

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Московской области
«Университет «Дубна»
(государственный университет «Дубна»)

Филиал «Протвино»
Кафедра «Техническая физика»



Рабочая программа дисциплины (модуля)

Физические основы использования лазеров в медицине

наименование дисциплины (модуля)

Направление подготовки (специальность)

03.03.02 Физика

код и наименование направления подготовки (специальности)

Уровень высшего образования

бакалавриат

бакалавриат, магистратура, специалитет

Направленность (профиль) программы (специализация)

«Медицинская физика»

Форма обучения

очная

очная, очно-заочная, заочная

Протвино, 2019

Преподаватель (преподаватели):

Питухин П.В., доц., к.ф.-м.н., кафедра информационных технологий

Фамилия И.О., должность, ученая степень, ученое звание, кафедра; подпись

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) высшего образования

03.03.02 Физика

(код и наименование направления подготовки (специальности))

Программа рассмотрена на заседании кафедры «Техническая физика»

(название кафедры)

Протокол заседания № 3 от «28»июня 2019 г.

И.о. зав. кафедрой технической физики _____ Соколов А.А.

(подпись)

Эксперт Слободюк Е.А., к. ф.-м.н., директор по научным исследованиям автономной некоммерческой организации «Институт физико-технической информатики»

*(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание, место работы, должность;
подпись, заверенная по месту работы)*

Оглавление

1 Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)	4
2 Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля)	4
3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП	4
4 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)	4
5 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	5
6 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий ..	6
7 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)	8
8 Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения	9
9 Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	9
10 Ресурсное обеспечение	16
11 Язык преподавания	18

1 Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины «Физические основы использования лазеров в медицине» является изучение теоретических основ лазерной биофотоники и применение этих знаний для решения практических задач.

В ходе достижения цели решаются следующие основные задачи:

- Изучение физических принципов взаимодействия лазерного излучения с биологическими структурами разных уровней организации и возможностью диагностических биомедицинских применений соответствующих методик.
- Изучение методов реализации различных типов измерений, позволяющих получить такие сигналы, которые необходимы для решения конкретных прикладных задач.
- Приобретение навыков расчета оптических параметров различных биообъектов, а также оценки параметров выходного излучения (сигнала).

2 Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля)

Объектами профессиональной деятельности в рамках изучаемой дисциплины (модуля) являются:

- импульсные и непрерывные лазеры с точки зрения применения в медицине;
- излучения лазеров и их взаимодействие с клетками и биотканями;
- диагностические и хирургические приборы, использующие лазеры в медицине,

3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ОД.13 «Физические основы использования лазеров в медицине» к обязательным дисциплинам вариативной части блока дисциплин. Приступая к изучению данной дисциплины, студент должен знать все разделы модулей «Общая физика» и «Теоретическая физика», дисциплину «Основы интроскопии», основы высшей математики. Студенты должны обладать знаниями, умениями, навыками и компетенциями, освоенными в результате изучения этих дисциплин.

После изучения данного курса, студент готов к прохождению преддипломной практики, а также к написанию выпускной квалификационной работы – бакалаврской работы и последующей профессиональной деятельности.

4 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень (этап) освоения) (последний – при наличии в карте компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-1 - способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	Знать: свойства и структуру физических процессов, происходящих в различных средах; основные закономерности формирования законов в области теоретической и экспериментальной физики; Уметь: излагать и критически анализировать базовую общепрофессиональную информа-

	цию; решать прикладные задачи на основе фундаментальных знаний Владеть: навыками проведения научно-исследовательского эксперимента, в том числе для исследования физических процессов, протекающих в живых организмах; методами моделирования различных физических ситуаций; навыками публичной речи, ведения дискуссии и полемики.
ПК-5 - способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований	Знать организацию ввода в ЭВМ экспериментальных данных, основные алгоритмы обработки экспериментальных данных. Уметь: творчески и критически осмысливать физическую информацию для решения научно-исследовательских задач в сфере профессиональной деятельности. Владеть: методами статистического анализа экспериментальных данных с помощью современных информационных технологий (интерполяция функций; метод наименьших квадратов; численное интегрирование и дифференцирование экспериментальных данных; анализ временных рядов; фурье- и вейвлет-анализ и др.).

5 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часа, из которых:

40 час составляет контактная работа обучающегося с преподавателем¹:

10 часов – лекционные занятия;

30 часа – практические занятия.

27 часов – мероприятия промежуточной аттестации⁴ (экзамен),

41 час составляет самостоятельная работа обучающегося.

¹ Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

6 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля) Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе:											
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них ²									Самостоятельная работа обучающегося, часы, из них		
		Лекционные занятия	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	...	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
VIII семестр													
Введение в предмет. Цели и задачи курса. Основы биомедицинской фотоники, Виды взаимодействия лазерного излучения с живыми объектами. Структура биологических тканей и клеток. Рассеяние и поглощение света. Простейшие дискретные модели тканей. Флуоресценция. Воздействие лазерного облучения на биоткань. Применение лазеров в биомедицинской диагностике, терапии и хирургии. Лазеры импульсные и непрерывного действия.		2		6						5		15	
Основы физики лазеров. Прохождение света через вещество. Однократное и многократное рассеяние. Теории Ми и Релея-Ганса-Дебая, методы Дискретной дипольной аппроксимации. Однократное и многократное рассеяние. Принцип работы лазера и свойства лазерного излучения. Типы лазеров: газовые, жидкостные, твердотельные, молекулярные, полупроводниковые.		2		6						5			
Физические явления, лежащие в основе лазерной биомедицинской диагностики. Упругое рассеяние излучения биомакромолекулами, клетками и тканями. Распространение излучения в тканях. Простейшие дискретные модели тканей. Основы теории переноса излучения и диффузии фотонов в мутных средах. Методы решения задачи многократного рассеяния лазерного излучения. Метод Монте-Карло. Квазиупругое рассеяние излучения по-		2		6						5			

² Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

движными биологическими структурами. Методы оптического смешения, гетеродинирования, доплеровской анемометрии и спеклометрии. Схемы спектрометров и анемометров. Структура сигнала. Динамические аспекты рассеяния: идеальная диффузия, направленные потоки, полидисперсность, флуктуации числа частиц, межчастичное взаимодействие. Комбинационное рассеяние (КР) излучения биологическими структурами. Сравнение КР и ИК спектроскопии. Закономерности в положении и интенсивности линий. Поляризационные свойства КР. Методы измерений с высоким временным и пространственным разрешением. Флуоресцентный анализ биологических объектов. Проточные флуориметры. Флуоресцентные конфокальные микроскопы. Эндо- и экзогенные флуоресцентные зонды и фотосенсибилизаторы													
Лазерная диагностика биомакромолекул, клеток и тканей. Примеры биомедицинских приложений биофотоники. Основы строения и фотобиологии белков. Лазерные измерения молекулярной массы и размеров молекул в растворах. Анализ конформационной подвижности и вторичной структуры биомолекул в норме и патологии. Основы строения и лазерная диагностика структуры и динамики клеточных мембран.		2		6						6			
Лазерная диагностика структуры и динамики молекулярных и клеточных компонентов крови в норме и патологии. Лазерная диагностика тканей. Ткани с сильным рассеянием и прозрачные ткани. Методы оптической медицинской томографии. Флуоресцентная и КР диагностика патологических состояний тканей. Лазерный пинцет (оптическая ловушка): принципы работы и примеры применения. Принципы неразрушающей диагностики. Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на биомолекулы, клетки, ткани и живые организмы. Понятие о лазерной терапии.		2		6						6			12
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u> (указывается форма проведения)**	27	X									X		
Итого		10		30						40		27	27

*Текущий контроль успеваемости может быть реализован в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций.

** Промежуточная аттестация может проходить как в традиционных формах (зачет, экзамен), так и в иных формах: балльно-рейтинговая система, защита портфолио, комплексный экзамен, включающий выполнение практических заданий (возможно наряду с традиционными ответами на вопросы по программе дисциплины (модуля)).

7 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Методические указания к практическим занятиям

Решение практических задач разделяется по темам:

1. *Тема «Принцип работы лазера и свойства лазерного излучения.»*
 - Описать двухуровневую схему создания инверсии активной среды, используемую для создания лазера.
 - Представить оценку монохроматичности (временная когерентность) излучения лазеров, используемых в медицине.
 - Описать основные характеристики газовых лазеров: He-Ne, He-He.
 - Описать основные характеристики СО – лазера и его возможности по использованию в хирургии.
 - Сделать сравнение жидкостных и твердотельных лазеров.
2. *Тема «Процессы взаимодействия света с молекулами.»*
 - Описать процессы взаимодействия света с молекулами (диссоциация, электронное возбуждение, колебательное или вращательное возбуждение) и их классификацию по группам.
 - Построить график спектральной плотности мощности солнечного излучения на уровне моря.
3. *Тема «Распространение света в биологических тканях.»*
 - Представить в табличном виде основные параметры для физических процессов, возникающих при прохождении света в биотканях: фотовозбуждение атомов и молекул, поглощение, рассеяние, флуоресценция, фотохимические реакции, миграция энергии.
4. *Тема «Основные параметры в теории переноса излучений.»*
 - Расчёт основных параметров в теории переноса излучений при распространении света в случайно-неоднородной среде.
 - Рассчитать коэффициенты поглощения и рассеяния для заданных параметров биоткани.
5. *Тема «Прохождение лазерного излучения в жидкой среде.»*
 - Описать простейшие дискретные модели тканей.
 - Смоделировать прохождение лазерного излучения в жидкой среде, имитирующей лимфу, используя уравнения многократного рассеяния.
 - Рассчитать распределения освещённости и поглощённой дозы света методом Монте-Карло при облучении кожи человека.
 - Выполнить статистическое моделирование движения фотонов.
6. *Тема «Прибор для оптической когерентной томографии.»*
 - Нарисовать схему прибора на основе волоконно-оптического интерферометра Майкельсона для оптической когерентной томографии.
7. *Тема «Низкокогерентная интерферометрия.»*
 - Описать принципы низкокогерентной интерферометрии.
 - Описать метод двух интегрирующих сфер для измерения оптических параметров биоткане.

Методическое обеспечение инновационных форм учебных занятий

Использовать программы из Интернет.

Методические указания для самостоятельной работы обучающихся

№ n/n	№ раздела дисциплины	Содержание самостоятельной работы	Трудоемкость
1	1-3	ПР-2.1. Задание на принципы работы лазера и свойства лазерного излучения. Процессы взаимодействия света с молекулами. Распространение света в биологических тканях	12
2	4-5	ПР-2.2. Задание по упругому рассеянию излучения лазера в биотканях. Распространение света в биологических тканях. Прибор на основе голографии для оптической когерентной томографии».	15

8 Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения

Перечень обязательных видов учебной работы студента:

- посещение лекционных занятий;
- ответы на теоретические вопросы на практических занятиях;
- решение практических задач и заданий на практических занятиях;
- выполнение устных сообщений
- выполнение самостоятельных работ по заданиям преподавателя

9 Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

При балльно-рейтинговой системе все знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате изучения дисциплины, оцениваются в баллах.

Оценка качества работы в рейтинговой системе является накопительной и используется для оценивания системной работы студентов в течение всего периода обучения.

8 семестр

По итогам работы в семестре студент может получить максимально **70** баллов. Итоговой формой контроля в 8 семестре является экзамен. На экзамене студент может набрать максимально **30** баллов.

В течение семестра студент может заработать баллы за следующие виды работ:

№	Вид работы	Сумма баллов
1	Работа на практических занятиях	17
2	Практические работы (ПР-2.1, ПР-2.2)	27
3	Аудиторные занятия (посещение)	26 (9+17)
	Итого:	70

Если к моменту окончания семестра студент набирает от **51** до **70** баллов, то он получает допуск к зачёту.

Если студент к моменту окончания семестра набирает от **61** до **70** баллов, то он может получить автоматическую оценку «удовлетворительно». При желании повысить свою оценку, студент имеет право отказаться от автоматической оценки и сдать зачёт.

Если студент не набрал минимального числа баллов (**51** балл), то он не получает допуск к зачёту.

Соответствие рейтинговых баллов и академических оценок

Общая сумма	Итоговая оценка
-------------	-----------------

баллов за семестр	
86-100	Отлично
71-85	Хорошо
51-70	Допуск к экзамену
в том числе:	
61-70	Возможность получения автоматической оценки «удовлетворительно»
51-60	Только допуск к экзамену
0-50 *	Неудовлетворительно (студент не допущен к экзамену)

Если к моменту окончания семестра студент набирает от **51** до **70** баллов, то он получает допуск к экзамену.

Если студент к моменту окончания семестра набирает от **61** до **70** баллов, то он может получить автоматическую оценку «удовлетворительно». При желании повысить свою оценку, студент имеет право отказаться от автоматической оценки и сдать экзамен.

Если студент не набрал минимального числа баллов (**51** балл), то он не получает допуск к экзамену.

График выполнения самостоятельных работ студентами в 8 семестре

Виды работ	Недели учебного процесса									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ПР-2.1	ВЗ				ЗЗ					
ПР-2.2						ВЗ			ЗЗ	

ВЗ – выдача задания

ЗЗ – защита задания

Компетенция ПК-1 - способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин.

код и формулировка компетенции

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) *)	Уровень освоения компетенции **)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) ШКАЛА оценивания (критерии берутся из соответствующих карт компетенций, шкала оценивания (4 или более шагов) устанавливается в зависимости от того, какая система оценивания (традиционная или балльно-рейтинговая) применяется)					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ
		1	2	3	4	5	
Знать: свойства и структуру физических процессов, происходящих в различных средах; основные закономерности формирования законов в области теоретической и экспериментальной физики;	I - пороговый	Отсутствие знаний	Не имеет представления о физических процессах, происходящих в различных средах; не знает основные закономерности формирования законов и методов теоретической и экспериментальной физики.	Знает основные методы решения типовых задач и умеет их применять на практике; путает характеристики физических процессов, протекающих в различных средах; делает ошибки в основной терминологии и законах фундаментальной и экспериментальной физики.	Знает методы корректного использования математического моделирования при решении теоретических и прикладных задач; четко формулирует основные законы теоретической и экспериментальной физики; хорошо знает профессиональную терминологию; понимает связи между различными физическими понятиями.	Самостоятельно выбирает и оценивает физический (математический) метод анализа физического процесса; четко формулирует основные закономерности теоретической и экспериментальной физики.	Устное собеседование
Уметь: излагать и критически анализировать базовую общепрофессиональную информацию; решать прикладные задачи на основе фундаментальных знаний	I - пороговый	Отсутствие умений	Не умеет применять теоретические знания к конкретному фактическому материалу; не использует профессиональную терминологию при изложении материала; не умеет решать прикладные задачи; не в	Умеет применять только типичные, наиболее часто встречающиеся приемы по решению конкретной физической задачи; плохо оперирует профессиональной информацией; по-	Умеет корректно применять профессиональный понятийный аппарат при изложении общепрофессиональной информации; выражать и аргументировано обосновывать положения предметной области зна-	Умеет уверенно применять различные методы решения задач в незнакомых ситуациях; умеет квалифицированно применять математический аппарат для поиска	Выполнение практического задания

			состоянии анализировать информацию, полученную в результате исследования; не умеет адекватно применять известные естественно-научные и математические знания в учебной и профессиональной деятельности.	верхностно излагает информацию; недостаточно использует математический аппарат при решении задач; путается в основных понятиях фундаментальной и экспериментальной физики; делает ошибки при решении физических задач.	ния; вести корректную дискуссию в процессе изложения материала; использовать методы математического моделирования при решении теоретических и прикладных задач; применять компьютерные математические программы при решении задач.	решения прикладных задач; умеет корректно выражать и аргументировано обосновывать положения предметной области знания; умеет аргументировано доказывать оптимальность выбранного алгоритма или метода решения и объяснять его задачи и функции; умеет устанавливать связи между физическими идеями, теориями, дисциплинами и т.д.	
Владеть: навыками проведения научно-исследовательского эксперимента, в том числе для исследования физических процессов, протекающих в живых организмах; методами моделирования различных физических ситуаций; навыками публичной речи, ведения дискуссии и полемики.	I - пороговый	Отсутствие владения	Не владеет учебным материалом и специализированными знаниями в области физики; не владеет навыками проведения научно-исследовательского эксперимента; не обладает способностью вести корректную дискуссию в процессе представления результатов собственной теоретической работы или эксперимента.	Не всегда в состоянии продемонстрировать оптимальность выбранного метода исследования и объяснить его задачи и функции; не использует профессиональную терминологию при презентации построенных моделей; слабо владеет правилами и приемами ведения дискуссии в процессе представления математической модели и результатов эксперимента.	В состоянии проводить экспериментальные исследования под руководством опытного преподавателя; хорошо владеет навыками синтеза различных методов математического аппарата и программирования для их эффективного использования в профессиональной деятельности; в состоянии продемонстрировать, объяснить и защитить построенную математическую или физическую модель.	Свободно ориентируется в способах воздействия на аудиторию; уверенно владеет навыком прогнозирования результатов применения различных математических и программных методов при решении физических задач; самостоятельно проводит научно-исследовательский эксперимент.	<i>Выполнение практического задания</i>

Компетенция ПК-5 - способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований

код и формулировка компетенции

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) *)	Уровень освоения компетенции **)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) ШКАЛА оценивания <i>(критерии берутся из соответствующих карт компетенций, шкала оценивания (4 или более шагов) устанавливается в зависимости от того, какая система оценивания (традиционная или балльно-рейтинговая) применяется)</i>					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ
		1	2	3	4	5	
Знать: организацию ввода в ЭВМ экспериментальных данных, основные алгоритмы обработки экспериментальных данных.	I - пороговый	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания организации ввода в ЭВМ экспериментальных данных, основных алгоритмов обработки экспериментальных данных.	Неполные представления (содержащие существенные пробелы) в знаниях организации ввода в ЭВМ экспериментальных данных, основных алгоритмов обработки экспериментальных данных.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы в знаниях организации ввода в ЭВМ экспериментальных данных, основных алгоритмов обработки экспериментальных данных.	Знает организацию ввода в ЭВМ экспериментальных данных, основные алгоритмы обработки экспериментальных данных.	<i>Устное собеседование</i>
Уметь: творчески и критически осмысливать физическую информацию для решения научно-исследовательских задач в сфере профессиональной деятельности.	I - пороговый	Отсутствие умений	Частично освоенное умение творчески и критически осмысливать физическую информацию для решения научно-исследовательских задач в сфере профессиональной деятельности.	В целом успешно сформированное, но не системное (содержащие существенные пробелы) умение творчески и критически осмысливать физическую информацию для решения научно-исследовательских задач в сфере профессиональной деятельности.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение творчески и критически осмысливать физическую информацию для решения научно-исследовательских задач в сфере профессиональной деятельности.	Полностью сформированное умение творчески и критически осмысливать физическую информацию для решения научно-исследовательских задач в сфере профессиональной деятельности.	<i>Выполнение практического задания</i>

				задач в сфере профессиональной деятельности.	тельности.		
Владеть: методами статистического анализа экспериментальных данных с помощью современных информационных технологий (интерполяция функций; метод наименьших квадратов; численное интегрирование и дифференцирование экспериментальных данных; анализ временных рядов; фурье- и вейвлет-анализ и др.).	I - пороговый	Отсутствие владения	Фрагментарное применение методов статистического анализа экспериментальных данных с помощью современных информационных технологий.	В целом успешное, но не систематическое применение методов статистического анализа экспериментальных данных с помощью современных информационных технологий.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение методов статистического анализа экспериментальных данных с помощью современных информационных технологий.	Успешное и систематическое применение методов статистического анализа экспериментальных данных с помощью современных информационных технологий.	<i>Выполнение практического задания</i>

Список вопросов к экзамену

1. Примеры фундаментальных и прикладных задач биофотоники.
2. Примеры физических явлений, лежащих в основе лазерной биомедицинской диагностики.
3. Механизмы фотовозбуждения атомов и биомолекул.
4. Механизмы поглощения, рассеяния и лазерно-индуцированной люминесценции биомолекул.
5. Типы фотохимических реакций в биологических объектах.
6. Механизмы миграции энергии в биологических объектах.
7. Упругое рассеяние излучения биомакромолекулами, клетками и тканями. Однократное и многократное рассеяние.
8. Распространение излучения в тканях. Основы теории переноса излучения и диффузии фотонов в мутных средах.
9. Методы и алгоритмы численного моделирования процессов распространения излучения в тканях. Стационарный и нестационарный случаи.
10. Квазиупругое рассеяние излучения подвижными биологическими структурами. Методы оптического смещения, гетеродинамизации, доплеровской анемометрии и спеклометрии.
11. Схемы спектрометров квазиупругого рассеяния света и лазерных доплеровских анемометров. Структура сигнала.
12. Динамические аспекты рассеяния света: идеальная диффузия, направленные потоки. Учет поли-дисперсности, флуктуаций числа частиц и межчастичного взаимодействия.
13. Комбинационное рассеяние (КР) излучения биологическими структурами. Сравнение КР и ИК спектроскопии.
14. Закономерности в положении и интенсивности линий спектров КР. Поляризационные свойства КР. Методы измерений с высоким временным и пространственным разрешением.
15. Флуоресцентный анализ биологических объектов. Проточные флуориметры. Флуоресцентные конфокальные микроскопы.
16. Применение эндо- и экзогенных флуоресцентных зондов и фотосенсибилизаторов в задачах биомедицинской диагностики.
17. Лазерные методы измерения молекулярной массы и размеров биомолекул в растворах.
18. Лазерные методы анализа конформационной подвижности и вторичной структуры биомолекул.
19. Лазерные методы диагностики структуры и динамики клеточных мембран.
20. Лазерные методы диагностики структуры и динамики молекулярных и клеточных компонентов крови в норме и патологии.
21. Лазерные методы диагностики биотканей. Ткани с сильным рассеянием и прозрачные ткани.
22. Метод оптической когерентной томографии и примеры его применения в медицине.
23. Метод диффузионной оптической томографии и примеры его применения в медицине.
24. Примеры флуоресцентной и КР диагностики патологических состояний биотканей.
25. Лазерный пинцет (оптическая ловушка): принципы работы и примеры применения.
26. Принципы неразрушающей диагностики. Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на биомолекулы, клетки, ткани и живые организмы. Понятие о лазерной терапии.

Варианты контрольных работ (ПР-2.1)

1. Тема «Принцип работы лазера и свойства лазерного излучения.»
 - Сделать сравнение непрерывных и импульсных лазеров с точки зрения применения в медицине.
 - Описать виды взаимодействия лазерного излучения с живыми объектами.
2. Тема «Процессы взаимодействия света с молекулами».
 - Представить структуру эпидермиса кожи в виде таблицы с характерными размерами составных частей.
 - Составить таблицу с фазовыми и групповыми показателями преломления света для ткани зуба в зависимости от длины волны падающего света.
3. Тема «Распространение света в биологических тканях».
 - Расчёт основных параметров в теории однократного и многократного рассеяния.
 - Задача по упругому рассеянию излучения лазера биомакромолекулами заданных размеров, клетками и биотканями.
 - Показать решение транспортного уравнения при распространении излучения в тканях.

Варианты контрольных работ (ПР-2.2)

1. Представить в виде таблицы основные параметры, применяемые в теории переноса излучения и диффузии фотонов в мутных средах.
2. Моделировать прохождение излучения лазерного в жидкой среде, имитирующей лимфу, используя уравнения метод Монте-Карло.
3. Выполнить численное моделирование распределения интенсивности для пучков гауссова профиля в коже.
4. Нарисовать схему и описать основные принципы работы saniрующего отражательного конфокального микроскопа.
5. Тема «Прибор на основе голографии для оптической когерентной томографии».
 - Нарисовать схему прибора на основе голографии для оптической когерентной томографии.
 - Предложить схему опыта для измерения оптических параметров биотканей, используя двухпотоковую модель Кубелки-Мунка.
 - Описать преимущества и недостатки КР (комбинационное рассеяние) диагностики в биомедицинских исследованиях.

10 Ресурсное обеспечение

- **Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

Основная учебная литература

1. Боре́йшо, А.С. Лазеры: устройство и действие [Электронный ресурс] : Учебное пособие / А.С. Боре́йшо, С.В. Ивакин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 304 с. // ЭБС "Лань". - URL: <http://e.lanbook.com/book/72972> (дата обращения: 12.05.2017) Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
2. Кашапов, Н.Ф. Лазеры и их применение в медицине [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.Ф. Кашапов, Г.С. Лучкин, М.Ф. Самигуллин ; под ред. Н.Ф. Кашапова. - Казань: КГТУ, 2011. - 96 с. : ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1073-5 // ЭБС "Университетская библиотека онлайн". - URL:

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=258830&sr=1 (дата обращения: 12.05.2017) Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

3. Тучин, В.В. Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях [Электронный ресурс] / В.В. Тучин. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Физматлит, 2010. - 500 с. - ISBN 978-5-9221-1278-9 // ЭБС "Университетская библиотека онлайн". - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=75958&sr=1 (дата обращения: 12.05.2017) Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

Дополнительная учебная литература

1. Лазеры: применения и приложения. [Электронный ресурс] : Учебные пособия / А.С. Борейшо, В.А. Борейшо, И.М. Евдокимов, С.В. Ивакин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 520 с. // ЭБС "Лань". - URL:<http://e.lanbook.com/book/87570> (дата обращения: 12.05.2017) Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
2. Степанов, Е.В. Диодная лазерная спектроскопия и анализ молекул-биомаркеров [Электронный ресурс] / Е.В. Степанов. - М. : Физматлит, 2009. - 417 с. - ISBN 978-5-9221-1152-2 // ЭБС "Университетская библиотека онлайн". - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=76628&sr=1 (дата обращения: 12.05.2017) Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

Периодические издания

1. Журнал экспериментальной и теоретической физики / Учредитель: РАН, Институт физических проблем им. П.Л. Капицы РАН. Гл. ред. академик Андреев А.Ф., ИФП РАН. М.: Академиздатцентр «Наука». - Журнал основан в 1873 году. Полные тексты статей доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=8682 и на сайте журнала <http://www.jetp.ac.ru/>
2. Медицинская физика / Учредитель: Ассоциация медицинских физиков России; гл. ред. д. ф.-м. н., проф. В.А. Костылев. – М.: Ассоциация медицинских физиков России. – Журнал основан в 1995 году. Полные тексты статей доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=10064>
3. Ядерная физика / Учредитель: РАН, Издательство «Наука», Гл. ред.: Ю.Г. Абов. – М.: Академиздатцентр «Наука». - Журнал основан в 1965 году. Полные тексты статей доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1549086>

• Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Электронно-библиотечные системы и базы данных

1. ЭБС «Znaniy.com»: <http://znaniy.com/>
2. ЭБС «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС «Юрайт»: <https://biblio-online.ru/>
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <http://biblioclub.ru/>
5. Научная электронная библиотека (РУНЭБ) «eLIBRARY.RU»: <http://elibrary.ru>
6. Национальная электронная библиотека (НЭБ): <http://нэб.рф/>
7. Базы данных российских журналов компании «East View»: <https://dlib.eastview.com/>

Профессиональные ресурсы сети «Интернет»

1. Федеральная информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>.

Научные поисковые системы»

1. Google Scholar - поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций <https://scholar.google.ru/>

2. SciGuide - навигатор по зарубежным научным электронным ресурсам открытого доступа. <http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0601.ssi>
3. WorldWideScience.org - глобальная научная поисковая система, которая осуществляет поиск информации по национальным и международным научным базам данных и порталам. <http://worldwidescience.org/>

- **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы**

Проведение лекционных занятий предполагает использование комплектов слайдов и программных презентаций по рассматриваемым темам.

Проведение практических занятий по дисциплине предполагается использование специализированных аудиторий, оснащенных персональными компьютерами, объединенными в локальную сеть и имеющих доступ к ресурсам глобальной сети Интернет.

Для выполнения заданий самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечиваются литературой, а также в определенном порядке могут получать доступ к информационным ресурсам Интернета.

Дисциплина обеспечена необходимым программным обеспечением, которое находится в свободном доступе (программы NetBeans 8, программы для ЭВМ DreamSpark Premium Electronic Software Delivery Renewal (MS Imagine Premium, договор Tr000104809/м18 от 01.09.2016 г.)).

- **Описание материально-технической базы**

Компьютерный класс.

11 Язык преподавания

Русский