Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.Б.11 Физические основы ядерной медицины»

Уровень высшего образования

МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки
03.04.02 Физика
(код и наименование направления подготовки)

Биохимическая и медицинская физика
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Магистр

Форма обучения
Очная

Год набора 2026

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.Б.11 Физические основы ядерной медицины*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния
наименование кафедры

протокол № 7 от "17" 03 2026г.

Заведующий кафедрой
Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния В.Л. Бердинский
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
доцент кафедры БФФКС А.Т. Ишемгулов
должность *подпись* *расшифровка подписи*

должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
03.04.02 Физика М.Г. Кучеренко
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Научный руководитель магистерской программы С.Н. Летута
личная подпись *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
С.А. Биктимирова
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
А.Д. Стрекаловская
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Ишемгулов А.Т., 2026
© ОГУ, 2026

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

обеспечение необходимого уровня знаний основ ядерной физики, необходимого для использования явлений ядерной физики для решения широкого круга научно- технических, диагностических и терапевтических задач в медицине и биологии

Задачи:

– изучение вопросов синтеза радионуклидов, изготовления и использования радиофармпрепаратов для ядерной медицины для диагностики и терапии;

– изучение современных аппаратных средств ядерной медицины – гамма-камер, эмиссионных томографов, средств радио- и дозиметрии;

– изучение основных законодательных и клинических аспектов ядерной медицины.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.5 Химическая физика и основы биокинетики*

Постреквизиты дисциплины: *Б2.П.В.П.1 Научно-исследовательская работа*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-4 Способен определять сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности	ОПК-4-В-1 Знает основные принципы эффективного поиска научной информации с помощью информационных и образовательных технологий	**Знать:** - знать принципы и области применения методов радионуклидной диагностики и радионуклидной терапии, - устройство и принцип работы сканеров для радионуклидной диагностики, - этапы получения медицинских радионуклидов, основные условия и этапы синтеза радиофармпрепаратов; - принципы дозиметрии в ядерной медицине (основные величины, способы измерения, параметры оценки); - основные приёмы и методы обеспечения радиационной безопасности в радионуклидном отделении. **Уметь:** - пользоваться учебной, научной, научно-популярной литературой, сетью Интернет для профессиональной деятельности; - пользоваться радиометрической и дозиметрической аппаратурой; - производить расчёты по результатам измерений; - находить необходимые данные для выполнения расчётов из таблиц, законодательных актов. **Владеть:** -базовыми технологиями преобразования информации: текстовые, табличные редакторы, поиск в сети интернет;

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		-понятием ограничения в достоверности; -навыками использования теоретических знаний для проведения физического эксперимента.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	3 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**180**	**180**
Контактная работа:	**35,25**	**35,25**
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к рубежному контролю и т.п.)*	**144,75**	**144,75**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение. Основы радионуклидной диагностики	25	2	2		21
2	Сканеры для радионуклидной диагностики	26	3	2		21
3	Получение медицинских радионуклидов	25	2	2		21
4	Радиофармпрепараты для ядерной медицины	29	4	4		21
5	Дозиметрия в ядерной медицине	25	2	2		21
6	Радионуклидная терапия	25	2	2		21
7	Обеспечение радиационной безопасности в ядерной медицине	25	3	2		20
	Итого:	180	18	16		146
	Всего:	180	18	16		146

4.2 Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Введение. Основные понятия радионуклидной диагностики. Преимущества и недостатки молекулярной (эмиссионной) визуализации в сравнении с другими методами медицинской визуализации. Радионуклидная диагностика *in vitro*, радиоиммунный анализ.

Идеальный радиофармпрепарат (РФП) для радионуклидной диагностики. Период полураспада и период полувыведения РФП. Радиометрия и радиография. Динамическая и статическая сцинтиграфия. Понятие об однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ) и позитрон-эмиссионной томографии (ПЭТ).

Тема 2. Сканеры для радионуклидной диагностики. Гамма-камера. Устройство и принцип работы сцинтилляционного и CZT детекторов. Технология ОФЭКТ и ОФЭКТ/КТ. Коррекция поглощения. Принцип работы ПЭТ-сканеров. Технология ПЭТ/КТ. Показатели качества работы детекторов. Методы калибровки детекторов. Артефакты эмиссионных изображений.

Тема 3. Получение медицинских радионуклидов. Принцип получения новых ядер, ядерные реакции, сечение реакций. Принцип работы ядерных реакторов. Получение молибдена-99 на ядерных реакторах. Ускорители заряженных частиц. Принцип действия и особенности работы медицинских циклотронов. Радионуклидные генераторы. Равновесие генераторной пары. Устройство и принцип работы генератора технеция-99m.

Тема 4. Радиофармпрепараты для ядерной медицины. Организация производства РФП. Требования GMP. Классификация РФП по сложности производства, основные этапы производства. Параметры контроля качества РФП. Техническое обеспечения контроля качества РФП. Препараты для сцинтиграфии и ОФЭКТ. Основные РФП и сферы применения технеция-99m, йода-123, галлия-67. Препараты для ПЭТ. Основные РФП и сферы применения углерода-11, фтора-18, галлия-68. Синтез ^{18}F-фтордезоксиглюкозы. Механизмы распределения РФП, сцинтиграфия холодных и горячих очагов. Синтез моноклональных антител. Кинетика накопления и выведения РФП в организме.

Тема 5. Дозиметрия в ядерной медицине. Основные дозиметрические величины и особенности их применения (керма, поглощённая доза, эквивалентная доза, эффективная доза). Инструменты для дозиметрии. Детекторы на основе ионизационной камеры. Полупроводниковые детекторы. Термолюминесцентные детекторы. Дозиметрия внешних полей. Фантом МКРЕ. Контроль мощности дозы гамма-излучения и плотности потока бета-излучения на рабочих местах. Гамма-постоянные. Внутренняя дозиметрия. Функция удержания. Фантомы MIRD. Расчёт эффективных доз пациентов при радионуклидных исследованиях.

Тема 6. Радионуклидная терапия. Особенности медицинского применения открытых радионуклидных источников. Препараты для радионуклидной терапии: альфа-излучающие, бета-излучающие. Разнообразие терапевтических РФП. Дозиметрия и планирование радионуклидной терапии. Клинические особенности йодтерапии и системной терапии костных метастазов.

Тема 7. Обеспечение радиационной безопасности в ядерной медицине. Концепция беспорогового действия радиации. Нормы радиационной безопасности. Детерминированные и стохастические эффекты радиации. Принцип ALARA. Правовые основы организации радионуклидного отделения. Классификация радиоактивных источников по текущему законодательству. Обеспечение радиационной безопасности пациентов и населения. Обеспечение радиационной безопасности персонала. Радиоактивные медицинские отходы. Радиационные аварии в радионуклидных отделениях. Ядерная медицина в педиатрии.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Введение. Основы радионуклидной диагностики	2
2	2	Сканеры для радионуклидной диагностики	2
3	3	Получение медицинских радионуклидов	2

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
4,5	4	Радиофармпрепараты для ядерной медицины	4
6	5	Дозиметрия в ядерной медицине	2
7	6	Радионуклидная терапия	2
8	7	Обеспечение радиационной безопасности в ядерной медицине	2
		Итого:	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Климанов, В.А. Физика ядерной медицины. В двух частях. Учебное пособие. / В.А. Климанов. – М.: НИЯУ МИФИ, 2012. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://e.lanbook.com/book/75874 (дата обращения: 27.02.2025). – ISBN 978-5-7262-1757-4. – Текст : электронный.

2. Ремизов, А. Н. Учебник по медицинской и биологической физике [Текст] : учеб. для мед. вузов / А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потапенко .- 8-е изд., стер. - М. : Дрофа, 2008. - 560 с. : ил.. - (Высшее образование). - На обл. загл.: Медицинская и биологическая физика. - Предм. указ.: с. 545-559. - ISBN 978-5-358-04435-7

3. Ишемгулов, А. Т. Физические основы ядерной медицины [Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 03.04.02 Физика / А. Т. Ишемгулов; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 5.12 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2025. - 188 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/232659_20251029.pdf - ISBN 978-5-7410-3520-7.

5.2 Дополнительная литература

1. Кислов, А. Н. Атомная и ядерная физика : учебное пособие / А. Н. Кислов ; науч. ред. И. А. Вайнштейн ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2017. – 272 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=695942 (дата обращения: 27.02.2025). – Библиогр.: с. 261. – ISBN 978-5-7996-1992-3. – Текст : электронный.

2. Радионуклидная диагностика в клинической практике : учебное пособие / составители П. И. Скопин [и др.]. — Саранск : МГУ им. Н.П. Огарева, 2021. — 56 с. — ISBN 978-5-7103-4150-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/311732 (дата обращения: 27.02.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5.3 Периодические издания

1. Медицинская физика : журнал. - М. : АМФР, 2025. ISSN 1810-200X.

2. Успехи физических наук : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2015.

3. Вестник рентгенологии и радиологии : журнал. – М.: ООО «Лучевая диагностика». ISSN 2619-0478

5.4 Интернет-ресурсы

1. https://amphr.ru/ - Ассоциация медицинских физиков России
2. http://kvant.mccme.ru/ - Научно-популярный физико-математический журнал «Квант».
3. http://www.physbook.ru/ - Электронные учебники и журналы по физике.

4. https://openedu.ru/course/ - «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Квантовая физика».

5. https://radiomed.ru/ - Портал радиологов

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Перечень лицензионного программного обеспечения

1. Операционная система РЕД ОС.
2. Пакет офисных приложений «МойОфис Образование»
3. Для работы с ресурсами Интернет - веб-браузер Яндекс https://yandex.ru/..
4. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2026]. – Режим доступа в сети ОГУ http://garant.net.osu.ru
5. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - http://aist.osu.ru.

Специализированное ПО, используемое при реализации образовательных программ ФизФ

1. "Облако знаний.Школа", облачный сервис https://school.imumk.ru Договор от 21.12.2021 № СКАН_132/223-4.2.1.2/49 ООО "ФИЗИКОН ЛАБ" 5 лет (по 20.12.2026г)
2. "Виртуальный практикум по физике для вузов" облачный сервис https://school.imumk.ru Договор №281/57 от 15.12.2021 ООО "ФИЗИКОН ЛАБ"5 лет (по 15.12.2026г)

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.