

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ БИОМЕДИЦИНЫ

КАФЕДРА МЕДИЦИНСКОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО НТС ИФИБ

Протокол № 3.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ТОМОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В МЕДИЦИНЕ

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, экз./зач./КР/КП
8	1	36	0	0	24		12	0	3
Итого	1	36	0	0	24	12	12	0	

АННОТАЦИЯ

Современная медицинская диагностика – сложный процесс получения достоверных и точных данных, как в количественном, так и в качественном отношении. Вместе с тем, важнейшей особенностью современного обследования больного является стремление изучить патологически измененный орган в динамике обычного функционирования без использования инвазивных методов. Томографические методы являются одними из самых точных и совершенных в решении задач медицинской диагностики. К настоящему времени разработан целый комплекс способов объемной визуализации внутренней структуры и процессов функционирования организма, основанных на различных физических явлениях. Большинство из них рассматриваются в рамках данной дисциплины.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины является формирование у студентов представления о возможностях и ограничениях современных методов медицинской визуализации, о конструкции и особенностях применения различных типов томографов и сканеров для медицинской диагностики.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Данная дисциплина является важной частью знаний выпускника в области освоения принципов работы современных методов трансмиссионной и радионуклидной томографии и принципов получения изображения в каждом из них.

Для освоения данной дисциплины необходимо предшествующее освоение разделов общей физики, атомной и ядерной физики, основ интроскопии, физики визуализации изображений в медицине, радиационной физики, анатомии и физиологии человека.

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
проектный			
освоение методов	технологии и	ПК-2.2 [1] - Способен	З-ПК-2.2[1] - знать

применения результатов научных исследований в инновационной и инженерно-технологической деятельности	оборудование, используемое в различных областях медицинской физики	понимать принципы функционирования современных медицинских приборов, датчиков и электроники, используемых в качестве средств измерения основных характеристик исследуемого объекта <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	принцип работы современного медицинского диагностического оборудования (приборы, датчики и средства электроники); У-ПК-2.2[1] - уметь применять на практике теоретические знания о функционировании современных медицинских приборов, датчиков и электроники; В-ПК-2.2[1] - владеть навыками работы с медицинским оборудованием, используемыми в качестве средств измерения основных характеристик исследуемого объекта
--	--	--	--

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 и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии (B15)	Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для: - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, потребности в достижении результата, понимания функциональных обязанностей и задач избранной профессиональной деятельности, чувства профессиональной ответственности через выполнение учебных, в том числе практических заданий, требующих строгого соблюдения правил техники безопасности и инструкций по работе с оборудованием в рамках лабораторного практикума.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры радиационной безопасности при медицинском использовании источников ионизирующего и неионизирующего излучения (B30)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин «Введение в специальность», «Основы и применение 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.
--	--	--

Весь курс представляет собой набор лабораторных работ, направленных на практическое ознакомление студентов с принципами восстановления изображений в различных видах

томографии – КТ, ПЭТ и ОФЭКТ. Каждое занятие включает в себя описание проблемы, постановку задачи, ознакомление с теоретическим материалом, необходимым для ее решения, и написание в среде Matlab программ, реализующих решение задачи. Во время занятия студенты имеют возможность консультироваться друг с другом и с преподавателем по вопросам решения поставленных задач, демонстрируют полученные ими результаты и анализируют их. Таким образом, каждое занятие совмещает в себе традиционные, интерактивные и информационно-коммуникационные образовательные технологии, и на интерактивную форму обучения в рамках данного курса отводится все аудиторное время – 24 часа.

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (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	Раздел 1. Прямая и обратная задача Радона для методов трансмиссионной и эмиссионной компьютерной томографии.	1-8	0/0/16		25	КИ-8	З-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2
2	Раздел 2. Прямая и обратная задача Радона для радионуклидных методов визуализации.	9-12	0/0/8		25	КИ-12	З-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2
	<i>Итого за 8 Семестр</i>		0/0/24		50		
	Контрольные мероприятия за 8 Семестр				50	3	З-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2

* – 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
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>8 Семестр</i>	0	0	24
1-8	Раздел 1. Прямая и обратная задача Радона для методов трансмиссионной и эмиссионной компьютерной томографии.	0	0	16
1	Тема 1. Основные принципы трансмиссионной компьютерной томографии. Прямая и обратная задачи. Геометрия Радона. Прямое преобразование Радона.	Всего аудиторных часов		
		0	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
2	Тема 2. Создание математической модели решения прямой задачи получения набора томографических проекций для одного среза по заданной матрице распределения коэффициентов ослабления рентгеновского излучения в фантоме. Построение синограммы.	Всего аудиторных часов		
		0	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
3	Тема 3. Сравнение результатов решения прямой задачи с данными, полученными с использованием встроенной функции radon пакета Matlab. Особенности использования функции radon при задании шагов линейного и углового сканирования.	Всего аудиторных часов		
		0	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
4	Тема 4. Принципы восстановления изображения по данным КТ. Обратное преобразование Радона.	Всего аудиторных часов		
		0	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
5	Тема 5. Создание математической модели решения обратной задачи Радона для одного среза по заданной синограмме.	Всего аудиторных часов		
		0	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
6	Тема 6. Сравнение результатов решения обратной задачи с данными, полученными при использовании встроенной функции iradon пакета Matlab. Особенности использования функции iradon. Исследование влияния шагов линейного и углового сканирования на полученный результат.	Всего аудиторных часов		
		0	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
7	Тема 7. Принципы восстановления изображения по данным ПЭТ. Отличия решения обратной задачи от обратной задачи КТ. Методика приведения обратной задачи ПЭТ к обратной задаче КТ.	Всего аудиторных часов		
		0	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
8	Тема 8. Создание математической модели решения прямой задачи ПЭТ для одного среза по заданным матрицам распределения РФП и распределения коэффициентов ослабления аннигиляционного излучения в фантоме.	Всего аудиторных часов		
		0	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
9-12	Раздел 2. Прямая и обратная задача Радона для	0	0	8

	радионуклидных методов визуализации.			
9	Тема 9. Создание математической модели для восстановления изображения по данным ПЭТ.	Всего аудиторных часов		
		0	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
10	Тема 10. Принципы восстановления изображения по данным ОФЭКТ. Отличия решения обратной задачи от обратной задачи КТ. Методика приведения обратной задачи ОФЭКТ к обратной задаче КТ.	Всего аудиторных часов		
		0	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
11	Тема 11. Создание математической модели решения прямой задачи ОФЭКТ для одного среза по заданным матрицам распределения РФП и распределения коэффициентов ослабления гамма-излучения в фантоме.	Всего аудиторных часов		
		0	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
12	Тема 12. Создание математической модели для восстановления изображения по данным ОФЭКТ.	Всего аудиторных часов		
		0	0	2
		Онлайн		
		0	0	0

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

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>8 Семестр</i>
1	ЛР 1 Основные принципы трансмиссионной компьютерной томографии. Прямая и обратная задачи. Геометрия Радона. Прямое преобразование Радона.
2	ЛР 2 Создание математической модели решения прямой задачи получения набора томографических проекций для одного среза по заданной матрице распределения коэффициентов ослабления рентгеновского излучения в фантоме. Построение синограммы.
3	ЛР 3 Сравнение результатов решения прямой задачи с данными, полученными с использованием встроенной функции radon пакета Matlab. Особенности использования функции radon при задании шагов линейного и углового сканирования.
4	ЛР 4

	Принципы восстановления изображения по данным КТ. Обратное преобразование Радона.
5	ЛР 5 Создание математической модели решения обратной задачи Радона для одного среза по заданной синограмме.
6	ЛР 6 Сравнение результатов решения обратной задачи с данными, полученными при использовании встроенной функции iradon пакета Matlab. Особенности использования функции iradon. Исследование влияния шагов линейного и углового сканирования на полученный результат.
7	ЛР 7 Принципы восстановления изображения по данным ПЭТ. Отличия решения обратной задачи от обратной задачи КТ. Методика приведения обратной задачи ПЭТ к обратной задаче КТ.
8	ЛР 8 Создание математической модели решения прямой задачи ПЭТ для одного среза по заданным матрицам распределения РФП и распределения коэффициентов ослабления аннигиляционного излучения в фантоме.
9	ЛР 9 Создание математической модели для восстановления изображения по данным ПЭТ.
10	ЛР 10 Принципы восстановления изображения по данным ОФЭКТ. Отличия решения обратной задачи от обратной задачи КТ. Методика приведения обратной задачи ОФЭКТ к обратной задаче КТ.
11	ЛР 11 Создание математической модели решения прямой задачи ОФЭКТ для одного среза по заданным матрицам распределения РФП и распределения коэффициентов ослабления гамма-излучения в фантоме.
12	ЛР 12 Создание математической модели для восстановления изображения по данным ОФЭКТ

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Весь курс представляет собой набор лабораторных работ, направленных на практическое ознакомление студентов с принципами восстановления изображений в различных видах томографии – КТ, ПЭТ и ОФЭКТ. Каждое занятие включает в себя описание проблемы, постановку задачи, ознакомление с теоретическим материалом, необходимым для ее решения, и написание в среде Matlab программ, реализующих решение задачи. Во время занятия студенты имеют возможность консультироваться друг с другом и с преподавателем по вопросам решения поставленных задач, демонстрируют полученные ими результаты и анализируют их. Таким образом, каждое занятие совмещает в себе традиционные, интерактивные и информационно-коммуникационные образовательные технологии.

Самостоятельная работа студентов заключается в закреплении пройденного материала и выполнении домашних заданий, предусмотренных в рамках данной дисциплины.

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	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-2.2	З-ПК-2.2	З, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-2.2	З, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-2.2	З, КИ-8, КИ-12

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.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ К 77 Вычислительные методы в современной радиофизике : учебное пособие, Синявский Г. П. [и др.], Москва: Физматлит, 2009
2. ЭИ П 64 Новейшие методы обработки изображений : учебное пособие, Никитов С. А. [и др.], Москва: Физматлит, 2008
3. ЭИ Ф33 Однофотонная вычислительная томография : учебное пособие для вузов, Федоров Г.А., Москва: МИФИ, 2008
4. ЭИ С37 Томографические измерительные информационные системы: рентгеновская компьютерная томография : учебное пособие, Симонов Е.Н., Москва: НИЯУ МИФИ, 2011
5. ЭИ Ф50 Физические методы медицинской интроскопии : учебное пособие для вузов, Никитаев В.Г. [и др.], Москва: МИФИ, 2009
6. 66 Б74 Химическая технология радиофармацевтических препаратов : сборник вопросов и задач, Кодина Г.Е., Богородская М.А., Москва: НИЯУ МИФИ, 2011

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 61 Б61 Анатомия человека. Русско-латинский атлас. Цитология. Гистология. Анатомия : справочник; учебное пособие для вузов, Билич Г.Л., Крыжановский В.А., Москва: Оникс, 2006
2. 61 К17 Компьютерная томография : основы, техника, качество изображений и области клинического использования, Календер В., Москва: Техносфера, 2006
3. 61 Б44 Лабораторный практикум "Математическая обработка электроэнцефалограмм" : , Волынский П.Е., Рыжикова О.А., Беляев В.Н., М.: МИФИ, 2006
4. 61 Л12 Лабораторный практикум "Томографические методы медицинской физики" : , Дубов Л.Ю. [и др.], Москва: МИФИ, 2005
5. 61 Ф33 Физические основы интроскопии в радиационной медицине : Учеб. пособие для вузов, Федоров Г.А., Москва: МИФИ, 2003
6. 61 Э55 Эмиссионная томография: основы ПЭТ и ОФЭКТ : , , Москва: Техносфера, 2009

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

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Современная медицинская диагностика – сложный процесс получения достоверных и точных данных, как в количественном, так и в качественном отношении. Вместе с тем, важнейшей особенностью современного обследования больного является стремление изучить патологически измененный орган в динамике обычного функционирования без использования инвазивных методов. Томографические методы являются одними из самых точных и совершенных в решении задач медицинской диагностики. К настоящему времени разработан целый комплекс способов объемной визуализации внутренней структуры и процессов функционирования организма, основанных на различных физических явлениях. Большинство из них рассматриваются в рамках данной дисциплины.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Современная медицинская диагностика – сложный процесс получения достоверных и точных данных, как в количественном, так и в качественном отношении. Вместе с тем, важнейшей особенностью современного обследования больного является стремление изучить патологически измененный орган в динамике обычного функционирования без использования инвазивных методов. Томографические методы являются одними из самых точных и совершенных в решении задач медицинской диагностики. К настоящему времени разработан целый комплекс способов объемной визуализации внутренней структуры и процессов функционирования организма, основанных на различных физических явлениях. Большинство из них рассматриваются в рамках данной дисциплины.

Автор(ы):

Акмалова Юлия Альфредовна