

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] 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика

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	3	108	7	23	0		42	0	Э
Итого	3	108	7	23	0	0	42	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 фотоники и оптоинформатики; построение математических моделей объектов	фундаментальные и прикладные научно-исследовательские разработки в области фотоники и оптоинформатики;	ПК-1.5 [1] - способен использовать знания о современных разработках и основных применениях лазеров, о физических основах и возможностях лазерной диагностики	З-ПК-1.5[1] - Знать: современное состояние разработок и область применения лазеров, современные возможности лазерной диагностики различных сред;

<p>исследования и выбор численного метода их моделирования, разработка алгоритма решения задачи; выполнение математического (компьютерного) моделирования и оптимизации параметров объектов фотоники и оптоинформатики; исследование элементов, устройств и систем фотоники и оптоинформатики; выбор оптимального метода и разработка программ экспериментальных исследований и измерений с выбором технических средств и обработкой результатов; осуществление наладки, настройки и опытной проверки отдельных видов систем фотоники и оптоинформатики в лабораторных условиях; составление описаний проводимых исследований, подготовка данных для составления отчетов, обзоров и другой технической документации; защита приоритета и новизны полученных результатов исследований с использованием юридической базы для охраны интеллектуальной собственности</p>		<p>сред, особенностях взаимодействия лазерного излучения с биотканями и наноструктурами в профессиональной деятельности</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004</p>	<p>У-ПК-1.5[1] - Уметь: использовать знания о современных разработках и основных применениях лазеров, о физических основах и возможностях лазерной диагностики сред, особенностях взаимодействия лазерного излучения с биотканями и наноструктурами в профессиональной деятельности; В-ПК-1.5[1] - Владеть: навыками сравнительного анализа разработок лазеров, методов лазерной диагностики сред</p>
<p>анализ состояния</p>	<p>проектно-конструкторский элементная база</p>	<p>ПК-1.9 [1] - способен</p>	<p>З-ПК-1.9[1] - Знать:</p>

<p>научно-технической проблемы, постановка цели и задач проектирования приборов и систем фотоники и оптоинформатики; разработка функциональных и структурных схем приборов и систем фотоники и оптоинформатики и установление технических требований на отдельные блоки и элементы; проектирование и конструирование различных типов оптических и оптоинформационных систем, блоков и узлов с использованием средств компьютерного проектирования, проведение проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием конструкторских решений; оценка технологичности конструкторских решений, разработка технологических процессов сборки и контроля элементов, устройств и систем; составление технической документации, включая инструкции по эксплуатации, программы испытаний, технические условия; участие в наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию</p>	<p>полупроводниковых, волоконных и планарных лазеров; элементная база и системы преобразования и отображения информации; устройства и системы на основе когерентной оптики и голограмм; устройства и системы компьютерной фотоники; системы оптических и квантовых вычислений и оптические компьютеры; элементная база, системы и методы, обеспечивающие оптическую передачу, прием, обработку, запись и хранение информации;</p>	<p>ставить задачи по проектированию приборов и систем фотоники и оптоинформатики, предназначенных для применений в промышленности, науке, медицине;</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>области применения приборов и систем фотоники и оптоинформатики; У-ПК-1.9[1] - Уметь: ставить задачи по проектированию приборов и систем фотоники и оптоинформатики; В-ПК-1.9[1] - Владеть: навыками проектирования приборов фотоники и оптоинформатики</p>
---	---	--	--

опытных образцов.			
анализ состояния научно-технической проблемы, постановка цели и задач проектирования приборов и систем фотоники и оптоинформатики; разработка функциональных и структурных схем приборов и систем фотоники и оптоинформатики и установление технических требований на отдельные блоки и элементы; проектирование и конструирование различных типов оптических и оптоинформационных систем, блоков и узлов с использованием средств компьютерного проектирования, проведение проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием конструкторских решений; оценка технологичности конструкторских решений, разработка технологических процессов сборки и контроля элементов, устройств и систем; составление технической документации, включая инструкции по эксплуатации, программы испытаний, технические условия; участие в наладке,	элементная база полупроводниковых, волоконных и планарных лазеров; элементная база и системы преобразования и отображения информации; устройства и системы на основе когерентной оптики и голограмии; устройства и системы компьютерной фотоники; системы оптических и квантовых вычислений и оптические компьютеры; элементная база, системы и методы, обеспечивающие оптическую передачу, прием, обработку, запись и хранение информации;	ПК-5 [1] - способен проектировать и конструировать в соответствии с техническим заданием типовые оптические и оптоинформационные системы  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-5[1] - Знать: особенности и области применения оптических и оптоинформационных систем; правила оформления проектной и конструкторской документации ; У-ПК-5[1] - Уметь: анализировать технические требования, предъявляемые к разрабатываемым узлам, блокам и системам; проводить концептуальную и проектную проработку типовых систем, приборов, деталей и узлов; представлять и оформлять результаты проектно-конструкторской деятельности ; В-ПК-5[1] - Владеть: навыками проектирования и конструирования типовых оптических и оптоинформационных системы

испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов.			
<b>производственно-технологический</b>			
разработка и внедрение технологических процессов, методик контроля качества элементов, устройств и систем фотоники и оптоинформатики; разработка и внедрение информационных технологий и оптимизация автоматизированных режимов работы элементов, устройств и систем фотоники и оптоинформатики; разработка и внедрение информационных технологий обработки, преобразования, отображения и хранения информации на основе элементов, устройств и систем фотоники и оптоинформатики; оценка экономической эффективности технологических процессов.	элементная база, материалы и технологии, обеспечивающие оптическую передачу, прием, обработку, запись и хранение информации; элементная база, системы и технологии интегральной, волоконной и градиентной оптики, а также микрооптики;	ПК-9 [1] - способен к проектированию, разработке и внедрению технологических процессов и режимов производства, контролю качества систем фотоники и их элементов  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.037	З-ПК-9[1] - Знать: типичные требования, предъявляемые к качеству систем фотоники и их элементов; основные технологические процессы и режимы производства, используемые при изготовлении систем фотоники и их элементов ; У-ПК-9[1] - Уметь: анализировать технические требования, предъявляемые к разрабатываемым технологическим процессам и режимам производства, к контролю качества систем фотоники и их элементов; проводить концептуальную проработку типовых технологических процессов и режимов производства; формулировать и обосновывать параметры, режимы и условия реализации разрабатываемых технологических процессов ; В-ПК-9[1] - Владеть: методами оценки эффективности разрабатываемых и внедряемых 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-1.5, У-ПК-1.5, В-ПК-1.5, 3-ПК-1.9, У-ПК-1.9, В-ПК-1.9, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9
2	Второй раздел	9-15	3/11/0		25	КИ-16	3-ПК-1.5, У-ПК-1.5, В-ПК-1.5, 3-ПК-1.9, У-ПК-1.9, В-ПК-1.9, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9
	<i>Итого за 3 Семестр</i>		7/23/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 3 Семестр</b>				50	Э	3-ПК-1.5, У-ПК-1.5, В-ПК-1.5, 3-ПК-1.9, У-ПК-1.9, В-ПК-1.9, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9

\* – 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>3 Семестр</i>	7	23	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 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 термодиффузионном и фотоабляционном режимах. Стадии термической фотодеструкции биотканей	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	1 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 Онлайн 0	2 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 Онлайн 0	2 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 Онлайн 0	2 0	0
6	<b>Тема 6 Лазерные технологии в оториноларингологии, сердечно-сосудистой хирургии и фтизиатрии.</b> Использование лазерной термопластики хрящей.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн	1 0	0

	Симультанный подход к лечению ЛОР патологии. Лазерная ангиопластика. Использование трансмиокардиальной реваскуляризации. Эндовенозная лазерная коагуляция в лечении варикозной болезни. Использование чреспокойной лазерной коагуляции. Лазеры в лечении сосудистых мальформаций.	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 Онлайн 0	1 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 Онлайн 0	2 0	0
<b>9-15</b>	<b>Второй раздел</b>	3	11	0
9	<b>Тема 9 Лазерные методы в косметологии</b> Ракционный фототермолиз в «омоложении» кожи. Лазерные эпиляция, липолиз, удаление татуировок.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	1 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. Лечение патологии межпозвонковых дисков. Метод лазерной остеоперфорации в костной патологии	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	3 0	0
12 - 13	<b>Тема 11. Лазерные методы и аппаратура в офтальмологии</b> Лазерные методы лечения глаукомы, катаракты. Аблационные и неабляционные методы рефракционных дефектов зрения.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	3 0	0
14 - 15	<b>Тема 12. Другие медицинские применения лазеров.</b> Лазерная биоинженерия. Лазеры в медицинской промышленности.	Всего аудиторных часов 0 Онлайн 0	4 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

## 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:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-1.5	З-ПК-1.5	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1.5	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1.5	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-1.9	З-ПК-1.9	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1.9	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1.9	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-5	З-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-9	З-ПК-9	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-9	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-9	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			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	3 – «удовлетворительно»	E	
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.