

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет
Кафедра

Естественнонаучный
Общей и теоретической физики

Рабочая программа дисциплины (модуля)

дисциплина

Физические основы томографии

Блок Б1, вариативная часть, Б1.В.ДВ.06.02

цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору)

Направление

03.03.02

Физика

код

наименование направления

Программа

Медицинская физика

Форма обучения

Очная

Для поступивших на обучение в
2019 г.

Разработчик (составитель)

старший преподаватель

Курбангулов А. Р.

ученая степень, должность, ФИО

Стерлитамак 2022

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)	3
1.1. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы	3
1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	4
3. 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	4
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	4
4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)	4
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)	5
5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).....	10
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	11
6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	11
6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем	11

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

1.1. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший программу высшего образования, в рамках изучаемой дисциплины, должен обладать компетенциями, соответствующими видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа:

Готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3)

Способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин (ПК-4)

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Формируемая компетенция (с указанием кода)	Этапы формирования компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
Готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (ПК-3)	1 этап: Знания	Обучающийся должен знать: механизмы взаимодействия рентгеновского излучения с биологическими тканями, физические основы позитронной эмиссионной томографии, физические принципы ЯМР-томографии.
	2 этап: Умения	Обучающийся должен уметь: использовать различные методики физических измерений и обработки экспериментальных данных; использовать методики восстановления трехмерных изображений в целях медицинской диагностики.
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Обучающийся должен владеть: навыками обработки и интерпретации результатов экспериментов.
Способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин (ПК-4)	1 этап: Знания	Обучающийся должен знать: основные принципы реконструкции томографических изображений, генераторы и детекторы ионизирующего излучения.
	2 этап: Умения	Обучающийся должен уметь: объяснить характерные особенности томографических изображений; работать с приборами и оборудованием современной физической лаборатории.
	3 этап: Владения	Обучающийся должен владеть:

	(навыки / опыт деятельности)	практическими навыками восстановления трехмерных изображений по их проекциям.
--	------------------------------	---

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина реализуется в рамках вариативной части (дисциплина по выбору).

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: общая физика, математический анализ, методы обработки информации, компьютерные технологии в специализации, математические модели физических процессов и методы их исследования, медицинские приборы, аппараты и системы и др.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре

3. 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

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зач. ед., 144 акад. ч.

Объем дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	12
практических (семинарских)	10
лабораторных	24
другие формы контактной работы (ФКР)	1,2
Учебных часов на контроль (включая часы подготовки):	34,8
экзамен	
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	62

Формы контроля	Семестры
экзамен	8

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Наименование раздела / темы дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
		Контактная работа с преподавателем			СР
		Лек	Пр/Сем	Лаб	
1.7	Контрастирование изображений в	1	1	4	14

	томографии				
1.6	Методы восстановления трехмерных изображений	1	1	4	8
1.5	Ультразвуковые методы зондирования и томографии: физические основы и медицинские применения	2	1	4	8
1.4	Физические основы и медицинские применения ЯМР-томографии	2	1	4	8
1.3	Эмиссионная томография	2	2	4	8
1.2	Абсорбционная проекционная томография.	2	2	2	8
1.1	Фундаментальные основы томографических методов	2	2	2	8
1	Физические основы томографии	12	10	24	62
	Итого	12	10	24	62

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Курс лабораторных занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1.7	Контрастирование изображений в томографии	Контрастирование изображений в томографии. Магнитоактивные вещества для ЯМР томографии. Резонансные явления и резонансные препараты для контрастирования изображений при ультразвуковом сканировании.
1.6	Методы восстановления трехмерных изображений	Общие принципы построения томографического изображения трехмерного объекта. Восстановление двумерного изображения сечения объекта по набору проекций. Применение численных методов решения обратных задач в томографии.
1.5	Ультразвуковые методы зондирования и томографии: физические основы и медицинские применения	Взаимодействие акустических волн с биологическими тканями: рассеяние и поглощение. Частотный диапазон ультразвуковых колебаний, используемых в ультразвуковой диагностике и томографии. Типичная схема ультразвукового сканера, работающего по эхо-импульсному принципу. Режимы сканирования, используемые в ультразвуковой диагностике.
1.4	Физические основы и медицинские применения ЯМР-томографии	Схема ЯМР-томографа и функциональное назначение различных элементов схемы. Биохимические параметры, определяемые с использованием ЯМР-томографии. Диагностические применения ЯМР-томографии.
1.3	Эмиссионная томография	Физические принципы однофотонной эмиссионной томографии. Типичная схема эмиссионного томографа. Позитронная эмиссионная томография (ПЭТ). Детекторы гамма-излучения, используемые в ПЭТ. Диагностические применения ПЭТ.
1.2	Абсорбционная проекционная томография.	Спектр излучения рентгеновской трубки. Характеристические пики в рентгеновских спектрах и физический механизм их возникновения. Детекторы

		рентгеновского излучения. Сцинтилляционные и ионизационные детекторы. Коллиматоры рентгеновского излучения: их устройство и назначение. Применения рентгеновской томографии в медицине.
1.1	Фундаментальные основы томографических методов	Физические эффекты, используемые в различных методах зондирования биологических объектов.
1	Физические основы томографии	

Курс практических/семинарских занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1.7	Контрастирование изображений в томографии	Контрастирование изображений в томографии. Применение рентгеноконтрастных веществ для повышения качества рентгеновских изображений. Магнитоактивные вещества для ЯМР томографии. Резонансные явления и резонансные препараты для контрастирования изображений при ультразвуковом сканировании.
1.6	Методы восстановления трехмерных изображений	Общие принципы построения томографического изображения трехмерного объекта. Восстановление двумерного изображения сечения объекта по набору проекций. Применение численных методов решения обратных задач в томографии.
1.5	Ультразвуковые методы зондирования и томографии: физические основы и медицинские применения	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. 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. Режимы сканирования, используемые в ультразвуковой диагностике. Многоэлементные ультразвуковые преобразователи и принцип динамической фокусировки.
1.4	Физические основы и медицинские применения ЯМР-томографии	Историческая справка. 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. Продольная и поперечная релаксация магнитных моментов ядер. Принцип локализации зондируемого объема в ЯМР-томографии путем создания ненулевых x , y , z -составляющих градиента внешнего магнитного

		<p>поля. Схема ЯМР-томографа и функциональное назначение различных элементов схемы.</p> <p>Биохимические параметры, определяемые с использованием ЯМР-томографии. Диагностические применения ЯМР-томографии.</p>
1.3	Эмиссионная томография	<p>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. 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. 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.</p>
1.2	Абсорбционная проекционная томография.	<p>Рентгеновская томография. Интервал частот и длин волн электромагнитного излучения, соответствующий рентгеновскому диапазону. Особенности взаимодействия рентгеновского излучения с биологическими тканями. Основные механизмы взаимодействия рентгеновского излучения с биологическими тканями: фотоэлектрическое поглощение и комптоновское рассеяние. 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. Сцинтилляционные и ионизационные детекторы. Коллиматоры рентгеновского излучения: их устройство и назначение. Схемы и особенности функционирования рентгеновских томографов 1 – 5 поколений. Применения рентгеновской томографии в медицине.</p>
1.1	Фундаментальные основы томографических методов	<p>Геометрооптические подходы в томографии и область их применения. Бездифракционная и дифракционная томография. Физические эффекты, используемые в</p>

		различных методах зондирования биологических объектов.
1	Физические основы томографии	

Курс лекционных занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1.7	Контрастирование изображений в томографии	Контрастирование изображений в томографии. Применение рентгеноконтрастных веществ для повышения качества рентгеновских изображений. Магнитоактивные вещества для ЯМР томографии. Резонансные явления и резонансные препараты для контрастирования изображений при ультразвуковом сканировании.
1.6	Методы восстановления трехмерных изображений	Общие принципы построения томографического изображения трехмерного объекта. Восстановление двумерного изображения сечения объекта по набору проекций. Применение численных методов решения обратных задач в томографии.
1.5	Ультразвуковые методы зондирования и томографии: физические основы и медицинские применения	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. 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. Режимы сканирования, используемые в ультразвуковой диагностике. Многоэлементные ультразвуковые преобразователи и принцип динамической фокусировки.
1.4	Физические основы и медицинские применения ЯМР-томографии	Историческая справка. 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. Продольная и поперечная релаксация магнитных моментов ядер. 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.

1.3	Эмиссионная томография	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. 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. 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.
1.2	Абсорбционная проекционная томография.	Рентгеновская томография. Интервал частот и длин волн электромагнитного излучения, соответствующий рентгеновскому диапазону. Особенности взаимодействия рентгеновского излучения с биологическими тканями. Основные механизмы взаимодействия рентгеновского излучения с биологическими тканями: фотоэлектрическое поглощение и комптоновское рассеяние. 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. Сцинтилляционные и ионизационные детекторы. Коллиматоры рентгеновского излучения: их устройство и назначение. Схемы и особенности функционирования рентгеновских томографов 1 – 5 поколений. Применения рентгеновской томографии в медицине.
1.1	Фундаментальные основы томографических методов	Геометрооптические подходы в томографии и область их применения. Бездифракционная и дифракционная томография. Физические эффекты, используемые в различных методах зондирования биологических объектов.
1	Физические основы томографии	

5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№ п/п	Тема	Трудоемкость (в часах)
1.	Фундаментальные основы томографических методов	8
2.	Абсорбционная проекционная томография.	8
3.	Эмиссионная томография	8
4.	Физические основы и медицинские применения ЯМР-томографии	8
5.	Ультразвуковые методы зондирования и томографии: физические основы и медицинские применения	8
6.	Методы восстановления трехмерных изображений	8
7.	Контрастирование изображений в томографии	14
Итого:		62

Качество и глубина освоения материала по изучаемой дисциплине неразрывно связаны с четкой организацией и эффективностью самостоятельной работы студентов (СРС). Цель самостоятельной работы студента – осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою профессиональную квалификацию.

Самостоятельная работа студентов при изучении курса механики включает в себя следующие виды деятельности:

- 1) подготовка к лекциям, лабораторным и практическим занятиям;
- 2) самостоятельное изучение отдельных вопросов курса;
- 3) подготовка к промежуточному контролю знаний, экзамену.

Для максимального усвоения дисциплины рекомендуется ведение конспекта и глоссария, чтение и анализ лекционного материала. В период подготовки к лекционным занятиям главное – научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения. Четкое планирование своего рабочего времени и отдыха является необходимым условием для успешной самостоятельной работы. В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета, статистическими данными является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

Для реализации данных видов деятельности студенты самостоятельно прорабатывают литературу. В качестве источников литературы для самостоятельного изучения рекомендуется использовать учебные пособия, указанные в п.7.1.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная учебная литература:

1. 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. То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=439250> (25.06.2021).

Дополнительная учебная литература:

1. Яновская Т.Б. Поверхностно-волновая томография в сейсмологических исследованиях / Т.Б. Яновская. - Санкт-Петербург : Издательство Наука, 2015. - 166 с. - ISBN 978-5-02-039556-5. То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469652> (25.06.2021).
2. Руководство по оптической когерентной томографии / ред. Н.Д. Гладковой, Н.М. Шаховой, А.М. Сергеевой. - Москва: Физматлит, 2007. - 296 с. - ISBN 978-5-9221-0820-1. То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82326> (25.06.2021).
3. Пахарьков Г.Н. Биомедицинская инженерия: проблемы и перспективы: учебное пособие / Г.Н. Пахарьков. - Санкт-Петербург: Политехника, 2011. - 234 с.: схем., табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7325-0983-0. То же [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785732509830.html> (25.06.2021).
4. Самарцев В.В. Коррелированные фотоны и их применение / В.В. Самарцев. - Москва : Физматлит, 2014. - 168 с.: схем., ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9221-1511-7. То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275564> (25.06.2021).
5. Петров Ю.П. Корректные, некорректные и промежуточные задачи с приложениями: учебное пособие / Ю.П. Петров, В.С. Сизиков. - 2-е изд. испр. и доп. - Санкт-Петербург: Политехника, 2012. - 264 с. - Библиогр. в кн. - ISBN 5-7325-0761-2. То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://filedigger.mobi/> (25.06.2021)

6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№ п/п	Наименование документа с указанием реквизитов
--------------	--