

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

Филиал «Протвино»
Кафедра «Техническая Физика»



/Евсиков А.А./
Фамилия И.О.

«30» 06 2019 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Основы интроскопии

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):

Масликов А.А., доцент, к.ф.-м.н., кафедра технической физики

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 технической физики

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

И.о. зав. кафедрой технической физики _____ Соколов А.А.
(подпись)

Эксперт _____
*(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)	9
8 Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения.....	10
9 Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю).....	10
10 Ресурсное обеспечение	15
11 Язык преподавания	17

1 Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины «Основы интроскопии» является изучение физических основ интроскопии, математического аппарата, применяемого в медицинских приборах, практических приемов использования приборов в медицине.

В результате освоения дисциплины студент должен научиться применять изученные ранее физические явления и законы в профессиональной деятельности; знать назначение и принципы действия физических приборов, используемых в радиологии и медицинской интроскопии.

Задачи освоения дисциплины «Основы интроскопии»:

- изучить основные принципы и физические законы, используемые в интроскопии человеческого организма;
- освоить математические методы, применяемые к основным процессам, лежащими в основе медицинской интроскопии;
- познакомиться с основами математического аппарата, используемого при реконструкции изображений на основе регистрируемой информации;
- сформировать определенные навыки работы с учебной и научной литературой, научить правильно выражать физические идеи, количественно формулировать и решать физические задачи, возникающие в профессиональной деятельности медицинских физиков;
- иметь ясное представление о принципах работы и устройстве медицинских приборов, используемых в практической деятельности.

2 Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля)

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

- физические системы различного масштаба и уровней организации, процессы их функционирования;
- физические, инженерно-физические, биофизические, химико-физические, медико-физические, природоохранные технологии;
- физическая экспертиза и мониторинг.

3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ОД.4 «Основы интроскопии» к вариативной части блока дисциплин учебного плана, изучается в 6-ом семестре (3-ий курс).

Приступая к изучению дисциплины «Основы интроскопии», студент должен знать все разделы модулей Общая физика и теоретическая физика, основы высшей математики в объеме трех курсов университета. Входящие компетенции: ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-2, ПК-4.

Список дисциплин, для изучения которых необходимы знания данного курса: «Ядерная медицина», «Томографические методы в медицине», «Ультразвуковые методы диагностики».

Освоение данной дисциплины необходимо для прохождения преддипломной практики, выполнения 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)

Раздел заполняется в соответствии с картами компетенций.

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень (этап) освоения) (последний – при наличии в карте компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
<i>ПК-1- способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин.</i>	<i>Знать</i> – свойства и структуру физических процессов, происходящих в различных средах; – основные закономерности формирования законов в области теоретической и экспериментальной физики; <i>Уметь</i> ^{*)} – выстраивать взаимосвязи между физическими науками; – решать типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения; – объяснять причинно-следственные связи физических процессов; – формулировать выводы и приводить примеры; – разбираться в используемых методах; – подбирать математический аппарат для решения конкретной физической задачи; – формулировать задачи для теоретических расчетов процессов в медицинских приборах; – находить необходимые справочные материалы из информационных источников, в том числе, из электронных каталогов; – производить оценочные расчеты эффективности того или иного физического явления. <i>Владеть</i> ^{*)} – 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.

*) результат обучения сформулирован на основании требований профессиональных стандартов:
– «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам» № 32
(приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 4 марта 2014 г. № 121н)

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 5 зачетных единицы, всего 180 часов, из которых:

51 час составляет контактная работа обучающегося с преподавателем¹:

17 часов – лекционные занятия;

34 часа – практические занятия.

_____ часов – мероприятия текущего контроля успеваемости²;

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

27 часов – мероприятия промежуточной аттестации⁴ (экзамен),

102 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

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

² В скобках необходимо сделать уточнение, если мероприятия текущего контроля успеваемости и (или) промежуточной аттестации (например, зачет, дифференцированный зачет) проводятся в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций.

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 ³								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
VI семестр													
1. Введение в предмет. Цель и задачи дисциплины. Основные понятия.		2		4						6	12		
2.Физика ядерно-магнитного резонанса (ЯМР) и ЯМР-спектроскопия. Магнитно-резонансная томография (МРТ) Магнитный момент во внешнем поле. Теорема Лармора. Магнитные моменты ядер. Элементарное квантовое рассмотрение магнитного резонанса: уровни энергии, частота перехода, продольная релаксация, химический сдвиг, спектры низкого и высокого разрешения. Уравнения Блоха, классическая картина резонанса, поперечная релаксация, спектрометр непрерывного действия. Импульсные воздействия, спиновое эхо, Фурье-спектроскопия. Выделение слоя. Двумерная Фурье-томография. Сканирование k-пространства. Быстрые методы: градиентное эхо, эхо-планарная томография. Контрастность изображений. Функциональная МРТ. Вопросы безопасности.		4		8						12	24		
3.Ультразвук и акустоскопия. Звуковые волны. Генерация ультразвука. Акустоскопия (УЗИ). Другие применения ультразвука в медицине. Звуковые волны. Использование ультразвука в медицине. Система уравнений гидродинамики. Малые отклонения от равновесия - звук. Прохождение звуковой волны через границу двух сред. Эффект Доплера. Пьезоэлектрический эффект. Фазированные решетки. Интроскопическое, терапевтическое и хирургическое применение УЗ. Физические основы литотрипсии.		4		8						12	24		

³ Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

4. Рентгеновское излучение. Рентгенография и рентгено-скопия. Компьютерная томография. Элементарные процессы: фотоэффект, комптоновское рассеяние, когерентное рассеяние, образование пар. Коэффициенты ослабления и поглощения. Рентгеноконтрастные вещества. Биологическое действие ионизирующих излучений, радиационная безопасность. Выбор «диагностического окна» энергий фотонов. Рентгеновские трубки. Характеристическое излучение. Тормозное излучение. Общая схема медицинской рентгеновской установки. Фотопленка как детектор. Усилители изображения. Специальные рентгенографические методики: флюороскопия и флюорография, ангиография, маммография. Синхротронное излучение. Ондюляторное излучение. Когерентные эффекты в кристаллах. Классическая и компьютерная трансмиссионная томография. Преобразование Радона. Реконструкция методом обратных проекций. Контрастность изображения: вклад различных гармоник. Метод обратной проекции с фильтрацией. Проблема дискретизации. Теорема Котельникова. Регуляризация ядра. Векторная геометрия луча.		4		8						12	24		
5. Эмиссионные методы. Радионуклидная диагностика. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ). Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ). Совмещенная ПЭТ-КТ. Наиболее распространенные радионуклиды, используемые в медицинской диагностике.		2		4						6	12		
6. Заключение. Перспективные методы медицинской интроскопии.		1		2						3	6		
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u> (указывается форма проведения)**	27 ⁴	X									X		
Итого		17		34						51	102		153

*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)).

⁴ Часы на промежуточную аттестацию (зачет, дифференцированный зачет, экзамен и др.) указываются в случае выделения их в учебном плане.

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.

Наименование практических работ.

1. Задача по измерению намагниченности образца, помещенного в статическое однородное магнитное поле. Магнитные моменты ядер.
2. Расчёты частоты прецессии ядер (Теорема Лармора). Томография на основе ЯМР.
3. Применение уравнения Блоха, классическая картина резонанса, вращающаяся система координат, поперечная релаксация, спектрометр непрерывного действия. Импульсные воздействия.
4. Оценка толщины резонансного слоя для ЯМР протонов в жидкости (спиновое эхо).
5. Фурье-спектроскопия. Двумерная Фурье-томография. Сканирование k-пространства.
6. Быстрые методы: градиентное эхо, эхо-планарная томография. Контрастность изображений.
7. Изучение приборов регистрации УЗИ основанных на пьезоэлектрическом эффекте и использующих фазированные решетки.
8. Применение УЗИ для интроскопии. Задача визуализации процессов и восстановления изображения.
9. Численная оценка разрешения прибора УЗИ с эхоимпульсной системой визуализации.
10. Расчёт сечения фотоэффекта на различных оболочках.
11. Оценка коэффициентов ослабления и поглощения РИ.
12. Учёт и расчёты биологического воздействия ионизирующих излучений.
13. Расчёт безопасных доз радиационного излучения.
14. Компьютерная томография.
15. Восстановление трёхмерного изображения с применением преобразования Радона.
16. Использование преобразования Фурье для восстановления изображения.
17. Оценка параметров процесса при регистрации излучения от радионуклидов.

Методическое обеспечение инновационных форм учебных занятий.

Совместное обсуждение и самостоятельное решение студентами практических задач и заданий на практических занятиях.

Методические указания для самостоятельной работы обучающихся и прочее.

Наименование самостоятельных работ.

- Сделать оценку уровней энергии, частот перехода в квантовом рассмотрении магнитного резонанса для заданных параметров и начальных условий.
 - Сделать оценку толщины резонансного слоя для ЯМР нейтронов в жидкости (спиновое эхо).
 - Показать количественными оценками возможность использования Фурье-образов для томографии биологических объектов.
 - Оценит контрастность изображений для заданных условий.
- Задания, связанные с использованием ультразвука в медицине.
- Задача с применением системы уравнений гидродинамики.
 - Задача прохождения звуковой волны через границу двух сред.
 - Расчёты доплеровских сдвигов при различных скоростях и углах траектории движения источника.
 - Рентгенография и рентгеноскопия.
 - Компьютерная томография.
 - Учёт и расчёты биологического воздействия ионизирующих излучений.
 - Расчёт безопасных доз радиационного излучения.
 - Оценка возможностей специальных рентгенографических методик: флюоро-скопия и флюорография, ангиография, маммография.
 - Восстановление трёхмерного изображения методом обратной проекции с фильтрацией и использованием Фурье-образа.
 - Решение задачи восстановления изображения итерационным методом (использовать вычислительные методы и возможности программирования).
 - Однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ).
 - Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ). Совмещенная ПЭТ-КТ.

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;
- сдача самостоятельных практических домашних заданий.

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

- Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.

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

Полная карта компетенции ПК-1 приведена в документе «Матрица формирования компетенций» по направлению бакалавриата 03.03.02 «Физика».

- Описание шкал оценивания.

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.

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

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

№	Вид работы	Сумма баллов
1	Работа на практических занятиях	33
2	Сдача самостоятельных практических заданий	20
4	Аудиторные занятия (посещение)	17
	Итого:	70

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.

Соответствие рейтинговых баллов и академических оценок

Общая сумма баллов за семестр	Итоговая оценка
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)

Текущий контроль успеваемости осуществляется в процессе выполнения практических и самостоятельных работ в соответствии с ниже приведенным графиком.

- Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций

Компетенция ПК-1- способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин. ⁵

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	
Код 32 (ПК-1) Знать: свойства и структуру	I - пороговый	Отсутствие знаний	Не имеет представления о физических процессах, происходя-	Знает основные методы решения типовых задач и умеет их	Знает методы корректного использования математического моделирова-	Самостоятельно выбирает и оценивает физический (математический)	Устное собеседование

⁵ Данная таблица заполняется по каждой компетенции, формирование которой предусмотрено рабочей программой дисциплины (модуля), отдельно.

физических процессов, происходящих в различных средах; основные закономерности формирования законов в области теоретической и экспериментальной физики;			щих в различных средах; не знает основные закономерности формирования законов и методов теоретической и экспериментальной физики.	применять на практике; путает характеристики физических процессов, протекающих в различных средах; делает ошибки в основной терминологии и законах фундаментальной и экспериментальной физики.	ния при решении теоретических и прикладных задач; четко формулирует основные законы теоретической и экспериментальной физики; хорошо знает профессиональную терминологию; понимает связи между различными физическими понятиями.	метод анализа физического процесса; четко формулирует основные закономерности теоретической и экспериментальной физики.	
<i>Код У1 (ПК-1)</i> <i>Уметь:</i> выстраивать взаимосвязи между физическими науками; решать типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения; объяснять причинно-следственные связи физических процессов; формулировать выводы и приводить примеры; разбираться в используемых методах; подбирать математический аппарат для решения конкретной физической задачи; формулировать задачи для теоретических расчетов процессов в медицинских приборах; находить необходимые справочные материалы из инфор-	I - пороговый	Отсутствие умений	Не умеет использовать физическую терминологию; не видит связи между физическими науками; не умеет анализировать, делать выводы и приводить примеры; не разбирается в используемых методах, не в состоянии найти нужную информацию и сформулировать цели и задачи исследований; не способен оценить эффективность требуемого метода.	Делает ошибки в используемой терминологии; не всегда видит связь между физическими науками; умеет решать только типичные задачи; поверхностно анализирует; способен интерпретировать только типичные явления; слабо разбирается в используемых методах.	Умеет выстраивать взаимосвязи между физическими науками; хорошо умеет решать типичные задачи; объяснять причинно-следственные связи физических процессов; анализировать, делать выводы и приводить примеры; хорошо разбирается в используемых методах; умеет самостоятельно находить необходимую информацию; умеет формулировать цели и задачи исследований.	Самостоятельно умеет выстраивать взаимосвязи между физическими науками; умеет уверенно объяснять причинно-следственные связи физических процессов; умеет самостоятельно анализировать, делать выводы и приводить нетривиальные примеры; отлично разбирается в используемых методах; умеет самостоятельно находить необходимую информацию; формулировать цели и задачи исследований и производить оценочные расчеты эффективности того или иного физиче-	Выполнение практического задания

мационных источников, в том числе, из электронных каталогов; производить оценочные расчеты эффективности того или иного физического явления.						ского явления.	
<i>Код В2 (ПК-1)</i> <i>Владеть:</i> 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.	Выполнение практического задания

- Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Список вопросов к экзамену

1. Магнитный момент во внешнем поле. Условие магнитного резонанса из элементарного квантового рассмотрения.
2. Магнитные моменты ядер.
3. Статическая намагниченность и спин-решеточная (продольная) релаксация.
4. Система спинов в постоянном и переменном магнитных полях. Условие магнитного резонанса из классического рассмотрения. Вращающаяся система координат.
5. Уравнения Блоха. Спин-спиновая (поперечная) релаксация.
6. Стационарные решения уравнений Блоха. Кривые поглощения и дисперсии. Простейший ЯМР-спектрометр непрерывного действия.
7. Спектры ЯМР жидкостей и твердых тел. Химический сдвиг. Спектры низкого и высокого разрешения.
8. Импульсные методы в ЯМР. 90- и 180-градусные импульсы. Спад свободной индукции.
9. Измерение T_1 методом инверсии-восстановления.
10. Спиновое эхо, измерение T_2^* и T_2 .
11. Фурье-спектроскопия ЯМР.
12. Магниторезонансная томография: история метода. Выделение слоя с помощью градиента магнитного поля.
13. Фурье-интроскопия – основной метод МРТ. k-пространство, влияние последовательности сканирования k-пространства на качество изображения.
14. Последовательность SE-2D (двумерное спиновое эхо).
15. Параметры импульсов и контрастность изображения. Получение изображений, взвешенных по T_1 и T_2 .
16. Последовательность TSE (турбо-спин эхо).
17. Последовательность EPI (эхо-планарная томография).
18. Использование парамагнетизма: контрастные агенты, меланин, МРТ.
19. Вопросы безопасности при назначении и проведении МРИ.
20. Уравнения динамики идеальной жидкости. Система граничных условий.
21. Малые колебания в жидкости. Звуковые волны.
22. Прохождение звуковой волны через границу раздела двух сред.
23. Эффект Доплера.
24. Использование ультразвука в медицинской диагностике.
25. Прохождение фотонов через вещество: понятие сечения взаимодействия, фотоэлектрический эффект, когерентное и комптоновское рассеяние, образование пар.
26. Коэффициенты ослабления и поглощения пучка фотонов в веществе. Диагностическое окно энергий фотонов.
27. Физические величины и единицы измерения в дозиметрии. Нормы радиационной безопасности.
28. Рентгеновские трубки. Характеристическое и тормозное рентгеновское излучение.
29. Фотопленка как детектор рентгеновского излучения.
30. Медицинская рентгенография.
31. Специальные методики рентгеновской диагностики: флюороскопия и флюорография, маммография, ангиография.
32. Классическая и компьютерная томография. Преобразование Радона. Обратная проекция.
33. Метод Фурье восстановления изображения по проекциям.
34. Сверточный алгоритм и обратное проецирование с фильтрацией.
35. Проблема дискретизации, теорема Котельникова, регуляризация ядра.
36. Понятие о верной схеме компьютерной томографии.
37. Ранние методы изотопной диагностики.
38. Позитронная эмиссионная томография.

- Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с «Положением балльно-рейтинговой системы оценки и текущем контроле успеваемости студентов», а также «Положением о промежуточной аттестации» университета «Дубна».

10 Ресурсное обеспечение

• Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная учебная литература

1. Кудряшов, Ю.Б. Радиационная биофизика: радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения [Электронный ресурс]: учебник / Ю.Б. Кудряшов, Ю.Ф. Перов, А.Б. Рубин. - М. : Физматлит, 2008. - 184 с. - ISBN 978-5-9221-0848-5 // ЭБС "Университетская библиотека онлайн". - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=68420&sr=1 (дата обращения: 15.05.2017) Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
2. Евстигнеев М. П. Основы ядерного магнитного резонанса [Электронный ресурс]: Учебное пособие / М.П. Евстигнеев, А.О. Лантушенко, В.В. Костюков. и др. - М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 247 с.: 60х90 1/16 (Переплёт) ISBN 978-5-9558-0414-9 // ЭБС "Znanium.com". - URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=496299> (дата обращения: 15.05.2017) Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
3. Нефедов Е. И. Взаимодействие физических полей с биологическими объектами [Электронный ресурс] / Е.И. Нефедов, Т.И. Субботина, А.А. Яшин. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 344 с.: 60х90 1/16 ISBN 978-5-906818-19-5 // ЭБС "Znanium.com". - URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=535220> (дата обращения: 15.05.2017). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю.

Дополнительная учебная литература

1. Анищик В. М. Анищик, В.М. Дифракционный анализ [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.М. Анищик, В.В. Понарядов, В.В. Углов. – Минск: Выш. шк., 2011. – 215 с.: ил. - ISBN 978-985-06-1834-4. // ЭБС "Znanium.com". - URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=506981#> (дата обращения: 15.05.2017). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
2. Савельев, И.В. Курс общей физики: В 4 т. Т. 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарные частицы: учебное пособие / И.В. Савельев; под общ. ред. В.И. Савельева. – М.: КНОРУС, 2009. – 368 с.: ил
3. Сергеев Н. А. Сергеев, Н. А. Основы квантовой теории ядерного магнитного резонанса : монография / Н. А. Сергеев, Д. С. Рябушкин. – М. : Логос, 2013. – 272 с. - ISBN 978-5-98704-754-5. // ЭБС "Znanium.com". - <http://znanium.com/bookread2.php?book=469025#> (дата обращения: 15.05.2017) Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

• Периодические издания

1. Вестник Московского государственного областного университета. Серия: физика-математика: научный журнал / Учредитель Московский государственный областной университет Гл. ред. А.С. Бугаев. - Журнал основан в 1998 году – Сайт журнала: <http://vestnik-mgou.ru/Series/PhysicsMathematics> Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=25657
2. 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/>

3. 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>
4. 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 «Znanium.com»: <http://znanium.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 (ПУНЭБ) «eLIBRARY.RU»: <http://elibrary.ru>
6. Национальная электронная библиотека (НЭБ): <http://нэб.пф/>
7. Базы данных российских журналов компании «East View»: <https://dlib.eastview.com/>

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/>
1. ArXiv.org - научно-поисковая система, специализируется в областях: компьютерных наук, астрофизики, физики, математики, квантовой биологии. <http://arxiv.org/>

Профессиональные ресурсы сети «Интернет»

1. Федеральная информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам», Раздел «Физика»: http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.74.6
2. Ядерная физика в Интернете. Проект кафедры общей ядерной физики физического факультета МГУ. Осуществляется при поддержке НИИЯФ МГУ: <http://nuclphys.sinp.msu.ru/>

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

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 OpenOffice, свободная лицензия, код доступа не требуется).

- **Описание материально-технической базы**

Компьютерный класс.

Русский

11 Язык преподавания