проблемы, составление технического задания; постановка цели и задач проектирования лазерной техники и лазерных технологий на основе подбора и изучения литературных и патентных источников; разработка функциональных и структурных схем лазерной техники и лазерных технологий с определением их физических принципов действия, структур и установлением технических требований на отдельные блоки и элементы; проектирование и конструирование лазерных приборов, систем, комплексов и технологий с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономического обоснования.</p>	<p>Лазерные приборы, системы и технологии различного назначения; элементная база лазерной техники, технологий, систем управления и транспорта лазерного излучения</p>	<p>ПК-1.6 [1] - способен формулировать исходные данные, выбирать и обосновывать научно-технические и организационные решения в области проектирования лазеров и лазерных установок, систематизировать и обобщать полученные данные; консультировать других специалистов</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-1.6[1] - Знать: основные методы и подходы, используемые при проектировании лазеров и лазерных установок; У-ПК-1.6[1] - Уметь: формулировать исходные данные, выбирать и обосновывать научно-технические и организационные решения в области проектирования лазеров и лазерных установок, систематизировать и обобщать полученные данные; консультировать других специалистов; В-ПК-1.6[1] - Владеть: навыками выбора и обоснования научно-технических и организационных решений в области проектирования лазеров и лазерных установок,</p>
<p>анализ состояния научно технической проблемы, составление технического задания; постановка цели и задач проектирования лазерной техники и лазерных технологий на основе подбора и</p>	<p>Лазерные приборы, системы и технологии различного назначения; элементная база лазерной техники, технологий, систем управления и транспорта лазерного излучения</p>	<p>ПК-3 [1] - способен разрабатывать функциональные и структурные схемы приборов и систем лазерной техники с определением их физических принципов действия, структурно-логических связей и</p>	<p>З-ПК-3[1] - Знать: физические принципы действия приборов и систем лазерной техники, ; У-ПК-3[1] - Уметь: проводить сравнительный анализ изделий-аналогов;</p>

<p>изучения литературных и патентных источников; разработка функциональных и структурных схем лазерной техники и лазерных технологий с определением их физических принципов действия, структур и установлением технических требований на отдельные блоки и элементы; проектирование и конструирование лазерных приборов, систем, комплексов и технологий с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономического обоснования.</p>	<p>излучения</p>	<p>установлением технических требований на отдельные блоки и элементы</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>формулировать технические требования на отдельные блоки, узлы и элементы приборов и систем лазерной техники; разрабатывать и исследовать новые способы и принципы функционирования приборов и систем лазерной техники ; В-ПК-3[1] - Владеть: методами анализа и расчета ожидаемых параметров разрабатываемых приборов и систем лазерной техники.</p>
--	------------------	--	---

#### производственно-технологический

<p>проектирование, разработка и внедрение лазерных технологических процессов и процессов контроля качества приборов, систем и элементов лазерных комплексов; руководство работами по доводке и освоению техпроцессов производства лазерных приборов, систем и комплексов; руководство монтажом, наладкой, испытаниями и</p>	<p>Лазерные технологии, использующие взаимодействие электромагнитного излучения с веществом в т.ч. медицинские, микро- и нанотехнологии; технологии производства элементов лазерной техники, материалов и приборов</p>	<p>ПК-6 [1] - способен проектировать, разрабатывать и внедрять технологические процессы и режимы производства, осуществлять контроль качества лазерных приборов, систем, комплексов и их элементов</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.037</p>	<p>3-ПК-6[1] - Знать: типичные требования, предъявляемые к качеству лазерных приборов, систем и их элементов; основные технологические процессы, используемые для изготовления лазерной техники ; У-ПК-6[1] - Уметь: анализировать технические требования, предъявляемые к разрабатываемым технологическим процессам и режимам</p>
---	--	---	--

сдачей в эксплуатацию опытных образцов лазерных комплексов				производства; проводить концептуальную и проектную проработку типовых технологических процессов и режимов производства; формулировать и обосновывать параметры, режимы и условия реализации разрабатываемых технологических процессов ; В-ПК-6[1] - Владеть: современными методами и приборами метрологического обеспечения технологических процессов и режимов производства
--	--	--	--	--

#### 4. 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>3 Семестр</i>							
1	Первый раздел	1-8	4/12/0		25	КИ-8	3-ПК-1.4, У-ПК-1.4, В-ПК-1.4, 3-ПК-1.6, У-ПК-1.6, В-ПК-1.6, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6
2	Второй раздел	9-16	4/12/0		25	КИ-16	3-ПК-1.4, У-ПК-1.4, В-ПК-1.4,

						3-ПК-1.6, У-ПК-1.6, В-ПК-1.6, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6
	<i>Итого за 3 Семестр</i>		8/24/0	50		
	<b>Контрольные мероприятия за 3 Семестр</b>			50	3	3-ПК-1.4, У-ПК-1.4, В-ПК-1.4, 3-ПК-1.6, У-ПК-1.6, В-ПК-1.6, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6

\* – 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>3 Семестр</i>	8	24	0
<b>1-8</b>	<b>Первый раздел</b>	4	12	0
1	<b>Тема 1 Свет и лазерное излучение в медицине.</b> <b>Классификация медицинских применений лазеров</b> История использования света в медицине. Научный период в развитии фотомедицины. Природа света, классификация диапазонов электромагнитных волн. Лазерный период фотомедицины. Классификация медицинских применений лазеров с точки зрения результатов взаимодействия электромагнитного излучения оптического диапазона с биообъектами. Развитие лазерных медицинских технологий и техники в мире, СССР и России	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	1 0	0
2	<b>Тема 2. Воздействие лазерного излучения на биоткани</b>	Всего аудиторных часов		

	<b>и использование его в медицинских целях.</b> Понятие о моделях хирургического воздействия лазерного излучения. Обратимые и необратимые термические изменения в биотканях. Расчетные модели для случаев слабого и сильного поглощения излучения биотканью. Характерное время теплопотерь. Условие разрушения биоткани в термодиффузационном и фотоабляционном режимах. Стадии термической фотодеструкции биотканей	1	1	0
	Онлайн			
	0	0	0	
3	<b>Тема 3 Общие принципы построения лазерных медицинских аппаратов.</b> Структурно-функциональная схема лазерных аппаратов. Способы доставки лазерного излучения. Инструменты и приспособления для лазерных аппаратов.	Всего аудиторных часов		
	0	2	0	
	Онлайн			
	0	0	0	
4	<b>Тема 4 Лазерная аппаратура, выпускаемая для хирургии и силовой терапии.</b> Аппараты, работающие в диапазонах 1 мкм, 1,5 мкм, 2 мкм, 3 мкм, 10 мкм, видимого и УФ.	Всего аудиторных часов		
	0	2	0	
	Онлайн			
	0	0	0	
5	<b>Тема 5. Основы техники безопасности при работе с лазерами.</b> Техника безопасности при работе с лазерами. Санитарные нормы и правила. Классы опасности лазерных установок. Предельно допустимые уровни облучения для кожи и органов зрения. Меры защиты.	Всего аудиторных часов		
	0	2	0	
	Онлайн			
	0	0	0	
6	<b>Тема 6 Лазерные технологии в оториноларингологии, сердечно-сосудистой хирургии и фтизиатрии.</b> Использование лазерной термопластики хрящей. Симультанный подход к лечению ЛОР патологии. Лазерная ангиопластика. Использование трансмиокардиальной реваскуляризации. Эндовенозная лазерная коагуляция в лечении варикозной болезни. Использование чресподчной лазерной коагуляции. Лазеры в лечении сосудистых мальформаций.	Всего аудиторных часов		
	1	1	0	
	Онлайн			
	0	0	0	
7	<b>Тема 7 Лазерные методы в онкологии и стоматологии</b> Фотодинамическая терапия и интерстициальная термотерапия. Лечение мягких и твердых тканей в стоматологии.	Всего аудиторных часов		
	1	1	0	
	Онлайн			
	0	0	0	
8	<b>Тема 8. Лазеры в общей хирургии, урологии, гинекологии и проктологии.</b> Лазеры в открытых и эндоскопических операциях. Литотрипсия и хирургия в урологии. Лечение гинекологической проктологической патологии.	Всего аудиторных часов		
	0	2	0	
	Онлайн			
	0	0	0	
<b>9-16</b>	<b>Второй раздел</b>	4	12	0
9	<b>Тема 9 Лазерные методы в косметологии</b> Ракционный фототермолиз в «омоложении» кожи. Лазерные эпиляция, липолиз, удаление татуировок.	Всего аудиторных часов		
	1	1	0	
	Онлайн			
	0	0	0	
10 - 11	<b>Тема 10 Лазерные технологии в нейрохирургии и лечении опорно-двигательного аппарата.</b> Использование лазерной денервации. Стереотаксические методы с использованием лазерного излучения.	Всего аудиторных часов		
	1	3	0	
	Онлайн			
	0	0	0	

	Лечение патологии межпозвонковых дисков. Метод лазерной остеоперфорации в костной патологии			
12 - 13	<b>Тема 11. Лазерные методы и аппаратура в офтальмологии</b> Лазерные методы лечения глаукомы, катаракты. Абляционные и неабляционные методы рефракционных дефектов зрения.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
14 - 16	<b>Тема 12. Другие медицинские применения лазеров.</b> Лазерная биоинженерия. Лазеры в медицинской промышленности.	Всего аудиторных часов		
		1	5	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

<b>Обозначение</b>	<b>Полное наименование</b>
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

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для углубления материала курса и расширения кругозора студентам демонстрируются компьютерные презентации и видеофильмы из специально созданной электронной библиотеки и фильмотеки по темам курса. Традиционно организуются обзорные лекции ведущих специалистов страны по актуальным проблемам биофотоники

## 6. 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:

<b>Компетенция</b>	<b>Индикаторы освоения</b>	<b>Аттестационное мероприятие (КП 1)</b>
ПК-1.4	З-ПК-1.4	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1.4	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1.4	З, КИ-8, КИ-16
ПК-1.6	З-ПК-1.6	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1.6	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1.6	З, КИ-8, КИ-16

ПК-3	З-ПК-3	3, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3	3, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3	3, КИ-8, КИ-16
ПК-6	З-ПК-6	3, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-6	3, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-6	3, 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.

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

#### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ В 71 Биофизика : , Волькенштейн М. В., Санкт-Петербург: Лань, 2022
2. 621.37 М 61 Лазерные медицинские системы и медицинские технологии на их основе : , Минаев В. П., Долгопрудный: Интеллект, 2017
3. ЭИ Б 82 Лазеры: применения и приложения : , Ивакин С. В. [и др.], Санкт-Петербург: Лань, 2022
4. ЭИ О-62 Оптическая биомедицинская диагностика Т. 2 Оптическая биомедицинская диагностика. Том 2, , : , 2007
5. 61 О-62 Оптическая биомедицинская диагностика Т.2 , , : Физматлит, 2007

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.37 К89 Введение в лазерную медицину : Учеб. пособие, Кузнецов А.П., М.: МИФИ, 2004
2. 61 Л54 Медицинская и биологическая физика : учебное пособие, Лещенко В.Г., Ильич Г.К., Минск: Новое знание, 2014

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

#### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

### **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

### **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач. 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. В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам. Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений. Следует работать с рекомендованными литературными источниками.

Для выполнения самостоятельной работы получить у преподавателя задание и список рекомендованной литературы. Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю. Подготовить письменный отчет о проделанной работе. При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

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

На первой лекции сделать общий обзор содержания курса. Дать перечень рекомендованной литературы и вновь появившихся литературных источников. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов. Внимательно относиться к вопросам студентов и при необходимости давать дополнительные более подробные пояснения. При чтении лекций преимущественное внимание следует уделять качественным вопросам, не следует увлекаться простыми математическими выкладками, оставляя их либо на студентов, либо отсылая студентов к литературным источникам и методическим пособиям. Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений. Лекционный курс строится по следующему плану: сначала вводятся и обсуждаются основные понятия и исходные положения, излагаются основные законы и уравнения. Потом рассматриваются методы, с помощью которых разбираются важнейшие приложения. Используется интерактивная форма проведения лекционных занятий. Активная форма проведения лекционных занятий предполагает, в частности, что студенты самостоятельно прорабатывают отдельные разделы лекционного курса, на основе которых выполняется ряд заданий. Студенты выступают с сообщениями по самостоятельно проработанным темам. На последней лекции делается обзор наиболее важных положений.

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным. При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе. С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы). При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

Автор(ы):

Евтихиев Николай Николаевич, д.ф.-м.н., профессор

Рецензент(ы):

Гончуков С.А.