

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
Дозиметрия внутреннего облучения

**Код модуля**  
1160275(1)

**Модуль**  
Дозиметрия внешнего и внутреннего облучения

**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	Жуковский Михаил Владимирович	доктор технических наук, профессор	Профессор	экспериментальной физики

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Т.Г. Комарова

**Авторы:**

- Жуковский Михаил Владимирович, Профессор, экспериментальной физики

**1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Дозиметрия внутреннего облучения**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	5	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен Курсовая работа	
4.	Текущая аттестация	Домашняя работа	4

**2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Дозиметрия внутреннего облучения**

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-4 -Способность к созданию теоретических и математических моделей в области ядерной физики и технологий	У-1 - Создавать теоретические и математические модели в области ядерной физики и технологий	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Домашняя работа № 3 Домашняя работа № 4 Курсовая работа Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен
ПК-8 -Способность к анализу технических и расчетно-теоретических разработок, к учету их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности	З-1 - Определять требования и основные правила для разработки технических условий, стандартов и технических описаний установок, материалов и изделий З-3 - Объяснять нормы и правила промышленной, радиационной, экологической и ядерной безопасности П-1 - Иметь навыки анализа технических и расчетно-	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Домашняя работа № 3 Домашняя работа № 4 Курсовая работа Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

<p>и другим нормативным актам</p>	<p>теоретических разработок, учета их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам  У-1 - Проводить анализ технических и расчетно-теоретических разработок, учет их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам  У-3 - Систематизировать и структурировать информацию, работать с различными источниками информации</p>	
<p>ПК-9 -Способность объективно оценить предлагаемое решение или проект по отношению к современному мировому уровню, подготовить экспертное заключение</p>	<p>З-1 - Определять современный уровень развития науки и технологии, профессиональные проблемы в своей предметной области  П-1 - Иметь навыки экспертной оценки предлагаемых решений или проектов  У-2 - Анализировать научно-техническую информацию по теме исследований</p>	<p>Домашняя работа № 1  Домашняя работа № 2  Домашняя работа № 3  Домашняя работа № 4  Курсовая работа  Лекции  Практические/семинарские занятия  Экзамен</p>
<p>ПК-11 -Способен решать инженерно-физические задачи с помощью пакетов прикладных программ</p>	<p>З-2 - Представлять прикладное программное обеспечение по направлениям деятельности  З-3 - Представлять типовые методики выполнения измерений, расчетов и технологических процессов  П-1 - Иметь практический опыт решения инженерно-физических задач с помощью современных программных средств в своей профессиональной деятельности  У-2 - Использовать пакеты прикладных компьютерных программ по направлениям работ</p>	<p>Домашняя работа № 1  Домашняя работа № 2  Домашняя работа № 3  Домашняя работа № 4  Курсовая работа  Лекции  Практические/семинарские занятия  Экзамен</p>

### 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 – 0.9</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>домашняя работа</i>	2,10	25
<i>домашняя работа</i>	2,12	25
<i>домашняя работа</i>	2,14	25
<i>домашняя работа</i>	2,15	25
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.40</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.60</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.10</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>работа на практических занятиях</i>	2,17	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.00</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0.00</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено</b>		
<b>Текущая аттестация на лабораторных занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – не предусмотрено</b>		
<b>Текущая аттестация на онлайн-занятиях</b>	<b>Сроки – семестр,</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>

	<b>учебная неделя</b>	
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено</b>		

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

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
выполнение курсовой работы и формирование отчета	2,16	100
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– 0.4</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – 0.6</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).

**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. Расчет ингаляционного поступления радионуклидов
2. Расчет выброса радиоактивных аэрозолей по загрязнению территории
3. Нормирование смешанной дозовой нагрузки (внешнее и внутреннее облучение)
4. Методы дозиметрии внутреннего облучения
5. Методы оценки поступления радионуклидов по выведению и удержанию в легких

Примерные задания

### ЗАДАНИЕ 1

Вы работаете в качестве сотрудника службы радиационной безопасности в лаборатории, использующей радиофармпрепараты. Лаборант сообщил Вам, что он случайно полностью выпарил содержимое химического стакана, в котором находилось 15 мКи (0,555 ГБк)  $^{131}\text{I}$ . Размеры помещения  $5 \times 5 \times 5$  м. При работе вытяжной зонты не использовались. Принять, что  $^{131}\text{I}$  испарился мгновенно и сразу же произошло его равномерное распределение по объему помещения. Работник находился в помещении в течение  $t=1$  ч после инцидента.

№ Балл Вопрос

А 30 Рассчитайте поступление  $^{131}\text{I}$  в щитовидную железу работника и ожидаемую эквивалентную дозу.

Б 20 Вы произвели измерения активности  $^{131}\text{I}$  в щитовидной железе работника и его выведение с мочой. Какие пять действий (помимо указанных) Вы должны предпринять при возникновении данного инцидента?

### ЗАДАНИЕ 2

Через трубопровод диаметром 5 см со скоростью 10 л/мин перекачиваются жидкие радиоактивные отходы, содержащие  $A_m=1,85$  МБк/л  $^{131}\text{I}$ . Трубопровод проходит через закрытое помещение размером  $3 \times 2 \times 3$  м. Производительность вентиляции в помещении  $Q=5$  м<sup>3</sup>/мин. Начальник смены через окно в герметичной двери заметил, что трубопровод протекает со скоростью  $n=10$  капель в минуту. (Объем капли  $V_{\text{кап}}=0,05$  мл, капля немедленно испаряется и йод немедленно равномерно распределяется по помещению). Руководство работами решило, что один механик сможет устранить неисправность в течение 1 часа.

А 10 С какой скоростью  $^{131}\text{I}$  поступает в помещение?

Если условия останутся неизменными какая максимальная объемная активность  $^{131}\text{I}$  может быть достигнута?

Б 10 Чему равна кратность воздухообмена в помещении, если предположить полное мгновенное перемешивание воздуха?

В 10 Предположим, что кратность воздухообмена равна  $\lambda=0,1$  мин<sup>-1</sup>. Через какое время объемная активность  $^{131}\text{I}$  уменьшится до 1% величины, наблюдавшейся в момент ликвидации течи?

### ЗАДАНИЕ 3

Пожизненный риск возникновения радиационно-индуцированного рака легких при облучении ДПР радона  $K_{\text{риск}}=3,0 \times 10^{-4}$  WLM<sup>-1</sup>. Пожизненный риск возникновения рака легких для мужской популяции  $R_0=0,052$ . Средняя продолжительность жизни мужской популяции  $L=59,7$  лет.

№ Балл Вопрос

А 10 Дайте определение наследуемых (генетических) нарушений и тератогенных эффектов. Насколько вероятно возникновение этих эффектов при облучении радоном?

Б 10 Для какой группы лиц абсолютный риск возникновения радиационно-индуцированного рака при облучении ДПР радона выше – для курильщиков или некурящих? Обоснуйте Ваш ответ.

В 15 Назовите три основных фактора, которые не позволяют использовать



эпидемиологические данные по Хиросиме и Нагасаки для оценки радиационного риска при облучении ДПР радона в жилищах.

Г 15 Сделайте оценку пожизненного абсолютного, дополнительного относительного и атрибутивного риска возникновения рака легких для мужчин при облучении ДПР радона 0,4 WLM/год.

#### ЗАДАНИЕ 4

Произошло незапланированное расплавление источника  $^{137}\text{Cs}$ , случайно попавшего в плавильную печь. Последующее расследование показало, что в результате этого инцидента произошел выброс  $^{137}\text{Cs}$  через трубу плавильной печи в течение 8 ч. Максимальное оседание  $^{137}\text{Cs}$  на почву наблюдалось по азимуту  $135^\circ$  на расстоянии 2 км от печи  $A_S=520$  Бк/м<sup>2</sup>.

Метеорологические условия: ветер 5 м/с, класс стабильности атмосферы по Пасквиллу – С.

№ Балл Вопрос

А 20 Каково будет ингаляционное поступление  $^{137}\text{Cs}$  в организм человека, находящегося в точке максимального оседания  $^{137}\text{Cs}$  (азимут  $135^\circ$ , расстояние 2 км) в течение  $t_{\text{выбр}}=8$  ч, в течение которых происходил выброс?

Б 20 Предположим, что вы рассчитали, что средняя объемная активность в воздухе в течение 8 ч была равна 11 Бк/м<sup>3</sup>. Основываясь на этих данных, рассчитайте общий выброс  $^{137}\text{Cs}$  из трубы.

LMS-платформа – не предусмотрена

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

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

### Базовый

#### 5.2.1. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

1. Решение комплексных задач по расчету доз облучения и оценке ожидаемых биологических последствий при использовании источников ионизирующего излучения или открытых радионуклидов для различных ситуаций нормального и аварийного характера (предприятия ЯТЦ, медицинские учреждения, радиоактивное загрязнение окружающей среды и др.).

Примерные задания

Основываясь на данных расчетов, выполненных в лабораторной работе №3 рассчитать пожизненный абсолютный, относительный и атрибутивный риск возникновения радиационно-индуцированной лейкемии и злокачественных опухолей щитовидной железы и толстого кишечника.

Рассчитать ожидаемое сокращение продолжительности жизни и пожизненный радиационный риск для мужчин и женщин при пожизненном облучении в жилищах при среднегодовом уровне ЭРОА радона 16 Бк/м<sup>3</sup>. Рассчитать ожидаемое сокращение продолжительности жизни и пожизненный радиационный риск для мужчин при

профессиональном облучении в возрасте от 20 до 50 лет при среднегодовом уровне ЭРОА радона на рабочем месте 80 Бк/м<sup>3</sup>.

При расчете использовать модель BEIR VI.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.2. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Расчет дозовой нагрузки на лиц, проживающих в здании, содержащем природные и техногенные источники излучения

Примерные задания

<i>Параметр</i>	<i>Величина</i>
<b>Характеристики помещения</b>	
Размеры комнаты, м	5×6
Высота комнаты, м	2,5
Радионуклид в стенах	Ra-226
Удельная активность, Бк/кг	85
Коэффициент диффузии, м <sup>2</sup> /с	5·10 <sup>-6</sup>
Толщина источника, см	4
Коэффициент эманирования	0,15
Кратность воздухообмена, ч <sup>-1</sup>	0,5
Пористость	0,2
Плотность, г/см <sup>2</sup>	2,6
Доля пребывания в помещении	0,6
Радионуклид в потолке	Th-232
Удельная активность, Бк/кг	175
Толщина источника, см	25
Коэффициент диффузии, м <sup>2</sup> /с	3·10 <sup>-6</sup>
Коэффициент эманирования	0,25
Пористость	0,15
Плотность, г/см <sup>2</sup>	2,4
<b>Характеристики почвы</b>	
Радионуклид в почве	Ra-226
Удельная активность, Бк/кг	85
Толщина источника, см	500
Коэффициент диффузии, м <sup>2</sup> /с	8·10 <sup>-6</sup>
Коэффициент эманирования	0,2
Пористость	0,1
Плотность, г/см <sup>2</sup>	1,7
<b>Характеристики человека</b>	
Интенсивность дыхания	20 м <sup>3</sup> /сут

На одной из стен расположены часы, содержащие в своем циферблате Ra-226 с активностью 50 кБк, коэффициент эманирования 0,2. В углу расположен изогнутый линейный источник Cs-137 длиной 1,5 м с общей активностью 220 кБк

Оценить влияние на дозовые нагрузки неопределенность значений следующих параметров:

<i>Параметр</i>	<i>Закон распределения</i>	<i>Параметры распределения</i>	
Коэффициент диффузии в почве	Равномерный	Минимум 2·10 <sup>-6</sup>	Максимум 14·10 <sup>-6</sup>
Толщина источника в стене	Нормальный	Среднее 4 см	Стандартное отклонение 1 см
		Коэффициент корреляции по отношению к источнику 1 K=0,7	
Кратность воздухообмена	Нормальный	Среднее 0,5 ч <sup>-1</sup>	Стандартное отклонение 0,2 ч <sup>-1</sup>
Коэффициент эманирования в почве	Равномерный	Минимум 0,10	Минимум 0,20

Рассчитать дозовую нагрузку на людей, проживающих в данном помещении

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.3. Домашняя работа № 3

Примерный перечень тем

1. Расчет дозовых нагрузок на население, проживающее на территории, загрязненной радиоактивными нуклидами

Примерные задания

Рассчитать дозовые нагрузки на население, проживающее на территории, загрязненной радиоактивными нуклидами в результате радиационной аварии для средних значений параметров загрязнения и характеристик землепользования

Радионуклид	Плотность радиоактивного загрязнения, Ки/км <sup>2</sup>
Cs-134	55
Sr-89	32
Zr-95 + Nb-95	18

Параметр, характеризующий территорию	Численное значение параметра
Толщина загрязненного слоя, см	5
Глубина залегания корней, см	25
Глубина слоя перемешивания почвы, см	15

Доля загрязненной сельхозпродукции – 85 % для всех видов продукции.

Рассчитать чувствительность дозовых нагрузок на население при трехкратном варьировании значений коэффициентов распределения нуклидов в почве. Рассчитать неопределенность дозовых нагрузок для 30 % варьирования плотности поверхностного загрязнения по равномерному закону распределения и неопределенности перехода нуклидов по молочной, растительной и мясной цепочкам (параметры

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.4. Домашняя работа № 4

Примерный перечень тем

1. Расчет поглощенных доз на органы и ткани и отклика организма человека при остром аварийном облучении

Примерные задания

Работник подвергся одновременному облучению от двух источников понизирующего излучения:

Нуклид	Активность	Расстояние, м	Геометрия облучения
Ra-226+ДПР	100 Ки	1,0	ЗП
Co-60	100 Ки	2,0	ЛБОК

Длительность облучения составила 2,5 ч.

Рассчитать вероятность возникновения костномозгового синдрома (без медицинской помощи и с медицинской помощью), катаракты и продромальных синдромов (рвоты и тошноты).

LMS-платформа – не предусмотрена

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

### **5.3.1. Экзамен**

Список примерных вопросов

1. Основные цели радиологической защиты и радиационной безопасности. Различие между двумя этими понятиями.
  2. Физические и биологические эффекты на клеточном уровне, вызываемые ионизирующим излучением
  3. Выведение радионуклидов из респираторного тракта человека. Механизмы выведения. Типы радионуклидов при ингаляционном поступлении.
  4. Детерминированные эффекты, возникающие при воздействии ионизирующего излучения. Факторы, определяющие возникновение детерминированных эффектов.
  5. Детерминированные эффекты, возникающие при воздействии ионизирующего излучения. Факторы, определяющие возникновение детерминированных эффектов.
  6. Зависимости доза-эффект для стохастических и детерминированных эффектов.
  7. Взвешивающие коэффициенты излучения, коэффициент качества, относительная биологическая эффективность. Общие черты и различия в использовании указанных коэффициентов.
  8. Понятие эффективной дозы. Индивидуальная и коллективная эффективная доза. Область применения данных понятий.
  9. Модели абсолютного и относительного радиационного риска. Факторы, определяющие пожизненную вероятность возникновения радиационно-индуцированного онкологического заболевания.
  10. Тканевые взвешивающие коэффициенты. Подходы, использованные при определении их численных значений.
  11. Расчет радиационных рисков по мультипликативной модели с учетом демографических и эпидемиологических особенностей конкретной популяции.
  12. Операционные дозиметрические величины, применяемые в радиологической защите для оценки доз внешнего и внутреннего облучения персонала.
- LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.3.2. Курсовая работа**

Примерный перечень тем

1. Расчет биокинетики радионуклидов в организме человека
2. Динамика поведения радионуклидов в организме человека
3. Расчет доз внутреннего облучения от инкорпорированных радионуклидов

### **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.