

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Технологии производства радиофармацевтических препаратов

**Код модуля**  
1143463(1)

**Модуль**  
Радиационные технологии в медицине

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Бажукова Ирина Николаевна	кандидат физико-математических наук, доцент	Доцент	экспериментальной физики

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Т.Г. Комарова

Авторы:

- Бажукова Ирина Николаевна, Доцент, экспериментальной физики

## 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Технологии производства радиофармацевтических препаратов

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	3	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	1
		Домашняя работа	1

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Технологии производства радиофармацевтических препаратов

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-6 -Способен осуществлять эксплуатацию специализированного ядерно-медицинского оборудования, проводить расчеты дозовых нагрузок и оптимизацию облучения радиотерапии	З-1 - Характеризовать место и роль ядерной медицины в общей системе здравоохранения П-1 - Оценивать соответствие характеристик радиофармацевтического препарата требованиям нормативных документов У-1 - Формулировать критерии выбора метода получения радионуклида для конкретного медицинского применения	Домашняя работа Контрольная работа Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.4</b>		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	3,8	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4		
Промежуточная аттестация по лекциям – <b>экзамен</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.3</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа</i>	3,12	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – <b>нет</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – <b>не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0.3</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>выполнение лабораторных работ и оформление отчетов</i>	3,16	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – <b>нет</b>		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – <b>не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям – <b>не предусмотрено</b>		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – <b>нет</b>		

**Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено**

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено</b>		

## 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

### Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

### Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

<b>Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)</b>				
<b>№ п/п</b>	<b>Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)</b>	<b>Шкала оценивания</b>		
		<b>Традиционная характеристика уровня</b>		<b>Качественная характеристика уровня</b>
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

## **5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ**

### **5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля**

#### **5.1.1. Лекции**

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

#### **5.1.2. Практические/семинарские занятия**

Примерный перечень тем

1. Классификация радионуклидов и радиофармпрепаратов в ядерной медицине
2. Определение кинетики биораспределения радиофармпрепарата

«Фтордезоксиглюкоза»

3. Механизмы биораспределения радиофармпрепаратов
4. Производство радионуклидов медицинского назначения в ядерном реакторе
5. Производство радионуклидов медицинского назначения на ускорителях и в генераторах

6. Синтез и фасовка радиофармпрепаратов
7. Контроль качества радиофармпрепаратов
8. Получение изображений с помощью ОФЭКТ-системы
9. Получение изображений с помощью ПЭТ-системы

LMS-платформа

1. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=463>

### 5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Получение короткоживущих радионуклидов на циклотроне: расчет
2. Получение радионуклидов с помощью генератора-ра 99Mo/99mTc: расчет
3. Контроль качества радиофармпрепарата на основе 99mTc: разбор кейса
4. Локализация радиофармпрепарата в лабораторном фантоме с помощью гамма-локатора: разбор кейса

LMS-платформа

1. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=463>

## 5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

### Базовый

#### 5.2.1. Контрольная работа

Примерный перечень тем

1. Основные понятия ядерной медицины
2. Применение радиофармпрепаратов в медицинской практике
3. Производство радионуклидов медицинского назначения в ядерном реакторе
4. Производство радионуклидов медицинского назначения на ускорителях и в генераторах
5. Методы синтеза и контроля качества радиофармпрепаратов
6. ОФЭКТ и ПЭТ-системы в радионуклидной диагностике

Примерные задания

В лаборатории ядерной физики собрана установка для детектирования совпадений. Она состоит из двух детекторов, оснащенных цилиндрическими сцинтилляторами NaI(Tl) диаметром  $d=5$  см. Расстояние между детекторами составляет  $R=40$  см, и они расположены напротив друг друга ( $\varphi=180^\circ$ ). Детекторы подключены к схеме совпадений, которая генерирует сигнал, если оба детектора регистрируют гамма-кванты в пределах временного интервала  $\tau=10$  нс. Посередине между двумя детекторами находится чистый позитрон-излучающий радионуклид с активностью 10 МБк. Распадом радионуклида в течение эксперимента можно пренебречь. Физическая эффективность регистрации  $\varepsilon=0,35$ . Ответ запишите в имп/с.

Определите:

1. Скорость счета одного детектора (т.е. сколько импульсов зарегистрировал бы каждый детектор, если бы не был включен в схему совпадений).
2. Скорость счета истинных совпадений.
3. Скорость счета случайных совпадений.

LMS-платформа

1. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=463>

### 5.2.2. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Радиоактивный распад
2. Эффективный период полувыведения
3. Метаболизм радиофармпрепарата «Фтордезоксиглюкоза» (ФДГ)
4. Ядерные реакции
5. Уравнения производства радионуклидов
6. Получение радионуклидов с помощью ядерного реактора
7. Получение радионуклидов на циклотроне
8. Получение радионуклидов с помощью генератора
9. Механизмы синтеза радиофармпрепаратов
10. Контроль качества радиофармпрепаратов
11. Устройство и принцип работы гамма-камеры и ОФЭКТ-сканера
12. Позитронная эмиссионная томография

Примерные задания

Определите эффективный период полувыведения из организма радионуклида  $^{131}\text{I}$  ( $T_{1/2}=8,0$  сут.), если для данных ионов  $T_{1/2\text{биол}}=60$  сут. Отчет запишите в сут. с точностью  $\pm 2\%$ .

Во сколько раз уменьшится активность попавшего в организм радионуклида через 15 сут? Ответ запишите с точностью  $\pm 2\%$ .

При радиоактивном распаде  $^{140}\text{Ba}$  ( $T_{1/2}=12,75$  сут) получается радионуклид  $^{140}\text{La}$  ( $T_{1/2}=1,68$  сут), который превращается в стабильный изотоп  $^{140}\text{Ce}$ . Определите время максимального накопления, максимальную активность дочернего радионуклида и активность дочернего радионуклида, накопленную за 3 суток. Начальная активность материнского радионуклида равна 37 ГБк.

LMS-платформа

1. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=463>

### 5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

#### 5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Радионуклидная диагностика. Радионуклидная терапия. Радиофармацевтические препараты (РФП).
2. Выбор радионуклидов. Классификация медицинских радионуклидов.
3. Радионуклидная диагностика в клинической практике. Механизмы локализации РФП.
4. Радионуклидная диагностика в онкологии, кардиологии, пульмонологии, нефрологии и урологии, ангиологии, эндокринологии, неврологии, гинекологии.
5. Уравнения производства радионуклидов. Эффективное сечение ядерной реакции.
6. Технология производства  $^{99}\text{Mo}$  на ядерном реакторе. Переработка мишеней при получении  $^{99}\text{Mo}$ . Технологические процессы выделения и очистки  $^{99}\text{Mo}$ .
7. Циклотрон. Линейный ускоритель.



8. Мишени: физическая и химическая форма, тепловые свойства, химическая стабильность, реактивность, чистота, капсулирование.
  9. Получение позитрон-излучающих радионуклидов для ПЭТ.
  10. Получение гамма-излучающих радионуклидов для ОФЭКТ.
  11. Генераторы радионуклидов: общая концепция. Математические соотношения: вековое равновесие, временное равновесие, неравновесие.
  12. Конструктивные особенности генераторов. Практическое применение.
  13. Классификация РФП. Свойства «идеального» диагностического РФП.
  14. Методы синтеза и очистки РФП.
  15. Контроль качества РФП.
  16. Основные физические характеристики медицинских гамма-камер. Получение изображений в гамма-камерах. Физические факторы, влияющие на качество изображения.
  17. Системы однофотонной эмиссионной томографии на базе гамма-камер. Получение томографических данных. Методы компенсации ослабления и рассеяния.
  18. Системы ПЭТ. Детекторы для ПЭТ, детектирование совпадений. ПЭТ-сканер. Пространственное разрешение. Чувствительность. Коррекция данных ПЭТ. Поправки на ослабление, случайные совпадения, рассеяние.
- LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности**

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.