

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Таюрский Д.А.

\_\_\_\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Позитрон-эмиссионная томография Б1.В.ДВ.5

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Медицинская физика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Рыжкин С.А.

**Рецензент(ы):**

Ильясов К.А.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Аганов А. В.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_г

Регистрационный No

Казань  
2015

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) Рыжкин С.А. , SARyzhkin@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) "Позитрон- эмиссионная томография" являются ознакомление студентов с теоретическими основам эмиссионных томографов: с физическими основами томографических методов (КТ, МРТ, ПЭТ), с методиками обработки данных, с аппаратным обеспечением современных томографических комплексов; получение навыков по выбору методики исследования, диагностике качества изображений.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.5 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.04.02 Физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Данная учебная дисциплина включена в раздел М2.ДВ.3 "Дисциплины по выбору" Профессионального цикла основной образовательной программы 03.04.02 Физика. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Эта дисциплина связана со следующими дисциплинами: Компьютерная томография; Радиационная физика; Методы обработки сигналов и изображений в медицине; Физические методы визуализации.

Освоение дисциплины "Позитрон эмиссионная томография" необходимо для теоретической и практической подготовки по другим дисциплинам: Актуальные вопросы клиники внутренних болезней / Обзор современных медицинских технологий; Молекулярная патология и диагностика.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ОПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки
ОПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

Оборудование для Центров ПЭТ диагностики, устройство и принципы работы. Диапазоны измерений, погрешности приборов. Выбор оптимальных параметров и режимов работы регистрирующей аппаратуры. Проведение определенных процедур, указанных в программах качества воздействие ионизирующих излучений на человека, основные принципы и нормы радиационной безопасности пациентов и персонала. Нормативные документы по РБ. Физические основы методов диагностики.

Аппаратное обеспечение томографов и назначение их основных блоков. Принципы кодирования информации в томографии. Физические факторы, обеспечивающие контраст и соотношение сигнал/шум изображения. Факторы, влияющие на точность измерений. Возникающие опасные и вредные факторы.

2. должен уметь:

Использовать и контролировать характеристики аппаратуры. Обрабатывать результаты измерений, использовать приборы. Использовать и осуществлять контроль характеристик аппаратуры. Осуществлять конкретные технологические процедуры обеспечения РБ, выбирать рациональный метод томографической диагностики; формулировать требования к отдельным блокам томографических комплексов, условиям их эксплуатации; оценивать качество полученных результатов; выявлять причину появления артефактов изображений; рассчитывать погрешность измерений.

3. должен владеть:

Навыками работы на циклотроне, ПЭТ, радиохимическом комплексе. Навыками анализа качества изображений пациентов с различными заболеваниями. Навыками организации обеспечения качества диагностических процедур. Навыками по обеспечению РБ.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания на практике.

#### **4. Структура и содержание дисциплины/ модуля**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### **4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю**

##### **Тематический план дисциплины/модуля**

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Тема 1. История эмиссионной томография и этапы исследования. Тема 2. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом, детектирование ионизирующих излучений.	3	1	2	2	0	устный опрос
2.	Тема 2. Тема 3. Оборудование для Центров ПЭТ/КТ диагностики, устройства и принципы работы.	3	2	2	2	0	реферат презентация
3.	Тема 3. Тема4. Артефакты изображений в ПЭТ Тема 5. Методы получения и выделения радионуклидов	3	3	2	2	0	контрольная работа устный опрос
4.	Тема 4. Тема 6. Что такое однофотонная эмиссионная компьютерная томография (сокращенно ОФЭКТ) и чем она отличается от ПЭТ	3	4	2	1	0	реферат
5.	Тема 5. Тема7. Возможности ПЭТ/КТ для диагностики различных заболеваний. Достоинства и недостатки.	3	5	2	1	0	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
6.	Тема 6. Тема 8. Возможности однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ) для диагностики различных заболеваний. Достоинства и недостатки. Тема 9. Основы индивидуальной дозиметрии и радиационной безопасности.	3	6	2	2	0	контрольная работа устный опрос
7.	Тема 7. Тема10. Калибровка и метрологическая поверка оборудования. Тема11. Планирование и эффективная организация диагностического процесса .	3	7	2	2	0	устный опрос контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	зачет
	Итого			14	12	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Тема 1. История эмиссионной томография и этапы исследования. Тема 2. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом, детектирование ионизирующих излучений.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Историческая справка. Этапы исследования позитронно-эмиссионная томографии. Взаимодействие альфа-частиц с веществом. Кривая Брэгга. Линейная передача энергии. Взаимодействие электронов с веществом. Взаимодействие позитронов с веществом. Тормозное излучение. Черенковское излучение. Взаимодействие гамма-излучения с веществом. Фотоэффект. Комптоновское рассеяние. Образование пар. Ослабление гамма-излучения разными

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Основные блоки сканера. Применение сцинтилляционных детекторов. Энергетический диапазон работы детектора и виды детекторов. Применение гамма-спектрометрии. Преимущества и недостатки гамма-спектрометрии. Калибровка и метрология ионизирующих излучений. Фантомные измерения.

**Тема 2. Тема 3. Оборудование для Центров ПЭТ/КТ диагностики, устройства и принципы работы.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Производство радиофармпрепаратов (РФП): - Циклотрон; - Радиохимическая лаборатория: горячая камера, модуль синтеза РФП, фасовки РФП. Контроль качества: Лаборатория контроля качества РФП. Контроль радиационной безопасности: Системы мониторинга радиационной безопасности. Диагностика и обработка данных: ПЭТ или ПЭТ/КТ сканер. Рабочая станция врача.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Циклотроны, ПЭТ/КТ, радиохимический комплекс. Использование и контроль характеристик аппаратуры. Осуществление контроля и гарантии качества диагностического процесса. Проведение определенных процедур, указанных в программах качества. Использование и контроль характеристик аппаратуры. Организация обеспечения качества диагностических процедур.

**Тема 3. Тема4. Артефакты изображений в ПЭТ Тема 5. Методы получения и выделения радионуклидов**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Аппаратные артефакты. Артефакты сбора данных. Артефакты обработки данных. Характеристики радионуклидной продукции: радионуклидная чистота, радиохимическая чистота, удельная активность. Ядерно-физический аспект производства радионуклидов. Циклотронные и реакторные нуклиды. Ускорители. Ядерные реакции. Типы ядерных реакций. Сечение реакции. Энергетика ядерной реакции. Реакции под действием заряженных частиц. Реакции под действием нейтронов. Фотоядерные реакции. Производство циклотронных радионуклидов. Расчет выхода. Принцип работы циклотрона. Получение реакторных нуклидов. Выбор оптимальных условий облучения; выход насыщения. Методы получения наиболее востребованных изотопов. Радиохимический аспект производства радионуклидов.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Аппаратные артефакты: сбор данных, обработка данных. Методы выделения радионуклидов из мишеней. Изотопные генераторы. Принципы работы генераторов. Основные физико-химические и конструкционные типы генераторов. Примеры изотопных генераторов для ПЭТ (Sr-82/Rb-82, Ge-68/Ga-68).

**Тема 4. Тема 6. Что такое однофотонная эмиссионная компьютерная томография (сокращенно ОФЭКТ) и чем она отличается от ПЭТ**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Что такое ОФЭКТ и чем она отличается от ПЭТ. Преимущества метода .

**практическое занятие (1 часа(ов)):**

Области применения ОФЭКТ.

**Тема 5. Тема7. Возможности ПЭТ/КТ для диагностики различных заболеваний. Достоинства и недостатки.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Показания к ПЭТ. Противопоказания к ПЭТ.

**практическое занятие (1 часа(ов)):**

Достоинства и недостатки ПЭТ

**Тема 6. Тема 8. Возможности однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ) для диагностики различных заболеваний. Достоинства и недостатки. Тема 9. Основы индивидуальной дозиметрии и радиационной безопасности.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Показания к ОФЭКТ. Противопоказания к ОФЭКТ. Достоинства и недостатки ОФЭКТ Проведение дозиметрического контроля. Работа выполняется с использованием поверенного дозиметрического оборудования и с использованием модельных источников гамма-излучения. Построение дозных полей, определение эквивалентной дозы облучения персонала и пациентов.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

Достоинства и недостатки ОФЭКТ. Калибровка дозиметров, построение дозных полей, определение эквивалентной дозы.

## Тема 7. Тема10. Калибровка и метрологическая поверка оборудования. Тема11. Планирование и эффективная организация диагностического процесса .

### лекционное занятие (2 часа(ов)):

Калибровка оборудования. Работа выполняется с гамма-спектрометра, системы ТСХ, системы ВЭЖХ, дозкалибратора. Поверка различных приборов и контроль их работы. Планирование и эффективная организация диагностического процесса.

### практическое занятие (2 часа(ов)):

Калибровка гамма-спектрометра, калибровка систем контроля качества, калибровка и проверка работоспособности дозкалибратора.

## 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Тема 1. История эмиссионной томография и этапы исследования. Тема 2. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом, детектирование ионизирующих излучений.	3	1	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
2.	Тема 2. Тема 3. Оборудование для Центров ПЭТ/КТ диагностики, устройства и принципы работы.	3	2	подготовка к презентации	3	презентация
				подготовка к реферату	3	реферат
3.	Тема 3. Тема4. Артефакты изображений в ПЭТ Тема 5. Методы получения и выделения радионуклидов	3	3	подготовка к контрольной работе	5	контрольная работа
				подготовка к устному опросу	3	устный опрос
4.	Тема 4. Тема 6. Что такое однофотонная эмиссионная компьютерная томография (сокращенно ОФЭКТ) и чем она отличается от ПЭТ	3	4	подготовка к реферату	6	реферат
5.	Тема 5. Тема7. Возможности ПЭТ/КТ для диагностики различных заболеваний. Достоинства и недостатки.	3	5	подготовка к устному опросу	6	устный опрос



N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	Тема 6. Тема 8. Возможности однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ) для диагностики различных заболеваний. Достоинства и недостатки. Тема 9. Основы индивидуальной дозиметрии и радиационной безопасности.	3	6	подготовка к контрольной работе	5	контрольная работа
				подготовка к устному опросу	3	устный опрос
7.	Тема 7. Тема10. Калибровка и метрологическая поверка оборудования. Тема11. Планирование и эффективная организация диагностического процесса .	3	7	подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
	Итого				46	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Лекционные и практические занятия проводятся с использованием мультимедийного комплекса, позволяющего наглядно получать студентам всю необходимую информацию. Занятия проводятся в интерактивной форме, позволяющей студентам лучше усваивать материал. В лекциях уделено большое внимание разбору конкретных ситуаций возможных для реальных кристаллических веществ. Качество обучения достигается за счет использования следующих форм учебной работы: лекции (использование проблемных ситуаций, разбор конкретных ситуаций), самостоятельная работа студента (выполнение индивидуальных домашних заданий), консультации.

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

**Тема 1. Тема 1. История эмиссионной томография и этапы исследования. Тема 2. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом, детектирование ионизирующих излучений.**

устный опрос , примерные вопросы:

История вопроса и механизм методики? Суть метода позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ)? Этапы исследования и основные блоки сканера? Механизмы взаимодействия ионизирующих излучений с веществом? Что такое линейная передача энергии? Что такое относительная биологическая эффективность различных видов излучений? Перечислите и охарактеризуйте методы детектирования ионизирующих излучений?

## **Тема 2. Тема 3. Оборудование для Центров ПЭТ/КТ диагностики, устройства и принципы работы.**

презентация , примерные вопросы:

Устройство и принцип работы циклотрона; оснащение радиохимической лаборатории; организация работы лаборатории контроля качества РФП; Системы мониторинга радиационной безопасности

реферат , примерные темы:

Оборудование для Центров ПЭТ диагностики, устройства и принципы работы.

## **Тема 3. Тема4. Артефакты изображений в ПЭТ Тема 5. Методы получения и выделения радионуклидов**

контрольная работа , примерные вопросы:

Перечислите характеристики радионуклидной продукции? Расскажите о производстве циклотронных радионуклидов? Объясните принцип работы циклотрона? Методы получения наиболее востребованных изотопов? Радиохимический аспект производства радионуклидов? Методы выделения радионуклидов из мишеней? Назовите принципы работы генераторов?

устный опрос , примерные вопросы:

Аппаратные артефакты, артефакты сбора данных, артефакты обработки данных.

## **Тема 4. Тема 6. Что такое однофотонная эмиссионная компьютерная томография (сокращенно ОФЭКТ) и чем она отличается от ПЭТ**

реферат , примерные темы:

Что такое ОФЭКТ и чем она отличается от ПЭТ?

## **Тема 5. Тема7. Возможности ПЭТ/КТ для диагностики различных заболеваний. Достоинства и недостатки.**

устный опрос , примерные вопросы:

Показания к ПЭТ. Противопоказания к ПЭТ. Достоинства и недостатки ПЭТ.

## **Тема 6. Тема 8. Возможности однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ) для диагностики различных заболеваний. Достоинства и недостатки. Тема 9. Основы индивидуальной дозиметрии и радиационной безопасности.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Показания к ОФЭКТ? Противопоказания к ОФЭКТ? Достоинства и недостатки ОФЭКТ?

устный опрос , примерные вопросы:

Возможности однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ) для диагностики различных заболеваний. Достоинства и недостатки. Проведение дозиметрического контроля. Работа выполняется с использованием поверенного дозиметрического оборудования и с использованием модельных источников гамма-излучения. Построение дозных полей, определение эквивалентной дозы облучения персонала и пациентов.

## **Тема 7. Тема10. Калибровка и метрологическая поверка оборудования. Тема11. Планирование и эффективная организация диагностического процесса .**

контрольная работа , примерные вопросы:

Калибровка оборудования. Работа выполняется с гамма-спектрометра, системы ТСХ, системы ВЭЖХ, дозкалибратора. Поверка различных приборов и контроль их работы.

устный опрос , примерные вопросы:

Устный опрос по методикам планирования и эффективной организации диагностического процесса.

## **Тема . Итоговая форма контроля**



Освоение дисциплины "Позитрон-эмиссионная томография" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен студентам. Электронная библиотечная система "Консультант студента" предоставляет полнотекстовый доступ к современной учебной литературе по основным дисциплинам, изучаемым в медицинских вузах (представлены издания как чисто медицинского профиля, так и по естественным, точным и общественным наукам). ЭБС предоставляет вузу наиболее полные комплекты необходимой литературы в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов с соблюдением авторских и смежных прав.

Лаборатория специального физического практикума.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.04.02 "Физика" и магистерской программе Медицинская физика.

Автор(ы):

Рыжкин С.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Ильясов К.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.