

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр
«Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук»
(ИОФ РАН)

УТВЕРЖДАЮ



Директор ИОФ РАН,
чл.-корр. РАН

С.В. Гарнов

» _____ 202__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ НАНОЧАСТИЦ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ И
ЛЕЧЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ**

Направление подготовки:

03.06.01 Физика и астрономия

Специальность:

[1] 1.3.19 Лазерная физика (01.04.21)

[2] 1.5.2 Биофизика (03.01.02)

г. Москва
2022 год

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./КСР/КП
1	3	96	32	32	0	16	16	0	Э
Итого	3	96	32	32	0	16	16	0	

АННОТАЦИЯ

Целью освоения учебной дисциплины «Методы создания наночастиц и их применение для диагностики и лечения заболеваний» является формирование у студентов знаний о физических закономерностях взаимодействия оптического излучения с наночастицами, взаимодействия оптического излучения с отдельными нанофотосенсибилизаторами различной природы и их ансамблями, а также знания методов синтеза наночастиц, перспективах применения наночастиц для использования в биомедицинских исследованиях, диагностике и терапии, методов характеристики наночастиц по структурным, размерным и спектральным характеристикам, методов исследования наночастиц в растворах, клеточных культурах и живых тканях и умения использовать их в заданных условиях. Студент должен в результате прохождения курса уметь проводить измерения оптико-спектральных, размерных и структурных свойств нанофотосенсибилизаторов в растворах, клеточных культурах и живых тканях.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины «Методы создания наночастиц и их применение для диагностики и лечения заболеваний» является формирование у студентов знаний о физических закономерностях взаимодействия оптического излучения с наночастицами, взаимодействия оптического излучения с отдельными нанофотосенсибилизаторами различной природы и их ансамблями, а также знания методов синтеза наночастиц, перспективах применения наночастиц для использования в биомедицинских исследованиях, диагностике и терапии, методов характеристики наночастиц по структурным, размерным и спектральным характеристикам, методов исследования наночастиц в растворах, клеточных культурах и живых тканях и умения использовать их в заданных условиях. Студент должен в результате прохождения курса уметь проводить измерения оптико-спектральных, размерных и структурных свойств нанофотосенсибилизаторов в растворах, клеточных культурах и живых тканях.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Содержание программы «Методы создания наночастиц и их применение для диагностики и лечения заболеваний» имеет междисциплинарный характер и затрагивает такие области знания как оптика, спектроскопия, физика твердого тела, биология, физиология, коллоидная химия и нанотехнологии.

Программа настоящей дисциплины может быть использована как в рамках программы 1.3.19 (01.04.21) Лазерная физика, так и в рамках курсов повышения квалификации для медицинских физиков, инженеров медицинской техники и специалистов в области медицинских приложений нанотехнологий.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УКЦ-2 [1] – Способен к самообучению, самоактуализации и саморазвитию с использованием различных цифровых технологий в условиях их непрерывного совершенствования	З-УКЦ-2 [1] – Знать основные цифровые платформы, технологии и интернет ресурсы используемые при онлайн обучении У-УКЦ-2 [1] – Уметь использовать различные цифровые технологии для организации обучения В-УКЦ-2 [1] – Владеть навыками самообучения, самоактуализации и саморазвития с использованием различных цифровых технологий
ОПК-1 [1] – Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности	З-ОПК-1 [1] – знать фундаментальные законы и принципы физики; основы психологии и педагогики У-ОПК-1 [1] – уметь применять полученные знания для решения научно-исследовательских задач в своей профессиональной деятельности; представлять законы и принципы физики в виде математических уравнений, формул, графиков, качественного описания; применять основы психологии, методики преподавания в педагогической деятельности В-ОПК-1 [1] – владеть навыками решения научно-исследовательских задач в области экспериментальной и теоретической физики; педагогическими технологиями, необходимыми для ведения преподавательской деятельности

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			
Сбор и анализ научно-технической информации, обобщение отечественного и зарубежного опыта в сфере биотехнических систем и нанотехнологий, анализ патентной литературы; участие в планировании и проведении исследований по заданной методике, обработка результатов с применением современных информационных технологий и технических средств; проведение вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей нанотехнологических процессов и наноматериалов; подготовка данных, составление отчетов и научных публикаций по результатам проведенных работ, участие во внедрении результатов в практику.	Научно-техническая документация в сфере биотехнических систем и нанотехнологий, патентная литература; стандартные программные средства с целью получения математических моделей нанотехнологических процессов и наноматериалов; отчеты и научные публикации по результатам проведенных работ; документация для внедрения результатов в практику.	ПК-2 [2] - способен проводить исследования по заданной методике с выбором средств измерений и обработкой результатов <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-2[2] - Знать правила формулирования постановки задачи и определять набор параметров моделирования процессов, обусловленных применением биотехнических систем и медицинских изделий. ; У-ПК-2[2] - Уметь разрабатывать математические модели функционирования, проводить компьютерное моделирование функционирования биотехнических систем и медицинских изделий.; В-ПК-2[2] - Владеть методиками проведения анализ полученных результатов моделирования работы биотехнических систем и медицинских изделий.
Участие в научно-	функциональные	ПК-3 [2] - способен	З-ПК-3[2] - Знать

исследовательской деятельности по получению, изучению и применению функциональных наноматериалов.	наноматериалы для применений в технике и биомедицине	<p>осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личного развития</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>основные современные приемы и способы поиска информации в области профессиональной деятельности для осуществления которых требуются навыки поиска и использования информации. ; У-ПК-3[2] - Уметь использовать современные приемы и способы поиска и использования информации.; В-ПК-3[2] - Владеть общими навыками поиска и использования информации в современном мире.</p>
Проводить научные исследования в области взаимодействия оптического излучения с биологическими тканями, в том числе, содержащими фотосенсибилизаторы	Биологические ткани, в том числе, содержащие фотосенсибилизаторы	<p>ПК-5.1 [1] - Способен использовать лазерное, спектроскопическое и микроскопическое оборудование для целей исследования спектроскопических свойств биологических тканей</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-5.1[1] - знать методы регистрации спектров флуоресценции; методы регистрации спектров диффузного отражения; методы регистрации спектров поглощения; методы регистрации спектров спонтанного комбинационного рассеяния света; методы регистрации флуоресцентных изображений; У-ПК-5.1[1] - уметь регистрировать спектры флуоресценции; регистрировать спектры диффузного отражения и поглощения; регистрировать спектры комбинационного рассеяния;</p>

			<p>регистрировать флуоресцентные изображения; В-ПК-5.1[1] - владеть методами регистрации и анализа спектров флуоресценции, диффузного отражения и поглощения; спектров комбинационного рассеяния света; спектрально-разрешенных изображений</p>
<p>Проводить научные исследования в области взаимодействия оптического излучения с биологическими тканями, в том числе, содержащими фотосенсибилизаторы</p>	<p>Биологические ткани, в том числе, содержащие фотосенсибилизаторы</p>	<p>ПК-5.2 [1] - Способен измерять размер наночастиц и их спектроскопические свойства в жидких средах, использовать ультразвуковой метод измельчения наночастиц</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-5.2[1] - знать методы измерения размера наночастиц; методы определения их спектроскопических свойств; методы их получения; У-ПК-5.2[1] - определять размер наночастиц; их спектроскопические свойства; В-ПК-5.2[1] - владеть навыками характеристики наночастиц</p>
<p>Проводить научные исследования в области взаимодействия оптического излучения с биологическими тканями, в том числе, содержащими фотосенсибилизаторы</p>	<p>Биологические ткани, в том числе, содержащие фотосенсибилизаторы</p>	<p>ПК-5.7 [1] - Способен разрабатывать алгоритмы и пользоваться математическим аппаратом для обработки спектральной и видео-флуоресцентной информации</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-5.7[1] - Знать методы разложения спектров диффузного отражения; методы разложения спектров флуоресценции; методы описательной статистики; параметрические методы математической статистики для проверки гипотез; непараметрические методы математической статистики для проверки гипотез; методы кластерного</p>

			<p>анализа; методы классификации данных с учителем; У-ПК-5.7[1] - Уметь дешифровать спектры флуоресценции; дешифровать спектры диффузного отражения; описывать полученные наборы данных с помощью статистики; осуществлять проверку типа распределения полученного набора данных; пользоваться параметрическими методами математической статистики для обнаружения статистически значимых различий; пользоваться непараметрическими методами математической статистики для обнаружения статистически значимых различий; В-ПК-5.7[1] - Владеть навыками постобработки и расшифровки спектров флуоресценции и диффузного отражения; статистического анализа и классификации данных, полученных методом оптической спектроскопии</p>
Проводить научные исследования в области взаимодействия оптического излучения с	Биологические ткани, в том числе, содержащие фотосенсибилизаторы	ПК-5.8 [1] - Способен владеть знаниями фундаментальных разделов физики твердого тела применительно к	3-ПК-5.8[1] - Знать современное состояние физики конденсированного состояния; основные теоретические и

<p>биологическими тканями, в том числе, содержащими фотосенсибилизаторы</p>		<p>наноструктурам</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>экспериментальные направления исследований в физике твердого тела; прикладное значение физики твердого тела применительно к наноструктурам; особенности фундаментальных разделов физики твердого тела применительно к наноструктурам ; У-ПК-5.8[1] - Уметь использовать знания физики твердого тела при решении профессиональных и образовательных задач, в том числе применительно к наноструктурам; применять знания по физике твердого тела при решении задач в области образования, в том числе самообразования; уметь ставить вопросы и следить за дискуссией в области физики твердого тела ; В-ПК-5.8[1] - Владеть базовыми методами физики твердого тела применительно к наноструктурам; опытом использования знаний в области физики твердого тела применительно к наноструктурам; навыками использования систематизированных теоретических и практических знаний в области твердого тела применительно к</p>
-----------------------------------------------------------------------------	--	--------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

			наноструктурам для определения и решения задач; приемами аргументации своей точки зрения в области физики твердого тела
Проводить научные исследования в области взаимодействия оптического излучения с биологическими тканями, в том числе, содержащими фотосенсибилизаторы	Биологические ткани, в том числе, содержащие фотосенсибилизаторы	ПК-1 [1] - Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-1[1] - знать методы проведения научных исследований и выполнения опытно-конструкторских работ в области физики ; У-ПК-1[1] - уметь самостоятельно 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; В-ПК-1[1] - владеть навыками работы на современной аппаратуре, оборудовании; навыками использования информационных технологий в своей профессиональной области
- выявление актуальных проблем и тенденций в области физики - работа с научной литературой, в том числе с использованием	физические объекты и системы различного масштаба, уровня организации, физические явления и процессы, физические,	ПК-4.1 [1] - Способен применять на практике знания лазерной физики, физики полупроводников, оптики, физических	З-ПК-4.1[1] - Знать законы и принципы физики твердого тела, оптики, взаимодействия излучения с веществом, квантовой

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	инженерно-физические, биофизические технологии, методы, приборы, устройства	основ взаимодействия излучения с веществом для качественного и количественного описания исследуемых объектов и явлений <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.006, 40.037, 40.039	механики, лазерной физики; У-ПК-4.1[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; В-ПК-4.1[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
- 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 -	физические объекты и системы различного масштаба, уровня организации, физические явления и процессы, физические, инженерно-физические, биофизические технологии, методы, приборы, устройства	ПК-4.2 [1] - Способен ставить и решать теоретические и экспериментальные задачи в области физики конденсированного вещества, фотоники, физики лазеров, полупроводниковой физики, взаимодействия излучения с веществом <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.037, 40.039	3-ПК-4.2[1] - Знать теоретические и аналитические модели и основные приемы проведения эксперимента в области физики конденсированного вещества, фотоники, физики лазеров, полупроводниковой физики, взаимодействия излучения с веществом; У-ПК-4.2[1] - Уметь формулировать задачи исследования в области физики конденсированного

проведение теоретических и экспериментальных исследований			<p>вещества, фотоники, физики лазеров, полупроводниковой физики, взаимодействия излучения с веществом, выбирать подходящие модели, экспериментальные приемы и методы исследования;</p> <p>В-ПК-4.2[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>
-----------------------------------------------------------	--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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)	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>3 Семестр</i>					
1	Первый раздел	1-8		T-1	T-8	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ОПК-1, 3-ПК-4.1, У-ПК-4.1, 3-ПК-4.2, У-ОПК-1,

						В-ОПК-1, З-ПК-1, У-ПК-1, З-ПК-5.2, У-ПК-5.2, В-ПК-5.2, З-ПК-5.8, У-ПК-5.8, В-ПК-5.8, З-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2
2	Второй раздел	9-16		Т-2	Т-16	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, В-ПК-4.1, У-ПК-4.2, В-ПК-4.2, З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-5.1, У-ПК-5.1, В-ПК-5.1, З-ПК-5.7, У-ПК-5.7, В-ПК-5.7, З-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2
	<i>Итого за 3 Семестр</i>		32/32/0			
	Контрольные мероприятия за 3 Семестр				Э	З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-5.1, У-ПК-5.1, В-ПК-5.1, З-ПК-5.2, У-ПК-5.2, В-ПК-5.2,

						3-ПК-5.7, У-ПК-5.7, 3-ПК-5.8, У-ПК-5.8, В-ПК-5.8, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2, 3-ПК-4.1, У-ПК-4.1, В-ПК-4.1, 3-ПК-4.2, У-ПК-4.2, В-ПК-4.2
--	--	--	--	--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

* – сокращенное наименование формы контроля

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
Т	Тестирование
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>1 Семестр</i>	32	32	0
1-8	Первый раздел	16	16	
1-4	Методы получения наночастиц, условия использования возможности использования нанотехнологий для флуоресцентной диагностики и фотодинамической терапии; влияние фталоцианинов на оптические электронные спектры наночастиц золота, конъюгированных с ними; влияние фталоцианинов на оптические электронные спектры наночастиц оксидов металлов, конъюгированных с ними; условия образования наночастиц тетрапиррольных соединений из крупных кристаллических форм;	Всего аудиторных часов		
		8	8	
5-8	Характеризация наночастиц по размерным, оптико-спектральным и структурным свойствам в коллоидных растворах Методы динамического рассеяния света, спектроскопии обратного диффузного рассеяния; спектрофотометрия; время-разрешенная лазерная спектроскопия; методы рентгеноструктурного анализа; квантовый выход флуоресценции и эффективность генерации синглетного кислорода; статистическая обработка спектральных данных	Всего аудиторных часов		
		8	8	
9-16	Второй раздел	16	16	
9-12	Взаимодействие нанофотосенсибилизаторов с клеточными культурами и живыми биологическими тканями	Всего аудиторных часов		
		8	8	

	Создание биологических фантомов тканей, содержащих наночастицы и спектральные методы оценки концентрации нанофотосенсибилизаторов в фантомах. Определение массовой концентрации наночастиц в клетках. Определение времени жизни флуоресценции нанофотосенсибилизаторов методами времязрешенной флуоресцентной спектроскопии при взаимодействии с клетками. Оценка квантового выхода флуоресценции и генерации синглетного кислорода нанофотосенсибилизаторов при взаимодействии с клетками. Распознавание типа макрофагов методами времязрешенной флуоресцентной спектроскопии с использованием нанофотосенсибилизаторов			
13-16	Нанофотосенсибилизаторы для диагностики и терапии патологических состояний онкологических и воспалительных заболеваний Возможности использования наночастиц для клинических применений. Применение нанофотосенсибилизаторов для флуоресцентной диагностики и фотодинамической терапии аутоиммунных заболеваний. Новые методы флуоресцентного контроля за фотодинамической терапией при остеоартрозе суставов <i>in vivo</i> . Спектроскопический метод оценки неоангиогенеза при приживлении кожных трансплантатов с применением нанофотосенсибилизаторов спектрально чувствительных к воспалительным реакциям.	Всего аудиторных часов		
		8	8	

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При освоении данной дисциплины основную роль играют аудиторные занятия в виде лекций и практических занятий, позволяющих закрепить знания, полученные на лекциях и выработать умения, а также получить необходимый для приобретения компетенций опыт практической деятельности. Также предусмотрена самостоятельная работа студентов, заключающаяся в выполнении домашних заданий, повторении ранее пройденного материала и подготовке к контрольным мероприятиям.

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-2	З-ПК-2	Э, Т-8
	У-ПК-2	Э, Т-8
	В-ПК-2	Э, Т-8
ПК-3	З-ПК-3	Э, Т-8, Т-16

УКЦ-2	У-ПК-3	Э, Т-8, Т-16
	В-ПК-3	Э, Т-8, Т-16
	З-УКЦ-2	Э, Т-8, Т-16
	У-УКЦ-2	Э, Т-8, Т-16
ОПК-1	В-УКЦ-2	Э, Т-8, Т-16
	З-ОПК-1	Э, Т-8, Т-16
	У-ОПК-1	Э, Т-8, Т-16
ПК-1	В-ОПК-1	Э, Т-8, Т-16
	З-ПК-1	Э, Т-8, Т-16
	У-ПК-1	Э, Т-8, Т-16
ПК-5.1	В-ПК-1	Э, Т-16
	З-ПК-5.1	Э, Т-16
	У-ПК-5.1	Э, Т-16
ПК-5.2	В-ПК-5.1	Э, Т-16
	З-ПК-5.2	Э, Т-8
	У-ПК-5.2	Э, Т-8
ПК-5.7	В-ПК-5.2	Э, Т-8
	З-ПК-5.7	Э, Т-16
	У-ПК-5.7	Э, Т-16
ПК-5.8	В-ПК-5.7	Т-16
	З-ПК-5.8	Э, Т-8
	У-ПК-5.8	Э, Т-8
ПК-4.1	В-ПК-5.8	Э, Т-8
	З-ПК-4.1	Э, Т-8
	У-ПК-4.1	Э, Т-8
ПК-4.2	В-ПК-4.1	Э, Т-16
	З-ПК-4.2	Э, Т-8
	У-ПК-4.2	Э, Т-16
	В-ПК-4.2	Э, Т-16

Шкалы оценки образовательных достижений

Допуск студента к экзамену осуществляется при выполнении студентом контрольных мероприятий. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 4-ех балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 4-ех балльной шкале. Оценка выставляется по результатам экзамена в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 4-ех балльной шкале	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
5 – «отлично»	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.
4 – «хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
3 – «удовлетворительно»	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.
2 – «неудовлетворительно»	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.

Оценочные средства приведены в Приложении.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Fundamentals and applications of nanophotonics / : , : Elsevier, 2016
2. Nanostructures / : , : Elsevier, 2017
3. Nanostructures and Mesoscopic systems : : Proceedings of the International Symposium, Santa Fe, New Mexico, May 20-24, 1991 / , 1992
4. Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях : монография, Москва: Физматлит, 2010
5. Физико-химические основы нанотехнологий : учебник, Санкт-Петербург: Лань, 2019
6. Handbook of theoretical and computational nanotechnology Vol.8 Functional nanomaterials, nanoparticles and polymer design, ed. : M. Rieth, W. Schommres, Stevenson Ranch: American scientific publ., 2006

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Тучин В. В. Исследование биотканей методами светорассеяния //Успехи физических наук. – 1997. – Т. 167. – №. 5. – С. 517-539.
2. Приезжев А. В., Тучин В. В., Шубочкин Л. П. Лазерная диагностика в биологии и медицине. – 1989.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Курс "Методы создания наночастиц и их применение для диагностики и лечения заболеваний" преподается в 1-м семестре аспирантуры или магистратуры и разделен на 2 раздела:

1. Методы получения наночастиц, условия использования. Характеризация наночастиц по размерным, оптико-спектральным и структурным свойствам в коллоидных растворах

2. Взаимодействие нанофотосенсибилизаторов с клеточными культурами и живыми биологическими тканями. Использование нанофотосенсибилизаторов для диагностики патологических состояний онкологических и воспалительных заболеваний.

По завершении каждого раздела студентам будет предложено пройти Обязательный Текущий Контроль (ОТК), проводимый в виде теста.

Тестовые задания приведены в Фонде Оценочных Средств по данной дисциплине, являющимся неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины «Методы создания наночастиц и их применение для диагностики и лечения заболеваний»

Если студент не набирает 50% баллов по результатам теста, то задание считается незасчитанным и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе.

Экзаменационные вопросы приведены в Фонде Оценочных Средств по данной дисциплине, являющимся неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины «Методы создания наночастиц и их применение для диагностики и лечения заболеваний».

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 4-ех балльной шкале. Оценка выставляется по результатам экзамена в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 4-ех балльной шкале	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
5 – «отлично»	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.
4 – «хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
3 – «удовлетворительно»	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.
2 – «неудовлетворительно»	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.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Fundamentals and applications of nanophotonics / : , : Elsevier, 2016
2. Nanostructures / : , : Elsevier, 2017
3. Nanostructures and Mesoscopic systems : : Proceedings of the International Symposium, Santa Fe, New Mexico, May 20-24, 1991 /, 1992
4. Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях: монография, Москва: Физматлит, 2010
5. Физико-химические основы нанотехнологий : учебник, Санкт-Петербург: Лань, 2019
6. Handbook of theoretical and computational nanotechnology Vol.8 Functional nanomaterials, nanoparticles and polymer design, ed. : M. Rieth, W. Schommers, Stevenson Ranch: American scientific publ., 2006

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Тучин В. В. Исследование биотканей методами светорассеяния //Успехи физических наук. – 1997. – Т. 167. – №. 5. – С. 517-539.
2. Приезжев А. В., Тучин В. В., Шубочкин Л. П. Лазерная диагностика в биологии и медицине. – 1989.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Курс "Методы создания наночастиц и их применение для диагностики и лечения заболеваний" преподается в 1-м семестре аспирантуры или магистратуры и разделен на 2 раздела:

1. Методы получения наночастиц, условия использования. Характеризация наночастиц по размерным, оптико-спектральным и структурным свойствам в коллоидных растворах
2. Взаимодействие нанофотосенсибилизаторов с клеточными культурами и живыми биологическими тканями. Использование нанофотосенсибилизаторов для диагностики патологических состояний онкологических и воспалительных заболеваний.

По завершении каждого раздела студентам будет предложено пройти Обязательный Текущий Контроль (ОТК), проводимый в виде теста.

Тестовые задания приведены в Фонде Оценочных Средств по данной дисциплине, являющимся неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины «Методы создания наночастиц и их применение для диагностики и лечения заболеваний»

Если студент не набирает 50% баллов по результатам теста, то задание считается незасчитанным и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе.

Экзаменационные вопросы приведены в Фонде Оценочных Средств по данной дисциплине, являющимся неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины «Методы создания наночастиц и их применение для диагностики и лечения заболеваний».

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 4-ех балльной шкале. Оценка выставляется по результатам экзамена в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 4-ех балльной шкале	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
5 – «отлично»	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.
4 – «хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
3 – «удовлетворительно»	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.
2 – «неудовлетворительно»	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.

Автор(ы):

Макаров Владимир Игоревич
Лощенов Виктор Борисович

Программа обсуждена и одобрена на заседании аспирантской комиссией ИОФ РАН 28 октября 2022 года, протокол №2210-28.

Программа обсуждена и одобрена комиссией по образованию Ученого совета ИОФ РАН 02 ноября 2022 года, протокол №15.