

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет физико-технический

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор  
  
Хагуров А. А.  
подпись  
« 23 » 05 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.08 Медицинская томография

*(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

Направление подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии  
*(код и наименование направления подготовки/специальности)*

Направленность (профиль) Медицинская техника и информатика  
*(наименование направленности (профиля) специализации)*

Программа подготовки академическая  
*(академическая /прикладная)*

Форма обучения очная  
*(очная, очно-заочная, заочная)*

Квалификация (степень) выпускника магистр  
*(бакалавр, магистр, специалист)*

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины «Медицинская томография» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии

Программу составил(и):  
Н.М. Богатов., профессор

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры физики и информатики протокол № 14 от «20» апреля 2023 г. заведующий кафедрой физики и информационных систем Богатов Н.М.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета протокол № 10 от «20» апреля 2023 г. Председатель УМК факультета Богатов Н.М.

#### Рецензенты:

В.А. Исаев, доктор физ.-мат. наук, заведующий кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий физико-технического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ»

Л.Р. Григорьян, кандидат физ.-мат. наук, ген. директор ООО НПФ «Мезон»

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

Дисциплина «Медицинская томография» ставит своей целью сформировать у студентов теоретические представления о физических законах, лежащих в основе медицинской томографии, и практические навыки технического обслуживания учреждений здравоохранения.

Основные задачи дисциплины – изучить физические законы и математические методы, лежащие в основе построения изображений медицинской томографии; изучить устройство медицинских томографов и компьютерные программы обработки результатов исследований.

## **2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего образования**

Дисциплина «Медицинская томография» входит в Базовую часть, Вариативную часть, раздел Дисциплины по выбору ООП. Дисциплина логически и содержательно-методически связана с дисциплинами «Общая физика», «Квантовая механика», «Биофизика», «Высшая математика», «Информатика». Для освоения данной дисциплины необходимо владеть методами математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, решением алгебраических, дифференциальных и интегральных уравнений; теории функций комплексного переменного, теории вероятностей и математической статистики, дискретной математики; знать основные физические законы; уметь применять математические методы и физические законы для решения практических задач.

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для изучения следующих дисциплин и практик: «Программы обработки и анализа медицинских изображений», «Научно-производственной практики».

## **3 Требования к результатам освоения содержания дисциплины**

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

- способностью демонстрировать навыки работы в коллективе, порождать новые идеи (ОПК-3);
- способностью выбирать оптимальные методы и методики изучения свойств биологических объектов и формировать программы исследований (ПК-2);
- способностью организовывать и проводить медико-биологические, эргономические и экологические исследования (ПК-3);
- способностью ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований (ПК-4);

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- особенности биологических объектов моделирования и методики экспериментальной оценки их свойств;
- методы синтеза и исследования моделей;
- физические законы и математические методы, лежащие в основе построения изображений медицинской томографии;
- устройство медицинских томографов;

уметь:

- адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования;
- осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования исследуемой системы;
- выбирать адекватные методы исследования моделей;
- принимать адекватные решения по результатам исследования моделей;
- использовать компьютерные программы обработки результатов томографических исследований;

владеть:

- методами расчета параметров и основных характеристик моделей любого из рассмотренных классов;
- практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования;
- навыками методологического анализа научного исследования и его результатов.

#### 4. Содержание и структура дисциплины «Медицинская томография»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

Форма итогового контроля – экзамен, зачет.

##### 4.1. Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела, формируемые компетенции, знания.	Форма текущего контроля	Разработано с участием представителей работодателей
1	2	3	4	5
1	Развитие компьютерной томографии.	История возникновения и этапы развития. Конфигурация компьютерного томографа. Характеристики КТ-сканеров. ОПК-3, ПК-4, знать: устройство медицинских томографов.	Тест.	ГБУЗ «Краевая клиническая больница №1 им. проф. С.В. Очаповского» ДЗКК
2	Построение изображения в компьютерной томографии.	Реконструкция изображений в компьютерной томографии. Режимы сканирования. Качество изображения. Трехмерные реконструкции. ОПК-3, ПК-3, ПК-4, знать: особенности биологических объектов моделирования и методики экспериментальной оценки их свойств; методы синтеза и исследования моделей; физические законы и математические методы, лежащие в основе построения изображений медицинской томографии.	Тест. Защита лабораторных работ в интерактивной форме.	ГБУЗ «Краевая клиническая больница №1 им. проф. С.В. Очаповского» ДЗКК
3	Артефакты компьютерной томографии.	Артефакты изображений в компьютерной томографии. Артефакты, вызванные физическими процессами. Артефакты, вызванные пациентом. Неисправность оборудования. Артефакты при спиральном сканировании. ПК-3, ПК-4, знать: особенности биологических объектов моделирования и методики экспериментальной оценки их свойств.	Тест. Защита лабораторных работ в интерактивной форме.	ГБУЗ «Краевая клиническая больница №1 им. проф. С.В. Очаповского» ДЗКК
4	Развитие позитронно-эмиссионной томографии	История возникновения. Этапы исследования. Основные блоки сканера. Радионуклиды, используемые в ПЭТ. Достоинства, недостатки и области применения ПЭТ. Характеристики ПЭТ/КТ-сканеров. ОПК-3, ПК-	Тест.	ГБУЗ «Краевая клиническая больница №1 им. проф. С.В. Очаповского» ДЗКК

		2, ПК-3, знать: особенности биологических объектов моделирования и методики экспериментальной оценки их свойств; методы синтеза и исследования моделей; физические законы и математические методы, лежащие в основе построения изображений медицинской томографии; устройство медицинских томографов.		
5	Анализ изображений позитронно-эмиссионной томографии.	Реконструкция изображений. Аппаратное обеспечение и контроль качества. Артефакты изображений в ПЭТ. Аппаратные артефакты. Артефакты сбора данных Артефакты обработки данных. ПК-2, ПК-3, ПК-4, ОПК-3, знать: особенности биологических объектов моделирования и методики экспериментальной оценки их свойств; методы синтеза и исследования моделей; физические законы и математические методы, лежащие в основе построения изображений медицинской томографии.	Тест. Защита лабораторных работ в интерактивной форме.	ГБУЗ «Краевая клиническая больница №1 им. проф. С.В. Очаповского» ДЗКК
6	Принципы магнитно-резонансной томографии.	Этапы развития МРТ. Физические основы МРТ. Основные блоки МР-томографа. Классификация МР-томографов. ОПК-3, ПК-3, знать: физические законы и математические методы, лежащие в основе построения изображений медицинской томографии; устройство медицинских томографов.	Тест.	ГБУЗ «Краевая клиническая больница №1 им. проф. С.В. Очаповского» ДЗКК
7	Построение изображения в МР-томографии.	Построение изображения. Математические методы обработки сигналов в МР-томографии. Основные импульсные последовательности. Спин-эхо последовательность. Последовательность быстрое спин-эхо. Последовательность инверсия-восстановление. Последовательность градиентное эхо. Последовательность быстрое градиентное эхо. Эхо-планарное отображение. ПК-3, ПК-2, ПК-4, знать: особенности биологических объектов моделирования и методики экспериментальной оценки их свойств; методы синтеза и исследования моделей; физические законы и математические методы, лежащие в основе построения изображений медицинской томографии.	Тест. Защита лабораторных работ в интерактивной форме.	ГБУЗ «Краевая клиническая больница №1 им. проф. С.В. Очаповского» ДЗКК
8	Анализ МР-	Показатели качества изображения.	Тест.	ГБУЗ «Краевая

	изображений.	Изменение яркости МР-изображений. Изменение контраста МР-изображений. ОПК-3, ПК-2, ПК-3, ПК-4, знать: особенности биологических объектов моделирования и методики экспериментальной оценки их свойств; методы синтеза и исследования моделей; физические законы и математические методы, лежащие в основе построения изображений медицинской томографии.	Защита лабораторных работ в интерактивной форме.	клиническая больница №1 им. проф. С.В. Очаповского» ДЗКК
9	Артефакты МР-изображений.	Физиологические артефакты. Артефакты, вызванные физическими явлениями. Артефакты, вызванные неисправностью оборудования. Неправильные действия оператора. ПК-3, ПК-4, знать: особенности биологических объектов моделирования и методики экспериментальной оценки их свойств.	Тест. Защита лабораторных работ в интерактивной форме.	ГБУЗ «Краевая клиническая больница №1 им. проф. С.В. Очаповского» ДЗКК
10	Медицинские применения МРТ.	МРТ диагностика патологий головного и спинного мозга. МРТ диагностика патологий костей и суставов. МРТ диагностика патологий внутренних органов. МРТ диагностика патологий молочной железы. Магнитно-резонансная ангиография. Безопасность при проведении МРТ. Перспективы развития МРТ. ОПК-3, ПК-3, ПК-2, ПК-4, знать: особенности биологических объектов моделирования и методики экспериментальной оценки их свойств.	Тест.	ГБУЗ «Краевая клиническая больница №1 им. проф. С.В. Очаповского» ДЗКК

## 4.2 Структура дисциплины

### Распределение трудоемкости

Вид работы	Трудоемкость, часов		
	1 семестр	2 семестр	Всего
Общая трудоемкость	144		144
Аудиторная работа:	48		48
<i>Лекции (Л)</i>	16		16
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>			
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	32		32
Самостоятельная работа:	59.8		59.8
Реферат (Р)			
Самостоятельное изучение разделов	20		20
Самоподготовка	40		40
Контролируемая самостоятельная работа			
Подготовка и сдача экзамена	36		36
Вид итогового контроля	экзамен		зачет

Разделы дисциплины, изучаемые в 11 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1	Развитие компьютерной томографии.	8	2			6
2	Построение изображения в компьютерной томографии.	14	2		6	6
3	Артефакты компьютерной томографии.	10			4	6
4	Развитие позитронно-эмиссионной томографии	8	2			6
5	Анализ изображений позитронно-эмиссионной томографии.	14	2		6	6
6	Принципы магнитно-резонансной томографии.	8	2			6
7	Построение изображения в МР-томографии.	14	2		6	6
8	Анализ МР-изображений.	14	2		6	6
9	Артефакты МР-изображений.	10			4	6
10	Медицинские применения МРТ.	8	2			6
	<i>Итого:</i>	108	16		32	60
	<i>Всего:</i>	108				

### 4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	Наименование лабораторной работы	Содержание лабораторной работы, формируемые компетенции, знания, умения, навыки	Форма текущего контроля
1	Изучение методов построения изображений в компьютерной томографии.	Изучение математических методов реконструкции изображений в компьютерной томографии. Создание компьютерной программы анализа КТ-изображений. ОПК-3, ПК-2, ПК-3, ПК-4 знать: особенности биологических объектов моделирования и методики экспериментальной оценки их свойств; методы синтеза и исследования моделей; физические законы и математические методы, лежащие в основе построения изображений медицинской томографии; уметь: адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования; осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования исследуемой	Защита лабораторных работ в интерактивной форме.

		системы; выбирать адекватные методы исследования моделей; принимать адекватные решения по результатам исследования моделей; использовать компьютерные программы обработки результатов томографических исследований; владеть: методами расчета параметров и основных характеристик моделей любого из рассмотренных классов; практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования; навыками методологического анализа научного исследования и его результатов.	
2	Повышение качества КТ-изображений.	Понятие качества изображения. Создание компьютерной программы повышения качества КТ-изображений. Трехмерные реконструкции. ОПК-3, ПК-2, ПК-3, ПК-4, знать: физические законы и математические методы, лежащие в основе построения изображений медицинской томографии; уметь: использовать компьютерные программы обработки результатов томографических исследований; владеть: практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования; навыками методологического анализа научного исследования и его результатов.	Защита лабораторных работ в интерактивной форме.
3	Определение артефактов на изображениях компьютерной томографии.	Изучение артефактов изображений в компьютерной томографии. Определение артефактов, вызванных физическими процессами, вызванных пациентом, неисправностью оборудования, спиральным сканированием. ОПК-3, ПК-2, ПК-3, ПК-4, знать: особенности биологических объектов моделирования и методики экспериментальной оценки их свойств; физические законы и математические методы, лежащие в основе построения изображений медицинской томографии; уметь: осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования исследуемой системы; выбирать адекватные методы исследования моделей; принимать адекватные решения по результатам исследования моделей; использовать компьютерные программы обработки результатов томографических исследований; владеть: практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования; навыками методологического анализа научного исследования и его результатов.	Защита лабораторных работ в интерактивной форме.
4	Построение изображений позитронно-эмиссионной томографии.	Изучение методов реконструкции изображений. Повышение качества изображений позитронно-эмиссионной томографии. ОПК-3, ПК-2, ПК-3, ПК-4, знать: особенности биологических объектов моделирования и методики экспериментальной оценки их свойств; методы синтеза и исследования моделей; физические законы и математиче-	Защита лабораторных работ в интерактивной форме.

		ские методы, лежащие в основе построения изображений медицинской томографии; уметь: адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования; осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования исследуемой системы; выбирать адекватные методы исследования моделей; принимать адекватные решения по результатам исследования моделей; использовать компьютерные программы обработки результатов томографических исследований; владеть: методами расчета параметров и основных характеристик моделей любого из рассмотренных классов; практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования; навыками методологического анализа научного исследования и его результатов.	
5	Определение артефактов на изображениях позитронно-эмиссионной томографии.	Изучение причин возникновения артефактов в изображениях позитронно-эмиссионной томографии. Определение и классификация артефактов на изображениях позитронно-эмиссионной томографии: аппаратные артефакты, артефакты сбора данных, артефакты обработки данных. ОПК-3, ПК-2, ПК-3, ПК-4 знать: особенности биологических объектов моделирования и методики экспериментальной оценки их свойств; физические законы и математические методы, лежащие в основе построения изображений медицинской томографии; уметь: осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования исследуемой системы; выбирать адекватные методы исследования моделей; принимать адекватные решения по результатам исследования моделей; использовать компьютерные программы обработки результатов томографических исследований; владеть: практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования; навыками методологического анализа научного исследования и его результатов.	Защита лабораторных работ в интерактивной форме.
6	Работа с растровыми изображениями в среде Builder C++.	Изучение теории растровых изображений. Изучение инструментов работы с изображениями в среде Builder C++. ОПК-3, ПК-2, ПК-3, ПК-4, знать: физические законы и математические методы, лежащие в основе построения изображений медицинской томографии; уметь: использовать компьютерные программы обработки результатов томографических исследований; владеть: практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования; навыками методологического анализа научного исследования и его результатов.	Защита лабораторных работ в интерактивной форме.

7	Построение МР-изображения	Изучение математических методов реконструкции МР-изображений . Создание программы построения МР-изображений. ОПК-3, ПК-2, ПК-3, ПК-4, знать: особенности биологических объектов моделирования и методики экспериментальной оценки их свойств; методы синтеза и исследования моделей; физические законы и математические методы, лежащие в основе построения изображений медицинской томографии; уметь: адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования; осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования исследуемой системы; выбирать адекватные методы исследования моделей; принимать адекватные решения по результатам исследования моделей; использовать компьютерные программы обработки результатов томографических исследований; владеть: методами расчета параметров и основных характеристик моделей любого из рассмотренных классов; практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования; навыками методологического анализа научного исследования и его результатов.	Защита лабораторных работ в интерактивной форме.
8	Фурье - анализ сигналов и изображений.	Создание программы Фурье - анализа сигналов магнитно-резонансного томографа ОПК-3, ПК-2, ПК-3, ПК-4, знать: физические законы и математические методы, лежащие в основе построения изображений медицинской томографии; уметь: использовать компьютерные программы обработки результатов томографических исследований; владеть: практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования; навыками методологического анализа научного исследования и его результатов.	Защита лабораторных работ в интерактивной форме.
9	Методы изменения яркости МР-изображений.	Изучение алгоритмов изменения яркости МРТ-изображений. Создание программы изменения яркости МРТ-изображений ОПК-3, ПК-2, ПК-3, ПК-4, знать: физические законы и математические методы, лежащие в основе построения изображений медицинской томографии; уметь: использовать компьютерные программы обработки результатов томографических исследований; владеть: практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования; навыками методологического анализа научного исследования и его результатов.	Защита лабораторных работ в интерактивной форме.
10	Методы изменения контраста МР-изображений.	Изучение алгоритмов изменения контраста МР-изображений. Создание программы изменения контраста МРТ-изображений ОПК-3, ПК-2, ПК-3, ПК-4, знать: физические законы и математиче-	Защита лабораторных работ в интерактивной форме.

		ские методы, лежащие в основе построения изображений медицинской томографии; уметь: использовать компьютерные программы обработки результатов томографических исследований; владеть: практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования; навыками методологического анализа научного исследования и его результатов.	
11	Определение артефактов МР-изображений.	Физиологические артефакты. Артефакты, вызванные физическими явлениями. Артефакты, вызванные неисправностью оборудования. Неправильные действия оператора ОПК-3, ПК-2, ПК-3, ПК-4 знать: особенности биологических объектов моделирования и методики экспериментальной оценки их свойств; физические законы и математические методы, лежащие в основе построения изображений медицинской томографии; уметь: осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования исследуемой системы; выбирать адекватные методы исследования моделей; принимать адекватные решения по результатам исследования моделей; использовать компьютерные программы обработки результатов томографических исследований; владеть: практическими навыками работы с программными пакетами математического моделирования; навыками методологического анализа научного исследования и его результатов.	Защита лабораторных работ в интерактивной форме.

#### 4.4 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

Рекомендуется следующий график и календарный план самостоятельной работы студентов по учебным неделям (8 недель):

11 семестр

№ уч. недели	Темы учебной дисциплины, рекомендуемые для обязательного изучения	Темы учебной дисциплины, рекомендуемые для самостоятельного изучения
1	История возникновения и этапы развития. Конфигурация компьютерного томографа.	Неисправность оборудования.
1, 2	Реконструкция изображений в компьютерной томографии.	Неисправность оборудования.
2	Режимы сканирования.	Трехмерные реконструкции.
2	Качество изображения.	Трехмерные реконструкции.
3	Артефакты изображений в компьютерной томографии.	Характеристики КТ-сканеров.
3	Артефакты, вызванные физическими процессами. Артефакты, вызванные пациентом. Артефакты при спиральном сканировании.	Характеристики КТ-сканеров.
3	История возникновения ПЭТ. Этапы исследования.	Характеристики ПЭТ/КТ-сканеров.

4	Основные блоки сканера.	
4	Реконструкция изображений.	Достоинства, недостатки ПЭТ.
4	Аппаратное обеспечение и контроль качества.	Достоинства, недостатки ПЭТ.
5	Артефакты изображений в ПЭТ: аппаратные артефакты, артефакты сбора данных, артефакты обработки данных.	Области применения ПЭТ.
5	Радионуклиды, используемые в ПЭТ.	Области применения ПЭТ.
5	Этапы развития МРТ. Физические основы МРТ.	Аппаратное обеспечение МРТ.
6	Основные блоки МР-томографа. Классификация МР-томографов.	Аппаратное обеспечение МРТ.
6	Построение изображения. Математические методы обработки сигналов в МР-томографии.	Программное обеспечение МРТ.
7	Основные импульсные последовательности. Спин-эхо последовательность. Последовательность быстрое спин-эхо. Последовательность инверсия-восстановление. Последовательность градиентное эхо. Последовательность быстрое градиентное эхо. Эхо-планарное отображение.	Программное обеспечение МРТ.
7	МРТ диагностика патологий головного и спинного мозга. МРТ диагностика патологий костей и суставов. МРТ диагностика патологий внутренних органов. МРТ диагностика патологий молочной железы. Магнитно-резонансная ангиография.	Немедицинские применения МРТ.
7	Показатели качества изображения. Изменение яркости МР-изображений.	Немедицинские применения МРТ.
8	Изменение контраста МР-изображений.	Алгоритмы изменения яркости МР-изображений. Алгоритмы изменение контраста МР-изображений.
8	Физиологические артефакты. Артефакты, вызванные физическими явлениями. Артефакты, вызванные неисправностью оборудования. Неправильные действия оператора.	Техническая документация, регламентирующая действия оператора при проведении МРТ.
8	ЯМР-спектроскопия. Безопасность при проведении МРТ. Перспективы развития МРТ.	Техническая документация, регламентирующая действия инженера при эксплуатации МРТ.

### 5. Образовательные технологии

При реализации учебной работы по освоению дисциплины «Методы медицинских томографических исследований» используются современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии в процессе самостоятельной работы при поиске информации в Интернете, подготовке к защите лабораторных работ;
- демонстрационные методы обучения в процессе показа презентаций и обсуждения выступлений;
- исследовательские методы в обучении в процессе выполнения лабораторных работ;

- проблемное обучение в процессе обсуждения задач реконструкции изображений.  
Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу магистрантов и руководство этой работой со стороны преподавателей.

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий: дискуссия, защита лабораторных работ, мозговой штурм, мастер-класс, беседа.

#### Интерактивные технологии, используемые при изучении дисциплины

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	№ раздела	Используемые интерактивные образовательные технологии	Кол-во часов
8	Л	2	Мозговой штурм: «Реконструкция изображений в компьютерной томографии»	1
	Л	10	Беседа: «Ограничения к применению и противопозаказания компьютерной томографии»	1
	Л	4	Беседа: «Ограничения к применению и противопозаказания позитронно-эмиссионной томографии»	1
	Л	5	Мозговой штурм: «Реконструкция изображений ПЭТ»	1
	Л	6	Мозговой штурм: «Построение модели физических процессов, лежащих в основе МРТ».	1
	Л	6	Беседа: «Классификация МР-томографов».	1
	Л	7	Мозговой штурм: «Реконструкция МР-изображений».	1
	Л	7	Беседа: «Основные импульсные последовательности».	1
	Л	10	Беседа: «Применения МР-томографии».	1
	ЛР	1-11	Дискуссия, защита лабораторных работ	5
<i>Итого:</i>				14

#### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Текущий контроль:

- контрольные вопросы по разделам учебной программы.
- лабораторные задания.

Промежуточный контроль:

- защита лабораторных работ.
- тестирование.

Итоговый контроль:

- экзамен.

В процессе подготовки к выполнению лабораторных компьютерных работ студенты используют сетевые технологии, изучают электронные образовательные ресурсы, работают с информацией в глобальных компьютерных сетях, приобретают навыки работы с компьютером как средством управления информацией, используют основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, проводят медико-биологические и научно-технические исследования с применением технических средств, информационных технологий и методов обработки результатов.

В процессе защиты лабораторных работ ЛР-1 – ЛР-11, выступлений и дискуссий формируется и оценивается достижение следующих компетенций: ОПК-3; ПК-2; ПК-3; ПК-4

В процессе мозгового штурма на темы «Реконструкция изображений в компьютерной томографии», «Реконструкция изображений ПЭТ», «Построение модели физических процессов, лежащих в основе МРТ», «Реконструкция МР-изображений», бесед на темы «Ограничения к применению и противопоказания компьютерной томографии», «Ограничения к применению и противопоказания позитронно-эмиссионной томографии», «Классификация МР-томографов», «Основные импульсные последовательности», «Применения МР-томографии» выступлений и дискуссий формируется и оценивается достижение следующих компетенций: ОПК-3; ПК-2; ПК-3; ПК-4.

В процессе компьютерного тестирования проверяются знания физических законов и математических методов, лежащих в основе построения изображений медицинской томографии, знание устройства медицинских томографов.

Зачет ставится по результатам сдачи всех лабораторных работ и компьютерного тестирования.

В процессе экзамена по всем темам формируется и оценивается достижение следующих компетенций: ОПК-3; ПК-2; ПК-3; ПК-4.

В результате формируются:

знания:

- особенностей биологических объектов моделирования и методики экспериментальной оценки их свойств с помощью медицинских томографических исследований;
- методов синтеза и исследования моделей объектов томографических исследований;
- физических законов и математических методов, лежащих в основе построения изображений медицинской томографии;
- устройства медицинских томографов;

умения:

- адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов томографических исследований на основе методов математического моделирования;
- осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования исследуемой системы получения томографических изображений;
- выбирать адекватные методы исследования моделей томографических исследований;
- принимать адекватные решения по результатам исследования томографических моделей;
- использовать компьютерные программы обработки результатов томографических исследований;

навыки:

- владеть методами расчета параметров и основных характеристик моделей томографических исследований;
- практической работы с программными пакетами математического моделирования и обработки изображений;
- методологического анализа научного исследования и его результатов.

### **Тест 1.**

Вопросы компьютерного теста по разделам 1 – 5.

В результате оценивается достижение компетенций ОПК-3, ПК-2, ПК-3, ПК-4.

1. Происхождение и значение термина "томография"?
2. Какой вид томографии категорически запрещен для лиц с кардиостимуляторами?
3. В чем суть всех видов томографии?
4. От чего зависит качество томографических изображений?
5. В чем заключается идея радиационной (рентгеновской) компьютерной томографии (КТ)?
6. Каковы преимуществами КТ по сравнению с традиционной рентгенографией?
7. Кто и когда впервые рассмотрел задачу реконструкции рентгеновского изображения?
8. Кто и когда предложил метод компьютерной томографии?

9. Кто и когда практически обосновал возможность рентгеновской томографии?
10. Когда разработан первый отечественный рентгеновский томограф?
11. Кто и когда разработал первый коммерческий сканер головного мозга?
12. Каково графическое разрешение изображения первого коммерческого сканера головного мозга?
13. Основой работы любого КТ-сканера является?
14. Когда разработан первый отечественный медицинский рентгеновский томограф?
15. Компьютерные томографы первого поколения, принцип их работы и время построения изображения?
16. Принцип работы медицинских томографов второго поколения, время построения изображения, примеры томографов?
17. Когда появились компьютерные томографы третьего поколения, принцип их работы, время построения изображения?
18. Принцип работы медицинских томографов четвертого поколения, время построения изображения?
19. В чем преимущество метода винтового сканирования?
20. Когда появились компьютерные томографы пятого поколения, принцип их работы, время построения изображения, новые возможности?
21. Какие основные блоки входят в состав любого КТ-сканера?
22. Какие блоки расположены внутри генри томографа?
23. Любое несоответствие между КТ-числами реконструированного изображения и истинными коэффициентами ослабления материалом объекта называют?
24. Природа рентгеновского излучения?
25. Как зависит выход рентгеновского излучения от атомного номера мишени?
26. Как преобразуется энергия электронов при взаимодействии с веществом анода?
27. Какова роль стеклянного корпуса рентгеновской трубки?
28. Какие требования предъявляются к материалу анода?
29. Как конструкции рентгеновских трубок отличаются в зависимости от способа охлаждения анода?
30. Способ охлаждения и недостаток трубок со стационарным анодом?
31. Как происходит охлаждение в трубках с вращающимся анодом?
32. Мощность, напряжение и ток анода рентгеновских трубок в современных КТ-системах?
33. Какую форму имеет пучок рентгеновских лучей в компьютерном томографе?
34. Какие детекторы рентгеновского излучения используются в компьютерных томографах?
35. Назовите недостатки люминесцентных детекторов.
36. Принцип работы газовых детекторов?
37. Перечислите основные характеристики детекторов, используемых в КТ.
38. Какие свойства детектора отражает характеристика эффективность?
39. Кто впервые рассмотрел задачу реконструкции изображения в 1917 г.?
40. Какие свойства детектора отражает характеристика время ответа?
41. Какие свойства детектора отражает характеристика динамический диапазон?
42. С помощью чего придается форма пучку рентгеновских лучей?
43. Где располагаются коллиматоры источника и для чего?
44. Для чего используются фильтры, из какого материала они сделаны?
45. Для чего используется консоль управления столом пациента и генри?
46. Для чего используется высоковольтный трехфазный генератор?
47. Какие функции выполняет компьютер?
48. Одна из главных проблем, возникающих при решении математических задач томографии.
49. Какие алгоритмы используются при реконструкции изображений в спиральной КТ и что они позволяют?
50. Принцип алгоритма  $360^\circ$ -ной интерполяции.
51. Какая математическая задача ставится в томографии?

52. Чем отличаются различные алгоритмы восстановления?
53. Как формируется проекция изображения?
54. Принцип алгоритма 180°-ной интерполяции.
55. Когда появились первые многослойные КТ-сканеры?
56. Принцип работы многосрезовых КТ-сканеров.
57. Преимущества многосрезовых КТ-сканеров.
58. Для чего используются несколько рядов детекторов в многосрезовых КТ-сканерах?
59. Сформулируйте теорему о центральном сечении.
60. Напишите математическую формулировку теоремы о центральном сечении.
61. Как определяется питч (pitch) при многосрезовом сканировании?
62. Какие эффекты определяют изменение энергии рентгеновских фотонов при прохождении биологической ткани?
63. Первая ВОЛне качественная томограмма головного мозга человека была впервые получена:
64. Как производится оценка полученных вдоль выбранной траектории данных?
65. В чем особенность метода винтового сканирования?
66. В чем суть алгоритма Z-фильтрации или алгоритма реконструкции с переменной толщиной среза?
67. Сколько рядов детекторов имеют современные многосрезовые КТ-сканеры?
68. Как найти коэффициенты поглощения для каждого вокселя, необходимые для реконструкции изображения?
69. Вследствие чего возникают артефакты?
70. В каких единицах измерения даются выходные данные КТ-сканера?
71. Какой диапазон изменения плотности исследуемых тканей позволяет различать компьютерная обработка КТ изображения?
72. Укажите основные стадии пошаговой КТ.

## Тест 2.

Вопросы компьютерного теста по разделам 6, 7, 10.

В результате оценивается достижение компетенций ОПК-3; ПК-2; ПК-3; ПК-4.

73. Происхождение и значение термина "томография"?
74. Какой вид томографии категорически запрещен для лиц с кардиостимуляторами?
75. В чем суть всех видов томографии?
76. От чего зависит качество томографических изображений?
77. Принцип работы магнитно-резонансных томографов второго поколения, время построения изображения, примеры томографов?
78. Принцип работы магнитно-резонансных томографов четвертого поколения, время построения изображения?
79. Одна из главных проблем, возникающих при решении математических задач томографии.
80. Вследствие чего возникают артефакты?
81. Каковы основные этапы развития МРТ?
82. Какое физическое явление лежит в основе МРТ?
83. Перечислите основные блоки МР-томографа.
84. Как классифицируются МР-томографы.
85. Какой математический аппарат используется для построения изображения.
86. Назовите основные импульсные последовательности.
87. Назовите параметры спин-эхо последовательности.
88. Назовите параметры последовательности быстрое спин-эхо.
89. Назовите параметры последовательности инверсия-восстановление.
90. Назовите параметры последовательности градиентное эхо.
91. Назовите параметры последовательности быстрое градиентное эхо.
92. Назовите параметры последовательности эхо-планарного отображения.

93. Примеры МРТ диагностики патологий головного и спинного мозга.
94. Примеры МРТ диагностики патологий костей и суставов.
95. Примеры МРТ диагностики патологий внутренних органов.
96. Примеры МРТ диагностики патологий молочной железы.
97. Каков принцип магнитно-резонансной ангиографии.
98. Назовите показатели качества изображения.

### **Тест 3.**

Вопросы компьютерного теста по разделам 8, 9.

В результате оценивается достижение компетенций ОПК-3; ПК-2; ПК-3; ПК-4.

1. Назовите алгоритмы изменения яркости МР-изображений.
2. Назовите алгоритмы изменение контраста МР-изображений.
3. Назовите артефакты МР-изображений.
4. Как возникают физиологические артефакты.
5. Как возникают артефакты, вызванные физическими явлениями?
6. Как возникают артефакты, вызванные неисправностью оборудования?
7. Примеры неправильных действий оператора.
8. Где применяется ЯМР-спектроскопия?
9. Какие риски при проведении МРТ?
10. Возможные направления развития МРТ.

### **ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ВЫНОСИМЫХ НА ЭКЗАМЕН**

1. История возникновения и этапы развития медицинской томографии.
2. Конфигурация компьютерного томографа.
3. Реконструкция изображений в компьютерной томографии.
4. Режимы сканирования.
5. Качество изображения.
6. Артефакты изображений в компьютерной томографии.
7. Артефакты, вызванные физическими процессами.
8. Артефакты, вызванные пациентом.
9. Неисправность оборудования.
10. Артефакты при спиральном сканировании.
11. Трехмерные реконструкции.
12. Характеристики КТ-сканеров.
13. Этапы исследования ПЭТ.
14. Основные блоки ПЭТ сканера.
15. Реконструкция изображений.
16. Аппаратное обеспечение и контроль качества в ПЭТ.
17. Артефакты изображений в ПЭТ.
18. Аппаратные артефакты ПЭТ.
19. Артефакты сбора данных ПЭТ.
20. Артефакты обработки данных ПЭТ.
21. Радионуклиды, используемые в ПЭТ.
22. Достоинства, недостатки и области применения ПЭТ.
23. Характеристики ПЭТ -сканеров.
24. Этапы развития МРТ.
25. Физические основы МРТ.
26. Основные блоки МР-томографа.
27. Классификация МР-томографов.
28. Построение изображения.
29. Основные импульсные последовательности.

30. Спин-эхо последовательность.
31. Последовательность быстрое спин-эхо.
32. Последовательность инверсия-восстановление.
33. Последовательность градиентное эхо.
34. Последовательность быстрое градиентное эхо.
35. Эхо-планарное отображение.
36. МРТ диагностика патологий головного и спинного мозга.
37. МРТ диагностика патологий костей и суставов.
38. МРТ диагностика патологий внутренних органов.
39. МРТ диагностика патологий молочной железы.
40. Магнитно-резонансная ангиография.
41. Показатели качества изображения.
42. Артефакты МР-изображений.
43. Физиологические артефакты.
44. Артефакты, вызванные физическими явлениями.
45. Артефакты, вызванные неисправностью оборудования.
46. Неправильные действия оператора.
47. ЯМР-спектроскопия.
48. Безопасность при проведении МРТ.
49. Перспективы развития МРТ.

## 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература:

1. Терещенко, С.А. Методы вычислительной томографии [Электронный ресурс] : монография — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2004. — 320 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59381>
2. Гладкова, Н.Д. Руководство по оптической когерентной томографии [Электронный ресурс] : рук. / Н.Д. Гладкова, А.М. Сергеев. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2007. — 296 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2162>
3. Сизиков, В.С. Прямые и обратные задачи восстановления изображений, спектроскопии и томографии с MatLab: Учебное пособие + CD [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 412 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/99358>

### 7.2 Программное обеспечение

1. Лицензионное и свободно распространяемое ПО: операционные системы ПЭВМ, текстовые, графические редакторы, табличные процессоры.
2. Авторское ПО: программы онлайн-контроля знаний студентов, программы обработки сигналов, изображений, управления оборудованием.

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения занятий по дисциплине имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

– лекционная аудитория, оснащенная мультимедийными проекторами с возможностью подключения к Wi-Fi, документ-камерой, маркерными досками для демонстрации учебного материала;

– специализированный класс, с компьютерами и подключенным к ним периферийным измерительным прибором;

– аппаратное и программное обеспечение, соответствующие методические материалы для проведения самостоятельной работы по дисциплине;

– литература в библиотеке университета.

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория 315С, 209С, оснащены презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук)

		и соответствующим программным обеспечением (ПО): ОС Windows, MS Office.
2.	Семинарские занятия	Не запланированы.
3.	Лабораторные занятия	Лаборатории 148С, 132С, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами для исследования организма человека.
4.	Курсовое проектирование	Кабинет для выполнения курсовых работ аудитория 204С.
5.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория 148С, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО): ОС Windows, MS Office.
6.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория 148С, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО): ОС Windows, MS Office.
7.	Самостоятельная работа	Кабинет электронных ресурсов для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Аудитория 204С, 205С.