

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Иванов А.Г.

подпись

«

»

2017г.



Рабочая учебная программа по дисциплине

Б1.В.03 Ядерно-магнитно резонансная томография, сверхвысокочастотные и магнитные поля

Для направления 03.04.02 Физика

Наименование магистерской программы: Медицинская физика

Квалификация (степень) выпускника – магистр

Форма обучения очная

г. Краснодар 2017

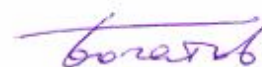
Рабочая программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.02 утвержденным приказом Минобрнауки России 28 августа 2015 г. № 913, и примерной ООП.

Программу составил:
Н.М. Богатов, доктор ф.-м.н.



Рабочая программа утверждена на заседании кафедры физики и информационных систем
протокол № 16 «04» мая 2017г.

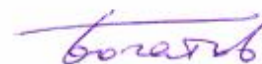
Заведующий кафедрой (разработчик) Богатов Н.М.
фамилия, инициалы



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета
Физико-технический факультет
протокол № 6 «04» мая 2017г.
Председатель УМК факультета

Богатов Н.М.
фамилия, инициалы



подпись

Рецензенты:

Шапошникова Т.Л., зав. кафедрой физики ФГБОУ ВО КубГУ

Григорьян Л.Р., Генеральный директор ООО НПФ «Мезон»

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Дисциплина «Ядерно-магнитно резонансная томография, сверхвысокочастотные и магнитные поля» ставит своей целью сформировать у студентов теоретические представления о физических законах, лежащих в основе медицинской магнитно-резонансной томографии, и практические навыки медико-физического обслуживания учреждений здравоохранения.

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

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Дисциплина «Ядерно-магнитно резонансная томография, сверхвысокочастотные и магнитные поля» относится к Профессиональному циклу, Вариативной части, разделу Обязательных дисциплин 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: «Методы медицинских вычислений», «Математические и компьютерные методы анализа и моделирования медико-биологических процессов и медико-технических систем», «Учебной практики», «Производственной практики».

3 Требования к результатам освоения содержания дисциплины

В результате освоения дисциплины формируются компетенции (ОПК-5; ОПК-6; ПК-1).

№ п.п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-5	способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами	физику, алгоритмы и компьютерные методы обработки сигналов ЯМР	использовать профессионально-профилированные знания в области ЯМР томографии и компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности	профессионально-профилированными знаниями в области ЯМР томографии и компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности

№ п.п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		направленности			
2.	ОПК-6	способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе	физические основы ЯМР, законы взаимодействия СВЧ излучений и магнитных полей с биологической тканью	использовать знания современных проблем и новейших достижений в области ЯМР томографии, сверхвысокочастотных и магнитных полей в научно-исследовательской работе	методами исследований с помощью ЯМР томографии, сверхвысокочастотных и магнитных полей в научно-исследовательской работе
3.	ПК-1	способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта	знать методику выполнения научных исследований в области физики	решать задачи научных исследований в области физики с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта	современной аппаратурой и информационными технологиями для решения задач научных исследований в области физики с использованием новейшего российского и зарубежного опыта

4. Содержание и структура дисциплины «Ядерно-магнитно резонансная томография, сверхвысокочастотные и магнитные поля»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы 108 часов.

Форма итогового контроля – 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	Принципы	Этапы развития МРТ. Физические основы	Тест.	ГБУЗ «Крае-

	магнитно-резонансной томографии.	МРТ.ОПК-5, ОПК-6, знать: физические механизмы взаимодействия неионизирующего излучения с биотканью и передачи энергии биоткани; последствия действия неионизирующего излучения на организм.		вая клиническая больница №1 им. проф. С.В. Очаповского» ДЗКК
2	Устройство МР-томографов.	Основные блоки МР-томографа. Классификация МР-томографов. ОПК-5, ОПК-6, знать: физические механизмы взаимодействия неионизирующего излучения с биотканью и передачи энергии биоткани; последствия действия неионизирующего излучения на организм; устройство медицинских томографов.	Тест.	ГБУЗ «Краевая клиническая больница №1 им. проф. С.В. Очаповского» ДЗКК
3	Построение изображения в МР-томографии.	Построение изображения. Математические методы обработки сигналов в МР-томографии. ОПК-5, ОПК-6, знать: физические механизмы взаимодействия неионизирующего излучения с биотканью и передачи энергии биоткани; методы моделирования медико-биологических процессов.	Тест. Защита лабораторных работ в интерактивной форме.	ГБУЗ «Краевая клиническая больница №1 им. проф. С.В. Очаповского» ДЗКК
4	Радиочастотные импульсные последовательности.	Основные импульсные последовательности. Спин-эхо последовательность. Последовательность быстрое спин-эхо. Последовательность инверсия-восстановление. Последовательность градиентное эхо. Последовательность быстрое градиентное эхо. Эхо-планарное отображение. ОПК-5, ОПК-6, знать: физические механизмы взаимодействия неионизирующего излучения с биотканью и передачи энергии биоткани; методы моделирования медико-биологических процессов; последствия действия неионизирующего излучения на организм; устройство медицинских томографов.	Тест.	ГБУЗ «Краевая клиническая больница №1 им. проф. С.В. Очаповского» ДЗКК
5	Медицинские применения МР-томографии.	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. ОПК-5, ОПК-6, знать: физические механизмы взаимодействия неионизирующего излучения с биотканью и передачи энергии биоткани; последствия действия неионизирующего излучения на организм; устройство медицинских томографов.	Тест.	ГБУЗ «Краевая клиническая больница №1 им. проф. С.В. Очаповского» ДЗКК
6	Анализ МР-изображений.	Показатели качества изображения. Изменение яркости МР-изображений. Изменение контраста МР-изображений. ОПК-5, ОПК-6, знать: физические механизмы взаимодейст-	Тест. Защита лабораторных	ГБУЗ «Краевая клиническая больница №1 им.

		вия неионизирующего излучения с биотканью и передачи энергии биоткани; методы моделирования медико-биологических процессов; последствия действия неионизирующего излучения на организм; устройство медицинских томографов.	работ в интерактивной форме.	проф. С.В. Очаповского» ДЗКК
7	Артефакты МР-изображений.	Физиологические артефакты. Артефакты, вызванные физическими явлениями. Артефакты, вызванные неисправностью оборудования. Неправильные действия оператора. ОПК-5, ОПК-6, знать: физические механизмы взаимодействия неионизирующего излучения с биотканью и передачи энергии биоткани; методы моделирования медико-биологических процессов; последствия действия неионизирующего излучения на организм; устройство медицинских томографов.	Тест. Защита лабораторных работ в интерактивной форме.	ГБУЗ «Краевая клиническая больница №1 им. проф. С.В. Очаповского» ДЗКК
8	Немедицинские применения МРТ.	ЯМР-спектроскопия. Безопасность при проведении МРТ. Перспективы развития МРТ. ОПК-5, ОПК-6, знать: физические механизмы взаимодействия неионизирующего излучения с биотканью и передачи энергии биоткани; устройство немедицинских томографов.	Тест.	ГБУЗ «Краевая клиническая больница №1 им. проф. С.В. Очаповского» ДЗКК

4.2 Структура дисциплины

Распределение трудоемкости

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		А	Б	В	Г
Контактная работа, в том числе:	36,2	36,2			
Аудиторные занятия (всего):	24	24			
Занятия лекционного типа	12	12	-	-	-
Лабораторные занятия	24	24	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
Иная контактная работа:					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2			
Самостоятельная работа, в том числе:	35,8	35,8			
<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>	14	14	-	-	-
<i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>	14	14	-	-	-
Подготовка к текущему контролю	7,8	7,8	-	-	-
Контроль:					
Подготовка к экзамену					
Общая трудоемкость	час.	72	72	-	-

	в том числе контактная работа	36,2	36,2			
	зач. ед	2	2			

Разделы дисциплины, изучаемые в 10 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1	Принципы магнитно-резонансной томографии.	4	2		2	4
2	Устройство МР-томографов.	4	2		2	4
3	Построение изображения в МР-томографии.	10	2		2	4
4	Радиочастотные импульсные последовательности.	6	2		6	8
5	Медицинские применения МР-томографии.	4	2		2	4
6	Анализ МР-изображений.	8	2		2	4
7	Артефакты МР-изображений.				4	4
8	Немедицинские применения МРТ.				4	4
	<i>Итого:</i>		12		24	36
	<i>Всего:</i>	72				

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	Наименование лабораторной работы	Содержание лабораторной работы	Форма текущего контроля
1	Работа с растровыми изображениями в среде Builder C++.	Изучение теории растровых изображений. Изучение инструментов работы с изображениями в среде Builder C++. ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, использовать компьютерные программы обработки результатов томографических исследований; владеть: математическими и компьютерными методами анализа и моделирования взаимодействия ионизирующих излучений с биологической тканью.	Защита лабораторных работ в интерактивной форме.
2	Построение МР-изображения	Создание программы построения МР-изображений. ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, знать: физические механизмы взаимодействия неионизирующего излучения с биотканью и передачи энергии биоткани; методы моделирования медико-	Защита лабораторных работ в интерактивной форме.

		биологических процессов; последствия действия неионизирующего излучения на организм; устройство медицинских томографов; уметь: понимать современные проблемы физики и использовать фундаментальные физические представления в сфере профессиональной деятельности; использовать компьютерные программы обработки результатов томографических исследований; владеть: методами физических исследований в сфере процессов взаимодействия неионизирующих излучений с биологической тканью; математическими и компьютерными методами анализа и моделирования взаимодействия неионизирующих излучений с биологической тканью.	
3	Фурье - анализ сигналов и изображений.	Создание программы Фурье - анализа сигналов магнитно-резонансного томографа. ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, знать: физические механизмы взаимодействия неионизирующего излучения с биотканью и передачи энергии биоткани; методы моделирования медико-биологических процессов; последствия действия неионизирующего излучения на организм; устройство медицинских томографов; уметь: понимать современные проблемы физики и использовать фундаментальные физические представления в сфере профессиональной деятельности; использовать компьютерные программы обработки результатов томографических исследований; владеть: методами физических исследований в сфере процессов взаимодействия неионизирующих излучений с биологической тканью; математическими и компьютерными методами анализа и моделирования взаимодействия неионизирующих излучений с биологической тканью.	Защита лабораторных работ в интерактивной форме.
4	Методы изменения яркости МР-изображений.	Изучение алгоритмов изменения яркости МРТ-изображений. Создание программы изменения яркости МРТ-изображений. ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, знать: физические механизмы взаимодействия неионизирующего излучения с биотканью и передачи энергии биоткани; методы моделирования медико-биологических процессов; последствия действия неионизирующего излучения на организм; устройство медицинских томографов;	Защита лабораторных работ в интерактивной форме.

		<p>уметь: понимать современные проблемы физики и использовать фундаментальные физические представления в сфере профессиональной деятельности; использовать компьютерные программы обработки результатов томографических исследований; владеть: методами физических исследований в сфере процессов взаимодействия неионизирующих излучений с биологической тканью; математическими и компьютерными методами анализа и моделирования взаимодействия неионизирующих излучений с биологической тканью.</p>	
5	Методы изменения контраста МР-изображений.	<p>Изучение алгоритмов изменения контраста МР-изображений. Создание программы изменения контраста МРТ-изображений. ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, знать: физические механизмы взаимодействия неионизирующего излучения с биотканью и передачи энергии биоткани; методы моделирования медико-биологических процессов; последствия действия неионизирующего излучения на организм; устройство медицинских томографов; уметь: понимать современные проблемы физики и использовать фундаментальные физические представления в сфере профессиональной деятельности; использовать компьютерные программы обработки результатов томографических исследований; владеть: методами физических исследований в сфере процессов взаимодействия неионизирующих излучений с биологической тканью; математическими и компьютерными методами анализа и моделирования взаимодействия неионизирующих излучений с биологической тканью.</p>	Защита лабораторных работ в интерактивной форме.
6	Определение артефактов МР-изображений.	<p>Физиологические артефакты. Артефакты, вызванные физическими явлениями. Артефакты, вызванные неисправностью оборудования. Неправильные действия оператора. ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, знать: физические механизмы взаимодействия неионизирующего излучения с биотканью и передачи энергии биоткани; методы моделирования медико-биологических процессов; последствия действия неионизирующего излучения на организм; устройство медицинских томографов; уметь: понимать современ-</p>	Защита лабораторных работ в интерактивной форме.

		ные проблемы физики и использовать фундаментальные физические представления в сфере профессиональной деятельности; использовать компьютерные программы обработки результатов томографических исследований; владеть: методами физических исследований в сфере процессов взаимодействия неионизирующих излучений с биологической тканью; математическими и компьютерными методами анализа и моделирования взаимодействия неионизирующих излучений с биологической тканью.	
--	--	---	--

4.4 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

Рекомендуется следующий график и календарный план самостоятельной работы студентов по учебным неделям

10 семестр (12 недель):

№ уч. недели	Темы учебной дисциплины, рекомендуемые для обязательного изучения	Темы учебной дисциплины, рекомендуемые для самостоятельного изучения
1	Этапы развития МРТ. Физические основы МРТ.	Аппаратное обеспечение МРТ.
2	Основные блоки МР-томографа. Классификация МР-томографов.	Аппаратное обеспечение МРТ.
3,4	Построение изображения. Математические методы обработки сигналов в МР-томографии.	Программное обеспечение МРТ.
5, 6	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, 8	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.
9	Показатели качества изображения. Изменение яркости МР-изображений.	Немедицинские применения МРТ.
10	Изменение контраста МР-изображений.	Алгоритмы изменения яркости МР-изображений. Алгоритмы изменение контраста МР-изображений.
11	Физиологические артефакты. Артефакты, вызванные физическими явлениями. Артефакты, вызванные неисправностью оборудования. Неправильные действия опера-	Техническая документация, регламентирующая действия оператора при проведении МРТ.

	тора.	
12	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 «Ядерно-магнитно резонансная томография, сверхвысокочастотные и магнитные поля» 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
10	Л	1	Мозговой штурм: «Построение модели физических процессов, лежащих в основе МРТ».	1
	Л	2	Беседа: «Классификация МР-томографов».	1
	Л	3	Мозговой штурм: «Реконструкция МР-изображений».	1
	Л	4	Беседа: «Основные импульсные последовательности».	1
	Л	5	Беседа: «Применения МР-томографии»	1
	ЛР	3-6	Дискуссия, защита лабораторных работ	4
	ЛР	1-6	Зачет в форме беседы	1
11	Л	6	Мозговой штурм: «Решение проблемы повышения качества цифровых изображения».	1
	Л	7	Беседа: «Происхождение артефактов МР-изображений».	1
	Л	8	Беседа: «Безопасность при проведении МРТ»	1
	ЛР	6, 7	Дискуссия, защита лабораторных работ	1
Итого:				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:

– зачет.

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-6, выступлений и дискуссий формируется и оценивается достижение следующих компетенций: ОПК-5, ОПК-6, ПК-1.

В процессе мозгового штурма на темы «Построение модели физических процессов, лежащих в основе МРТ», «Реконструкция МР-изображений», «Решение проблемы повышения качества цифровых изображений», выступлений и дискуссий формируется и оценивается достижение следующих компетенций: ОПК-5, ОПК-6, ПК-1.

В процессе компьютерного тестирования проверяются знания физических законов и математических методов, лежащих в основе построения изображений магнитно-резонансной томографии, знание устройства магнитно-резонансных томографов.

В процессе зачета в форме беседы по всем темам формируется и оценивается достижение следующих компетенций: ОПК-5, ОПК-6, ПК-1.

В процессе подготовки к зачету и ответов на вопросы оцениваются компетенции ОПК-5, ОПК-6, ПК-1.

Тест.

Вопросы компьютерного теста по разделам 1 – 6.

В результате оценивается достижение компетенций ОПК-5, ОПК-6, ПК-1.

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. Принцип работы магнитно-резонансных томографов второго поколения, время построения изображения, примеры томографов?
6. Принцип работы магнитно-резонансных томографов четвертого поколения, время построения изображения?
7. Одна из главных проблем, возникающих при решении математических задач томографии.
8. Вследствие чего возникают артефакты?
9. Каковы основные этапы развития МРТ?
10. Какое физическое явление лежит в основе МРТ?
11. Перечислите основные блоки МР-томографа.
12. Как классифицируются МР-томографы.
13. Какой математический аппарат используется для построения изображения.
14. Назовите основные импульсные последовательности.
15. Назовите параметры спин-эхо последовательности.
16. Назовите параметры последовательности быстрое спин-эхо.
17. Назовите параметры последовательности инверсия-восстановление.
18. Назовите параметры последовательности градиентное эхо.
19. Назовите параметры последовательности быстрое градиентное эхо.
20. Назовите параметры последовательности эхо-планарного отображения.
21. Примеры МРТ диагностики патологий головного и спинного мозга.
22. Примеры МРТ диагностики патологий костей и суставов.
23. Примеры МРТ диагностики патологий внутренних органов.
24. Примеры МРТ диагностики патологий молочной железы.

25. Каков принцип магнитно-резонансной ангиографии.
26. Назовите показатели качества изображения.

Тест.

Вопросы компьютерного теста по разделам 6 – 8.

В результате оценивается достижение компетенций ОПК-5, ОПК-6, ПК-1.

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 ЗАЧЕТ

1. Этапы развития МРТ.
2. Физические основы МРТ.
3. Основные блоки МР-томографа.
4. Классификация МР-томографов.
5. Построение изображения.
6. Основные импульсные последовательности.
7. Спин-эхо последовательность.
8. Последовательность быстрое спин-эхо.
9. Последовательность инверсия-восстановление.
10. Последовательность градиентное эхо.
11. Последовательность быстрое градиентное эхо.
12. Эхо-планарное отображение.
13. МРТ диагностика патологий головного и спинного мозга.
14. МРТ диагностика патологий костей и суставов.
15. МРТ диагностика патологий внутренних органов.
16. МРТ диагностика патологий молочной железы.
17. Магнитно-резонансная ангиография.
18. Показатели качества изображения.
19. Артефакты МР-изображений.
20. Физиологические артефакты.
21. Артефакты, вызванные физическими явлениями.
22. Артефакты, вызванные неисправностью оборудования.
23. Неправильные действия оператора.
24. ЯМР-спектроскопия.
25. Безопасность при проведении МРТ.
26. 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. Квантовая теория молекулярных систем. Единый подход [Текст] : [учебное пособие] / Д. Кук ; пер. с англ. Б. К. Новосадова. - Долгопрудный : Интеллект, 2012. - 255 с. : ил. - Библиогр.: с. 255. - ISBN 9785915590969. - ISBN 9781848162655

7.2 Дополнительная литература:

1. Корневский Н.А., Попечителей Е.П., Серегин С.П. Медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы. Курск: ОАО «ИПП «Курск», 2009. 986 с.
2. Магнитный резонанс в химии и медицине / Фримэн, Рэй ; Р. Фримэн ; пер. с англ. В. А. Волынкина, С. Н. Болотина, Н. В. Пашцевской ; [ред. В. А. Волынкин и др.]. - М. : URSS : [КРАСАНД] , 2009. 331 с.
3. Квантовый вызов. Современные исследования оснований квантовой механики [Текст] : [учебное пособие] / Дж. Гринштейн, А. Зайонц ; пер. 2-го изд. под ред и с доп. В. В. Аристова, А. В. Никулова ; доп. ко 2-му изд. на рус. яз. А. В. Никулова. - 2-е изд., доп. - Долгопрудный : Интеллект, 2012. - 431 с. : ил. - Библиогр.: с. 414-431. - ISBN 9785915591249. - ISBN 9780763724702
4. Как и почему происходят химические реакции. Элементы химической термодинамики и кинетики [Текст] : [учебное пособие] / И. А. Леенсон. - Долгопрудный : Интеллект, 2010. - 223 с. - ISBN 9785915590426
5. Марусина М.Я., Казначеева А.О., Современные виды томографии. СПб.: СПбГУ ИТМО, 2006. 152 с.
6. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2006. 1072 с.
7. Калакутский Л. И., Манелис Э. С. Аппаратура и методы клинического мониторинга. М. : Высшая школа, 2004. 156 с.
8. Физика визуализации изображений в медицине: В 2-х томах. Т.1. / Под ред. С.Уэбба. М.: Мир,1991. 408 с.
9. Физика визуализации изображений в медицине: В 2-х томах. Т.2. / Под ред. С.Уэбба. М.: Мир,1991.408 с.

7.3 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 имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

– лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным проектором, маркерной доской для демонстрации учебного материала (ауд. 201);

– специализированный компьютерный класс с подключенными к ПК периферийными устройствами и оборудованием (ауд. 132 С);

– аппаратное и программное обеспечение (и соответствующие методические материалы) для проведения самостоятельной работы по дисциплине.

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного

		типа ауд 148С, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО).
2.	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения лабораторных работ ауд. 314С, оснащенное лабораторным оборудованием.
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория № 209С
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория № 209С
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы 208С, 204С, 205С оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.