

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Димитровградский инженерно-технологический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ДИТИ НИЯУ МИФИ)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Химическая технология радиофармпрепаратов»

Специальность 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики

Квалификация выпускника Инженер

Специализация Химическая технология материалов ядерного топливного цикла

Форма обучения очная

Выпускающая кафедра Кафедра радиохимии

Кафедра-разработчик рабочей программы Кафедра радиохимии

| Семестр | Трудоемкость час. (ЗЕТ) | Лекций, час. | Практич. занятий, час. | Лаборат. работ, час. | СРС, час. | Форма промежуточного контроля (экз./зачет/кр) |
|--------------|-------------------------|--------------|------------------------|----------------------|-----------|---|
| А | 144(4) | 36 | 18 | - | 63 | Экзамен |
| Итого | 144(4) | 36 | 18 | - | 63 | Экзамен |

Димитровград
2021 г.

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями Федерального закона от 29.12.2012г. №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», Образовательного стандарта высшего образования, самостоятельно установленного НИЯУ МИФИ (далее – Образовательный стандарт (или ОС) НИЯУ МИФИ), по специальности 18.05.02. Химическая технология материалов современной энергетики), утвержденного Ученым советом университета (протокол № 18/03 от 31.05.2018 г., актуализировано Ученым советом университета (протокол № 21/11 от 27.07.2021 г.)), учебного плана ДИТИ НИЯУ МИФИ.

Составители рабочей программы

Доцент кафедры радиохимии,

к.х.н.

(должность, ученое звание, степень)


(подпись)

К.В. Ротманов

(Ф.И.О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры радиохимии
протокол № 6 от 25.03.2021г.

Зав. кафедрой-разработчика

«25» 03 2021г.


(подпись)

А.А. Лизин

(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:

И.о. зав. выпускающей кафедрой

«01» 04 2021г.


(подпись)

А.А. Лизин


(Ф.И.О.)

Руководитель ООП,

Лизин А.А., к.х.н.,

и.о. зав. кафедрой радиохимии

«01» 04 2021г.


(подпись)

А.А. Лизин

(Ф.И.О.)

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| 1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ | 4 |
| 2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ | 4 |
| 3 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ | 9 |
| 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ | 9 |
| 5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ | 13 |
| 6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ) | 13 |
| 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ | 14 |
| 8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ | 16 |
| 9 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ | 16 |

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: формирование знаний о современных методах получения радионуклидов медицинского назначения, синтеза на их основе радиофармпрепаратов (далее РФП) и методах аналитического контроля качества препаратов.

Задачи освоения дисциплины:

- изучение методов получения, выделения и очистки радионуклидов медицинского назначения;
- изучение методов синтеза и контроля качества РФП на основе радионуклидов медицинского назначения;
- ознакомление с основными понятиями ядерной медицины, методами лечения и диагностики различных заболеваний, включающими в себя использование источников радиоактивного излучения;
- ознакомление с правилами организации радиофармацевтических производств.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ и ООП ВО по специальности.

Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

| Задача профессиональной деятельности | Объект или область знания | Код и наименование ПК | Код и наименование индикатора достижения ПК | Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта) Обобщенные трудовые функции |
|--|--|---|---|--|
| Тип задачи профессиональной деятельности: технологический | | | | |
| <p>Осуществление технологического процесса в соответствии с требованиями технологического регламента; Организация и осуществление входного контроля сырья и материалов, используемых в технологии материалов современной энергетики, изотопно- чистых веществ, их соединений;</p> <p>Обеспечение эффективного использования в технологическом процессе оборудования, сырья и вспомогательных материалов; Наладка и эксплуатация машин и аппаратов для осуществления технологических процессов;</p> <p>Освоение и ввод в эксплуатацию новых технологических процессов и оборудования; Проведение экологического и радиационного мониторинга;</p> <p>Обеспечение мероприятий по дезактивации технологического оборудования и</p> | <p>Цирконий, уран, плутоний и другие трансурановые элементы, радиоактивные элементы естественного происхождения и продукты, образовавшиеся в ядерных реакторах и при облучении мишеней на ускорителях – в виде руд, концентратов и вторичного сырья, а также процессы обращения с ними, выделения и аффинажа целевых продуктов;</p> <p>Рассеянные элементы: цезий, рубидий, таллий, галлий, индий, скандий, германий, а также редкие элементы: литий, бериллий, ванадий, титан, молибден, редкоземельные элементы и их соединения играющие важную роль в высокотехнологичных процессах современной экономики. Природное и техногенное сырье, содержащее изотопы легких элементов, в том числе лития, бериллия, бора, углерода и их соединений – включая приведение их в состояние, требуемое для атомной промышленности;</p> | <p>ПК-4 Способен анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию.</p> | <p>З-ПК-4 Знать: способы анализа технологических процессов и выявления его недостатков.</p> <p>У-ПК-4 Уметь: анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию.</p> <p>В-ПК-4 Владеть: навыками разработки мероприятий по совершенствованию технологического процесса.</p> | <p>Профессиональный стандарт «24.078. Специалист- исследователь в области ядерно- энергетических технологий»</p> <p>В.7. Выработка направлений прикладных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по совершенствованию ядерно-энергетических технологий и руководство деятельностью подчиненного персонала по их выполнению.</p> |
| | | <p>ПК-5 Способен принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды.</p> | <p>З-ПК-5 Знать: правовые, нормативно-технические и организационные основы безопасности жизнедеятельности, средства, методы повышения безопасности.</p> <p>У-ПК-5 Уметь: принимать конкретное техническое решение с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды</p> <p>В-ПК-5 Владеть: способностью анализировать и систематизировать информацию, и обрабатывать полученные данные с целью принятия конкретного технического решения с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды.</p> | <p>Профессиональный стандарт «24.075. Инженер- исследователь в области разделения изотопов»</p> <p>С.7. Управление экспериментальными работами и персоналом установок по разделению изотопов.</p> <p>Профессиональный стандарт «24.078. Специалист- исследователь в области ядерно- энергетических технологий»</p> <p>В.7. Выработка направлений прикладных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по совершенствованию ядерно-энергетических технологий и руководство деятельностью подчиненного персонала по их выполнению.</p> |

| | | | | |
|--|--|---|--|---|
| <p>производственных и прилегающих территорий; Обеспечение радиационной безопасности.</p> | <p>Специально созданные мишени для накопления целевых изотопов, а также попутное извлечение ценных изотопов в ходе технологических процессов; Технологические процессы извлечения, концентрирования и очистки указанных выше объектов, оборудование и системы контроля для их осуществления; Оборудование, приборы и методы обеспечения аналитического контроля проведения этих процессов в лабораторных и промышленных условиях; Технологические процессы обращения с ОЯТ и РАО, получения и выделения радиоизотопов ; Методы обеспечения радиационной безопасности и реабилитации территорий, связанные с использованием ядерных объектов.</p> | <p>ПК-3.1 Способен осуществлять разработку и проектирование технологических процессов и оборудования для извлечения материалов ядерно-топливного цикла (ЯТЦ) атомной энергетики из природного и технологического сырья, переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ), радиоактивных отходов (РАО), выделения радиоизотопов и их применения.</p> | <p>З-ПК-3.1 Знать методическую и нормативную базу в области проектирования и проведения научно-исследовательских работ в области технологических процессов и оборудования для извлечения материалов ядерно-топливного цикла (ЯТЦ) атомной энергетики из природного и технологического сырья, переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ), радиоактивных отходов (РАО), выделения радиоизотопов и их применения. У-ПК-3.1 Уметь формулировать цели и задачи проектирования и использования технологической аппаратуры технологических процессов и оборудования для извлечения материалов ядерно-топливного цикла (ЯТЦ) атомной энергетики из природного и технологического сырья, переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ), радиоактивных отходов (РАО), выделения радиоизотопов и их применения. В-ПК-3.1 Владеть навыками формирования требований к показателям и свойствам оборудования, средств контроля и управления с учетом достижений.</p> | <p>Профессиональный стандарт «24.078. Специалист- исследователь в области ядерно- энергетических технологий» В.7. Выработка направлений прикладных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по совершенствованию ядерно-энергетических технологий и руководство деятельностью подчиненного персонала по их выполнению.</p> |
|--|--|---|--|---|

Тип задачи профессиональной деятельности: научно-исследовательский

| | | | | |
|--|--|--|---|---|
| <p>Разработка планов, программ и методик проведения исследований материалов и технологических процессов, являющихся объектами профессиональной деятельности;</p> | <p>Цирконий, уран, плутоний и другие трансурановые элементы, радиоактивные элементы естественного происхождения и продукты, образовавшиеся в ядерных реакторах и при облучении мишеней на ускорителях – в виде руд, концентратов и вторичного сырья, а также</p> | <p>ПК-3.2 Способен обеспечить безопасное проведение работ с использованием радиоактивных веществ, проводить радиометрические измерения, использовать современное</p> | <p>З-ПК-3.2 Знать современные методы и методики проведения исследований и технические характеристики используемого научного оборудования, методы обработки, обобщения и анализа полученных экспериментальных данных при работе с радиоактивными и ядерными материалами. У-ПК-3.2 Уметь выбирать, использовать и разрабатывать методы исследований</p> | <p>Профессиональный стандарт «24.075. Инженер- исследователь в области разделения изотопов» В/01.7. Планирование проведения экспериментальных работ на создаваемых установках по разделению изотопов. Профессиональный стандарт</p> |
|--|--|--|---|---|

| | | | | |
|--|--|--|---|---|
| <p>проведение экспериментальных исследований процессов, методов и подходов в области технологии материалов современной энергетики со всеми объектами; изучение изменения свойств материалов под действием интенсивных радиационных излучений различной природы; создание теоретических моделей для прогнозирования свойств материалов современной энергетики; моделирование и оптимизация производственных установок и технологических схем; анализ научно-технической литературы и проведение патентного поиска; составление научно-технических отчетов и аналитических обзоров литературы.</p> | <p>процессы обращения с ними, выделения и аффинажа целевых продуктов; Рассеянные элементы: цезий, рубидий, таллий, галлий, индий, скандий, германий, а также редкие элементы: литий, бериллий, ванадий, титан, молибден, редкоземельные элементы и их соединения играющие важную роль в высокотехнологичных процессах современной экономики. Природное и техногенное сырье, содержащее изотопы легких элементов, в том числе лития, бериллия, бора, углерода и их соединений – включая приведение их в состояние, требуемое для атомной промышленности; Специально созданные мишени для накопления целевых изотопов, а также попутное извлечение ценных изотопов в ходе технологических процессов; Технологические процессы извлечения, концентрирования и очистки указанных выше объектов, оборудование и системы контроля для их осуществления; Оборудование, приборы и методы обеспечения аналитического контроля проведения этих процессов в лабораторных и промышленных условиях;</p> | <p>аналитическое оборудование при проведении научных исследований и корректно обрабатывать экспериментальные данные.</p> | <p>для решения фундаментальных и прикладных задач при работе с радиоактивными и ядерными материалами. В-ПК-3.2 Владеть информационной компетентностью, методами и методиками обработки результатов НИР при работе с радиоактивными и ядерными материалами, правильно оформляет отчеты, обзоры, публикации и заявки на результаты интеллектуальной деятельности.</p> | <p>«24.078. Специалист- исследователь в области ядерно- энергетических технологий» В/01.7. Руководство и управление деятельностью персонала и обеспечение безопасного проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.</p> |
|--|--|--|---|---|

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | Технологические процессы обращения с ОЯТ и РАО. получения и выделения радиоизотопов : Методы обеспечения радиационной безопасности и реабилитации территорий. связанные с использованием ядерных объектов. | | | |
|--|--|--|--|--|

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основные принципы технологических процессов радиохимических производств;
- основные понятия ядерной медицины и принципы методов лечения и диагностики различных заболеваний с использованием источников радиоактивного излучения;
- современные методы и методики проведения исследований и технические характеристики используемого научного оборудования, методы обработки, обобщения и анализа полученных экспериментальных данных при работе с радиоактивными и ядерными материалами;
- основы радиационной безопасности и основные санитарные правила при работе с радиоактивными материалами.

Уметь:

- анализировать технологический процесс, выявлять его недостатки и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию;
- применять теоретические знания для измерения основных параметров технологического процесса в области получения РФП;
- выбирать, использовать и разрабатывать методы исследований для решения фундаментальных и прикладных задач при работе с радиоактивными и ядерными материалами.

Владеть:

- основной терминологией в области технологии производства РФП;
- способностью анализировать и систематизировать информацию, и обрабатывать полученные данные с целью принятия конкретного технического решения с учетом охраны труда, радиационной безопасности и охраны окружающей среды.

3 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

| Направления/цели воспитания | Задачи воспитания (код) | Воспитательный потенциал дисциплин |
|-----------------------------|---|---|
| Профессиональное воспитание | В37-Формирование культуры радиационной безопасности при использовании источников ионизирующего и неионизирующего излучения | Использование воспитательного потенциала дисциплины для формирования культуры радиационной безопасности, в том числе при получении практических навыков посредством тематического акцентирования в содержании дисциплин и учебных заданий, подготовки эссе, рефератов, дискуссий, а также в ходе практической работы с оборудованием. |

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина Химическая технология радиофармпрепаратов относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, профессионального модуля учебного плана по специальности 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики».

4.1 Объем дисциплины

Общая трудоемкость (объем) Химическая технология радиофармпрепаратов составляет 4 зачетных единицы (ЗЕТ), 144 академических часов.

Таблица 4.1 Объем дисциплины по видам учебных занятий

| Вид учебной работы | Всего, зачетных единиц (акад. часов) | Семестр |
|--------------------|--------------------------------------|---------|
| | | А |
| | | |

| | | |
|--|-----------|-----------|
| Контактная работа с преподавателем в том числе: – аудиторная по видам учебных занятий | 54 | 54 |
| – лекции | 36 | 36 |
| – практические занятия | 18 | 18 |
| – лабораторные работы | - | - |
| Самостоятельная работа обучающихся в том числе: | 63 | 63 |
| – изучение теоретического курса | 45 | 45 |
| – реферат, эссе | 18 | 18 |
| Вид промежуточной аттестации (экзамен) | 27 | 27 |
| Итого по дисциплине | 144 | 144 |
| в том числе в форме практической подготовки | 3 | 3 |

Таблица 4.2 - Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

| № раздела | Наименование раздела дисциплины | Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, включая самостоятельную работу студентов, акад. часы | | | | | | | Формируемые индикаторы освоения компетенций | |
|-----------|--------------------------------------|---|----------------------|---|---------------------|----------------------------------|------------------------|----------------------------------|---|--|
| | | Лекции | Практические занятия | в том числе в форме практической подготовки | Лабораторные работы | в том числе в форме практической | Самостоятельная работа | в том числе в форме практической | | Всего часов |
| 1 | Явление радиоактивности | 6 | 4 | | | | 10 | | 20 | 3-ПК-5 3-ПК-3.2 |
| 2 | Радионуклиды медицинского назначения | 10 | 6 | 1 | | | 20 | | 36 | 3-ПК-4 У-ПК-4 В-ПК-4 3-ПК-3.1 У-ПК-3.1 В-ПК-3.1 |
| 3 | Разработка и производство РФП | 20 | 8 | 2 | | | 33 | | 61 | 3-ПК-4 У-ПК-4 В-ПК-4 3-ПК-5 У-ПК-5 В-ПК-5 3-ПК-3.2 У-ПК-3.2 В-ПК-3.2 |

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 4.3 - Лекционный курс

| № лекции | Номер раздела | Тема лекции | Трудоемкость, акад. часов | |
|----------|---------------|---|---------------------------|---|
| | | | всего | в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий |
| 1-2 | 1 | Введение в курс химическая технология радиофармпрепаратов. Явление радиоактивности. Радиоактивные превращения и основной закон радиоактивного распада. Действие излучения на живую материю. Понятие дозы. Доза поглощенная, | 4 | 2 |

| | | | | |
|-------|---|--|---|---|
| | | эквивалентная, эффективная. Предельно допустимые дозы. Риск облучения. | | |
| 3 | 1 | Ядерная медицина. Основные понятия. История появления ядерной медицины. Основные методы аппаратной диагностики: ОФЭКТ, ПЭТ, рентгеновская КТ, ЯМР томография, и др. Физические основы ядерной медицины. | 2 | 1 |
| 4 | 2 | Радионуклиды медицинского назначения. Классификация, получение и применение радионуклидов медицинского назначения. | 2 | 1 |
| 5 | 2 | Реакторные радионуклиды. Получение ^{99}Mo в ядерных реакторах. Получение ^{131}I . Получение ^{90}Y . Получение ^{188}W . Получение ^{177}Lu . Производство циклотронных РН. Получение ^{123}I . Получение ^{67}Ga . Получение ^{201}Tl . Получение ^{111}In . Получение ^{68}Ge и ^{82}Sr . Получение ^{99}Mo и $^{99\text{m}}\text{Tc}$ на ускорителях заряженных частиц. | 2 | 2 |
| 6 | 2 | Радионуклидные генераторы для ядерной медицины. Генератор $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$. Генератор $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$. Генератор $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$. Генератор $^{188}\text{W}/^{188}\text{Re}$. | 2 | 2 |
| 7-8 | 2 | Производство циклотронных ПЭТ-радионуклидов. Коммерческие циклотроны для производства ПЭТ-радионуклидов. Методы получения ^{18}F . Получение ^{11}C в газовой мишени. Получение ^{15}O в форме $^{15}\text{O}_2$. Получение ^{13}N в водной мишени циклотрона. | 4 | 2 |
| 9 | 3 | Основные этапы разработки РФП. Радионуклиды для ОФЭКТ. Радионуклиды для ПЭТ. Радионуклиды терапевтического назначения. Классификация РФП. | 2 | |
| 10-11 | 3 | Радиофармацевтические лекарственные препараты. Виды лекарственных форм. Радиофармпрепараты на основе радионуклидов металлов. Йодорганические меченые соединения. Методы очистки меченых соединений. Осмолярность. Изотоничность. Стерилизация и хранение меченых соединений | 4 | 2 |
| 12 | 3 | Особенности синтеза РФП для ПЭТ. Получение соединений, меченных ^{15}O и ^{13}N . Получение соединений, меченных ^{11}C . Получения соединений, меченных ^{18}F . | 2 | 1 |
| 13-14 | 3 | Современные тенденции в разработке РФП, меченных ^{18}F . FDG, FET, F-PSMA. РФП для тераностики. $^{68}\text{Ga}/^{177}\text{Lu}$ -PSMA: преимущества и перспективы разработки подобных РФП. | 4 | 2 |
| 15-16 | 3 | Контроль качества РФП. Государственная Фармакопея. Критерии качества меченых соединений. | 4 | 2 |
| 17-18 | | Современные требования к производству РФП. Правила GMP. Решение №77 ЕЭК, Приложение 3. Фармацевтическая система | 4 | 1 |

| | | | | |
|--------|--|--|----|----|
| | | качества, особенности ее применения для радиофармацевтических производств. | | |
| Итого: | | | 36 | 18 |

Таблица 4.4 - Практические занятия

| № занятия | Номер раздела | Наименование практического занятия | Трудоемкость, акад. часов | |
|-----------|---------------|---|---------------------------|---|
| | | | всего | в том числе в форме практической подготовки |
| 1 | 1 | Радионуклиды. Изотопы. Цепочки распада. α -, β -, γ - распад. | 2 | |
| 2 | 1 | Основные определения радиофармацевтики. Активность. Распад. Томография. Дозиметрия. Радионуклидная терапия и т.д. | 2 | |
| 3-4 | 2 | Радиоактивное равновесие. Генераторные пары и радионуклидные генераторы. Технология изготовления (зарядки) генератора. Контроль качества генераторов. | 4 | 1 |
| 5 | 2 | Конструкции сорбционных генераторов. Генератор $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$. Оксид алюминия. Зарядка и «сдаивание» генератора. | 2 | |
| 6 | 3 | Конструирование РФП, принципы нацеленной доставки. | 2 | |
| 7-8 | 3 | Получение РФП на основе циклотронных радионуклидов. Технологическая схема производства РФП в ПЭТ-центрах. Модули синтеза. | 4 | 1 |
| 9 | 3 | Методики контроля качества РФП. Фармакопея. определение РХЧ, радионуклидной чистоты и т.д. | 2 | 1 |
| Итого: | | | 18 | 3 |

Таблица 4.5 - Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрены.

Таблица 4.6 - Самостоятельная работа студента

| Раздел дисциплины | № п/п | Вид самостоятельной работы студента | Трудоемкость, часов |
|-------------------|-------|--|---------------------|
| 1 | 1.1 | Изучение теоретического материала блока «Явление радиоактивности» по учебному пособию преподавателя, конспектам и по другим материалам. | 5 |
| | 1.2 | Подготовка к контрольной работе | 2 |
| 2 | 1.1 | Изучение теоретического материала блока «Радионуклиды медицинского назначения» по учебному пособию преподавателя, конспектам и по другим материалам. | 8 |
| | 1.2 | Подготовка к контрольной работе | 2 |
| 3 | 1.1 | Изучение теоретического материала блока «Разработка и производство РФП» по учебному пособию преподавателя, конспектам и по другим материалам. | 16 |
| | 1.2 | Подготовка к контрольной работе | 2 |
| 1-3 | 1.1 | Подготовка реферата на свободную тему | 18 |
| | 1.2 | Подготовка к экзамену | 10 |
| ИТОГО: | | | 63 |

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины «Химическая технология радиофармпрепаратов» используются различные методы обучения:

Лекции: традиционная информационная лекция, лекция-беседа, лекция-консультация, лекции с использованием слайд-презентаций.

Во время проведения лекции используются компьютерные и технические средства для улучшения восприятия изучаемого материала и задействования зрительной памяти, для приобретения студентами новых теоретических и фактических знаний. Лекции могут проводиться дистанционно в формате видеоконференций и в формате видео-обзоров с комментариями преподавателя. Для контроля усвоения студентами разделов данного курса проводятся беседы во время чтения лекции.

Практические занятия: семинар, коллоквиум, кейс-метод.

На практических занятиях проводится обсуждение наиболее важных и трудных разделов дисциплины, заслушивание и обсуждение рефератов, анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в области производства РФП, и поиск вариантов лучших решений. Практические занятия могут проводиться в формате видеоконференции.

Самостоятельная работа студентов подразумевает проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы, подготовку к контрольным работам, для выполнения которых необходимо использовать не только работу с предлагаемой литературой, но и работу в электронных библиотеках, а также написание реферата на основе предлагаемой литературы, актуальных данных с информационных сайтов и тематических научных баз сети Интернет.

6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки знаний студентов ДИТИ НИЯУ МИФИ.

Текущий контроль знаний студентов производится в дискретные временные интервалы на практических занятиях преподавателем, ведущим занятия по дисциплине в следующих формах:

- контрольные работы;
- коллоквиумы;
- рефераты.

Пример задания для контрольной работы: 1. Строение атома. 2. Предельно допустимые дозы. Риск облучения. 3. Физические основы ядерной медицины.

Пример задания для коллоквиума: 1. Получение радионуклидов в ядерных реакциях. 2. Принципы получения изображений с помощью РН. 3. Конструкции сорбционных генераторов.

Пример темы реферата: Современные тенденции в конструировании РФП. Сравнение и анализ направления развития разработки (на примере двух препаратов с разным радионуклидом для одинаковых целей).

Отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, активное участие в обсуждениях, своевременная сдача рефератов.

Промежуточный контроль студентов производится в форме письменного экзамена, включающего в себя ответ на три теоретических вопроса.

Пример билета:

1. Принцип метода ПЭТ. Устройство и принцип действия позитронно-эмиссионного томографа.

2. Технологии изготовления изотопных генераторов для медицины. Элюенты для генераторов медицинского назначения. Сорбенты для хроматографических генераторов.

3. Оценка качества РФП. Радионуклидная чистота. Радиохимическая чистота. Химические примеси.

Фонд оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, приведен в Приложении.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 7.1 - Обеспечение дисциплины основной и дополнительной литературой по дисциплине

| N п/ п | Автор | Название | Место издания | Наименова- ние издательства | Год изда- ния | Количес- тво экземпля- ров |
|----------------------------------|-------------------------------------|--|-------------------------|-----------------------------------|---------------------|---|
| Основная литература | | | | | | |
| 1 | Г.Е. Кодина, Р.Н. Красикова | Методы получения радиофармацевтических препаратов и радионуклидных генераторов для ядерной медицины | Москва | Изд.дом МЭИ | 2014 | 10 |
| 2 | В.С. Скуридин | Фармацевтическая технология. Методы и технологии получения радиофармпрепаратов | Москва | Юрайт | 2022 | https://urait.ru/bcode/490431 |
| 3 | В.А. Климанов | Физика ядерной медицины. Часть 1: Физический фундамент ядерной медицины, устройство и основные характеристики гамма-камер и коллиматоров гамма-излучения, однофотонная эмиссионная томография, реконструкция распределений активности радионуклидов в организме человека | Москва | НИЯУ МИФИ | 2012 | https://e.lanbook.com/book/75874 |
| 4 | В. Н. Беляев, В.А. Климанов | Физика ядерной медицины. Часть 2: Позитронно-эмиссионные сканеры, реконструкция изображений в позитронно-эмиссионной томографии, комбинированные системы ПЭТ/КТ и ОФЭКТ/ПЭТ, кинетика радиофармпрепаратов, радионуклидная терапия, внутренняя дозиметрия | Москва | НИЯУ МИФИ | 2012 | https://e.lanbook.com/book/75873 |
| 5 | М.А. Богородская, Г.Е. Кодина | Химическая технология радиофармацевтических препаратов: сборник вопросов и задач | Москва | НИЯУ МИФИ | 2011 | 39 |
| Дополнительная литература | | | | | | |
| 1 | Алиев Р.А., Калмыков С.Н. | Радиоактивность | Санкт- Петербур г | Лань | 2013 | 3 |

| | | | | | | |
|---|---|--|--------|--------------|------|---|
| 2 | В.Н. Басов, А.В. Басов | Аналитика. Электрохимические методы анализа | Пермь | ПНИПУ | 2015 | https://e.lanbook.com/book/160931 |
| 3 | А.А. Петров, А.Т. Трощенко, Х.В. Бальян | Органическая химия | Москва | Высшая школа | 1981 | 55 |
| 4 | Бекман И.Н. | Радиохимия, Том 2. Прикладная радиохимия и радиационная безопасность | Москва | Юрайт | 2014 | 5 |
| 5 | В.В. Бочкарев | Оптимизация химико-технологических процессов | Томск | ТПУ | 2014 | https://e.lanbook.com/book/62913 |

7.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень рекомендуемых Интернет сайтов:

1. Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом» <http://www.rosatom.ru>
2. Научный портал "Атомная энергия 2.0" <http://www.atomic-energy.ru>
3. Международное агентство по атомной энергии <https://www.iaea.org/ru>
4. АО "Русатом Хэлскеа" – единый интегратор в области радиационных технологий для медицины и промышленности в контуре Госкорпорации "Росатом" <https://rusatomhc.ru>
5. Фармацевтический журнал «Новости GMP» <https://gmp-publication.ru>

Таблица 7.2 – Рекомендуемые электронно-библиотечные системы

| № | Наименование ресурса | Тематика |
|---|---|--------------------|
| 1 | Образовательная платформа Юрайт https://urait.ru/ | Учебная литература |

7.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 7.3 – Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

| № | Наименование | Краткое описание |
|---|--|--|
| 1 | Windows 10 Pro | Операционная система |
| 2 | Microsoft Office | Пакет офисных приложений |
| 3 | Браузеры: Internet Explorer 10, Internet Explorer 9, Internet Explorer 8, FireFox 10, Safari 5, Google Chrome 17 | Специальные программы для просмотра веб-страниц, поиска контента, файлов и их каталогов в Интернете |
| 4 | Антиплагиат.ВУЗ | Интернет-сервис для вузов, предназначенный для оценки степени самостоятельности письменных работ обучающихся |

Таблица 7.4 – Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

| № | Наименование | Тематика | Электронный адрес |
|---|---|----------------|---|
| 1 | Международная база данных научных статей и публикаций | Научные статьи | http://www.sciencedirect.com |

| | | | |
|---|---|---------------------------|---|
| 2 | База данных химических соединений PubChem | Химия | https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/ |
| 3 | База данных медицинских и биологических публикаций PubMed | Химия, биология, медицина | https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/ |

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| № п/п | Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно наглядных пособий и используемого программного обеспечения | Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор) |
|-------|---|--|
| 1 | Учебная аудитория для проведения учебных занятий №204 посадочных мест — 20; площадь 53,47 кв.м.; специализированная мебель: Учебная доска – 1 шт., стол студенческий – 11 шт., стулья – 26 шт., стол библиотечный – 8 шт., шкаф двухстворчатый – 1 шт., шкаф книжный – 1 шт., трибуна настольная – 1 шт., Технические средства обучения: Проектор – 1 шт., Экран – 1 шт., колонки -1 пара | 433507, Ульяновская область, г. Димитровград, ул. Куйбышева 294, корпус 3 |
| 2 | Посадочных мест-26; площадь-40 кв.м.; Специализированная мебель:-учебная доска-1 шт.;стол преподавательский-1 шт.;стол студенческий-13;стулья -26 шт. Технические средства обучения: Шкаф вытяжной лабораторный-1шт.;стол-мойка лабор.-1 шт.;шкаф для хим.реактивов -2 шт;стол антивибрационный СВ-8;универсальный дозиметр-радиометр МКС-АТ1315, Альфа спектрометр МКС-01А»Мультирад-АС»;гамма-бета спектрометр МКС-АТ 1315;дозаторы; весы аналитические ANG 200; центрифуга Uniwersal | АО «ГНЦ НИИАР» Договор №228/20-43 о практической подготовке обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет» от 29 декабря 2020г. |

9 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением об организации обучения студентов-инвалидов и студентов с ограниченными возможностями здоровья в НИЯУ МИФИ, утвержденным 29.08.2017г.;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения в рабочей программе
дисциплины на 20__/20__ уч.г.**

Внесенные изменения на 20__/20__ учебный год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1)

2)

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры

(дата, номер протокола заседания кафедры, подпись зав. кафедрой).

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой

наименование кафедры личная подпись расшифровка подписи дата

Руководитель ООП,

ученая степень, должность

личная подпись расшифровка подписи дата