

ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ БИОМЕДИЦИНЫ

КАФЕДРА МЕДИЦИНСКОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО НТС ИФИБ

Протокол № 3/2

от 30.08.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ МРТ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 03.03.02 Физика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
8	2	72	12	24	0		9	0	Э
Итого	2	72	12	24	0	0	9	0	

АННОТАЦИЯ

Целями освоения учебной дисциплины «Основы МРТ» являются изучение физических процессов, лежащих в основе данного метода получения изображения, математической обработки данных; формирование у студентов представлений о техническом обеспечении МРТ, различных применениях МР и артефактах.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Основы МРТ» являются изучение физических процессов, лежащих в основе данного метода получения изображения, математической обработки данных; формирование у студентов представлений о техническом обеспечении МРТ, различных применениях МР и артефактах.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Освоение дисциплины базируется на следующих предшествующих дисциплинах: общая физика: физика атомов и атомных явлений, медицинская электроника и измерительные преобразователи, томографические методы в медицине.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
участие в проведении физических исследований по заданной тематике, обработка полученных результатов на современном уровне	биологические объекты различной организации, источники ионизирующих излучений	ПК-2 [1] - Способен проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного	З-ПК-2[1] - знать основные современные методы и средства научного исследования, современную приборную базу (в том числе сложное физическое оборудование); теоретические основы и базовые представления

		физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	научного исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований, основные закономерности формирования результатов эксперимента ; У-ПК-2[1] - уметь самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в выбранной области и решать их с помощью современной приборной базы и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта; уметь проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и(или) теоретических физических исследований, анализировать результат, полученный в ходе проведения эксперимента; оценивать изменения в выбранной области, связанные с новыми разработками, с помощью информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта; В-ПК-2[1] - владеть необходимой информацией из современных отечественных и зарубежных источников в избранной области
--	--	---	---

			исследования, навыками проведения теоретических, экспериментальных и практических исследований с использованием современных программных средств, инновационных и информационных технологий, навыками работы со стандартной измерительной аппаратурой и экспериментальными установками, навыками работы на современной аппаратуре и оборудовании для выполнения физических исследований с применением современных компьютерных технологий
проектный			
освоение методов применения результатов научных исследований в инновационной и инженерно-технологической деятельности	технологии и оборудование, используемое в различных областях медицинской физики	ПК-4 [1] - Способен применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-4[1] - знать теоретические основы физических методов исследования. ; У-ПК-4[1] - уметь использовать возможности современных методов физических исследований для решения научно-исследовательских задач; В-ПК-4[1] - владеть практическими навыками применения физических и математических методов исследования, обработки и анализа объектов исследований
освоение методов применения результатов научных	технологии и оборудование, используемое в	ПК-6 [1] - Способен принимать участие в составе коллектива в	З-ПК-6[1] - знать основные организационные

исследований в инновационной и инженерно-технологической деятельности	различных областях медицинской физики	создании и использовании физической аппаратуры и технологий, основанных на новейших достижениях физики, техники и электроники <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	принципы коллективной научной деятельности и современную физическую аппаратуру и технологии ; У-ПК-6[1] - уметь использовать личностные качества и знания в рамках выполнения работы по коллективным проектам; В-ПК-6[1] - владеть навыками создания и использования современной физической аппаратуры и технологий, владеть приемами планирования и организации работы в рамках научных групп, способен эффективно выполнять отведенную роль в научных исследованиях
освоение методов применения результатов научных исследований в инновационной и инженерно-технологической деятельности	технологии и оборудование, используемое в различных областях медицинской физики	ПК-7 [1] - Способен анализировать исходные данные проектирования, участвовать в разработке, подготовке и оформлении проектной документации с учетом норм радиационной и экологической безопасности <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-7[1] - знать нормы радиационной и экологической безопасности, а также правила разработки, подготовки и оформления проектной документации с учетом норм радиационной и экологической безопасности ; У-ПК-7[1] - уметь анализировать и критически оценивать любую поступающую информацию, выделять и систематизировать данные ; В-ПК-7[1] - владеть навыками сбора, обработки, анализа и систематизации, а также оформления проектной документации с учетом

			норм радиационной и экологической безопасности
--	--	--	--

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (В14)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач. - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплины «Экономика и управление в промышленности на основе инновационных подходов к управлению конкурентоспособностью», «Юридические основы профессиональной деятельности» для: - формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин «Введение в специальность», «Основы и применение

	радиационной безопасности при медицинском использовании источников ионизирующего и неионизирующего излучения (B30)	синхротронного излучения», «Физика биологического действия радиации» и всех видов практик – ознакомительной, научно-исследовательской, педагогической, преддипломной для: - формирования культуры работы с патогенами, обеспечивающей безопасность и не распространение, приборами дозиметрического контроля, радиационной и экологической безопасности посредством тематического акцентирования в содержании дисциплин и учебных заданий, подготовки эссе, рефератов, дискуссий по вопросам биобезопасности 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "Медицинские установки и детекторы излучений", "Рентгеновская компьютерная томография", "Основы МРТ", "Основы ПЭТ", "Основы интроскопии", "Радиационная физика", "Дозиметрическое планирование лучевой терапии", "Магнитно-резонансная томография", "Позитрон-эмиссионная томография", "Ядерная медицина", "Физика радиоизотопной медицины" и всех видов практик для: - формирования культуры радиационной безопасности, в том числе при получении практических навыков посредством тематического акцентирования в содержании дисциплин и учебных заданий, подготовки эссе, рефератов, дискуссий, а также в ходе практической работы с терапевтическим и диагностическим оборудованием. 3.Использование воспитательного потенциала дисциплин «Проектирование компьютерных медицинских систем»; «Системы обработки изображений в медицине»; «Анализ экспериментальных данных»; «Искусственный интеллект в медицине» для - формирования сознательного отношения к нормам и правилам цифрового поведения посредством выполнения индивидуальных заданий, связанных с вовлечением передовых цифровых технологий через обсуждение на еженедельном семинаре в научном коллективе. 5.Использование
--	---	--

		воспитательного потенциала профильных дисциплин и всех видов практик для: - формирования этических основ проведения экспериментов с использованием лабораторных животных посредством обсуждения техники безопасной работы с высокотехнологичным экспериментальным оборудованием, высокопроизводительной вычислительной техникой и с живыми системами.
--	--	---

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>8 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8			25	КИ-8	
2	Часть 2	9-16			25	КИ-16	
	<i>Итого за 8 Семестр</i>		12/24/0		50		
	Контрольные мероприятия за 8 Семестр				50	Э	

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
--------	---------------------------	------------	----------------	------------

	8 Семестр	12	24	0
1-8	Часть 1	6	12	
1	Введение. Явление ЯМР. Введение. История развития МРТ. Тема 1. Явление магнитного резонанса Явление ядерного магнитного резонанса. Магнитные свойства ядер. Распределение Больцмана. Уравнение Лармора.	Всего аудиторных часов		
		3	3	
		Онлайн		
2	Введение. Явление ЯМР. Намагниченность. Явление резонанса. Продольная и поперечная релаксации. Метод получения эхо-сигнала (метод Хана).	Всего аудиторных часов		
		3	3	
		Онлайн		
3	Тема2. Аппаратура. Основное оборудование и блок-схема магнитно-резонансного томографа. Магнит. Градиентные катушки. Радиочастотные катушки.	Всего аудиторных часов		
			3	
		Онлайн		
4	Тема 3. Принципы получения информации. Последовательность спин-эхо. Последовательность градиентное эхо. Основные характеристики последовательностей. Восстановление с частичным или полным насыщением. Инверсия-восстановление. Зависимость амплитуды сигнала от них.	Всего аудиторных часов		
			3	
		Онлайн		
5 - 6	Тема 3. Принципы получения информации. Селективное выделение слоя исследуемого объекта. Кодирование частоты и фазы сигнала. Многосрезовая томография.	Всего аудиторных часов		
		Онлайн		
7	Тема 4. Быстрые последовательности. Время получения изображения и способы его уменьшения. Метод RARE, метод FLASH. Эхо-планарная томография.	Всего аудиторных часов		
		Онлайн		
9-16	Часть 2	6	12	
8	Тема 5. Контрастные вещества для МРТ. Позитивные контрастирующие агенты. Негативные контрастирующие агенты.	Всего аудиторных часов		
		3	3	
		Онлайн		
9	Тема 6. Магнитно-резонансная ангиография. Влияние скорости крови на изображение сосудов. Время-пролётная ангиография (TOF). Фазо-контрастная ангиография (PC).	Всего аудиторных часов		
		3	3	
		Онлайн		
10	Тема 7. МРТ сердца. Gating. Triggering. Slice following.	Всего аудиторных часов		
			3	
		Онлайн		
11	Тема 8.Arteфакты в МРТ. Arteфакты возмущения магнитного поля. Arteфакты от движения и потока.	Всего аудиторных часов		
			3	
		Онлайн		
12	Тема 8. Arteфакты в МРТ. Arteфакты, связанные с радиочастотными импульсами и градиентными полями. Arteфакты обработки сигнала и	Всего аудиторных часов		
		Онлайн		

	построения изображений.			
13	Безопасность. Безопасность пациентов и персонала при проведении исследований на МР томографах. Требования к параметрам аппаратуры.	Всего аудиторных часов		
		Онлайн		
14 - 15	Тема 9. Получение функциональных изображений. Диффузионно-взвешенные изображения. Перфузионные изображения.	Всего аудиторных часов		
		Онлайн		
16	Тема 10. ЯМР со слабым полем. ЯМР-спектроскопия для контроля процесса производства. ЯМР-томография для контроля качества. ЯМР-каротаж.	Всего аудиторных часов		
		Онлайн		

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Изучение дисциплины «Основы МРТ» совмещает в себе традиционные, интерактивные и информационно-коммуникационные образовательные технологии.

Первый раздел курса представляет собой изучение физических основ МРТ: явление ядерно-магнитного резонанса, времена релаксации, а также используемая аппаратура (магниты, катушки). Этот раздел осуществляется при помощи традиционных образовательных технологий – практических занятий, посвященных освоению конкретных тем, умений и навыков.

Во втором разделе курса рассматриваются методы уменьшения времени получения изображений, МР-ангиография, применение контрастирующих агентов, артефакты и требования безопасности. Этот раздел содержит много иллюстраций, блок-схем и изображений, поэтому для многих тем данного раздела используются презентации для представления материала. Кроме того, три занятия (Тема 9 и 10) отведены на доклады. В рамках этих занятий студенты представляют одноклассникам подготовленные на заданные темы доклады, отвечая на вопросы и обсуждая свою тему со всеми присутствующими. Таким образом, во втором разделе дисциплины реализуются интерактивные и информационно-коммуникационные образовательные технологии, и на интерактивную форму обучения в рамках данного курса отводится в среднем около 20 часов.

Помимо аудиторной нагрузки, 28 часов отведено на самостоятельную работу студентов. Она заключается в самостоятельном закреплении пройденного материала для подготовки к тестам текущего контроля и подготовке докладов на одну из заданных тем (список тем для докладов представлен в файле с ФОС по предмету «Основы МРТ»).

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения
-------------	---------------------

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает

			существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
--	--	--	---

Оценочные средства приведены в Приложении.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 61 K17 Компьютерная томография : основы, техника, качество изображений и области клинического использования, В. Календер, Москва: Техносфера, 2006
2. ЭИ Ф50 Физические методы медицинской интроскопии : учебное пособие для вузов, С. Е. Улин [и др.], Москва: МИФИ, 2009

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 539.1 Л84 ЯМР-спектроскопия : , А.Г. Лундин, Э.И. Федин, М.: Наука, 1986
2. 61 Л12 Лабораторный практикум "Томографические методы медицинской физики" : , В. Н. Беляев [и др.], Москва: МИФИ, 2005
3. 61 С65 Интроскопия на основе ядерного магнитного резонанса : , Л.М. Сороко, М.: Энергоатомиздат, 1986
4. 61 Р51 Магнитный резонанс в медицине : основной учебник Европейского форума по магнитному резонансу (в комплекте с компьютерными программами: MR Imaget Expert, версия 2.5 и Dynalizer 1.0, демо-версия), П. А. Ринкк, Москва: ГЭОТАР-МЕД, 2003
5. 537 Ф88 Магнитный резонанс в химии и медицине : , Р. Фримэн, Москва: КРАСАНД, 2009
6. 519 С34 Математические методы обработки результатов измерений : Учебник для вузов, Сизиков В.С., СПб: Политехника, 2001
7. 621.38 А23 Электронные устройства в медицинских приборах : учеб. пособие, Т. М. Агаханян, В. Г. Никитаев, Москва: Бином, 2005
8. 539.13 Ф25 Импульсная и Фурье-спектроскопия ЯМР : , Т.С. Фаррар; Пер.с англ., М.: Мир, 1973
9. 517 П30 Корректные, некорректные и промежуточные задачи с приложениями : учеб. пособие для вузов, Ю. П. Петров, В. С. Сизиков, СПб: Политехника, 2003

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

Автор(ы):

Громушкина Елена Вячеславовна