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 ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/04-577

от 27.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ ЛАЗЕРНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ

Направление подготовки (специальность)

[1] 03.03.01 Прикладные математика и физика
[2] 16.03.02 Высокотехнологические плазменные и энергетические установки
[3] 01.03.02 Прикладная математика и информатика

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**
5	2	72	16	16	0		40	0	З
Итого	2	72	16	16	0	0	40	0	

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются история создания, принципы работы и основные характеристики лазеров, используемых в медицинских целях. Описываются принципы построения лазерных медицинских аппаратов, устройства доставки излучения, инструменты и приспособления, используемые с ними. Рассматриваются особенности лазерных аппаратов, выпускаемых для использования в различных областях медицины, основные положения нормативной базы использования лазерных аппаратов в медицине. Разбираются аспекты безопасной работы с лазерным излучением.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель курса – дать учащимся основные представления об истории появления и развития лазерной медицинской техники, физических основы работы используемых для ее создания лазерных устройств, принципах построения лазерных медицинских аппаратов, особенностях таких аппаратов, выпускаемых для использования в различных областях медицины. Разбираются аспекты безопасной работы с лазерным излучением.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

При составлении программы учебной дисциплины «Основы разработки лазерной медицинской техники» предполагалось, что студент знаком с содержанием основных разделов курсов высшей математики, общей физики и физической оптики.

В результате освоения данной дисциплины студент должен получить знания об основных понятиях и методах лазерной техники. В результате освоения данной дисциплины студент должен понимать особенности воздействия лазерных излучений с различными длинами волн и временными параметрами и научиться осуществлять предварительный выбор типов лазерных устройств и инструментария для решения конкретных медицинских задач.

Программой курса предусмотрено, что студент должен ознакомиться как с принципами разработки лазерных медицинских устройств, так и с конкретными актуальными их приложениями.

Знания, приобретенные студентом при освоении данной дисциплины, необходимы для успешного завершения обучения в рамках образовательной программы.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-1 [1, 2, 3] – Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для	З-УК-1 [1, 2, 3] – Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа

решения поставленных задач	У-УК-1 [1, 2, 3] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 [1, 2, 3] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач
УК-3 [1, 2, 3] – Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	З-УК-3 [1, 2, 3] – Знать: основные приемы и нормы социального взаимодействия; основные понятия и методы конфликтологии, технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии У-УК-3 [1, 2, 3] – Уметь: устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе; применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды В-УК-3 [1, 2, 3] – Владеть: простейшими методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде
УК-6 [1, 2, 3] – Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	З-УК-6 [1, 2, 3] – Знать: основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни У-УК-6 [1, 2, 3] – Уметь: эффективно планировать и контролировать собственное время; использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения В-УК-6 [1, 2, 3] – Владеть: методами управления собственным временем; технологиями приобретения. использования и обновления социо-культурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Духовно-нравственное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование этического мышления и профессиональной ответственности ученого (В2)	1. Использование воспитательного потенциала базовых гуманитарных дисциплин. 2. Разработка новых инновационных курсов гуманитарной и междисциплинарной направленности.
Духовно-нравственное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование личностно-центрированного подхода в профессиональной коммуникации, когнитивно-	1. Использование воспитательного потенциала базовых гуманитарных дисциплин. 2. Разработка новых инновационных курсов гуманитарной и междисциплинарной направленности.

	поведенческих и практико-ориентированных навыков, основанных на общероссийских традиционных ценностях (В3)	
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (В14)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач. - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплины «Экономика и управление в промышленности на основе инновационных подходов к управлению конкурентоспособностью», «Юридические основы профессинальной деятельности» для: - формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа»,

	мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)	«Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития 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.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (В21)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального

		модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.

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
	5 Семестр						
1	Первый раздел	1-8	8/8/0		25	КИ-8	З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, З-УК-6, У-УК-6, В-УК-6
2	Второй раздел	9-16	8/8/0		25	КИ-16	З-УК-

							1, У-УК-1, В-УК-1, З-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, З-УК-6, У-УК-6, В-УК-6
	Итого за 5 Семестр		16/16/0		50		
	Контрольные мероприятия за 5 Семестр				50	З	З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, З-УК-6, У-УК-6, В-УК-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

Недел	**Темы занятий / Содержание**	**Лек.,**	**Пр./сем.**	**Лаб.,**

и		час.	, час.	час.
	5 Семестр	16	16	0
1-8	**Первый раздел**	8	8	0
1	**тема 1. Основные физические принципы работы лазеров.** Свет. Спонтанное и вынужденное излучение. Инверсная населенность. Положительная обратная связь. Оптический резонатор. Накачка. Первые лазеры. Свойства лазерного излучения.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	1 0	0 0
2	**тема 2. Развитие лазерных медицинских технологий и техники в мире, СССР и России.** Первые лазерные аппараты для медицины и их применения. Зачем нужны лазеры, работающие в разных спектральных диапазонах и с различными временными характеристиками? Как менялся лазерный арсенал медицины.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	1 0	0 0
3	**тема 3. Оптические резонаторы** Собственные типы колебаний (моды). Роль резонаторов в определении пространственных и спектральных характеристик лазеров. Устойчивые и неустойчивые резонаторы	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	1 0	0 0
4	**тема 4. Основные типы лазеров, используемые в медицинских аппаратах.** Алюмоиттриевый гранат – основной кристалл, используемый в лазерах для медицины. Лазеры на алюминате иттрия, александрите, активированных стеклах. Ламповая и полупроводниковая накачка. Лазеры на тонких дисках.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	1 0	0 0
5	**тема 4.2. Газовые лазеры.** CO2-лазеры, накачка постоянным током и СВЧ накачка. Эксимерные лазеры. Лазеры на парах металлов.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	1 0	0 0
6	**тема 4.3. Полупроводниковые лазеры.** Первые полупроводниковые лазеры. Лазеры на гетероструктурах. Пути повышения выходной мощности излучения полупроводниковых лазеров.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	1 0	0 0
7	**тема 4.4. Волоконные лазеры.** История совершенствования волоконных лазеров. Особенности конструкции. Лазеры на волокнах, активированных Nd, Yb, Er, Tm.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	1 0	0 0
8	**тема 4.5. Использование в лазерах эффектов нелинейной оптики.** Лазеры на гармониках. Оптические параметрические генераторы. Использование кристаллов с РДС. Лазеры на комбинационном рассеянии.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	1 0	0 0
9-16	**Второй раздел**	8	8	0
9	**тема 5. Режимы работы лазеров.** Непрерывный режим.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	1 0	0 0

10	**тема 5.2. Режимы с модуляцией добротности** Режим накопления инверсной населенности. Режим разгрузки резонатора. Режим синхронизации мод. Ультракороткие импульсы.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	**тема 6. Основы техники безопасности при работе с лазерами.** 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		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	**тема 7 Общие принципы построения лазерных медицинских аппаратов** 7.1. Структурно-функциональная схема лазерных аппаратов. Устройства контроля и управления	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	**тема 7 Общие принципы построения лазерных медицинских аппаратов** 7.2. Способы доставки лазерного излучения. Аппликаторы. Инструменты и приспособления для лазерных аппаратов.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	**Тема 8 Лазерная аппаратура, выпускаемая для хирургии и силовой терапии** Аппараты, работающие в диапазонах 1 мкм, 1,5 мкм, 2 мкм, 3 мкм, 10 мкм, видимого и УФ.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	**Тема 9. Лазерная аппаратура для низкоинтенсивной терапии, офтальмологии и диагностики** Терапия, офтальмология,диагностика.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
16	**Тема 10. Особенности регистрации медицинской техники** Стадии разработки медицинской аппаратуры. Виды испытаний, проводимых при регистрации. Порядок регистрации медицинской аппаратуры.	Всего аудиторных часов		
		1	1	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

Для углубления материала курса и расширения кругозора студентам демонстрируются компьютерные презентации и видеофильмы из специально созданной электронной библиотеки и фильмотеки по темам курса.

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)**
УК-1	З-УК-1	З, КИ-8, КИ-16
	У-УК-1	З, КИ-8, КИ-16
	В-УК-1	З, КИ-8, КИ-16
УК-3	З-УК-3	З, КИ-8, КИ-16
	У-УК-3	З, КИ-8, КИ-16
	В-УК-3	З, КИ-8, КИ-16
УК-6	З-УК-6	З, КИ-8, КИ-16
	У-УК-6	З, КИ-8, КИ-16
	В-УК-6	З, 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

60-64	«*удовлетворительно*»	E	знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
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:

1. ЭИ Т 92 Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях : , Москва: Физматлит, 2010

2. ЭИ Б 82 Лазеры: применения и приложения : , Санкт-Петербург: Лань, 2022

3. ЭИ В 19 Медицинская и биологическая физика. Тестовые задания : учебное пособие для вузов, Москва: Юрайт, 2022

4. 621.37 К89 Введение в лазерную медицину : Учеб. пособие, Кузнецов А.П., М.: МИФИ, 2004

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 61 О-62 Оптическая биомедицинская диагностика Т.1 , , : Физматлит, 2007

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

• При составлении программы учебной дисциплины «Основы разработки лазерной медицинской техники» предполагалось, что студент знаком с содержанием основных разделов курсов высшей математики, общей физики и физической оптики.

• В результате освоения данной дисциплины студент должен получить знания об основных понятиях и методах техники и физики лазеров. В результате освоения данной дисциплины студент должен понимать особенности лазерного излучения и и его взаимодействия с биологическими тканями и научиться использовать их при выборе характеристик медицинских аппаратов в зависимости от их назначения.

• Программой курса предусмотрено, что студент должен ознакомиться как с принципами построения лазерной медицинской аппаратуры, так и с примерами ее реализации в конкретных приборах.

• Знания, приобретенные студентом при освоении данной дисциплины, необходимы для успешного завершения обучения в рамках образовательной программы.

• За время прохождения курса осуществляются 2 рубежных контроля (1-8 и 9-16 недели), проводимых в форме коллоквиума, в процессе которых каждый студент отвечает на два вопроса.

В конце освоения дисциплины студент сдает зачет, где ему предлагается ответить в устной форме на три вопроса.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Указания для проведения лекций

• На первой лекции необходимо сделать по возможности наиболее детальный обзор содержания курса, показать актуальность курса и дать перечень рекомендованной литературы.

• При последовательном освещении каждой темы перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и при необходимости обсудить их коллективно.

• Внимательно относиться к вопросам студентов, при необходимости давать дополнительные подробные пояснения и проводить обсуждения по задаваемым вопросам (здесь возможен выборочный контроль активности студентов).

• При чтении лекций по теме 1 следует в достаточной мере сжато изложить необходимые базовые сведения и понятия из физики лазеров, а также обратить внимание студентов на необходимые разделы математики и оптики.

• При чтении лекций необходимо по возможности пользоваться демонстрационным материалом о конкретных образцах элементов и устройств лазерной техники, в том числе содержащих информацию о новейших исследованиях, разработках и доступных продуктах в рассматриваемой области. С этой целью необходимо ссылаться на соответствующие актуальные научные и технические публикации, демонстрировать технические описания и рекламные материалы новейших коммерческих продуктов в данной области и т.п.

• При чтении лекций наибольшее внимание следует уделять принципиальным аспектам разработки лазерных медицинских систем, по возможности подчёркивая одновременно существующие общность и дифференциацию используемых подходов.

• При чтении лекций, там, где речь идёт о конкретных устройствах, особое внимание следует уделить как предельным оценкам их возможностей, а также технически и технологически обусловленными ограничениям их характеристик и параметров.

• В процессе лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным используемым общим понятиям и фундаментальным особенностям физики и техники лазеров (здесь возможен выборочный контроль знаний и компетентности студентов).

• При чтении лекций желательно по возможности использовать единую систему обозначений.

• Перед окончанием лекции необходимо давать рекомендации студентам для подготовки к очередным занятиям.

• На заключительной лекции курса уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе, отметить общность методов лазерной физики и их индивидуальные особенности, возникающие при решении различных конкретных задач. Также необходимо более обще коснуться основных направлений и перспектив развития лазерной медицинской техники.

Указания по контролю самостоятельной работы студентов

• По усмотрению преподавателя, в зависимости от пожеланий студентов, задание на самостоятельную работу может быть общим либо индивидуальным.

• При использовании индивидуальных заданий возможно по усмотрению преподавателя требовать от студента письменный отчет о проделанной работе. С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы применять индивидуальные контрольные вопросы.

• При проверке общих заданий следует вести коллективные обсуждения со студентами, особенно это касается разделов, в которых освещаются конкретные схемные и технические решения, использованные в конкретных лазерных медицинских аппаратах и инструментарии к ним.

Автор(ы):

Минаев Владимир Павлович, к.т.н., доцент