

ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ БИОМЕДИЦИНЫ

КАФЕДРА МЕДИЦИНСКОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО НТС ИФИБ

Протокол № 3

от 11.05.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ ПЭТ

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	3	108	24	36	0	21	0	Э
Итого	3	108	24	36	0	0	21	0

## АННОТАЦИЯ

В рамках курса «Основы ПЭТ» студенты знакомятся с принципами получения изображения в ПЭТ, типами ПЭТ-сканеров и особенностями проектирования отделений ПЭТ диагностики. Также в курсе рассматриваются вопросы определения разрешения ПЭТ-изображений и факторов, влияющих на него, преимущества и ограничения метода ПЭТ, сравнение ПЭТ с другими современными методами медицинской диагностики. Часть курса посвящена изучению радиофармацевтических препаратов, используемых в ПЭТ, их областей применения в зависимости от цели исследования, методов синтеза радиоизотопов и производства радиофармпрепаратов, особенностей распределения радиофармпрепаратов в органах. Много внимания уделено клиническому применению ПЭТ в различных медицинских областях – кардиологии, неврологии, онкологии. Часть курса посвящена изучению особенностей сбора данных в ПЭТ и принципов восстановления ПЭТ-изображений.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Основы ПЭТ» являются:

- изучение принципов работы детектирующего оборудования (ПЭТ-сканера) и освоение методик диагностики распределения в организме биологически активных соединений, меченных позитрон-излучающими радиоизотопами;
- изучение принципов работы циклотрона с радиохимической лабораторией для выработки различных радиофармпрепаратов;
- знакомство с особенностями проектирования отделений ПЭТ диагностики;
- знакомство с особенностями клинического применения ПЭТ в различных медицинских областях;
- освоение методов восстановления изображения в ПЭТ.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Изучение дисциплины «Основы ПЭТ» позволяет студентам подготовиться к дальнейшей производственной практике и профессиональной деятельности.

Для успешного освоения данной дисциплины необходимо предшествующее или параллельное освоение разделов общей физики, ядерной физики, электроники, биологии человека, анатомии и физиологии человека, физики визуализации изображений в медицине, ускорителей заряженных частиц, медицинской электроники.

### 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	<p>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 физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>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 научного исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований, основные закономерности формирования результатов эксперимента ;</p> <p>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</p>

			<p>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</p>
	проектный		
освоение методов применения результатов научных исследований в инновационной и	технологии и оборудование, используемое в различных областях	ПК-4 [1] - Способен применять на практике профессиональные знания теории и методов физических	З-ПК-4[1] - знать теоретические основы физических методов исследования. ; У-ПК-4[1] - уметь

инженерно-технологической деятельности	медицинской физики	исследований <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	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 исследований в инновационной и инженерно-технологической деятельности	технологии и оборудование, используемое в различных областях медицинской физики	ПК-6 [1] - Способен принимать участие в составе коллектива в создании и использовании физической аппаратуры и технологий, основанных на новейших достижениях физики, техники и электроники  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-6[1] - знать основные организационные 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-	технологии и оборудование, используемое в различных областях медицинской	ПК-7 [1] - Способен анализировать исходные данные проектирования, участвовать в разработке, подготовке	3-ПК-7[1] - знать нормы радиационной и экологической безопасности, а также правила разработки, подготовки и

технологической деятельности	физики	и оформлении проектной документации с учетом норм радиационной и экологической безопасности  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.008, 40.011	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

		<p>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</p>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры радиационной безопасности при медицинском использовании источников ионизирующего и неионизирующего излучения (В30)</p>	<p>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</p>

		<p>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.</p>
--	--	---

## 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	Первый раздел	1-8	16/24/0		25	КИ-8	У-ПК-2, В-ПК-2,



							3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 3-ПК-2
2	Второй раздел	9-12	8/12/0		25	КИ-12	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7
	<i>Итого за 8 Семестр</i>		24/36/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 8 Семестр</b>				50	Э	3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 3-ПК-

							2, У- ПК-2, В- ПК-2, 3-ПК- 4, У- ПК-4, В- ПК-4, 3-ПК- 6, У- ПК-6, В- ПК-6
--	--	--	--	--	--	--	---

\* – 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

Неделя	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>8 Семестр</i>	24	36	0
<b>1-8</b>	<b>Первый раздел</b>	16	24	0
1	<b>Введение.</b> Введение в позитронно-эмиссионную томографию. Показания к применению ПЭТ. Преимущества для врача и пациента. Развитие ПЭТ в России.	Всего аудиторных часов		
		2	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	<b>Разновидности ПЭТ. Современные ПЭТ-центры.</b> Типы ПЭТ сканеров. Обзор технических решений основных производителей. Отличительные характеристики. Оборудование ПЭТ-центра.	Всего аудиторных часов		
		2	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	<b>Радиохимическое обеспечение ПЭТ.</b> Производство радиоизотопов. Принцип работы и технические характеристики циклотрона. Радиохимическая лаборатория ПЭТ центра. Модули синтеза и управления. Защитное оборудование. Аспекты надежности.	Всего аудиторных часов		
		2	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	<b>Взаимодействие позитронов с веществом.</b> Эмиссия, замедление и аннигиляция позитронов в веществе.	Всего аудиторных часов		
		2	3	0
		Онлайн		

		0	0	0
5	<b>Разрешение ПЭТ.</b> Временное и энергетическое разрешение детектирующей системы ПЭТ сканера.	Всего аудиторных часов		
		2	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	<b>Детекторы в ПЭТ.</b> Позиционно – чувствительные детекторы ПЭТ. Основные характеристики. Нормировка и калибровка детекторов. Сцинтилляторы для ПЭТ.	Всего аудиторных часов		
		2	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	<b>Электроника в ПЭТ.</b> Электронный модуль обработки данных ПЭТ сканера.	Всего аудиторных часов		
		2	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	<b>TOF и DOI методики в ПЭТ.</b> TOF методики в ПЭТ. DOI методики в ПЭТ.	Всего аудиторных часов		
		2	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
<b>9-12</b>	<b>Второй раздел</b>	8	12	0
9	<b>Требования к разрешению ПЭТ.</b> Требования по разрешению ПЭТ установки. Скорость счета.	Всего аудиторных часов		
		2	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	<b>Программное обеспечение ПЭТ.</b> Программное обеспечение сбора и обработки данных. Отображение данных в виде изображений. Общие требования к системам ведения ЭПМЗ.	Всего аудиторных часов		
		2	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	<b>Артефакты в ПЭТ.</b> Аппаратные артефакты. Артефакты сбора данных. Артефакты обработки информации	Всего аудиторных часов		
		2	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	<b>Клиническое применение ПЭТ.</b> Клиническая ПЭТ - кардиология, неврология и онкология. Кадровый состав ПЭТ центра.	Всего аудиторных часов		
		2	3	0
		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

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В курсе «Основы ПЭТ» используются активные и интерактивные формы обучения с применением информационно-коммуникационных технологий.

## 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	З-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-12
ПК-4	З-ПК-4	Э, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-4	Э, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-4	Э, КИ-8, КИ-12
ПК-6	З-ПК-6	Э, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-6	Э, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-6	Э, КИ-8, КИ-12
ПК-7	З-ПК-7	Э, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-7	Э, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-7	Э, 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
75-84		C	
70-74		D	

			излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
65-69	3 – «удовлетворительно»	Е	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»	Ф	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 575 Методы получения радиофармацевтических препаратов и радионуклидных генераторов для ядерной медицины : Допущено Учебно-методическим объединением вузов России по образованию в области ядерных физики и технологии в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки “Ядерная физика и технологии”, Москва: МЭИ, 2019
2. ЭИ С 46 Фармацевтическая технология. Методы и технологии получения радиофармпрепаратов : учебное пособие для вузов, Москва: Юрайт, 2022
3. ЭИ Б44 Физика ядерной медицины Ч.2 Позитронно-эмиссионные сканеры, реконструкция изображений в позитронно-эмиссионной томографии, комбинированные системы ПЭТ/КТ и ОФЭКТ/ПЭТ, кинетика радиофармпрепаратов, радионуклидная терапия, внутренняя дозиметрия, радиационная безопасность, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
4. ЭИ К 49 Ядерная медицина. Радионуклидная диагностика : учебное пособие для вузов, Москва: Юрайт, 2022
5. 61 Э55 Эмиссионная томография: основы ПЭТ и ОФЭКТ : , пер. с англ., Москва: Техносфера, 2009

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ А 50 Радиоактивность : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2022

2. ЭИ К49 Физика ядерной медицины Ч.1 Физический фундамент ядерной медицины, устройство и основные характеристики гамма-камер и коллиматоров-излучения, однофотонная эмиссионная томография, реконструкция и распределений активности радионуклидов в организме человека, получение радионуклидов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
3. 61 М42 Медицинские приборы : Разработка и применение, , М.: Медицинская книга, 2004
4. 66 Б74 Химическая технология радиофармацевтических препаратов : сборник вопросов и задач, М. А. Богородская, Г. Е. Кодина, Москва: НИЯУ МИФИ, 2011
5. 61 Н35 Национальное руководство по радионуклидной диагностике : , ред.: Ю. Б. Лишманов, В. И. Чернов, Томск: STT, 2010

#### 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**

Дисциплина «Основы ПЭТ» включает в себя аудиторную нагрузку в виде лекций и практических занятий, а также самостоятельную работу студентов. Для успешного освоения курса студенты должны самостоятельно закреплять темы пройденных лекционных и практических занятий, изучать предложенную литературу по курсу, ответственно подходить к подготовке к рубежной и итоговой аттестации. Активная работа студентов над материалами курса позволит им в результате приобрести предусмотренные дисциплиной компетенции, знания и умения, овладеть необходимыми навыками для дальнейшей работы в области медицинской физики.

### **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

Аудиторная часть дисциплины «Основы ПЭТ» включает в себя лекции и практические занятия, в ходе которых преподаватель обеспечивает студентов необходимой информацией и требуемыми навыками по темам, отвечает на возникающие вопросы и помогает им усвоить материал. Для самостоятельной работы студентов преподаватель рекомендует литературу, дополняющую информацию, полученную студентами во время аудиторных занятий и углубляющую их знания по пройденным темам.

Оценка приобретенных знаний и навыков производится во время рубежной аттестации в середине и в конце семестра, а также во время итоговой аттестации по курсу. Максимальное

количество баллов, выставляемых студентам, составляет 25 баллов для рубежной аттестации в середине семестра, 25 баллов для рубежной аттестации в конце семестра, 50 баллов для итоговой аттестации. Таким образом, максимальное общее количество баллов составляет 100.

Автор(ы):

Курашвили Юлия Борисовна, д.мед.н., профессор