

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

ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ БИОМЕДИЦИНЫ  
КАФЕДРА ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЫ

ОДОБРЕНО НТС ИФИБ

Протокол № 5/25  
от 18.11.2025

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ЛАЗЕРНЫЕ И ФОТОННЫЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ НАНОМЕДИЦИНЫ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 03.05.02 Фундаментальная и прикладная 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
9	2	72	16	16	0		40	0	3
Итого	2	72	16	16	0	8	40	0	

## АННОТАЦИЯ

В ходе изучения дисциплины "Лазерные и фотонные нанотехнологии для наномедицины" рассматриваются современные лазерные технологии, физическое взаимодействие лазера с веществом, формирование лазерной плазмы, методы формирования наночастиц с помощью лазера (в частности метод лазерной абляции в жидкости), а также лазерные биомедицинские нанотехнологии.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины "Лазерные и фотонные нанотехнологии для наномедицины" является формирование у студентов комплексных знаний в области лазерных и фотонных нанотехнологий для применений в наномедицине.

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

Дисциплина «Лазерные и фотонные нанотехнологии для наномедицины» входит в блок Профессионального модуля. Навыки, умения и компетенции данной дисциплины дают важную теоретическую базу для успешного освоения сопутствующих и последующих дисциплин Профессионального модуля. Осознанное усвоение теоретического и практического материала дисциплины дает основу для успешного прохождения программ производственной практики (научно-исследовательской работы) и преддипломной практики студентов.

### 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			
- выявление актуальных проблем и тенденций в области физики - работа с научной литературой, в том числе с	физические объекты и системы различного масштаба, уровня организации,	ПК-3 [1] - Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью	3-ПК-3 [1] - знать методы проведения научных исследований и выполнения опытно-конструкторских работ в области физики У-ПК-3 [1] - уметь самостоятельно

<p>использованием информационных технологий, отслеживание отечественных и зарубежных работ в исследуемой области - выбор методов, современной аппаратуры и информационных технологий для проведения исследования - проведение теоретических и экспериментальных исследований</p>	<p>физические явления и процессы, физические, инженерно-физические, биофизические технологии, методы, приборы, устройства</p>	<p>современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>формулировать цели, ставить задачи научных исследований в своей профессиональной сфере; решать физические задачи с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта</p> <p>В-ПК-3 [1] - владеть навыками работы на современной аппаратуре, оборудовании; навыками использования информационных технологий в своей профессиональной области</p>
<p>- выявление актуальных проблем и тенденций в области физики - работа с научной литературой, в том числе с использованием информационных технологий, отслеживание отечественных и зарубежных работ в исследуемой области - выбор методов, современной аппаратуры и информационных технологий для проведения исследования - проведение теоретических и экспериментальных исследований</p>	<p>физические объекты и системы различного масштаба, уровня организации, физические явления и процессы, физические, инженерно-физические, биофизические технологии, методы, приборы, устройства</p>	<p>ПК-1.2 [1] - Способен применять на практике знания лазерной физики, физики полупроводников, оптики, физических основ взаимодействия излучения с веществом для качественного и количественного описания исследуемых объектов и явлений</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт 40.039, 40.037, 40.006</p>	<p>3-ПК-1.2 [1] - Знать законы и принципы физики твердого тела, оптики, взаимодействия излучения с веществом, квантовой механики, лазерной физики</p> <p>У-ПК-1.2 [1] - Уметь формулировать, выделять, анализировать исходные данные об исследуемом объекте и явлении, исходя из законов и принципов физики твердого тела, оптики, взаимодействия излучения с веществом, квантовой механики, лазерной физики</p> <p>В-ПК-1.2 [1] - Владеть приемами и методами, используемыми в области физики твердого тела, оптики, взаимодействия излучения с веществом, квантовой механики, лазерной физики, для качественного и количественного описания исследуемых объектов и явлений</p>
<p>- выявление актуальных проблем и тенденций в</p>	<p>физические объекты и системы</p>	<p>ПК-1.3 [1] - Способен ставить и решать теоретические и</p>	<p>3-ПК-1.3 [1] - Знать теоретические и аналитические модели и</p>

<p>области физики - работа с научной литературой, в том числе с использованием информационных технологий, отслеживание отечественных и зарубежных работ в исследуемой области - выбор методов, современной аппаратуры и информационных технологий для проведения исследования - проведение теоретических и экспериментальных исследований</p>	<p>различного масштаба, уровня организации, физические явления и процессы, физические, инженерно-физические, биофизические технологии, методы, приборы, устройства</p>	<p>экспериментальные задачи в области физики конденсированного вещества, фотоники, физики лазеров, полупроводниковой физики, взаимодействия излучения с веществом</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт 40.039, 40.037</p>	<p>основные приемы проведения эксперимента в области физики конденсированного вещества, фотоники, физики лазеров, полупроводниковой физики, взаимодействия излучения с веществом</p> <p>У-ПК-1.3 [1] - Уметь формулировать задачи исследования в области физики конденсированного вещества, фотоники, физики лазеров, полупроводниковой физики, взаимодействия излучения с веществом, выбирать подходящие модели, экспериментальные приемы и методы исследования</p> <p>В-ПК-1.3 [1] - Владеть навыками анализа полученных результатов, формулирования выводов, корректировки дальнейшего плана исследования в области физики конденсированного вещества, фотоники, физики лазеров, полупроводниковой физики, взаимодействия излучения с веществом</p>
---	--	---	--

#### технологическо-трансферный

<p>- разработка новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности - формирование целей проекта (программы), критериев и показателей достижения целей,</p>	<p>физические объекты и системы различного масштаба, уровня организации, физические явления и процессы, физические, инженерно-физические, биофизические технологии,</p>	<p>ПК-5 [1] Способен принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности</p> <p><i>Основание:</i></p>	<p>З-ПК-5 [1] - знать современные направления исследований в своей профессиональной области</p> <p>У-ПК-5 [1] - уметь анализировать и выявлять перспективные направления в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности</p>
---	---	--	---

<p>построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов решения задач с учетом всех аспектов деятельности - разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов и схем производства устройств, приборов, систем и комплексов</p>	<p>методы, приборы, устройства</p>	<p>Профессиональный стандарт 40.039, 40.008</p>	<p>В-ПК-5 [1] - владеть современными методиками и подходами в решении научно-инновационных и инженерно-технологических задач в профессиональной сфере</p>
<p>- разработка новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности - формирование целей проекта (программы), критериев и показателей достижения целей, построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов решения задач с учетом всех аспектов деятельности - разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов и схем производства устройств,</p>	<p>физические объекты и системы различного масштаба, уровня организации, физические явления и процессы, физические, инженерно-физические, биофизические технологии, методы, приборы, устройства</p>	<p>ПК-1.5 [1] - Способен к созданию и расчету устройств квантовой электроники и фотоники, применению их в науке, технике, промышленности и медицине</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт 40.039, 06.005</p>	<p>3-ПК-1.5 [1] - Знать особенности расчета, разработки и конструирования устройств квантовой электроники и фотоники с учетом сферы их применения</p> <p>У-ПК-1.5 [1] - Уметь использовать имеющиеся знания и получать новые знания для генерации идей и подходов по созданию и расчету устройств квантовой электроники и фотоники</p> <p>В-ПК-1.5 [1] - Владеть навыками проведения расчета и опытно-конструкторских работ по созданию устройств квантовой электроники и фотоники, их настройки и диагностики</p>

приборов, систем и комплексов			
-------------------------------	--	--	--

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
Профессиональное воспитание	- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «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	<p>- формирование культуры безопасности при работе с лазерным излучением (В32);</p>	<p>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:</p> <p>- формирования культуры работы с 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.</p> <p>Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин и всех видов практик для: - формирования этических основ проведения экспериментов с использованием лабораторных животных посредством обсуждения техники безопасной работы с высокотехнологичным экспериментальным оборудованием, высокопроизводительной вычислительной техникой и с живыми системами.</p>

## 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>9 Семестр</i>							
1	Первый раздел	1-8	8/8/0	25	КИ-8	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, 3-ПК-1.3, У-ПК-1.3, В-ПК-1.3, 3-ПК-1.5, У-ПК-1.5, В-ПК-1.5		
2	Второй раздел	9-16	8/8/0	25	КИ-16	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, 3-ПК-1.3, У-ПК-1.3, В-ПК-1.3, 3-ПК-1.5, У-ПК-1.5, В-ПК-1.5		
	<i>Итого за 9 Семестр</i>		16/16/0	50	50	3	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, 3-ПК-1.3, У-ПК-1.3, В-ПК-1.3,	
	<b>Контрольные мероприятия за 9 Семестр</b>				50	3	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, 3-ПК-1.3, У-ПК-1.3, В-ПК-1.3,	

							3-ПК-1.5, У-ПК-1.5, В-ПК-1.5
--	--	--	--	--	--	--	------------------------------------

\* – 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>9 Семестр</i>	16	16	0
<b>1-8</b>	<b>Первый раздел</b>	8	8	0
1 - 3	<b>Основные принципы работы лазеров. Современные лазерные технологии</b> Вводная лекция. Приводится общая информация о курсе. Рассматриваются основные принципы работы лазеров (схемы накачки для непрерывных и импульсных лазеров, классификация лазеров, количественные характеристики лазерного излучения и т.д.) и современные лазерные технологии	Всего аудиторных часов 3 Онлайн	3 0	0
3 - 6	<b>Физические основы взаимодействия лазера с веществом и образования лазерной плазмы</b> Рассматриваются физические явления, сопровождающие взаимодействие лазера с веществом и образование лазерной плазмы; лазерный термоядерный синтез; параметры, характеризующие интенсивность взаимодействия лазера с веществом.	Всего аудиторных часов 4 Онлайн	4 0	0
6 - 9	<b>Формирование наноматериалов с помощью лазера</b> Рассматриваются такие методы как: Лазерное наноструктурирование поверхности; Импульсная лазерная абляция в остаточных газах, Метод лазерного перемещения (Laser-Induced Forward Transfer, LIFT), Лазерная искровая обработка, Лазерный пиролиз газов.	Всего аудиторных часов 3 Онлайн	3 0	0
<b>9-16</b>	<b>Второй раздел</b>	8	8	0
9 - 12	<b>Импульсная лазерная абляция в жидкости</b> Рассматривается Метод импульсной лазерной абляции в жидкости (один из наиболее перспективных методов создания наноматериалов для применений в биомедицине), метод лазерной фрагментации в жидкости.	Всего аудиторных часов 4 Онлайн	4 0	0
12 - 16	<b>Лазерные биомедицинские нанотехнологии</b> Рассматриваются примеры современных способов синтеза новых наноматериалов для биомедицинских	Всего аудиторных часов 4 Онлайн	4 0	0

	применений, а также лазерные и фотонные технологии в области нанотерапии.	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

Основной вид учебной работы – лекционно-практический. Отдельное внимание уделяется аудиторной консультативной деятельности в ходе лекционного процесса в виде диалога: дополнительные вопросы студентов – пояснение лекционного материала преподавателем. Также преподаватель сам задает вопросы студентам, чтобы проверить усвоение материала и вовлечь студентов в обсуждение изучаемой темы. При необходимости преподаватель дает дополнительное пояснение материала.

Детализация описаний сложных биологических, химических, физических процессов и систем проводится с использованием наглядных графических материалов: таблиц, диаграмм, иллюстраций, презентаций.

## 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-3	З-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16
ПК-5	З-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16
ПК-1.2	З-ПК-1.2	З, КИ-8, КИ-16

	У-ПК-1.2	3, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1.2	3, КИ-8, КИ-16
ПК-1.3	З-ПК-1.3	3, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1.3	3, КИ-8, КИ-16
ПК-1.5	В-ПК-1.3	3, КИ-8, КИ-16
	З-ПК-1.5	3, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1.5	3, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1.5	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.

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

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

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**

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения – мультимедийным оборудованием. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены рабочими местами, в том числе компьютерной техникой, с возможностью выхода в сеть «Интернет».