

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

Филиал «Протвино»  
Кафедра «Техническая физика»



УТВЕРЖДАЮ

Директор

*А.А. Евсиков*

подпись

/Евсиков А.А./

Фамилия И.О.

» 06

2020 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Томографические методы 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, 2020

Преподаватель (преподаватели):

Соколов А.А., профессор, д.ф.-м.н., снс, 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

(название кафедры)

Протокол заседания № 3 от 26 июня 2020 г.

И.о. зав. кафедрой «Техническая физика»



Соколов А.А.

(Фамилия И.О., 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 .....	5
7 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю) .....	7
8 Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения.....	8
9 Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю).....	8
10 Ресурсное обеспечение .....	13
11 Язык преподавания .....	15

## **1 Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)**

Целью дисциплины «Томографические методы в медицине» является изучение основных принципов получения информации об объектах при помощи электромагнитных полей в различных частотных диапазонах электромагнитного спектра (гамма-излучение, рентгеновское излучение, видимый свет, инфракрасное излучение, радиоволны), и акустических полей в зондируемой среде.

Задачи освоения дисциплины «Томографические методы в медицине»:

- Изучение методических подходов, объединяемых общим принципом – восстановление трехмерных изображений объекта по серии двумерных образов равноотстоящих срезов, в свою очередь восстанавливаемых по набору проекций.
- Освоение методов расчета важнейших характеристик основных элементов томографических систем, использующих принципы абсорбционной, эмиссионной, оптической когерентной, оптической диффузионной, ЯМР и ультразвуковой томографии, а также статистического и аналитического моделирования процессов взаимодействия зондирующих излучений различной природы с веществом.
- Выработка практических навыков решения физических проблем в области исследования структуры биологических объектов.

## **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.

## **3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП**

Дисциплина Б1.В.ОД.6 «Томографические методы в медицине» входит в состав обязательных дисциплин вариативной части блока дисциплин учебного плана. Изучается в VIII семестре IV курса.

Дисциплина «Томографические методы в медицине» опирается на общие курсы «Математика» («Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Дифференциальные уравнения», «Векторный и тензорный анализ»), «Общая физика», «Теоретическая физика». В нем используются понятия, критерии и методы курса «Численные методы и математическое моделирование». Студенты должны обладать знаниями, умениями, навыками и компетенциями, освоенными в результате изучения этих дисциплин. Входящие компетенции: ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-1.

После обучения по программе курса слушатель должен быть подготовлен к чтению оригинальной научной и инженерно-технической литературы по основной специальности. Владение данным предметом необходимо в дальнейшей научно-технической деятельности по направлению «Физика» при планировании и выполнении практических работ, для понимания экспериментальных методик и критической интерпретации результатов их применения. Освоение материала дисциплины позволит студенту быть подготовленным к подготовке и защите выпускной квалификационной 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.*

<b>Формируемые компетенции</b> <i>(код компетенции, уровень (этап) освоения)</i> <i>(последний – при наличии в карте компетенции)</i>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций</b>
<p><i>ПК-5 – способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований</i></p>	<p><i>Знать</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- организацию ввода в ЭВМ экспериментальных данных, основные алгоритмы обработки экспериментальных данных</li> </ul> <p><i>Уметь</i> *)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- творчески и критически осмысливать физическую информацию для решения научно-исследовательских задач в сфере профессиональной деятельности</li> </ul> <p><i>Владеть</i> *)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современными методами визуализации экспериментальных данных;</li> <li>- 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.)</li> </ul>

- \*) 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);
  - «Специалист в области рентгенологии», проект профессионального стандарта.

**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 часов, из которых:

**40 час составляет контактная работа обучающегося с преподавателем:**

10 часов – лекционные занятия;

30 часа – практические занятия.

**36 часов – мероприятия промежуточной аттестации (экзамен).**

**32 часов 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**

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								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.
<b>VIII семестр</b>												
Фундаментальные основы томографических методов		1		2					3			
Абсорбционная проекционная томография		1		2					3			
Эмиссионная томография		1		4					5	2	12	16
Физические основы и медицинские применения ЯМР-томографии		2		6					8	2		
Ультразвуковые методы зондирования и томографии: физические основы и медицинские применения		1		4					5	2	12	16
Методы восстановления трехмерных изображений		2		6					8	2		
Контрастирование изображений в томографии		2		6					8			
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>	36											
<b>Итого</b>		10		30					40	8	24	32

**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**

Тематика практических задач и задач, предлагаемых для самостоятельного решения:

1. ПЗ1 - Тема «*Оптические подходы в томографии*».
  - Задания по применению геометрии в томографии: на преобразование систем координат, отыскания максимума функции спектра, простейшие методы восстановления трёхмерных изображений.
2. ПЗ2 – Тема «*Абсорбционная проекционная томография. Рентгеновская томография*».
  - Расчёт сечения фотоэффекта, сечения комптоновского рассеяния сечения образования пар.
  - Оценка коэффициентов ослабления и поглощения РИ.
3. ПЗ3 - Тема «*Эмиссионная томография*».
  - Оценка параметров процесса регистрации излучения от радионуклидов.
  - Компьютерное моделирование процессов эмиссии и регистрации гамма излучения.
4. ПЗ4 - Тема «*ЯМР-томография*».
  - Решение задач, связанных с магнитными моментами во внешнем поле и магнитным резонансом.
  - Расчёты частоты прецессии ядер.
  - Показать количественными оценками возможность использования Фурье-образов для томографии биологических объектов.
5. ПЗ5 - Тема «*Применение УЗИ*».
  - Оценка факторов рассеяния и поглощения в затухании акустических волн в биологических тканях.
  - Задача прохождения звуковой волны через границу двух сред.
6. ПЗ6 - Тема «*Общие принципы построения томографического изображения трехмерного объекта*».
  - Восстановление двумерного изображения сечения объекта по набору проекций.
  - Восстановление трёхмерного изображения с применением преобразования Радона.
  - Задача по реконструкции методом обратных проекций.
  - Восстановление трёхмерного изображения методом обратной проекции с фильтрацией и использованием Фурье-образа.
7. ПЗ7 - Тема «*Контрастирование изображений в томографии*».

Нарисовать графики, показывающие повышение качества регистрации изображений при:

  - применении рентгеноконтрастных веществ для повышения качества рентгеновских изображений;
  - Применения магнитоактивные вещества для ЯМР томографии.

**Методическое обеспечение инновационных форм учебных занятий**

Решение практических задач.

**Методические указания для самостоятельной работы обучающихся и прочее**

№ п/п	№ раздела дисциплины	Содержание самостоятельной работы	Трудоемкость
1	1-4	УО2.1. Доклад по теме разделов 1-4	12
2	5-6	УО2.2. Доклад по теме разделов 5-6	12

## 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

В случае использования инновационных форм проведения учебных занятий приводится перечень инновационных форм проведения учебных занятий (по видам учебных занятий).

(сведения о наличии по дисциплине (модулю) инновационных форм проведения учебных занятий, о количестве часов по видам учебных занятий отражаются в учебном плане по образовательной программе)

### Инновационные формы проведения учебных занятий

Семестр	Вид учебных занятий	Используемые инновационные формы проведения учебных занятий	Количество академ. часов
VIII семестр	Практические занятия	Решение практических задач	7
Всего:			7

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

Полная карта компетенции ПК-5 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 VIII семестре является экзамен. На экзамене студент может набрать максимально **30** баллов.

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

№	Вид работы	Сумма баллов
---	------------	--------------



1	Работа на практических занятиях	33
2	Подготовка доклада/сообщения (УО2.1)	10
3	Подготовка доклада/сообщения (УО2.2)	10
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.

График выполнения самостоятельных работ студентами во VIII семестре

Виды работ	Недели учебного процесса																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
УО2.1	ВЗ								33								
УО2.2										ВЗ					33		

ВЗ – выдача задания

33 – защита задания

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

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	
32 (ПК-5) <b>Знать:</b> организацию ввода в ЭВМ		Отсутствие знаний	Фрагментарные знания организации	Неполные представления (содержащие суще-	Сформированные, но содержащие отдельные	Знает организацию ввода в ЭВМ экс-	Устное собеседование

экспериментальных данных, основные алгоритмы обработки экспериментальных данных			ции ввода в ЭВМ экспериментальных данных, основных алгоритмов обработки экспериментальных данных	ственные пробелы) в знаниях организации ввода в ЭВМ экспериментальных данных, основных алгоритмов обработки экспериментальных данных	пробелы в знаниях организации ввода в ЭВМ экспериментальных данных, основных алгоритмов обработки экспериментальных данных	периментальных данных, основные алгоритмы обработки экспериментальных данных	
<i>У2 (ПК-5)</i> <b>Уметь:</b> творчески и критически осмысливать физическую информацию для решения научно-исследовательских задач в сфере профессиональной деятельности		Отсутствии 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>
<i>В1 (ПК-5)</i> <b>Владеть:</b> современными методами визуализации экспериментальных данных		Отсутствии владения	Фрагментарное применение современных методов визуализации экспериментальных данных	В целом успешное, но не систематическое применение современных методов визуализации экспериментальных данных	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение современных методов визуализации экспериментальных данных	Успешное и систематическое применение современных методов визуализации экспериментальных данных	<i>Выполнение практического задания</i>
<i>В2 (ПК-5)</i> <b>Владеть:</b> методами статистического анализа экспериментальных данных с помощью современных информационных		Отсутствии владения	Фрагментарное применение методов статистического анализа экспериментальных данных с помощью современных информационных	В целом успешное, но не систематическое применение методов статистического анализа экспериментальных данных с помощью современных информационных	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение методов статистического анализа экспериментальных данных	Успешное и систематическое применение методов статистического анализа экспериментальных данных с помощью современных информационных техно-	<i>Выполнение практического задания</i>

технологий (интерполяция функций; метод наименьших квадратов; численное интегрирование и дифференцирование экспериментальных данных; анализ временных рядов; фурье- и вейвлет-анализ и др.)			онных технологий	онных технологий	с помощью современных информационных технологий	логов	
---	--	--	------------------	------------------	---	-------	--

- 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. Основные принципы реконструкции томографических изображений.
2. Фундаментальные различия между проекционной (бездифракционной) и дифракционной томографией.
3. Генерация рентгеновского излучения для медицинских применений.
4. Схема и принцип действия рентгеновской трубки.
5. Спектр рентгеновского излучения.
6. Детекторы рентгеновского излучения. Сцинтилляционные детекторы. Ионизационные детекторы. Коллиматоры рентгеновского излучения и их основное назначение в рентгеновских сканерах и томографах.
7. Механизмы взаимодействия рентгеновского излучения с биологическими тканями. Рентгеноконтрастные вещества и их применение для улучшения качества рентгеновских изображений.
8. Схемы и принципы функционирования рентгеновских томографов 3 – 5 поколений. Основные диагностические применения рентгеновской томографии.
9. Однофотонная эмиссионная томография. Радионуклидные препараты для однофотонной эмиссионной томографии.
10. Детекторы излучения. Типичная схема эмиссионного томографа и особенности реконструкции томографических изображений.
11. Физические основы позитронной эмиссионной томографии. Радионуклидные препараты для ПЭТ и основные требования к ним.
12. Схема позитронного эмиссионного томографа. Основные медицинские применения ПЭТ.
13. Физические основы ЯМР-томографии. Прецессия магнитных моментов ядер во внешнем магнитном поле. Уравнение Лармора.
14. Прецессия магнитных моментов ядер при одновременном воздействии на образец постоянного магнитного поля и циркулярно поляризованной электромагнитной волны.
15. Физические принципы ЯМР-томографии. Формирование сигнала спада свободной индукции. Воздействие на объект  $\pi/2$  и  $\pi$ -импульсов. Локализация зондируемого объема в пространственно-неоднородном магнитном поле.

16. Типичная схема ЯМР-томографа и функциональное назначение различных узлов и блоков. Медицинские применения ЯМР-томографии.
17. Особенности распространения акустических волн в биологических тканях. Скорость акустических волн и механизмы взаимодействия звука с биотканями.
18. Диапазон частот ультразвуковых колебаний, используемых в биомедицинской диагностике.
19. Типичная схема УЗИ-сканера, работающего по эхо-импульсному методу, и основное назначение его узлов и блоков.
20. Временная регулировка усиления канала приема и логарифмическое сжатие регистрируемого сигнала. Режимы сканирования в ультразвуковой диагностике.
21. Многоэлементные пьезоэлектрические преобразователи.
22. Сканирование и динамическая фокусировка УЗ пучка, формируемого многоэлементным преобразователем. Медицинские применения УЗ сканеров.

### **Варианты устных сообщений (УО2.1)**

1. Оптические подходы в томографии и область их применения. Бездифракционная и дифракционная томография. Физические эффекты, используемые в различных методах зондирования биологических объектов.
2. Рентгеновская томография. Особенности взаимодействия рентгеновского излучения с биологическими тканями. Основные механизмы взаимодействия рентгеновского излучения с биологическими тканями.
3. Источники рентгеновского излучения для медицинских применений. Типичная конструкция рентгеновской трубки. Спектр излучения рентгеновской трубки. Характеристические пики в рентгеновских спектрах и физический механизм их возникновения. Детекторы рентгеновского излучения. Коллиматоры рентгеновского излучения: их устройство и назначение. Схемы и особенности функционирования рентгеновских томографов 1 – 5 поколений. Применения рентгеновской томографии в медицине.
4. Физические принципы однофотонной эмиссионной томографии. Основные радионуклиды, входящие в состав препаратов для однофотонной эмиссионной томографии, и их характеристики (период полураспада, энергия квантов). Методы введения радионуклидных препаратов в организм и меры безопасности при их применении. Коллиматоры и детекторы излучения в однофотонной эмиссионной томографии.
5. Типичная схема эмиссионного томографа. Применение однофотонной эмиссионной томографии в медицине. Позитронная эмиссионная томография (ПЭТ). Эффект рождения пары гамма-квантов при аннигиляции пары «электрон-позитрон». Законы сохранения, определяющие характеристики рождающихся гамма квантов. Радионуклиды, входящие в состав препаратов для ПЭТ. Влияние значения энергии позитронов, рождающихся в процессе распада радионуклидов, на качество и разрешение томограмм.
6. Детекторы гамма-излучения, используемые в ПЭТ. Типичная схема позитронного эмиссионного томографа; использование эффекта парного рождения гамма-квантов в объеме зондируемой биоткани для локализации акта распада ядра радионуклида. Диагностические применения ПЭТ.
7. Явление прецессии магнитных моментов ядер во внешнем магнитном поле. Уравнение Лармора. Ларморова частота. Гиромагнитное отношение и его значения для различных ядер. Прецессия намагниченности образца при одновременном воздействии на него постоянного магнитного поля и циркулярно поляризованной электромагнитной волны с ларморовой частотой. Сигнал спада свободной индукции. Продольная и поперечная релаксация магнитных моментов ядер.
8. Принцип локализации зондируемого объема в ЯМР-томографии путем создания ненулевых  $x$ ,  $y$ ,  $z$ -составляющих градиента внешнего магнитного поля. Схема ЯМР-томографа и функциональное назначение различных элементов схемы. Биохимические параметры,

определяемые с использованием ЯМР-томографии. Диагностические применения ЯМР-томографии.

### **Варианты устных сообщений (УО2.2)**

1. Взаимодействие акустических волн с биологическими тканями: рассеяние и поглощение. Вклад рассеяния и поглощения в затухание акустических волн. Скорость распространения акустических волн в биологических тканях. Частотный диапазон ультразвуковых колебаний, используемых в ультразвуковой диагностике и томографии.
2. Типичная схема ультразвукового сканера, работающего по эхо-импульсному принципу. Необходимость временной автоматической регулировки усиления для компенсации затухания сигнала и логарифмического сжатия сигнала по амплитуде при ультразвуковом сканировании.
3. Режимы сканирования, используемые в ультразвуковой диагностике. Многоэлементные ультразвуковые преобразователи и принцип динамической фокусировки.
4. Общие принципы построения томографического изображения трехмерного объекта. Восстановление двумерного изображения сечения объекта по набору проекций.
5. Применение численных методов решения обратных задач в томографии.

- 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 системе 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. Кулаичев А.П. Компьютерная электрофизиология и функциональная диагностика : Учебное пособие / А. П. Кулаичев. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Форум : ИНФРА-М, 2018. - 640с. : ил. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-91134-148-0. - ISBN 978-5-16-002513-1
2. Илясов Л.В. Физические основы и технические средства медицинской визуализации : Учебное пособие / Л. В. Илясов. - 2-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2017. - 324с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-2643-0  
Илясов, Л. В. Физические основы и технические средства медицинской визуализации : учебное пособие / Л. В. Илясов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-2643-0. — Текст : электронный. // ЭБС "Лань". — URL: <https://e.lanbook.com/book/95140> (дата обращения: 15.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
3. Основы ядерного магнитного резонанса : учебное пособие / Евстигнеев М.П., Лантушенко А.О., Костюков В.В. и др. - Москва : Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 247 с. ISBN 978-5-9558-0414-9. - Текст : электронный. // ЭБС "Znaniium.com". - URL: <https://znaniium.com/catalog/product/496299> (дата обращения: 15.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
4. Митракова, Н.Н. Компьютерная томография : конспект лекций / Н.Н. Митракова, А.О. Евдокимов ; Поволжский государственный технологический университет. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2013. - 125 с. : схем., ил. - Библиогр.: с. 120-121. — ISBN 978-5-8158-1064-8. — Текст : электронный. // ЭБС "Университетская библиотека онлайн". — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439250> (дата обращения: 15.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

#### ***Дополнительная учебная литература***

1. Ковалев, В.А. Анализ текстуры трехмерных медицинских изображений : учебное пособие / В.А. Ковалев. – Минск : Белорусская наука, 2008. – 278 с. – ISBN 978-985-08-0905-6. – Текст : электронный. // ЭБС "Университетская библиотека онлайн". – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89357> (дата обращения: 15.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
2. Маленькие секреты большой томографии : монография / А.В. Фёдоров, А.И. Лаврентьева, О.И. Кононенко, Н.А. Березина ; под ред. Н.А. Березиной. — Москва : ИНФРА-М, 2017. — 194 с. — (Научная мысль). - ISBN 978-5-16-102316-7. - Текст : электронный. // ЭБС "Znanium.com". - URL: <https://znanium.com/catalog/product/900873> (дата обращения: 15.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
3. Сергеев, Н. А. Основы квантовой теории ядерного магнитного резонанса : монография / Н. А. Сергеев, Д. С. Рябушкин. - Москва : Логос, 2013. - 272 с. - ISBN 978-5-98704-754-5. – Текст : электронный. // ЭБС "Znanium.com". - URL: <https://znanium.com/catalog/product/469025> (дата обращения: 11.04.2020). 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. акад. Андреев А.Ф. - М.: ФГБУ «Российская академия наук». – Журнал выходит 1 раз в мес. - Основан в 1931 году. - ISSN 0044-4510. – Текст : электронный. Полные тексты статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: [https://www.elibrary.ru/title\\_about.asp?id=8682](https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=8682)
2. Медицинская физика: научно-техническое издание / Учредитель: Ассоциация медицинских физиков России; гл. ред. Наркевич Б.Я, д.т.н., проф., в.н.с. – М.: Ассоциация медицинских физиков России. – журнал выходит 2 раза в полуг. - Основан в 1995 году. – ISSN: 1810-200X. – Текст : электронный. – Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=42372751>
3. Ядерная физика: научный журнал / Учредитель: Институт теоретической и экспериментальной физики им. А.И. Алиханова НИЦ "Курчатовский институт"; гл. ред.: Далькаров О.Д. – М.: ООО «ИКЦ «Академкнига». – Журнал выходит 6 раз в год. - Журнал основан в 1965 году. - ISSN 0044-0027. – Текст : электронный. Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: [https://www.elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=8304](https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8304)
4. Вестник Московского государственного областного университета. Серия: физика-математика: научный журнал / Учредитель: Московский государственный областной университет; гл. ред. Бугаев А.С. – М.:МГОУ. – Журнал выходит 6 раз в год. - Основан в 1998 году - ISSN 2310-7251. – Текст : электронный. – Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: [https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=25657](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=25657)

• **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 (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/>

**Научные поисковые системы**

1. Math-Net.Ru - современная информационная система, предоставляющая российским и зарубежным математикам различные возможности поиска информации о математической жизни в России – <http://www.mathnet.ru/>
2. 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/>
3. SciGuide - навигатор по зарубежным научным электронным ресурсам открытого доступа. <http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0601.ssi>
4. ArXiv.org - научно-поисковая система, специализируется в областях: компьютерных наук, астрофизики, физики, математики, квантовой биологии. <http://arxiv.org/>
5. WorldWideScience.org - глобальная научная поисковая система, которая осуществляет поиск информации по национальным и международным научным базам данных и порталам. <http://worldwidescience.org/>

### *Профессиональные ресурсы сети «Интернет»*

1. Федеральная информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>
2. Образовательный математический сайт EXponenta.ru <http://exponenta.ru/>
3. Математический сайт Math.ru <http://math.ru/lib/>

- **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 Open office, свободная лицензия, код доступа не требуется).

- **Описание материально-технической базы**

Компьютерный класс

### **11 Язык преподавания**

Русский