МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ф ЕД ЕР АЛ Ь НО Е Г ОС У Д АР С Т В ЕНН ОЕ АВ Т ОН ОМ Н ОЕ О БР АЗ ОВ А ТЕЛ Ь НО Е У Ч Р ЕЖ Д Е Н ИЕ В Ы С Ш ЕГ О ОБР АЗ О В АН ИЯ

« Н а ц и о н а л ь н ы й и с с л е д о в а т е л ь с к и й я д е р н ы й у н и в е р с и т е т « М И Ф И »

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

**ОТДЕЛЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ**

Одобрено на заседании Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ протокол от 28.08.2023 г. № 23.8

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

|  |
| --- |
| **ОСНОВЫ ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЫ** |
| *название дисциплины* |
| для студентов направления подготовки |
| [**04.03.02**](http://www.iate.obninsk.ru/node/200) **Химия, физика и механика материалов** |
| *код и название [специальности/направления подготовки]* |
| образовательная программа |
| **Химические и фармакологические технологии** |
| Форма обучения: очная |

**г. Обнинск 2023 г.**

1. **ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

# Цель дисциплины:

подготовка специалистов, способных ориентироваться в вопросах ядерной медицины: формирование компетенций в сфере производства и клинического применения радиоактивных изотопов для ядерной медицины, получения радиофармацевтических препаратов, проведения радиоизотопной диагностики, а также радионуклидной терапии онкологических и неонкологических заболеваний.

# Задачи дисциплины:

* получение базовых знаний основных разделов ядерной медицины, необходимыми для освоения технологий производства радиофармпрепаратов (РФП), аналитического контроля РФП, радиоизотопных методов диагностики и методов радионуклидной терапии;
* освоение основных понятий ядерной медицины: физические основы ядерной медицины, ядерно-физические характеристики медицинских радиоизотопов для диагностики, их классификация по типу распада; ядерно-физические характеристики радионуклидов для терапии; производство медицинских изотопов в реакторе и на циклотроне, радиоизотопный генератор, радиофармацевтический препарат (РФП);
* освоение основных понятий радиофармацевтики: производство РФП, аналитический контроль качества и клиническое применение, Государственная фармакопея РФ и Фармакопея ЕАЭС, радиометрические, физико-химические и биологические методы контроля РФП;
* освоение принципов работы радиодиагностической аппаратуры
* обучение принципам использования РФЛП для диагностики и терапии заболеваний и (или) состояний органов и систем организма человека.

# МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) БАКАЛАВРИАТА

Дисциплина реализуется в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений, и относится к профессиональному модулю.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: ядерная физика, химия и радиохимия, биология, биохимия, анатомия и физиология.

В результате освоения данной дисциплины студент должен получить базовые знания в объеме, требуемом для освоения ядерно-медицинских технологий в ядерной медицине и радиофармацевтике.

Дисциплина изучается на IV курсе в VIII семестре.

1. **ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ**

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

В результате освоения ОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Код**  **компетенции** | **Наименование компетенции** | **Код и наименование индикатора достижения компетенции** |
| УКЦ-2 | Способен искать нужные источники информации и данные, воспринимать,анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач | З-УКЦ-2 знать: методики сбора и обработки информации с использованием цифровых средств, а также актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности, принципы, методы и средства решения стандартных задачпрофессиональной деятельности сиспользованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности  У-УКЦ-2 уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; с использованием цифровых средств, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, и решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности  В-УКЦ-2 владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации с использованием цифровых средств для решения поставленных задач, навыками подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, научных докладов,  публикаций и библиографии по научно-исследовательской работе с использованием цифровых средств и с учетом требований информационной безопасности |
| ПК-3 | Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации | З-ПК-3 знать: этапы планирования отдельных стадий технологического процесса и методик анализа  У-ПК-3 уметь: готовить объекты исследования для испытаний и элементы документации  В-ПК-3 владеть: навыками выбора технических средств и методов испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач |
| ПК-1.1 | Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для разработки норма- тивной документации на лекарственные средства,  Поставленные специалистом более высокой квалификации | З-ПК-1.1 знать: последовательность разделов технологического регламента и фармакопейной статьи предприятия  У-ПК-1.1 уметь: пользоваться руководящими документами и фармакопеей при выборе технических средств и методов испытания лекарственных средств  В-ПК-1.1 владеть: методикой сравнения качества лекарственной субстанции по двум фармакопеям |

1. **ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Направления/цели воспитания** | **Задачи воспитания (код)** | **Воспитательный потенциал дисциплин** |
| Формирование культуры работы с опасными веществами и при требованиях к нормам высокого класса чистоты **(В33)**;  Формирование культуры работ, связанных с проведением химического анализа с использованием современной инструментальной исследовательской базы **(В34)** | Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин «Спектральные методы анализа», «Введение в хроматографические методы анализа», «Введение в электроаналитические методы анализа»,  «Экспериментальная учебно-исследовательская работа»,  «Основы фармацевтической химии», «Основы фармацевтической технологии», «Основы биотехнологии», «Основы надлежащих практик»,  «Основы ядерной медицины» и всех видов практик – ознакомительной, научно-исследовательской, преддипломной для:  - формирования навыков безусловного выполнения всех норм безопасности на рабочем месте, соблюдении мер предосторожности при выполнении исследовательских и производственных задач с опасными веществами, а также в помещениях с высоким классом чистоты посредством привлечения действующих специалистов к реализации учебных дисциплин и сопровождению проводимых у студентов практических работ в этих организациях, через выполнение студентами практических и лабораторных работ. | 1. Организация научно-практических конференций, круглых столов, встреч с выдающимися учеными и ведущими представителями отраслей в области химии. 2. Участие в студенческих олимпиадах и студенческих конкурсах, конкурсах профессионального мастерства, в том числе по стандартам WorldSkills, студенческих научных обществах и объединениях, а также летних школах. 3. Участие в работе институтских, межвузовских, региональных, всероссийских, и международных конференций, конгрессов, мастер-классов, в том числе «Инженерно-физические технологии биомедицины», «Будущее атомной энергетики». 4. Участие в подготовке публикаций в высокорейтинговых международных журналах |

1. **ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ**

**КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ**

|  |  |
| --- | --- |
| **Вид работы** | **Количество часов на вид работы:** |
| **Контактная работа обучающихся с преподавателем** |  |
| **Аудиторные занятия *(всего)*** | 80 |
| В том числе: |  |
| *лекции* | 30 |
| *практические занятия*  *(* | 50 |
| *лабораторные занятия (из них в форме практической подготовки* |  |
| *конференции* |  |
| **Промежуточная аттестация** |  |
| В том числе: |  |
| *зачет* | 4 |
| *зачет с оценкой* |  |
| *экзамен* |  |
| **Самостоятельная работа обучающихся** | 64 |
| **Всего (часы):** | **144** |
| **Всего (зачетные единицы):** | **4** |

1. **СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ**

## Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Неделя** | **Наименование раздела / темы дисциплины** | **Виды учебной работы** | | | | |
| **Лек** | **Пр** | **Лаб** | **Внеауд** | **СРО** |
| 1-8 | 1. **Ядерная медицина - раздел клинической медицины** |  |  |  |  |  |
| 1 | 1.1. Основные понятия ядерной медицины. Физические основы ядерной медицины | 2 | 2 |  |  | 2 |
| 2 | 1.2 Радиоизотопная диагностика | 2 | 1 |  |  |  |
| … | 1.3 Радионуклидная терапия | 4 |  |  |  | 4 |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 9-16 | 2**. Производство радионуклидов для ядерной медицины** |  |  |  |  |  |
| 9 | 2.1 Радиоактивное равновесие в радиоизотопных системах | 4 | 4 |  |  | 10 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2.2 Реакторное производство радионуклидов | 2 | 4 |  |  |  |
| 10-12 | 2.2. Производство радионуклидов на циклотроне. | 2 | 2 |  |  | 6 |
|  | 2.3 Радиоизотопные генераторы. Генераторы 99Mo/99mTc, 188W/188Re, 68Ge/68Ga,  82Sr/82Rb. | 6 | 10 |  |  | 10 |
|  | **Итого за VIII семестр:** |  |  |  |  |  |
|  | 3. **Радиофармацевтика** |  |  |  |  |  |
|  | 3.1. Предмет радиофармацевтики. | 1 | 2 |  |  |  |
|  | 3.2 Производство радиофармацевтических препаратов | 2 | 6 |  |  | 10 |
|  | 3.3 Аналитический контроль радиофармацевтических препаратов | 3 | 6 |  |  | 6 |
|  | 3.4 РФП для радиоизотопной диагностики сердечно-сосудистой системы, системы дыхания, системы пищеварения, мочевыделительной системы; РФП для диагностики на основе 99mTc, 67Ga, 201Tl.  РФП для терапии на основе 89Sr, 153Sm, 177Lu, 188Re | 2 | 12 |  |  | 16 |
|  | **Итого VIII семестр:** | **30** | **50** |  |  | **64** |
|  | … |  |  |  |  |  |
|  | **Всего:** | **144** |  |  |  |  |

*Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная контактная работа, СРО – самостоятельная работа обучающихся, ПП –практическая подготовка.*

## Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

*Лекционный курс*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Неде ля** | **Наименование раздела / темы дисциплины** | **Содержание** |
| **1-8** | **1. Ядерная медицина – раздел клинической медицины** | |
| 1 | **1.1. Радионуклиды для ядерной медицины** | Предмет «ядерная медицина», ее отличия от других разделов медицинской радиологии. Физические основы ядерной медицины: радиоактивный распад и возникающие при этом излучения. Сравнение энергии α-, β-частиц и γ-квантов с энергией связи в молекулах. Основные единицы измерения активности, энергии, заряда и их пересчет.  Биологическое действие ионизирующих излучений: прямое и косвенное. Линейная передача энергии, плотно- и редко- ионизирующие излучения. Радиолиз воды.  Радиочувствительность и радиорезиситентнсоть. Радиотерапевтический интервал. Кюритерапия. Расчёт скорости выведения радионуклидов из организма. Эффективные дозы при различных радионуклидных процедурах, их зависимость от периода полураспада радионуклида.  Требования к радионуклидам,применяемым в ядерной медицине в зависимости от ядерно-физических свойств. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | Диагностические (однофотонные и позитронные излучатели) и терапевтические радионуклиды. Оптимальные ядерно-  физические свойства диагностических и терапевтических радионуклидов |
| 2 | **1.2. Радиоизотопная диагностика** | Радиоизотопная диагностика и альтернативные методы визуализации: рентгеновская компьютерная томография (КТ), ядерно-магнитно-резонансная томография (ЯМР), ультразвуковые исследования (УЗИ), термография. Радионуклиды для диагностики, идеальный радионуклид для диагностики. Классификация радионуклидов по типу распада. Радионуклиды для однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ). Радионуклиды для позитронно- эмиссионной компьютерной томографии (ПЭТ). 5 плюсов радиоизотопной диагностики. РФП для диагностики на основе 99mTc, 67Ga,  201Tl. |
| … |  | Регистрирующая аппаратура для радиодиагностических исследований.  Сцинтилляционный принцип регистрации γ-квантов. Основные характеристики современных сцинтилляционных кристаллов: световыход, длина волны эмиссии, мертвое время, плотность, коэффициент преломления, эффективный атомный номер, разрешение по энергии. Основные типы коллиматоров для γ- камер, их разрешающая способность и чувствительность.  Устройство и принцип действия прямолинейного сканера и γ- камеры. Динамическая плоскостная сцинтиграфия. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ/SPECT). Преимущество использования двух- и трехголовых γ-камер. Новейшие усовершенствования: применение матрицы кристаллов, замена ФЭУ на полупроводниковые умножители, применение полупроводниковых детекторов γ-квантов.  Физические основы позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ|/PET). Устройство и принцип действия ПЭТ-сканера, схема совпадений. Электронное коллимирование.  Чувствительность и разрешающая способность современных систем. Особенности сцинтилляционных кристаллов для ПЭТ. |
| … | **1.3 Радионуклидная терапия** | Радионуклиды для радионуклидной терапии (РНТ), принцип действия, критерии выбора. Перспективные радионуклиды для терапии, использование -излучателей. Туморотропные носители: моноклональные антитела, пептиды, и др. Применение метиленового синего для лечения кожной меланомы. Виды радионуклидной терапии: радикальная, паллиативная и симптоматическая. РФП для терапии на основе 89Sr,153Sm,  177Lu, 188Re. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **2. Производство радионуклидов для ядерной медицины.** | |
|  | **2.1. Радиоактивное равновесие в**  **радиоизотопных системах** | Уравнения радиоактивного распада. Радиоактивное равновесие.  Время максимального накопления. Подвижное равновесие.  Вековое равновесие. |
|  | **2.2. Реакторное производство радионуклидов** | Деление или (*n,f*) реакции. Осколочные радионуклиды. Расчет количества и активности заданного осколочного радионуклида при облучении нейтронами урановой мишени. Получение молибдена-99 по реакции (*n,f*) . Радионуклидная чистота и возможные радионуклидные примеси.  Нейтронный захват или (n,γ) реакции. Радионуклиды с носителем. Особенности стартовых мишеней для получения радионуклидов. Химическая переработка облученных мишеней. Получение молибдена-99 по реакции (*n*,γ). Радионуклидная чистота радионуклидные примеси. Достоинства и недостатки  основных способов получения молибдена-99. |
| … | **2.3 Циклотронное производство**  **радионуклидов** | Производство радионуклидов на циклотроне. Ядерные реакции с заряженными частицы и получаемые медицинские радионуклиды, их ядерно-физические свойства. Требования к мишеням. Коммерческие циклотронные радионуклиды для ПЭТ, ОФЭКТ и РНТ. Производство циклотронных  радионуклидов галлия-67, таллия-201, йода-123. |
| … | **2.4. Радиоизотопные генераторные системы** | Радиоизотопные генераторы. Характеристики "идеальной" генераторной системы. Кривая элюирования, методы увеличения объемной активности. Время максимального накопления дочернего изотопа. Генератор 99Mo/99mTc. Преимущества генераторов 99Mo/99mTc для медицинской диагностики. Основные типы генераторов на примере генератора 99Mo/99mTc: хроматографический, экстракционный, сублимационный.  Генератор 188W/188Re. Производство и применение. Другие генераторные системы для ядерной медицины.  Сорбенты для генераторов. Наборы реагентов для получения радиофармпрепаратов. |
|  | **3 Радиофармацевтика** | |
|  | **3.1 Предмет**  **радиофармацевтики** | Предмет радиофармацевтики. Радиоактивный фармацевтический препарат (РФП). Понятие стерильности и изотоничности. Пирогенность и бактериальные эндотоксины. Методы стерилизации РФП.  Органотропные радиофармпрепараты и индикаторы перфузии. Фармакокинетика и фармакодинамика радиофармпрепаратов. Понятие об индикаторных количествах. Визуализация по принципу «горячей» и «холодной» зон. Статическая и динамическая сцинтиграфия  Физико-химические формы РФП. Основные характеристики РФП. Механизмы действия РФП: метаболическая активность, капиллярная блокада, диффузия, секвестрация меченых клеток, локализация в объёме. Требования к РФП |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **3.2 Производство радиофармпрепаратов** | Основные этапы создания радиофармпрепаратов. Методы синтеза: химический синтез, биосинтез, синтез в клинике с помощью наборов реагентов. РФП на основе 99mTc. |
|  | **3.3 Аналитический контроль**  **радиофармпрепаратов** | Контроль качества РФП. Государственная Фармакопея. ОФС.1.11.0001.15 «Радиофармацевтические лекарственные препараты». Определение РХЧ, объёмной активности, РНЧ,  химических примесей. Биологические тесты: стерильность, пирогенность, бактериальные эндотоксины. |
|  | **3.4 РФП для**  **радиоизотопной диагностики и для**  **радионуклидной терапии** | РФП для диагностики на основе 99mTc, 67Ga, 201Tl,18F.  РФП для терапии на основе 89Sr, 153Sm, 177Lu, 188Re, 90Y. Приготовление РФП, аналитический контроль, клиническое применение. |

*Практические/семинарские занятия*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Неделя** | **Наименование раздела / темы дисциплины** | **Содержание** |
| **1-8** | **1. Производство радионуклидов для ядерной медицины** | |
| 1 | 1.1. Физические основы ядерной медицины | Решение задач: основной закон радиоактивного распада |
| 2 | 1.2 Радиоизотопная диагностика | Ознакомление с регистрирующей аппаратурой для радиодиагностических исследований |
|  | **2. Производство радионуклидов для ядерной медицины** | |
|  | 2.1. Радиоактивное равновесие в радиоизотопных системах. Подвижное  и вековое равновесие. | Решение задач: расчет активности дочернего изотопа, расчет времени максимального  накопления. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 2.2. Реакторное производство радионуклидов | Решение задач по уравнению накопления  радиоактивности изотопа 99Mo и других радионуклидов. |
|  | 2.3 Циклотронное производство радионуклидов | Решение задач по уравнению накопления  радиоактивности изотопа 111Cd и других радионуклидов. |
|  | 2.4 Радиоизотопные генераторные системы | Решение задач по производству радиоизотопных генераторов с заданной активностью. |
|  |  |  |
|  | **3. Радиофармацевтика** |  |
|  | 3.1 Предмет радиофармацевтики | Решение задач. |
|  | 3.2 Производство радио- фармацевтических препаратов | Ознакомление с производством РФП в НИИ и в клинике. |
|  | 3.3 Аналитический контроль радиофармпрепаратов | Рефераты по контролю качества различных РФП в соответствии в Российской и зарубежной  Фармакопеями. |
|  | 3.4 РФП для радиоизотопной  диагностики и для радионуклидной терапии | Рефераты по производству, аналитическому  контролю и клиническому применению различных РФП. |

*Лабораторные занятия*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Неделя** | **Наименование раздела / темы дисциплины** | **Содержание** |
| **1-8** | **2. Производство радионуклидов для ядерной медицины** | |
| 1 | **2.2**. **Получение радионуклидов в радиоизотопных генераторах** | Устройство и принцип действия радиоизотопного генератора технеция-99m |
|  | **3. Радиофармацевтика** | |
|  | **3.2. Получение**  **радиофармпрепаратов** | Получение элюата из генератора технеция-99м, определение выхода дочернего радионуклида,  измерение активности элюата на дозкалибраторе. |
|  | **3.3. Аналитический контроль радиофармпрепаратов** | Установление подлинности элюата по технецию-99m с помощью -спектрометрии. Измерение  радиоактивности. Определение радиохимической чистоты технеция-99m |

1. **ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
2. Методические указания по освоению учебной дисциплины «Основы ядерной медицины»,
3. Методические рекомендации по написанию рефератов по учебной дисциплине

«Основы ядерной медицины».

1. **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И**

**ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

# Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Контролируемые разделы(темы) дисциплины** | **Индикатор достижения компетенции** | **Наименование оценочного средства текущей и**  **промежуточной аттестации** |
| **Текущая аттестация, VIII семестр** | | | |
| 1. | Раздел 1 | **УКЦ-2** |  |
|  |  | Способен искать нужные источники | Дск, Зд. |
| 2 | Раздел 2 | информации и данные, воспринимать, |  |
|  |  | анализировать, запоминать и передавать |  |
|  |  | информацию с использованием цифровых |  |
|  |  | средств, а также с помощью алгоритмов при  работе с полученными из различных | Тестирование, Реф |
|  |  | источников данными с целью эффективного |  |
|  |  | использования полученной информации для |  |
|  |  | решения задач |  |
| 3 | Раздел 3 |  |
|  |  | **ПК-3** |  |
|  |  | Способен выбирать технические  средства и методы испытаний для | Презентация |
|  |  | решения технологических задач, |  |
|  |  | поставленных специалистом более высокой |  |
|  |  | квалификации |  |
|  |  | **ПК-1.1** |  |
|  |  | Способен выбирать и использовать |  |
|  |  | технические средства и методы испытаний |  |
|  |  | для разработки нормативной документации |  |
|  |  | на лекарственные средства, поставленные |  |
|  |  | специалистом более высокой квалификации |  |
|  | … | … | … |
| **Промежуточная аттестация, VIII семестр** | | | |
|  | зачет/зачет с оценкой/экзамен |  | Оценочное средство №3  …Экзаменационный билет |
|  | | | |

Формы проведения текущего контроля и аттестации разделов дисциплин:

* + - Дск Дискуссия
    - Зд Задание (задача)
    - ЗР Зачетная работа
    - Реф Реферат
    - Презентация
    - Тестирование

# Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

## Зачет

а) типовые вопросы:

* + - 1. Предмет ядерная медицина, ее отличия от других разделов медицинской радиологии. Принцип компьютерной томографии. Альтернативные методы визуализации: рентгеновская компьютерная томография (КТ), ядерно-магнитно-резонансная томография (ЯМР), ультразвуковые исследования (УЗИ), термография..
      2. Физические основы ядерной медицины: радиоактивный распад и возникающие при этом излучения. Сравнение энергии α-, β-частиц и γ-квантов с энергией связи в молекулах. Основные единицы измерения радиоактивности.
      3. Биологическое действие ионизирующих излучений: прямое и косвенное. Линейная передача энергии, плотно- и редкоионизирующие излучения. Радиолиз воды. Радиочувствительность и радиорезиситентнсоть.
      4. Радионуклидная терапия (РНТ). Радионуклиды терапевтического назначения, перспективы использования -излучателей. Туморотропные носители: моноклональные антитела, пептиды, аптамеры и др. Виды радионуклидной терапии: радикальная, паллиативная и симптоматическая.
      5. Радиофармацевтические препараты. Органотропные радиофармпрепараты и индикаторы перфузии. Фармакокинетика и фармакодинамика радиофармпрепаратов. Понятие об индикаторных количествах. Визуализация по принципу «горячей» и «холодной» зон. Статическая и динамическая сцинтиграфия.
      6. Физико-химические формы РФП. Основные характеристики РФП. Механизмы действия РФП: метаболическая активность, капиллярная блокада, диффузия, секвестрация меченых клеток, локализация в объёме. Определение пула по принципу изотопного разбавления. Требования к радиофармпрепарату.
      7. Основные эффекты взаимодействия γ-квантов с небольшой энергией (до 1000 кэВ) с веществом. Толщина слоя половинного ослабления γ-излучения в живой материи, в свинце и синтилляционном кристалле в зависимости от энергии.
      8. Сцинтилляционный принцип регистрации γ-квантов. Основные характеристики современных сцинтилляционных кристаллов: световыход, длина волны эмиссии, мертвое время, плотность, коэффициент преломления, эффективный атомный номер, разрешение по энергии. "Медленные" и "быстрые" кристаллы. Основные типы коллиматоров для γ-камер, их разрешающая способность и чувствительность.
      9. Устройство и принцип действия прямолинейного сканера и γ-камеры. Динамическая плоскостная сцинтиграфия. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ). Учет комптоновского рассеяния с помощью трансмиссионных сканов. Мультимодальные устройства ОФЭКТ/КТ и возможность учета комптоновского рассеяния с помощью рентгеновского сканирования. Преимущество использования двух- и трехголовых γ-камер. Новейшие усовершенствования: применение матрицы кристаллов, замена ФЭУ на полупроводниковые умножители, применение полупроводниковых детекторов γ-квантов.
      10. Физические основы позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ). Устройство и принцип действия ПЭТ-сканера, схема совпадений. Электронное коллимирование. Чувствительность и разрешающая способность современных систем. Особенности сцинтилляционных кристаллов для ПЭТ. Динамика роста количеств отделений ПЭТ в России и в мире.
      11. Радионуклиды для ядерной медицины, их применение в зависимости от ядерно- физических свойств. Диагностические (однофотонные и позитронные излучатели) и терапевтические радионуклиды (β--излучатели, радионуклиды, испускающие электроны внутренней конверсии и Оже-электроны). Оптимальные ядерно-физические свойства диагностических и терапевтических радионуклидов. Применение радионуклидов йода в ядерной медицине (123I, 124I, 125I, 131I). Классификация медицинских радионуклидов по их радиационной опасности.
      12. Классификация радионуклидов по способу получения: реакторные, циклотронные и генераторные. Преимущества и недостатки каждого способа получения. Ядерно-физические свойства реакторных и циклотронных радионуклидов для ядерной медицины.
      13. Осколочные радионуклиды. Расчет количества и радиоактивности заданного осколочного радионуклида при облучении нейтронами урановой мишени. Получение осколочного молибдена-99. Радионуклидная чистота и возможные радионуклидные примеси.
      14. Получение радионуклидов в реакторе по реакции радиационного захвата нейтрона. Расчёт времени максимального накопления заданного радионуклида. Радионуклиды с носителем.Получение молибдена-99 по реакции (*n*,γ). Радионуклидная чистота и возможные радионуклидные примеси.
      15. Радиоизотопные генераторы. Характеристик генераторных пар. Характеристики "идеальной" генераторной пары. Кривая элюирования, методы увеличения объемной активности. Наборы реагентов для получения радиофармпрепаратов. Типы генераторов на примере генератора 99Mo/99mTc: хроматографический, экстракционный, сублимационный. Типы сорбентов для материнского радионуклида
      16. Основные этапы создания радиофармпрепаратов и стадии рутинного производства. Распределение по времени процессов цикла производства. Основные методы синтеза: химический синтез, биосинтез, синтез в клинике с помощью наборов реагентов.
      17. Особенности синтеза РФП для ПЭТ: высокая проникающая способность аннигиляционных γ-квантов, короткий период полураспада, большие мольные активности. Автоматизированные модули синтеза и роботизированные системы.
      18. Контроль качества радиофармпрепаратов: физический, химический и биологический. Изотоничность, расчёт осмотического давления в изотоническом растворе. Пределы допустимых значений показателя рН. Возможные радиохимические и радионуклидные примеси и их определение. Способы определения радиохимической чистоты препарата. Применение хроматографических методов анализа: плоскостная хроматография (бумажная и тонкослойная), колоночная хроматография (газовая и жидкостная). Биологическиепоказатели качества: стерильность, бактериальные эндотоксины и апирогенность.. Срок годности радиофармпрепаратов. Расчет содержания радионуклидных примесей в зависимости от времени.

# Пример билета на зачете

1. Перечислите основные радионуклиды, получаемые в ядерном реакторе для диагностики и терапии. Какими основными свойствами должны обладать радионуклиды, используемые для радиотерапии? Приведите конкретные примеры.
2. Приведите ядерные реакции получения стронция-89. Какие основные проблемы связаны с получением этого РН и его препаратов?
3. Напишите реакции получения 186Re и 188Re из вольфрама-186. Приведите схему

188W/188Re генератора, опишите принцип действия установки.

1. Какие ядерные процессы и технологии используются для наработки 99Мо? В чем состоят их преимущества и недостатки?

# б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Ответ оценивается по следующим критериям:

* + правильность, полнота и логичность построения ответа;
  + умение оперировать специальными терминами;
  + использование в ответе дополнительного материала;
  + умение иллюстрировать теоретические положения практическим материалом; в) **описание шкалы оценивания**:

Допуск к зачету по дисциплине осуществляется при количестве баллов более 35. За семестр студент может набрать от 35 до 60 баллов.

Минимальный балл за ответ на экзамене – 20, максимальный – 40.

Общая оценка в случае дифференцировки выглядит следующим образом:

* 60-74 баллов – «удовлетворительно»;
* 75-89 баллов – «хорошо»;
* 90-100 баллов – «отлично».

Оценка «отлично» на зачете ставится при:

* + правильном, полном и логично построенном ответе;
  + умении оперировать специальными терминами;
  + использовании в ответе дополнительного материала;
  + умении иллюстрировать теоретические положения практическим материалом.

Оценка «хорошо» на зачете ставится при:

* + правильном, полном и логично построенном ответе, но имеются негрубые ошибки или неточности;
  + умении оперировать специальными терминами, но возможны затруднения в использовании практического материала;
  + использовании в ответе дополнительного материала;
  + умении иллюстрировать теоретические положения практическим материалом, но делаются не вполне законченные выводы или обобщения.

Оценка «удовлетворительно» на зачете ставится при:

* + схематичном неполном ответе;
  + неумении оперировать специальными терминами или их незнании;
  + с одной грубой ошибкой;
  + неумении приводить примеры практического использования научных знаний;

Оценка «неудовлетворительно» на зачете ставится при:

* + ответе на все вопросы билета с грубыми ошибками;
  + неумении оперировать специальной терминологией;
  + неумении приводить примеры практического использования научных знаний.

## Контрольная работа

а) типовые задания - образец:

# Контрольная работа №1

* + - 1. Предмет ядерная медицина и её отличие от других разделов радиологии.
      2. Радиофармацевтический препарат, определение.
      3. Сущность метода радиоактивных индикаторов. Примеры его применения.

# Контрольная работа №2

1. Компьютерная томография, ее отличие от анатомической.
2. Однофотонные и позитронные излучатели.
3. Органотропные и биологически инертные радиофармпрепараты, чем определяются эти свойства? Как их применяют?

# б) критерии оценивания компетенций (результатов):

***Контрольные работы*** проводятся 2 раза в семестр на модульных неделях по расписанию, устанавливаемому деканатом.

Оценивание студента проводится преподавателем независимо от наличия или отсутствия студента (по уважительной или неуважительной причине) на занятии. Студенту, пропустившему по уважительной причине контрольную модульную работу, предоставляется возможность отработки. Отработать занятие можно по согласованию с преподавателем в четко установленные сроки в соответствии с графиком консультаций преподавателя, который имеется на кафедре и на официальном сайте кафедры.

Оценивается степень усвоения теоретических знаний по следующим критериям:

* 1. - правильность, полнота и логичность письменного ответа,
  2. - способность проиллюстрировать ответ примерами. в) **описание шкалы оценивания:**

Максимальный балл за контрольную работу – 10. Каждый вопрос оценивается максимально в 2 балла. В выполнении критериев допустимы недочеты. Работа считается засчитанной, если студент набрал 4-6 баллов.

# Отчет по лабораторной работе

а) Примерное типовое задание на лабораторном занятии.

# Тема: Определение радиохимической чистоты радиофармпрепарата

Вопросы к занятию:

* Что такое радиотонкослойная хроматография?
* чем отличается тонкослойная хроматография от колоночной?

# Лабораторная работа. Определение радиохимической чистоты препарата «Натрия пертехнетат, 99mTc»

* Рассмотрите две хроматограммы препарата «Пертехнетат, 99mTc» в системах: *а*) силикагель ITLC-SA – насыщенный раствор хлорида натрия; б) Силикагель ITLC-SG – этиленгликоль:вода (1:1)
* По первой хроматограмме рассчитайте радиохимическую примесь гидролизованного восстановленного технеция ГВТ (в %)
* По второй хроматограмме определите РХЧ пертехнетата 99mTcO4- Рассчитайте радиохимическую чистоту РФП.
* Объясните, почему во всех хроматографических системах ГВТ остается на старте хроматограммы

# б) критерии оценивания компетенций (результатов):

1. самостоятельность выполнения задания
2. правильность оформления задания
3. умение анализировать и обсуждать результаты задания
4. умение формулировать выводы/заключение в) **описание шкалы оценивания:**

Балльная: от 0 до 3 баллов

Работа считается выполненной, в случае если студент набрал 2 балла.

Выполнение критериев 1, 2 - является обязательным, выполняются самостоятельно. Каждый критерий оценивается в 1 балл.

В критериях 3, 4 допустимы недочеты. Процесс представления результатов допускает формулировку правильного ответа в ходе собеседования с преподавателем.

Каждый критерий оценивается в 0,5 балла.

Студенты, не посещавшие лабораторные занятия, отрабатывают их в индивидуальном порядке в соответствии с графиком консультаций преподавателя, который имеется на кафедре и на официальном сайте кафедры.

# Устный опрос

а) **критерии оценивания компетенций**:

Устный опрос проходит в форме развернутой беседы – творческой дискуссии, основанной на подготовке всей группы по объявленной заранее теме при максимальном участии в обсуждении студентов группы. Как правило, один студент раскрывает один вопростемы, давая наиболее полный ответ. Остальные делают дополнения, высказывают различныесуждения и аргументацию, могут задавать вопросы друг другу и преподавателю. Преподаватель направляет ход дискуссии, обращая внимание на существующие научные проблемы обсуждаемой темы, предлагая студентам найти собственное их решение.

# б) описание шкалы оценивания:

Максимальная оценка за устное выступление и работу на лабораторном занятии – 2 балла **2 балла** – студент дает полный ответ на поставленный вопрос, речь его свободна и грамотна, конспект не зачитывается, а используется лишь как опорный, студент делает важные дополнения по существу других вопросов.

**1 балл** – студент неполно владеет материалом, при изложении фактического материала допускает отдельные неточности, не все выводы носят доказательный характер, при ответе студент активно пользуется конспектом вплоть до его зачитывания.

1. ***2.5.* Доклад**

а) типовые задания (вопросы) :

Примерные темы докладов по теме**: «Органотропные радиофармпрепараты»**

1. Радиофармпрепарат «Технетрил, Tc-99m», состав набора, методика приготовления препарата, фармакокинетика
2. Наборы для генераторных радионуклидов: свойства, изготовление и применение в клиниках.

# б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Доклад – устное выступление студента, являющееся результатом его самостоятельной подготовки по заранее полученной теме и в соответствии с требованиями к

«Самостоятельной работе студентов».

Доклады заслушиваются в конце семестра во время лекционного занятия.

Выступление во время доклада, как правило, рассчитано на 4–5 минут, не может превышать установленное время, должно строго соответствовать объявленной теме. Приветствуются доклады с дополнительным использованием презентаций и мультимедийной техники.

Во время выступления студент может использовать свободную речь близко к тексту доклада, однако вправе зачитывать подготовленный им текст, демонстрируя владение материалом. Речь должна быть четкая, громкая, выразительная и эмоциональная.

Обязательным элементов процедуры доклада является его обсуждение. Студентам группы предлагается задавать докладчику вопросы по теме доклада, что вправе сделать и преподаватель. В завершении возможна дискуссия.

# в) описание шкалы оценивания:

Домашняя (внеаудиторная) подготовка доклада оценивается до 2-х баллов, выступление и ответы на вопросы до 2-х баллов. Итого за выполнение данного задания студент может получить до 4 баллов. Доклад засчитывается, если студент получает за него от 3-х баллов.

**4 балла** (максимальная оценка) – выступление (доклад) отличается последовательностью, логикой изложения, легко воспринимается аудиторией, при ответе на вопросы выступающий демонстрирует глубину владения представленным материалом, ответы формулируются аргументировано, обосновывается собственная позиция в проблемных ситуациях.

**3 балла** – выступление (доклад) отличается последовательностью, логикой изложения, но обоснование сделанных выводов недостаточно аргументировано, неполно раскрыто содержание проблемы.

**1-2 балла** – выступающий передает содержание проблемы, но не демонстрирует умение выделять главное, существенное, выступление воспринимается аудиторией сложно, ответы на вопросы поверхностные, либо вызывают у докладчика затруднение.

**0 баллов** – доклад краткий, поверхностный, несамостоятельный, докладчик не разбирается в сути вопроса, не может представить его в аудитории.

***8.2.6.* Проверка конспекта**

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Темы внеаудиторных конспектов

* Молибденовый кризис. Ускорительный молибден
* Перспективные радионуклиды для ядерной медицины
* Прогресс в приборостроении ядерной медицины, новые мультимодальные системы б) **критерии оценивания компетенций (результатов):**
* выявление актуальности проблемы,
* обсуждение альтернативных методов решения проблемы,
* сравнение преимуществ и недостатков перечисленных методов,
* по возможности прогнозирование дальнейшего развития и применения,
* обоснованные выводы.

# в) описание шкалы оценивания:

Подготовка конспекта оценивается до 2 баллов. Конспект считается зачтенным, если студент набирает от 1 балла.

**2 балла** (максимальная оценка) – конспект отличается последовательностью, логикой изложения, лаконичностью и в то же время глубиной, легко воспринимается. Либо конспект отличается последовательностью, логикой изложения, но некоторые пункты характеристики раскрыты неполно. Либо конспект содержит все пункты характеристики, но непринципиально перегружен информацией.

**1 балл** – конспект передает общее содержание характеристики, но не демонстрирует умение выделять главное. Материал изложен либо слишком растянуто, либо неоправданно кратко. Пропущены некоторые пункты характеристики.

**0 баллов** – конспект поверхностный, несамостоятельный, студент не разбирается в сути вопроса, пропущены многие пункты характеристики.

# Интерактивные методы

Интерактивные методы позволяют учиться взаимодействовать между собой, включая преподавателя. Они соответствуют личностно-ориентированному подходу, предполагают коллективное, обучение в сотрудничестве. Преподаватель выступает в роли организатора процесса обучения, лидера группы, создателя условий для инициативы студентов.

*Цель:* понять взаимосвязь между событиями, анализировать, иметь свое мнение, стимулировать познавательную активность, сопоставлять новые факты и мнения с тем, что ранее изучено.

*Задачи*: научить аргументировать и толерантно вести диспут, глубже вникать в сущность новой темы, мысленно разделять материал на важнейшие логические части; осмыслению логики и последовательности в изложении учебного материала, к выделению в нем главных и наиболее существенных положений.

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Оценочные средства приведены в Приложении «Фонд оценочных средств».

# 8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

* Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.
* Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы.
* Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и

оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

* Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:
  + контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
  + контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра. *Исключение:* текущая аттестация в 8 семестре обучения по образовательным программам бакалавриата, в котором единственная контрольная точка № 1 (КТ

№ 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 6 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 6 неделю учебного семестра.

* Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно- рейтинговой системы.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Этап рейтинговой системы / Оценочное средство** | **Неделя** | **Балл** | |
| Минимум\* | Максимум\*\* |
| **Текущая аттестация** | **1-16** | **36 - 60% от**  **максимума** | **60** |
| **Контрольная точка № 1** | **7-8** | **18 (60% от 30)** | **30** |
| *Оценочное средство № 1.1* |  | 60% от М1 | М1 |
| *Оценочное средство № 1.2* |  | 60% от М2 | М2 |
| *…* |  | … | … |
| *Оценочное средство № 1.Х* |  | 60% от МХ | МХ |
| **Контрольная точка № 2** | **15-16** | **18 (60% от 30)** | **30** |
| *Оценочное средство № 2.1* |  | 60% от Т1 | Т1 |
| *Оценочное средство № 2.2* |  | 60% от Т2 | Т2 |
| *…* |  | … | … |
| *Оценочное средство № 2.У* |  | 60% от ТУ | ТУ |
| **Промежуточная аттестация** | **-** | **24 – (60% 40)** | **40** |
| Зачет/**Зачет с оценкой** | - |  |  |
| *Оценочное средство № 2.1* | - | 60% от K1 | К1 |
| *Оценочное средство № 2.2* | - | 60% от K2 | К2 |
| *…* | - | … | … |
| *Оценочное средство № 2.Р* | - | 60% от KP | KP |
| **ИТОГО по дисциплине** |  | **60** | **100** |

\* - Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. \*\* - Максимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т. ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

Студент считается аттестованным по разделу, зачету или экзамену, если он набрал не менее 60% от максимального балла, предусмотренного рабочей программой.

# 8.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ***Сумма баллов*** | ***Оценка по 4-х балльной шкале*** | ***Оценка ECTS*** | ***Требования к уровню освоения учебной дисциплины*** |
| ***90-100*** | *5- «отлично»/*  *«зачтено»* | А | 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»/*  *«зачтено»* | В | 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*** | С |
| ***70--74*** | D |
| **65-69** | *3 -*  *«удовлетворительно»/*  *«зачтено»* | 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** | *Е* |
| ***0-59*** | 2 -  *«неудовлетворительно»/*  *«не зачтено»* | *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 |

1. **ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

## а) основная учебная литература:

1. Богородская М.А., Кодина Г.Е. Химическая технология радиофармацевтических препаратов. Курс лекций. М.: ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, РХТУ им. Д. И. Менделеева. М. 2010 − 464 с.
2. Изотопы: свойства, получение, применение / под ред. В. Ю. Баранова. – М. : ИздАт, 2000. – 600 с.
3. Кодина Г.Е., Красикова Р.Н.. Методы получения радиофармацевтических препаратов и радионуклидных генераторов для ядерной медицины.- М.: Издательский дом МЭИ, 2014.- 281 с.
4. Эпштейн Н.Б. Контроль качества радиофармацевтических препаратов в ядерной медицине. Обнинск 2014, ИАТЭ НИЯУ МИФИ. 32 с.
5. Богородская М.А. Химическая технология радиофармацевтических препаратов. Сборник вопросов и задач: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2012, 128 с.
6. Бекман И.Н. Радиохимия. Т. 1., Т. 2, М.: Юрайт, 2014, 474 с. Книга доступна в ЭБС: <http://www.biblio-online.ru/>
7. Скуридин В.С. Методы и технологии получения радиофармпрепаратов. Томск, Из-во Томского политехнического университета, 2013, 140 с. <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m450.pdf>
8. Эпштейн Н.Б. Проблемы контроля качества радиофармацевтических препаратов/в

«Фармацевтический анализ» /под ред. Г.К. Будникова и С.Ю. Гармонова. М.:

«АРГАМАК-МЕДИА», 2013.- 775 с.

## б) дополнительная учебная литература:

1. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ- 99/2010) Санитарные правила и нормативы СП 2.6.1.2612-10. Зарегистрировано в Минюсте РФ 11 августа 2010 г. N 18115.
2. Сазонов А. Б., Богородская М. А. Сборник задач по ядерной физике и дозиметрии. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2008. – 96 с.
3. Линденбратен Л. Д., Королюк И. П. Медицинская радиология. – М.: «Медицина», 2000. – 424 с.
4. Паркер Г., Смит П., Тейлор Д. Основы ядерной медицины. – М.: Энергоиздат, 1981. – 304 с.
5. Дмитриев С. Н., Зайцева Н. Г., Очкин А. В. Радионуклиды для ядерной медицины и экологии: учеб. пособие. – Дубна, ОИЯИ, 2001. – 190 с.
6. Радионуклидная диагностика. Физические принципы и технологии : учебное пособие

/ В. А. Климанов. — Долгопрудный: Интеллект, 2014. — 327 с.: ил.. — Библиогр. в конце гл.. — ISBN 978-5-91559-138-6.

1. **ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ**

**ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

В ходе освоения дисциплины студентам рекомендуется обращаться за дополнительной информацией к информационным ресурсам свободного доступа, в том числе:

Электронные научные библиотеки и сайты:

* Научная электронная библиотека E-LIBRARY. – URL: http:/e-library.ru[.www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru/)
* «Элементы» - популярный журнал о фундаментальной науке. – URL: [http://elementy.ru](http://elementy.ru/).
* МАИК “Наука/Интерпериодика” – URL: [http://www.maik.ru](http://www.maik.ru/)
* Научная электронная библиотека ScienceDirect – URL: <http://www.sciencedirect.com/>
* Научная электронная библиотека Springer – URL: [www.springerlink.com](http://www.springerlink.com/)

CIT Forum. Библиотека on-line. – URL: [http://www.citforum.ru](http://www.citforum.ru/)

1. **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для оптимальной организации работ по изучению дисциплины студентам следует придерживаться следующих рекомендаций.

В течение семестра студенты должны изучать теоретический материал в соответствии с программой курса, выполнять предложенные преподавателем задания для самостоятельной творческой работы, готовиться к текущей и промежуточной аттестации, прорабатывая необходимый материал согласно перечню терминов, контрольных вопросов и списку рекомендованной литературы.

Студент должен вести конспект лекций - кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Во время самостоятельной проработки лекционного материала особое внимание следует уделять возникшим вопросам, непонятным терминам, спорным точкам зрения. Такие моменты следует выделить или выписать отдельно для дальнейшего обсуждения на семинарском занятии. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией.

Практические занятия требуют активного участия всех студентов в обсуждении вопросов, выносимых на семинар. Поэтому важно при подготовке к ним продумать вопросы, которые хотелось бы уточнить. Возможно расширение перечня рассматриваемых вопросов в рамках темы по желанию и предложению обучающихся.

Материал к занятиям можно подобрать в периодических изданиях научного и прикладного характера, выявляя тот, который имеет отношение к современным проблемам биологического контроля. Аналитический разбор подобных публикаций помогает пониманию и усвоению теоретического материала, формирует навыки использования различных подходов, решения стандартных задач, развивает способность к нестандартным решениям. Литературные источники, размещенные в сети интернет в свободном доступе, включены в электронный вариант УМКД и могут быть представлены студентам по запросу.

Подготовка к выступлению с докладом или сообщением должна проводиться на базе нескольких источников. Представление докладов и сообщений с презентациями развивает навыки структурирования материала, способствует его прочному усвоению. Выступление следует предварительно отработать, чтобы речь выступающего была свободной, не привязанной к тексту.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине предполагает более глубокую проработку ими отдельных тем курса, определенных программой. Основными видами и формами самостоятельной работы студентов по данной дисциплине являются:

* проработка учебного (теоретического) материала
* подготовка к практическим занятиям, в том числе подготовка сообщений и докладов к семинарским занятиям;
* подготовка к контрольным испытаниям текущего контроля успеваемости, в том числе выполнение индивидуальных заданий;
* подготовка к зачету.

В процессе изучения данной дисциплины учитывается посещаемость лекций, оценивается активность студентов на семинарских занятиях, а также качество и своевременность подготовки теоретических материалов, творческих заданий и презентаций рефератов. По окончании изучения дисциплины проводится индивидуальный зачёт по предложенным вопросам и заданиям.

При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, материалы семинарских занятий, рекомендуемую литературу и др.

Условием успешного освоения материала и сдачи текущего и промежуточного контроля является систематическая работа в соответствии с учебным планом.

1. **ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И**

**ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)**

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешенном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

1. Создание и управление классами,
2. Создание курсов,
3. Организация записи учащихся на курс,
4. Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся,
5. Публикация заданий для учеников,
6. Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения,
7. Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

## Перечень информационных технологий

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

* + - проведение лекций и практических занятий с использованием слайд-презентаций;
    - использование обучающих видеофильмов;
    - использование текстового редактора Microsoft Word;
    - использование табличного редактора Microsoft Excel;
    - использование текстового редактора Note Book (Блокнот);
    - использование компьютерного тестирования.

.

## Перечень программного обеспечения

1. Текстовый редактор Microsoft Word;
2. Табличный редактор Microsoft Excel;
3. Редактор презентаций Microsoft PowerPoint;
4. Текстовый редактор NoteBook (Блокнот);
5. Браузеры: Google Chrome, Internet Explorer, Yandex, Mozilla Firefox, Opera.
6. Лицензионное системное и прикладное программное обеспечение.
7. Лицензионное антивирусное программное обеспечение: …
8. Локальная компьютерная сеть и глобальная сеть Интернет.

## Перечень информационных справочных систем

Доступ к электронным библиотечным ресурсам и электронной библиотечной системе (ЭБС) осуществляется посредством специальных разделов на официальном сайте ИАТЭ НИЯУ МИФИ. Обеспечен доступ к электронным каталогам библиотеки ИАТЭ НИЯУ МИФИ, а также электронным образовательным ресурсам (ЭИОС), сформированным на основании прямых договоров с правообладателями учебной и учебно-методической литературы, методических пособий:

1. Информационные ресурсы Сети Консультант Плюс, [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru/) (информация нормативно-правового характера на основе современных компьютерных и телекоммуникационных технологий);
2. Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ, [http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis\_64.exe7C21COM=F&I21DBN=BOOK&Z](http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe7C21COM%3DF%26I21DBN%3DBOOK%26Z) 21ID=&P21DBN=BOOK;
3. ЭБС «Издательства Лань», https://e.lanbook.com/;
4. Электронно-библиотечная система BOOK.ru, [www.book.ru;](http://www.book.ru/)
5. Базы данных «Электронно-библиотечная система elibrary» (ЭБС elibrary);
6. Базовая версия ЭБС IPRbooks, [www.iprbooks.ru;](http://www.iprbooks.ru/)
7. Базы данных «Электронная библиотека технического ВУЗа» [www.studentlibrary.ru;](http://www.studentlibrary.ru/)
8. Электронно-библиотечная система «Айбукс.ру/ibooks.ru»,
9. <http://ibooks.ru/home.php?routine=bookshelf>
10. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ», [http://urait.ru/.](http://urait.ru/)
11. **ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, лабораторных работ, занятий семинарского типа, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации с современными средствами демонстрации (мультимедийное оборудование), а также помещения для самостоятельной работы студентов.

1. **ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ**

## Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

При преподавании дисциплины применяются разнообразные образовательные технологии, включающие пассивные, активные и интерактивные формы проведения занятий. Используются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

* + - изучение теоретического материала на лекциях и практических занятиях;
    - закрепление теоретического материала на практических занятиях; на всех аудиторных занятиях студенты вовлекаются в активное обсуждение тематики;
    - закрепление теоретического и практического материала при проведении самостоятельной работы путем выполнения проблемно-ориентированных, поисковых, творческих заданий, изучения теоретического материала дисциплины с использованием *Internet*-ресурсов, методических разработок, специальной учебной и научной литературы.

Лекционный курс и практические занятия сопровождаются мультимедийными презентациями.

## Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки

Самостоятельная работа студентов составляет значительную часть общей трудоемкости дисциплины, является важнейшим компонентом образовательного процесса. Она направлена на 1) получение углубленных знаний по изучаемым тематикам; 2) получение навыков самостоятельной работы с литературой, периодическими изданиями и интернет-ресурсами;

3) формирование умения обобщать и концентрировать полученные знания; 4) получение опыта подготовки и проведения докладов, дискуссий, использования современных технических средств.

Примерный список тем для самостоятельного изучения:

1. **Основные методы аналитического контроля РФП.** РТСХ, рН-метрия, радиометрия, спектрофотометрия, электрофорез, газовая хроматография. – **Форма контроля**: устный контроль перед выполнением лабораторного занятия, проверка конспектов, вопросы контрольной работы-1, вопросы в зачетных билетах.
2. **Принципы приготовления РФП из генераторных радионуклидов с помощью наборов реагентов.**. Краткая характеристика наборов. Основные приемы приготовления РФП. – **Форма контроля**: устный контроль перед выполнением лабораторного занятия, проверка конспектов, вопросы контрольной работы-2, вопросы в зачетных билетах.

Вопросы для самоконтроля:

1. Сущность методов контроля, аппаратура
2. Краткая характеристика наборов реагентов, основные приемы приготовления РФП

Контроль самостоятельной работы проводится в форме устных опросов и реферативных сообщений студентов на практических занятиях, проводимых в форме семинаров- конференций.

## Краткий терминологический словарь

**Активность радиоактивного вещества *(Activity of radioactive material) –*** число ядерных превращений (*dN*), происходящих в данном количестве вещества в короткий промежуток времени (*dt*), отнесенное к этому промежутку времени. Часто это называют абсолютной активностью. Синоним: скорость распада. Обозначается: A = -d*N*/d*t*

**Активность, молярная *(Activity, molar)* –** для определенного РН: активность соединения (*A*), отнесенная к его количеству в молях (*n*). Обозначается: *Am* = *A/n*.

**Активность объемная *(Radioactive concentration, Volume activity*) –** отношение, активности (*A*) РН в препарате (образце) к объему (*V*) препарата (образца). Обозначается: *АV*

*= A/V.*

**Активность, удельная *(Activity, specific****)* – для определенного РН или смеси РН: активность вещества (*A*), отнесенная к его массе (*m*). Обозначается: *a = A/m*.

**Дочерние радионуклиды**, образующиеся в результате радиоактивного распада материнского (основного) радионуклида, не считаются радионуклидными примесями: например, 131mXe не рассматривается как радионуклидная примесь к 131I.

**Радионуклидные примеси - РНП *(Radionuclidic impurities)*** — примеси других радиоактивных нуклидов (как того же, так и других элементов). Количество радионуклидных примесей выражают процентным отношением активности примесей к активности основного нуклида на определенную дату и, при необходимости, время.

**Радионуклидная чистота − РНЧ *(Radionuclidic purity)*** препарата − отношение активности основного радионуклида к общей активности препарата, выраженное в процентах, не является постоянной характеристикой данного препарата, а изменяется с течением времени.

**Радиофармацевтический препарат *(Radiopharmaceutical)*** − лекарственный препарат, который в готовой для использования форме содержит один или несколько радионуклидов (радиоактивных изотопов).

**Радиохимическая чистота − РХЧ *(Radiochemical purity)*** – отношение активности радионуклида, который присутствует в препарате в устойчивой химической форме основного вещества, к общей активности радионуклида в этом препарате, выраженное в процентах.

**Радиохимические примеси – РХП *(Radiochemical impurities)*** *−* примеси химических соединений, отличных от основного вещества, составляющего препарат, но содержащих тот же радионуклид. Величину радиохимических примесей, т. е. активность содержащегося в них радионуклида, выражают в процентах к общей активности радионуклида в препарате.

**Срок годности радиофармацевтического препарата *(Storage time of Radiopharmaceutical)*** − время, в течение которого РФП удовлетворяет требованиям ФС (ФСП).

**Ультракороткоживущий радионуклид – УКЖР** – радионуклид с периодом полураспада до 2 часов.

**Фармакопейная статья предприятия - ФСП** – Стандарт качества на лекарственное средство под торговым названием, содержащий перечень показателей и методов контроля качества лекарственного средства производства конкретного предприятия, учитывающий конкретную технологию данного предприятия, и прошедший экспертизу и регистрацию в установленном порядке.

**Химические примеси *(Chemical impurities)*** – примеси посторонних химических соединений и элементов, источниками которых являются исходные вещества и реактивы, а также побочные продукты неполно или параллельно протекающих реакций.

1. **ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦС ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные ирефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся сОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

**Для лиц с нарушением слуха** возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а так же, сурдопереводчиков и

тифлосурдо-переводчиков.

Оценка знаний студентов на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий. С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае студент предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для **лиц с нарушением зрения** допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а так же использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний студентов на семинарских занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

**Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата** не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия студент может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия студент должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же; а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией ) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

.

# Программу составил (а):

Семенова А.А., доцент, канд. хим. наук, доцент

# Рецензент (ы):

Соловьев А.Н., заведующий лабораторией медицинской радиационной физики МРНЦ им. А.Ф. Цыба

