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 № 23.8

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## по дисциплине

|  |
| --- |
| **ОСНОВЫ ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЫ** |
| *название дисциплины* |
| для направления подготовки |
|  **04.03.02 Химия, физика и механика материалов**  |
| образовательная программа |
|  **Химические и фармакологические технологии**  |
| Форма обучения: очная |

**г. Обнинск 2023 г.**

### Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) *–* является обязательным приложением к рабочей программе дисциплины «Основы ядерной медицины» и обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Фонд оценочных средств составлен в соответствии требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки

04.03.02 «Химия, физика и механика материалов».

### Цели и задачи фонда оценочных средств

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Основы научно-исследовательской деятельности» решаются следующие задачи:

* контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данной дисциплины;
* контроль и оценка степени освоения компетенций, предусмотренных в рамках данной дисциплины;
* обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данной дисциплины.
1. **Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы 04.03.02. «Химия, физика и механика материалов», профиль**

**«Наноматериалы для биологии и медицины»**

* 1. **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Коды компетенций** | **Результаты освоения ООП*****Содержание компетенций\**** | **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине\*\*** |
| **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 задач профессиональной деятельностис использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасностиУ-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 задачипрофессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | безопасностиВ-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 требованийинформационной безопасности |
| **ПК-3** | Способен выбирать техническиесредства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации | З-ПК-3 **знать**: этапы планирования отдельных стадий технологического процесса и методик анализаУ-ПК-3 **уметь**: готовить объекты исследования для испытанийи элементы документацииВ-ПК-3 **владеть**: навыкамивыбора технических средств и методов испытаний (изнабора имеющихся) для решения поставленных зада |
| **ПК-1.1** | Способен выбирать и использовать техническиесредства и методы испытаний для разработки нормативной документации налекарственныесредства,поставленные специалистом более высокой квалификации | З-ПК-1.1 **знать**: последовательность разделов технологического регламента ифармакопейной статьи предприятияУ-ПК-1.1 **уметь**: пользоваться руководящими документами и фармакопеей при выборе технических средств и методов испытаниялекарственных средствВ-ПК-1.1 **владеть**: методикой сравнения качества лекарственной субстанции по двум фармакопеям |

* 1. ***Этапы формирования компетенций в процессе освоения ООП бакалавриата* 04.03.02.**

### «Химия, физика и механика материалов», профиль «Наноматериалы для биологии и медицины»

Компоненты компетенций, как правило, формируются при изучении нескольких дисциплин, а также в немалой степени в процессе прохождения практик, НИР и во время самостоятельной работы обучающегося. Выполнение и защита ВКР являются видом учебной деятельности, который завершает процесс формирования компетенций.

Место дисциплины и соответствующий этап формирования компетенций в целостном процессе подготовки по образовательной программе можно определить по матрице компетенций, которая приводится в Приложении.

Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины:

* **начальный** этап – на этом этапе формируются знаниевые и инструментальные основы компетенции, осваиваются основные категории, формируются базовые умения. Студент воспроизводит термины, факты, методы, понятия, принципы и правила; решает учебные задачи по образцу;
* **основной** этап – знания, умения, навыки, обеспечивающие формирование компетенции, значительно возрастают, но еще не достигают итоговых значений. На этом этапе студент осваивает аналитические действия с предметными знаниями по дисциплине, способен

самостоятельно решать учебные задачи, внося коррективы в алгоритм действий, осуществляя коррекцию в ходе работы, переносит знания и умения на новые условия;

* **завершающий** этап – на этом этапе студент достигает итоговых показателей по заявленной компетенции, то есть осваивает весь необходимый объем знаний, овладевает всеми умениями и навыками в сфере заявленной компетенции. Он способен использовать эти знания, умения, навыки при решении задач повышенной сложности и в нестандартных условиях.

Этапы формирования компетенций в ходе освоения дисциплины отражаются в тематическом плане (см. п. 4 рабочей программы дисциплины).

* 1. ***Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения по дисциплине «Основы ядерной медицины»***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Контролируемые разделы (темы) дисциплины****(результаты по разделам)** | **Код контролируемой компетенции и ее формулировка** | **Наименование оценочного средства** |
| 1. | Раздел 1 | 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 задачПК-3 Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач,поставленных специалистом более высокой квалификацииПК-1.1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для разработки нормативной документации на лекарственные средства,поставленные специалистом более высокой квалификации | Устный опрос Контрольная работаПроверка конспектов |
| 2. | Раздел 2 | Устный опрос,проверка конспектов, подготовка докладов, контрольная работа |
| 3. | Раздел 3 | Устный опрос |
|  |  | Рефераты, презентация, вопросы зачета |

### Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь»,

«владеть», расписанные по отдельным компетенциям, которые приведены в п.1.1. Формирование этих дескрипторов происходит в процессе изучения дисциплины по этапам в рамках различного вида учебных занятий и самостоятельной работы.

Выделяются три уровня сформированности компетенций на каждом этапе: пороговый, продвинутый и высокий.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Уровни** | **Содержательное описание уровня** | **Основные признаки выделения уровня** | **БРС,****%****освоения** | **ECTS/Пятибалльная шкала для оценки****экзамена/зачета** |
| **Высокий** | Творческая деятельность | *Включает нижестоящий уровень.* |  |  |
| *Все виды компетенций* |  | Студент демонстрирует свободное обладание |  |  |
| *сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами**дисциплины* |  | компетенциями, способен применить их в нестандартных ситуациях: показывает умение самостоятельно принимать решение,решать проблему/задачу теоретического или | 90-100 | A/ Отлично/ Зачтено |
|  |  | прикладного характера на основе изученных |  |  |
|  |  | методов, приемов, технологий |  |  |
| **Продвинутый** | Применение знаний и | *Включает нижестоящий уровень.* |  |  |
| *Все виды компетенций сформированы на**продвинутом уровне в соответствии с целями и* | умений в более широких контекстах учебной и профессиональнойдеятельности, нежели по | Студент может доказать владениекомпетенциями: демонстрирует способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из | 85-89 | B/Очень хорошо/ Зачтено |
| *задачами дисциплины* | образцу, большей долей | самостоятельно найденных теоретических |  |  |
|  |  |
|  | самостоятельности и инициативы | источников и иллюстрировать имитеоретические положения или обосновывать практику применения. | 75-84 | С/Хорошо/ Зачтено |
| **Пороговый** | Репродуктивная | Студент демонстрирует владение | 65-74 | D/Удовлетворительно/ |
| *Все виды компетенций* | деятельность | компетенциями в стандартных ситуациях: |  | Зачтено |
| *сформированы на пороговом уровне* |  | излагает в пределах задач курса теоретически и практически контролируемый материал. |  |  |
| 60-64 | E/Посредственно/Зачтено |
| **Ниже порогового** | Отсутствие признаков порогового уровня: компетенции не сформированы.Студент не в состоянии продемонстрировать обладание компетенциями в стандартных ситуациях. | 0-59 | Неудовлетворительно/ Зачтено |

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Критерии оценивания компетенций на каждом этапе изучения дисциплины для каждого вида оценочного средства и приводятся в п. 4 ФОС. Итоговый уровень сформированности компетенции при изучении дисциплины определяется по таблице. При этом следует понимать, что граница между уровнями для конкретных результатов освоения образовательной программы может смещаться.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Уровень сформированности компетенции** | **Текущий контроль** | **Промежуточная аттестация** |
| высокий | **высокий** | **высокий** |
| *продвинутый* | *высокий* |
| *высокий* | *продвинутый* |
| продвинутый | *пороговый* | *высокий* |
| *высокий* | *пороговый* |
| **продвинутый** | **продвинутый** |
| *продвинутый* | *пороговый* |
| *пороговый* | *продвинутый* |
| пороговый | **пороговый** | **пороговый** |
| ниже порогового | **пороговый** | **ниже порогового** |
| **ниже порогового** | **-** |

### 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 обучающихся.

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.

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** |
| **Контрольная точка № 1** | **7-8** | **18** | **30** |
| *Практическая работа №1* | 7 | 18 | 30 |
| **Контрольная точка № 2** | **15-16** | **18** | **30** |
| *Практическая работа №2* | 15 | 9 | 15 |
| *Практическая работа №3* | 15 | 9 | 15 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Промежуточная аттестация** | **-** | **24** | **40** |
| Зачет | - |  |  |
| *Задание на зачет* | - | 24 | 40 |
| **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. Минимальное 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.

Студент может быть аттестован по дисциплине, если он аттестован по каждому разделу, зачету/экзамену и его суммарный балл составляет не менее 60.

#### Определение бонусов и штрафов

Бонусы: поощрительные баллы студент может получить к своему рейтингу в конце семестра за присутствие на лекциях, практических и лабораторных занятиях и активную и регулярную работу на занятиях.

Бонус (премиальные баллы) не может превышать 5 баллов, вместе с баллами за текущую аттестацию – не более 60 баллов за семестр.

### Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков

**Вопросы к зачету.**

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 ОВ 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

|  |  |
| --- | --- |
| Направление/ Специальность | **04.03.02 «Химия, физика и механика материалов»**  |
| Образовательная программа | **Наноматериалы для биологии и медицины**  |
| Дисциплина |  **Основы ядерной медицины**  |

### ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

**Вопросы к зачету**

а) типовые вопросы:

#### Вопросы 1-15 – первые вопросы билета («Знать») Вопросы 16-22 – вторые вопросы билета («Уметь»)

1. Предмет «ядерная медицина», ее отличия от других разделов медицинской радиологии. Принцип компьютерной томографии. Радиоизотопная диагностика и 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 активности, энергии, заряда и их пересчет.
3. Биологическое действие ионизирующих излучений: прямое и косвенное. Линейная передача энергии, плотно- и редкоионизирующие 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. Радиационный гормезис.
4. Эндорадиотерапия или радионуклидная терапия (РНТ). Радионуклиды терапевтического назначения, перспективы использования -излучателей. Туморотропные носители: моноклональные антитела, пептиды, аптамеры и др. Применение метиленового синего для лечения кожной меланомы. Виды радионуклидной терапии: радикальная, паллиативная и симптоматическая.
5. 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. Требования к РФП.
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 сцинтилляционном 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. 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/SPECT). 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|/PET). 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. Оптимальные ядерно-физические свойства диагностических и терапевтических радионуклидов.
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 активности заданного осколочного радионуклида при облучении нейтронами урановой мишени. Получение молибдена-99 по реакции (n,f) . Радионуклидная чистота и возможные радионуклидные примеси.
14. Получение радионуклидов в реакторе по реакции (*n*,γ). Радионуклиды с носителем. Получение молибдена-99 по реакции (*n*,γ). Радионуклидная чистота радионуклидные примеси. Альтернативные способы получения молибдена-99.
15. 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.
16. 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.
17. Основные этапы создания радиофармпрепаратов. Методы синтеза: химический синтез, биосинтез, синтез в клинике с помощью наборов реагентов. РФП на основе 99mTc.
18. Контроль качества радиофармпрепаратов: физический, химический и биологический. Государственная Фармакопея. Радиохимические и радионуклидные примеси и их определение. Способы определения радиохимической чистоты препарата. Биологические показатели качества: стерильность, бактериальные эндотоксины, апирогенность. Срок годности радиофармпрепаратов.
19. Технеций, история открытия. Ядерно-физические свойства 99mTc. Химические свойства технеция. Восстановители пертехнетата и комплексные соединения технеция. Стадии приготовления лиофилизатов и радиофармпрепаратов технеция-99m. Спектр радиофармпрепаратов технеция. Сравнение химических свойств технеция и рения.
20. Рений-188, ядерно-физические свойства, производство. Сравнение химических свойств технеция и рения. Радиофармацевтические препараты на основе рения-188 для терапии костных метастазов, гепатоцеллюлярной карциномы и других заболеваний.
21. Иттрий-90, радиофармпрепараты для лечения неоперабельного рака печени.

#### План характеристики РФП (вопросы 16–22):

* + ядерно-физические характеристики радионуклида;
	+ способы его получения;
	+ возможные радионуклидные примеси и их ядерно-физические характеристики;
	+ возможные радиохимические примеси;
	+ состав РФП
	+ показатели качества и методы анализа РФП;
	+ биологическое поведение РФП, показатели фармакокинетики;

#### Третий вопрос билета («Владеть навыком»)

Расчетная задача