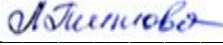


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
ядерной физики

 Титова Л. В.  
16.06.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.01.01 Дозиметрия и основы радиационной безопасности**

**1. Код и наименование специальности:**

14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг

**2. Специализация:**

Проектирование и эксплуатация атомных станций

**3. Квалификация выпускника:** инженер – физик

**4. Форма обучения:** очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**

кафедра ядерной физики

**6. Составители программы:**

к.т.н., доцент Гитлин Валерий Рафаилович

**7. Рекомендована:**

Научно – методическим советом физического факультета, протокол №6 от 14.06.2023 г.

**8. Учебный год:** 2027/2028

**Семестр(ы):** 9

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- изучение физических основ дозиметрии, а также новые методики расчета различных доз (коллективных, экспозиционных, поглощенных и т.д.)

*Задачи учебной дисциплины:*

- разработка критериев для оценки ионизирующего излучения как вредного фактора воздействия на отдельных людей, население в целом и объекты окружающей среды;

- разработка способов оценки и прогнозирования радиационной обстановки, а также путей приведения ее в соответствие с выработанными критериями безопасности;

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина Дозиметрия и основы радиационной безопасности относится к дисциплине (модуль) по выбору 1 вариативной части блока Б1.

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-8	Способен выполнять индивидуальный дозиметрический контроль облучения персонала организации атомной отрасли, обрабатывать результаты радиационного контроля организации атомной отрасли	ПК-8.1	Знает основные свойства радиационного излучения и методы их регистрации, способы защиты от ионизирующих излучений	Знать: механизмы радиационных и магнитных воздействий на многослойные полупроводниковые структуры и полимеры, процессы релаксации дефектов в полупроводниковых структурах и полимерах, современные методы дозиметрии.  Уметь: разбираться в основах радиационных технологий и моделировании радиационных процессов, оценить возможности методов и средств измерения дозиметрических характеристик  Владеть: методикой расчета доз и режимов релаксации для технологии МДП ИС и процессов радиационной полимеризации, методом градуировок и проверок различных типов радиометров для контроля за различными типами радиоактивных источников
		ПК-8.2	Знает принцип действия, конструкции и правила технической эксплуатации средств дозиметрического контроля и детекторов ионизирующих излучений	
		ПК-8.3	Знает теорию радиоактивного излучения и радиоактивного распада, взаимодействия излучения с веществом, спектров ионизирующих излучений	
		ПК-8.4	Применяет методики измерения параметров ионизирующего	

			излучения, проводит статистическую обработку полученных результатов	
		ПК-8.5	Интерпретирует различные спектры радиоактивных излучений, анализирует радиационную обстановку	

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 5/180.**

**Форма промежуточной аттестации - зачет**

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			9 семестр
Аудиторные занятия		66	66
в том числе:	лекции	34	34
	практические	16	16
	лабораторные	16	16
Самостоятельная работа		114	114
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации			Зачет
Итого:		180	180

**13.1. Содержание дисциплины**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Курс дозиметрии и защиты от ионизирующих излучений (ИИ)	Источники ИИ. Поля ионизирующего излучения. Величины, характеризующие поле излучений. Дозовые величины и единицы. Величины и единицы активности излучения.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29293">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29293</a>
1.2	Методы регистрации ионизирующих излучений	Ионизационные методы. Ионизационные камеры. Наперстковые ионизационные камеры. Газоразрядные и полупроводниковые счетчики. Люминесцентные методы регистрации. Сцинтилляционный метод регистрации. Фотографический и химический методы регистрации.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29293">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29293</a>
1.3	Дозиметрия нейтронного излучения	Методы дозиметрии быстрых нейтронов в смешанном потоке гамма- и нейтронного излучений.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29293">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29293</a>
1.4	Специальные методы дозиметрии	Применение электретов в дозиметрии. Дозиметрия аэрозолей и газов при помощи фильтров и адсорбентов. Трековые детекторы. ЛПЭ-метрия, микродозиметрия. Современные дозиметрические и радиометрические приборы.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29293">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29293</a>
1.5	Радиационный и дозиметрический контроль на АЭС	Особенности технологии ядерного горючего. Радиоактивное заражение. Основные загрязняющие радиоактивные компоненты. Основные способы очистки и обезвреживания радиоактивных отходов. Принципы организации	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29293">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29293</a>

		радиационного и дозиметрического контроля на АЭС.	
1.6	Биологическое действие излучения	Радиобиология. Лучевая болезнь. Ядерная медицина. Применение радиоизотопов. Радиационная безопасность. Источники радиации.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29293">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29293</a>
1.7	Защита от ионизирующего излучения	Расчет защиты от заряженных частиц. Расчет защиты от гамма- и нейтронного излучения.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29293">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29293</a>
<b>2. Практические занятия</b>			
2.1	Курс дозиметрии и защиты от ионизирующих излучений (ИИ)	Изучение норм радиационной безопасности	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29293">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29293</a>
2.2	Биологическое действие излучения	Расчет поглощенных и эквивалентных доз для биологических тканей	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29293">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29293</a>
2.3	Защита от ионизирующего излучения	Расчет характеристик защит от ионизирующего излучения	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29293">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29293</a>
<b>3. Лабораторные занятия</b>			
3.1	Методы регистрации ионизирующих излучений	Регистрация бета- и гамма-излучений многофункциональными дозиметрами	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29293">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29293</a>
3.2	Дозиметрия нейтронного излучения	Нейтрон-активационный анализ	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29293">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29293</a>
3.3	Специальные методы дозиметрии	Определение объемных радиоактивностей аэрозолей и газов	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29293">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29293</a>
3.4	Радиационный и дозиметрический контроль на АЭС	Измерение индивидуальных эффективных и эквивалентных доз и организация контроля профессионального облучения в контролируемых условиях обращения с источниками излучения	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29293">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29293</a>

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.	Курс дозиметрии и защиты от ионизирующих излучений (ИИ)	2	4	0	10	16
2.	Методы регистрации ионизирующих излучений	4		4	14	22
3.	Дозиметрия нейтронного излучения	4		4	14	22
4.	Специальные методы дозиметрии	6		4	22	32
5.	Радиационный и дозиметрический контроль на АЭС	6		4	14	24
6.	Биологическое действие излучения	6	6	0	20	32
7.	Защита от ионизирующего излучения	6	6	0	20	32
	Итого:	34	16	16	114	180

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Студентам на лекциях необходимо вести подробный конспект и стараться понять материал курса. Для полного понимания материала следует активно использовать

консультации. Для самостоятельного изучения разделов курса, рекомендованных преподавателем, необходимо пользоваться основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами.

На практических занятиях необходимо уметь решать задачи и анализировать решение, на устных опросах обучаемый должен уметь демонстрировать полученные на лекциях и практических занятиях знания, умения и навыки, отвечать на поставленные вопросы, поддерживать дискуссию по существу вопроса.

Методическое обеспечение аудиторной работы: учебно-методические пособия для студентов, учебники и учебные пособия, электронные и Интернет-ресурсы.

Методическое обеспечение самостоятельной работы: учебно-методические пособия по организации самостоятельной работы, контрольные задания и тесты в бумажном и электронном вариантах, тестирующие системы, дистанционные формы общения с преподавателем. Контроль самостоятельной работы реализуется с помощью опросов, тестов, вопросов по темам заданий и т.д.

## 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Беспалов, В. И. Лекции по радиационной защите : учебное пособие / В. И. Беспалов. — 6-е изд., доп. — Томск : ТПУ, 2020. — 723 с. — ISBN 978-5-4387-0924-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/246032">https://e.lanbook.com/book/246032</a>
2.	Бекман, И. Н. Атомная и ядерная физика: радиоактивность и ионизирующие излучения : учебник для вузов / И. Н. Бекман. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 493 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08692-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <a href="https://urait.ru/bcode/491394">https://urait.ru/bcode/491394</a>
3.	Барсуков, Олег Александрович. Радиационная экология / О.А. Барсуков, К.А. Барсуков. — М. : Научный мир, 2003. — 253 с. : ил. — Парал. тит. л. англ. — ISBN 5-89176-198-X.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4.	Климанов, В. А. Дозиметрия ионизирующих излучений : учебное пособие / В. А. Климанов, Е. А. Крамер-Агеев, В. В. Смирнов ; под редакцией В. А. Климанова. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2015. — 740 с. — ISBN 978-5-7262-2096-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/126644">https://e.lanbook.com/book/126644</a>
5.	Сборник задач по теории переноса, дозиметрии и защите от ионизирующих излучений : учебное пособие / А. А. Званцев, В. А. Климанов, А. И. Ксенофонтов, Н. Н. Могиленец. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. — 196 с. — ISBN 978-5-7262-1487-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/75915">https://e.lanbook.com/book/75915</a>

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
6.	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ.
7.	<a href="https://edu.vsu.ru">https://edu.vsu.ru</a> – Электронный университет ВГУ
8.	<a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a> – ЭБС «Лань»
9.	<a href="https://www.studentlibrary.ru">https://www.studentlibrary.ru</a> – ЭБС «Консультант студента»
10.	<a href="https://urait.ru">https://urait.ru</a> – Образовательная платформа «ЮРАЙТ»
11.	<a href="https://rucont.ru">https://rucont.ru</a> - Информационно-телекоммуникационная система «Контекстум»

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1.	Мельник, Н. А. Практикум по дозиметрии и радиометрии : учебное пособие / Н. А. Мельник. — Мурманск : МГТУ, 2014. — 212 с. — ISBN 978-5-86185-827-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/142619">https://e.lanbook.com/book/142619</a>
2.	Приборы и методы физических измерений: методические указания / Томский политехнический университет (ТПУ); сост. М. Е. Силаев; Ю. Б. Чертков. — Томск: Изд-во ТПУ, 2008
3.	Методы измерения ядерных материалов: методические указания / Томский политехнический университет (ТПУ); сост. М. Е. Силаев; Ю. Б. Чертков. — Томск: Изд-во ТПУ, 2008

## 17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При проведении занятий по дисциплине используются следующие образовательные технологии:

- активные и интерактивные формы проведения занятий;
- компьютерные технологии при проведении занятий;
- презентационные материалы и технологии при объяснении материала на лекционных и практических занятиях;
- специализированное оборудование при проведении лабораторных работ;
- разбор конкретных ситуаций при постановке целей и задач к разработке прикладных программ, при выборе программного обеспечения по установленным критериям, при разработке программ по предусмотренным алгоритмам и метода.

Для самостоятельной работы используется ЭБС Университетская библиотека online - [www.lib.vsu.ru](http://www.lib.vsu.ru) - ЗНБ ВГУ. Программное обеспечение, применяемое при реализации дисциплины – Microsoft Windows, LibreOffice, CodeBlocks, Adobe Reader, Mozilla FireFox.

Дистанционные образовательные технологии (ДОТ) применяются с использованием образовательного портала «Электронный университет ВГУ».

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лаборатория им. Л.Н. Сухотина

Специализированная мебель, ноутбук, проектор

Microsoft Windows 7, Windows 10

LibreOffice, Adobe Reader Установка для регистрации альфа-излучения различных источников (измерений скорости счета альфа-частиц в воздухе лаборатории при нормальных условиях).

Лаборатория (для проведения занятий лекционного и семинарского типов, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная мебель,

Комплекс измерительный для мониторинга радона, торона и их дочерних продуктов Альфарад плюс;

Дозиметры-радиометры МКС-АТ6130

Широкодиапазонный дозиметр ДРГ-01м1

Лабораторный гамма-спектрометрический комплекс кафедры ядерной физики ВГУ.

Компьютерный класс, помещение для самостоятельной работы

Специализированная мебель, компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета

Microsoft Windows 10, LibreOffice, Adobe Reader

## 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Курс дозиметрии и защиты от ионизирующих излучений (ИИ)	ПК-8	ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3 ПК-8.4 ПК-8.5	Практические задания, тестовые задания, собеседование
2.	Методы регистрации ионизирующих излучений			
3.	Дозиметрия нейтронного			

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
	излучения			
4.	Специальные методы дозиметрии			
5.	Радиационный и дозиметрический контроль на АЭС			
6.	Биологическое действие излучения			
7.	Защита от ионизирующего излучения			
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет				Перечень вопросов к зачету Пункт 20.2

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: практические задания, тестовые задания.

#### Перечень примерных практических заданий:

1. Узкий параллельный пучок моноэнергетического фотонного излучения проходит через плоский поглотитель. Измеряют мощность экспозиционной дозы и плотность потока энергии перед поглотителем и за поглотителем. По результатам измерений вычисляют коэффициенты ослабления плотности потока энергии  $\mu_1$  и мощности дозы  $\mu_r$  в предположении экспоненциального закона ослабления. Что будет больше  $\mu_1$  или  $\mu_r$ ?

2. Одной и той же ионизационной камерой дважды проводили измерения в поле гамма-излучения неизменного спектрального состава. Мощность экспозиционной дозы во втором случае была в 6,25 раза больше, чем в первом, а напряжение на электродах камеры во втором случае было в 1,6 раза выше. Оставалась ли постоянной эффективность собирания ионов?

3. В ионизационной камере уменьшили расстояние между электродами. Как изменилась эффективность собирания ионов в одном и том же поле излучения, если напряженность электрического поля в камере осталась одной и той же?

4. Одной и той же ионизационной камерой измеряли дозу непрерывного и импульсного излучений. Среднее значение излучения заодно и то же время в обоих случаях было одинаковым. В каком случае эффективность собирания ионов в камере была больше?

5. Мгновенный ионизационный импульс создал в пределах объема ионизационной камеры концентрацию ионов, равную  $3,12 \cdot 10^{12}$  пар ионов в  $1 \text{ см}^3$ . Через 0,2 мкс концентрация ионов уменьшалась в 2 раза. Коэффициент рекомбинации ионов в воздухе равен  $1,6 \cdot 10^{-6} \text{ см}^3/\text{с}$ . Было ли приложено к электродам камеры электрическое напряжение?

6. Наперстковая ионизационная камера с воздухоэквивалентными стенками объемом  $3 \text{ см}^3$  помещена в поле излучения с мощностью экспозиционной дозы  $0,15 \text{ Р/с}$ . При температуре воздуха  $20 \text{ }^\circ\text{С}$  и давлении  $750 \text{ мм рт. ст.}$  ионизационный ток оказался равным  $5 \cdot 10^{-11} \text{ А}$ . Был ли обеспечен в камере режим насыщения?

7. В поле неизменного спектрального состава дважды измеряли ионизационный ток в камере, работающей в режиме начального (омического) участка вольтамперной характеристики. Во втором случае ионизационный ток оказался в 3 раза больше, чем в первом. Во сколько раз мощность дозы излучения во втором случае была выше, чем в первом?

8. Эксперименты показали, что дозовая чувствительность ионизационной камеры, предназначенной для измерения экспозиционной дозы, уменьшается с увеличением энергии фотонов (энергия такова, что имеют место комптон-эффект и эффект образования пар). Эффективный атомный номер материала стенки камеры больше, меньше или равен эффективному атомному номеру воздуха?

9. В двух случаях измеряли плотность потока энергии фотонного излучения различными газообразными счетчиками. Плотность потока энергии в обоих случаях была одинакова. Одинаковой оказалась в обоих случаях и скорость счета. Эффективность регистрации в первом случае была выше, чем во втором. В каком случае средняя энергия фотонов была больше?

10. Одной и той же ионизационной камерой производят измерения при двух различных мощностях дозы. Погрешность измерения ионизационного тока в обоих случаях одинакова; эффективность собирания ионов для каждого случая точно известна. В каком случае будет меньше погрешность определения мощности дозы?

Перечень примерных тестовых заданий:

Одна и та же мощность дозы при непрерывном облучении измеряется двумя плоскопараллельными ионизационными камерами. Для каждой камеры в данных условиях измерения точно известна эффективность собирания ионов. Относительная погрешность измерения тока одинакова для обеих камер.

Для какой камеры будет меньше относительная погрешность определения мощности дозы при следующих ситуациях?

1. Камеры тождественны, но электрическое напряжение, приложенное к электродам первой камеры, выше напряжения, приложенного к электродам второй камеры.

- а) погрешность мощности дозы одинакова для обеих камер;
- б) погрешность меньше для 1-й;
- в) погрешность меньше для 2-й.

2. Электрическое напряжение, приложенное к электродам камеры, в обоих случаях одинаково, но расстояние между электродами в первой камере больше, чем во второй.

- а) погрешность определения мощности дозы одинакова;
- б) погрешность меньше для 1-й;
- в) погрешность меньше для 2-й.

3. Электрическое напряжение, приложенное к электродам, и расстояние между электродами в первой камере в 2 раза меньше, чем во второй.

- а) погрешность определения мощности дозы одинакова;
- б) погрешность меньше для 1-й;
- в) погрешность меньше для 2-й.

Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при аттестации

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их при решении практических задач	Отлично
Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, но допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач	Хорошо
Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускает значительные ошибки при решении практических задач	Удовлетворительно
Обучающийся демонстрирует явное несоответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям	Неудовлетворительно

## 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: собеседование по вопросам к зачету.

Перечень вопросов к зачету:

1. Доза излучения и единица ее измерения. Мощность дозы.
2. Коэффициент относительности биологической эффективности и эффективная доза



3. Соотношение между активностью радиоактивных препаратов и дозой, создаваемой их гамма и дозой, создаваемой гамма-излучением.
4. Принцип расчета доз при внутреннем (инкорпированном) облучении.
5. Детекторы, предусматривающие измерение вторичных эффектов ионизации (фотографические, сцинтилляционные, калометрические и т.д.)
6. Радиометры, дозиметры, спектрометры.
7. Принцип расчета доз при внутреннем (инкорпированном) облучении.
8. Принципы работы датчиков, использующих непосредственное взаимодействие излучения с веществом (ионизационные камеры, пропорциональные счетчики Гейгера- Мюллера и т.д.)

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и/или практическое(ие) задание(я), позволяющее(ие) оценить степень сформированности умений и(или) навыков, и(или) опыт деятельности.

При оценивании используются количественные или качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены ниже.

Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при аттестации

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их при решении практических задач	Зачтено
Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, но допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач	
Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускает значительные ошибки при решении практических задач	
Обучающийся демонстрирует явное несоответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям	Незачтено

## Пример контрольно-измерительного материала (КИМ)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
ядерной физики  
\_\_\_\_\_ Титова Л. В.

Направление подготовки:

14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг.

Дисциплина: Б1.В.ДВ.01.01 Дозиметрия и основы радиационной безопасности

Вид контроля: Зачет

### Контрольно-измерительный материал №1

1. Радиометры, дозиметры, спектрометры.

2. Мгновенный ионизационный импульс создал в пределах объема ионизационной камеры концентрацию ионов, равную  $3,12 \cdot 10^{12}$  пар ионов в  $1 \text{ см}^3$ . Через 0,2 мкс концентрация ионов уменьшалась в 2 раза. Коэффициент рекомбинации ионов в воздухе равен  $1,6 \cdot 10^{-6} \text{ см}^3/\text{с}$ . Было ли приложено к электродам камеры электрическое напряжение?

Преподаватель \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_  
подпись расшифровка подписи

### Тестовые вопросы:

1. Укажите определение эквивалентной дозы:

а) отношение энергии излучения, поглощенной в данном объеме, к массе вещества в этом объеме.

**б) поглощенная доза в органе или ткани, умноженная на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного вида излучения.**

в) сумма произведений доз в органах и тканях на соответствующие коэффициенты.

г) сумма энергии излучения, поглощенной в данном объеме.

2. Укажите определение эффективной дозы:

а) отношение энергии излучения, поглощенной в данном объеме, к массе вещества в этом объеме.

б) поглощенная доза в органе или ткани, умноженная на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного вида излучения.

**в) сумма произведений доз в органах и тканях на соответствующие коэффициенты.**

г) сумма энергии излучения, поглощенной в данном объеме.

3. Из предложенного перечня укажите тот, в котором приведены единицы измерения эффективной дозы:

а) Грей, рад, Дж/кг

**б) Бэр, Зиверт, Гр/Wг**

в) Ки(кюри), Бк (беккерель)

г) Кл/кг, рентген

4. Из предложенного перечня укажите тот, в котором приведены единицы измерения эквивалентной дозы:

а) Грей, рад, Дж/кг

**б) Бэр, Зиверт, Гр/Wг**

в) Ки(кюри), Бк (беккерель)

г) Кл/кг, рентген

5. Укажите какое из перечисленных видов излучения обладает наибольшей проникающей способностью?

**а)  $\gamma$  - излучение.**

б)  $\alpha$  - излучение.

в)  $\beta$  - излучение.

г) n - излучение.

6. Укажите, какое из перечисленных видов излучения наиболее вредно для живого организма при одинаковой энергии, переданной ему излучением?

а) Нейтронное излучение с энергией  $< 10$  МэВ.

**б) Нейтронное излучение с энергией  $> 2$  КэВ.**

в)  $\beta$  - излучение любых энергий.

г)  $\gamma$  - излучение любых энергий.

7. Назовите основной предел эффективной дозы для персонала (группы А) согласно НРБ - 99?

а) 20 мЗв в год.

б) 50 мЗв в год.

в) 20 мЗв в год и не более 200 мЗв за любые последовательные 10 лет.

**г) 20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год.**

8. Какое из ниже перечисленных условий не является организационным мероприятием проведения работ в условиях радиационной опасности?

- а) Оформление работ дозиметрическим нарядом или распоряжением.
- б) Подготовка рабочего места и допуск к работе.
- в) Надзор при выполнении работы.
- г) Учет вносимого и выносимого из зоны работ инструмента, оснастки и приспособления.**

9. Какое максимальное планируемое облучение персонала группы А допускается НРБ –99 при ликвидации или предотвращения аварии с оформлением в установленном порядке?

- а) 50 мЗв/год (5 бэр/год).
- б) 100 мЗв/год (10 бэр/год).
- в) 200 мЗв/год (20 бэр/год).**
- г) 250 мЗв/год (25 бэр/год).

10. Кто определяет необходимость назначения наблюдающего при выполнении работ по дозиметрическому наряду?

- а) Лицо, выдающее наряд.**
- б) Дежурный дающий разрешение на подготовку рабочего места.
- в) Начальник смены РБ.
- г) Руководитель работ.

11. Эффективная (эквивалентная) доза облучения для персонала составляет:

- а) 20 мЗв (2 бэр) в год.
- б) 50 мЗв (5 бэр) в год в среднем за любые последовательные 5 лет.
- в) 20 мЗв (2 бэр) в год в среднем за любые последовательные 5 лет.
- г) 20 мЗв (2 бэр) в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв (5 бэр) в год.**

12. Эффективная (эквивалентная) доза облучения персонала за период трудовой деятельности (50 лет) не должна превышать:

- а) 250 мЗв (25 бэр).
- б) 500 мЗв (50 бэр).

**в) 1000 мЗв (100 бэр).**

г) 2000 мЗв (200 бэр).

13. Наличие согласия территориального органа Госсанэпиднадзора требуется на планируемое повышенное облучение в эффективной дозе до:

а) 50 мЗв (5 бэр).

**б) 100 мЗв (10 бэр).**

в) 150 мЗв (15 бэр).

г) 200 мЗв (20 бэр).

14. Кем устанавливаются контрольные уровни воздействия облучения?

а) Территориальными органами Госсанэпиднадзора.

**б) Администрацией АЭС по согласованию с органами Госсанэпиднадзора.**

в) Эксплуатирующей организацией по согласованию с федеральными органами Госсанэпиднадзора.

г) Эксплуатирующей организацией по согласованию с МСЧ.

15. Из предложенного перечня укажите тот, в котором приведены единицы измерения поглощенной дозы:

**а) Грей, рад, Дж/кг**

б) Бэр, Зиверт, Гр/Wг

в) Ки(кюри), Бк (беккерель)

г) Кл/кг, рентген

16. Укажите определение поглощенной дозы:

а) отношение величины полного заряда ионов к величине объема воздуха, в котором возник этот заряд.

б) максимальная энергия, переданная излучением в некотором объеме, отнесенная к величине этого объема.

**в) средняя энергия, переданная излучением веществу, находящемуся в элементарном объеме, деленная на массу вещества в этом объеме.**

г) величина, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения тела человека.

17. Продуктом взаимодействия какого вида излучения с веществом являются фотоэффект, комптон эффект, образование пар?

- а)  $\alpha$  - излучение.
- б)  $\beta$  - излучение.
- в)  $\gamma$  - излучение.**
- г)  $n$  – излучение.

18. Защита от какого вида излучения применяется из материалов с высокой замедляющей способностью (вода, парафин, графит) и высокой поглощающей способностью (бор, кадмий)?

- а)  $\alpha$  - излучение.
- б)  $\beta$  - излучение.
- в)  $\gamma$  - излучение.
- г)  $n$  – излучение.**

19. Для защиты от какого вида излучения применяются тяжелые материалы (свинец, бетон, железо)?

- а)  $\alpha$  - излучение.
- б)  $\beta$  - излучение.
- в)  $\gamma$  - излучение.**
- г)  $n$  – излучение.

20. Для защиты от какого вида излучения применяются легкие материалы (алюминий, плексиглас и т.п.)?

- а)  $\alpha$  - излучение.
- б)  $\beta$  - излучение.**
- в)  $\gamma$  - излучение.
- г)  $n$  – излучение.

21. Какое облучение наиболее опасно для организма?

- а) Внутренне облучение.**
- б) Внешнее облучение.

- в) Внешнее безконтактное.
- г) Все перечисленные.

22.Какое соотношение между единицами эквивалентной дозы? 1 бэр=...Зв.

- а) 100
- б)  $3,7 \times 10^{10}$
- в)  $1 \times 10^{-2}$**
- г)  $1 \times 10^{-3}$

23.Какую дозовую нагрузку может разрешить директор АС или главный инженер АС по согласованию с эксплуатирующей организацией?

- а) До 3 бэр.
- б) До 5 бэр.**
- в) До 7 бэр.
- г) До 10 бэр.

24.Каким образом дается разрешение на повышенную дозовую нагрузку?

- а) Устно.
- б) Письменно.**
- в) Письменно или устно.
- г) Дистанционно.

25.Детерминированные эффекты в результате однократного облучения могут возникать при дозах, превышающих:

- а) 0,2 Грея при облучении области живота у беременной женщины
- б) 0,5-1 Грей облучении красного костного мозга
- в) 0,17 Грея в гонадах у молодых мужчин
- г) все варианты верны**

26.При проведении рентгенологических исследований врач-рентгенолог обязан обеспечить радиационную безопасность:

- а) персонала рентгеновского кабинета

- б) других сотрудников учреждения, пребывающих в сфере воздействия излучения рентгеновского аппарата
- в) обследуемых пациентов
- г) все варианты верны**

27. В соответствии с НРБ-96 для населения основные дозовые пределы установлены на уровне:

- а) эффективная доза 1 мЗв в год
- б) эквивалентная доза в хрусталике 15 мЗв в год
- в) эквивалентная доза в коже, кистях и стопах 50 мЗв в год
- г) все варианты верны**

28. При острой лучевой болезни клинические изменения обязательно были в:

- а) центральной нервной системе
- б) сердечно-сосудистой системе
- в) системе органов кроветворения**
- г) пищеварительной системе

29. Самый ранний клинический симптом при острой лучевой болезни?

- а) тошнота и рвота**
- б) лейкопения
- в) эритема кожи
- г) выпадение волос

30. Какова пороговая доза для развития острой лучевой болезни?

- а) 0.5 Гр
- б) 1 Гр**
- в) 2 Гр
- г) 3 Гр

31. Наиболее раннее изменение клинического анализа крови при острой лучевой болезни – это уменьшение содержания следующих элементов:



- а) эритроцитов
- б) лейкоцитов
- в) лимфоцитов**
- г) тромбоцитов

32. Минимальная доза излучения, которая вызывает развитие хронической лучевой болезни:

- а) 1.5 Гр**
- б) 1 Гр
- в) 0.5 Гр
- г) 0.1 Гр

33. Что такое ограничительные мероприятия (карантин)?

- а) Это административные меры, направленные на предотвращение распространения инфекционных заболеваний и предусматривающие особый режим хозяйственной и иной деятельности, ограничения передвижения населения, транспортных средств, грузов, товаров и животных
- б) Это медико-санитарные меры, направленные на предотвращение распространения инфекционных заболеваний и предусматривающие особый режим хозяйственной и иной деятельности, ограничения передвижения населения, транспортных средств, грузов, товаров и животных
- в) Это ветеринарные меры, направленные на предотвращение распространения инфекционных заболеваний и предусматривающие особый режим хозяйственной и иной деятельности, ограничения передвижения населения, транспортных средств, грузов, товаров и животных
- г) Всё перечисленное**

34. Что означает санитарное эпидемиологическое заключение?

- а) Это документ, удостоверяющий соответствие или не соответствие, нормативных актов
- б) Это документ, удостоверяющий соответствие или не соответствие, эксплуатационной документации
- в) Это документ, удостоверяющий соответствие или не соответствие, а также проектов нормативных актов, эксплуатационной документации
- г) Всё перечисленное**

35. В каком документе определяется необходимость установления санитарной зоны наблюдения?

- а) Определяется в проекте на строительство объекта
- б) Определяется в НРБ-99
- в) Определяется в СанПин 2.6.1
- г) Определяется нормами и правилами в области использования атомной энергетики

36. Максимально допустимое облучение граждан, привлекающих к ликвидации последствий радиационной аварии

- а) Не более, чем в 10 раз среднегодового значения
- б) Не более, чем в 5 раз среднегодового значения
- в) Не более, чем в 2 раза среднегодового значения
- г) Не более, чем в 1,5 раза среднегодового значения

#### Вопросы

**1. Дайте определение радиоактивности.**

Это способность атомных ядер самопроизвольно превращаться в другие ядра с испусканием различных видов радиоактивных излучений и элементарных частиц.

**2. Что представляет собой ионизирующее излучение?**

Это поток частиц и квантов электромагнитного излучения, прохождение которого через вещество приводит к ионизации и возбуждению атомов и молекул среды.

**3. Что такое излучение?**

Это способ, которым атомы отдают избыток энергии.

**4. Дайте определение альфа-излучения.**

Это поток положительно заряженных частиц, испускаемых при распаде тяжелых ядер с порядковым номером больше 82.

**5. Дайте определение бета-излучения.**

Это поток отрицательно заряженных частиц (электронов) или положительно заряженных частиц (позитронов), который задерживается оконным стеклом, одеждой или другими материалами толщиной 1–2 см.

**6. Дайте определение гамма-излучения.**

Это коротковолновое электромагнитное излучение, возникающее в результате разрядки состояний ядер, возбуждающихся при радиоактивном распаде ядер и в ядерных реакциях.

**7. Что используется для защиты от нейтронного излучения?**

Экраны из бериллия, графита и материалов, содержащих водород (парафин и вода).

**8. Назовите основную суть закона радиоактивности.**

За единицу времени распадается одна и та же часть имеющихся в наличии ядер атомов радиоактивного изотопа.

**9. Дайте определение определению периода полураспада.**

Это время, в течение которого распадается половина исходного количества радиоактивных атомов.

**10. Что называется активностью?**

Это число ядерных превращений (распадов ядра) в единицу времени.

**11. Чему равна поглощенная доза?**

Она равна отношению средней энергии, переданной ионизирующим излучением веществу, находящемуся в элементарном объеме к массе вещества в этом объеме.

**12. Чему равна экспозиционная доза?**

Она равна отношению энергии, переданной фотонным излучением элементарному объему воздуха к массе воздуха в этом объеме.

**13. Чему равна эквивалентная доза?**

Она представляет собой произведение поглощенной дозы в органе или ткани на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного вида излучения.

**14. В результате каких этапов проявляется биологическое действие радиации на живой организм?**

- поглощение энергии излучения клетками и тканями организма;
- образование свободных радикалов и окислителей;
- нарушение биохимических процессов;
- нарушение физиологических процессов.

**15. Что лежит в основе первичных радиационно-химических изменений?**

Механизм прямого и косвенного действия.

**16. Перечислить основные особенности действия ионизирующего излучения.**

- высокая эффективность поглощенной энергии;
- наличие скрытого появления действия ионизирующего излучения;
- накопление действия малых доз;
- воздействие излучения не только на данный живой организм, но и на его потомство;
- разная чувствительность к облучению различных органов живого организма;
- одноразовое облучение в большой дозе вызывает более глубокие последствия, чем многократные, в сумме составляющие ту же дозу.

**17. Перечислите виды получаемых доз.**

Квартальная доза, годовая, аварийная, катастрофическая, критическая, полуплетальная, летальная.

**18. Что в первую очередь обнаруживается в зоне аварии на объектах ядерной энергетики?**

Повышенное содержание радиоактивных йода и цезия.

**19. На какие группы делятся естественные радионуклиды?**

Долгоживущие, короткоживущие, долгоживущие одиночные, радионуклиды, возникающие в результате взаимодействия космических частиц с атомными ядрами вещества Земли.

**20. Дайте определение солнечной радиации.**

Это электромагнитное и корпускулярное излучения, особая активность которых наблюдается во время вспышек на Солнце по одиннадцатилетним циклам.

**21. Дайте определение радиационной безопасности.**

Это состояние защищенности настоящего и последующего поколений людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующих излучений.

**22. Чем обеспечивается радиационная безопасность населения?**

- созданием условий жизнедеятельности людей, отвечающих требованиям норм и правил;
- установлением квот (допустимых пределов) на облучение от различных источников;
- организацией радиационного контроля;
- эффективностью планирования и проведения мероприятий по радиационной защите в нормальных условиях и в случае радиационной аварии;
- организацией системы информирования о радиационной обстановке.

**23. Дайте определение принципа нормирования.**

Это непревышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников излучения.

**24. Дайте определение принципа обоснования.**

Это запрещение всех видов деятельности по использованию источников излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает возможного вреда, причиненного дополнительным облучением.

**25. Дайте определение принципа оптимизации.**

Это поддержание на возможно низком уровне с учетом экономических и социальных факторов индивидуальных доз облучения и числа облученных лиц при использовании любого источника излучения.

**26. Какие люди относятся к категории группы А и Б?**

Персонал радиационно-опасных объектов.

**27. С какой целью осуществляется заблаговременное прогнозирование последствий аварий?**

С целью получения качественной и количественной информации о возможной чрезвычайной ситуации, в том числе о времени и месте ее возникновения, характере и степени связанных с ней опасностей, возможных социально-экономических последствиях, для предупреждения чрезвычайной ситуации и планирования мероприятий по ее локализации и ликвидации.

**28. Назовите что предусматривает режим радиационной защиты.**

- допустимое время пребывания персонала и населения в зонах загрязнения;
- продолжительность приема препаратов стабильного йода;
- продолжительность использования защитных свойств зданий, техники, транспорта;
- время пребывания на открытой местности в средствах индивидуальной защиты;
- порядок эвакуации из зоны загрязнения.

**29. Назовите главное требование при проектировании, сооружении и эксплуатации атомной станции.**

Обеспечение радиационной безопасности как персонала объекта, так и проживающего вблизи его населения.

**30. Перечислите группы средств индивидуальной защиты персонала, работающего в зоне контролируемого доступа атомной станции.**

Спец. одежда основная; СИЗ органов дыхания; изолирующие костюмы; спец. обувь основная; средства защиты рук; средства защиты глаз и лица; средства защиты органов слуха.

**31. Какие зоны устанавливаются вокруг АЭС в целях обеспечения безопасности населения.**

Санитарно-защитная зона и зона наблюдения.

### **32. Перечислите алгоритм действий для обеспечения радиационной безопасности при нахождении в помещении.**

- загерметизировать помещение;
- укрыть продукты питания от пыли;
- ежедневно проводить влажную уборку помещений, желательно с применением моющих средств;
- строго соблюдать правила личной гигиены;
- воду употреблять только из проверенных источников, а продукты питания – приобретенные через торговую сеть;
- принимать пищу только в закрытых помещениях;
- тщательно мыть руки перед едой и полоскать рот 0,5% раствором питьевой соды;
- систематически контролировать радиационный фон;
- помнить, что в помещениях с закрытыми окнами и дверями, с отключенной вентиляцией можно снизить потенциальное внутреннее облучение примерно в 10 раз.

### **33. Перечислите алгоритм действий для обеспечения радиационной безопасности при нахождении вне помещения.**

- максимально ограничить пребывание на открытой местности;
- при выходе из помещения использовать средства индивидуальной защиты;
- при выполнении работ использовать защитную одежду и головные уборы, а по окончании работ принимать душ;
- ограничивать время нахождения вне помещения, не раздеваться, не лежать на земле, не разжигать костер;
- перед входом в помещение вымыть обувь водой или обтереть мокрой тряпкой, верхнюю одежду вытряхнуть и почистить влажной щеткой;
- исключить купание в открытых водоемах;
- брать воду из колодцев, имеющих необходимую наземную защиту, с разрешения органов Санэпиднадзора;
- помнить, что защита органов дыхания с помощью подручных средств уменьшает концентрацию радиоактивных веществ в 10 и более раз.

### **34. Какие технические средства включает система радиационного контроля?**

- непрерывный контроль на основе стационарных автоматизированных технических средств;
- оперативный контроль на основе носимых, передвижных или подвижных технических средств;
- лабораторный анализ на основе стационарной аппаратуры;
- индивидуальный дозиметрический контроль облучения персонала.

### **35. Что предусматривает контроль за радиационной обстановкой?**

- контроль мощности дозы гамма-излучения и годовой дозы на местности;
- контроль загрязнения атмосферного воздуха, почвы, растительности, воды открытых водоемов;

- контроль загрязнения продуктов питания и кормов местного производства;
- определение нуклидного состава радиоактивного загрязнения.

### **36. Что называется дезактивацией?**

Дезактивация – это удаление радиоактивных веществ с зараженной территории, с поверхности зданий, сооружений, техники, одежды, средств индивидуальной защиты, продовольствия, воды.

### **37. Какие методы применяются для дезактивации территории?**

- смывание радиоактивных веществ водой или водным раствором ПАВ поливмоечными машинами;
- смывание радиоактивных веществ и всасывание их в бункер вакуумной машиной с последующим вывозом и захоронением опасных отходов;
- снятие верхнего слоя зараженного грунта на глубину 10-15 см дорожно-строительной техникой и замена его новым;
- сгребание радиоактивно-загрязненного снега машинами, имеющими спецоборудование.

### **38. Какие методы применяются для дезактивации зданий и сооружений?**

- смывание радиоактивных веществ водой при помощи машин и мотопомп;
- разборка крыш зданий и их захоронением;
- обработка отдельных участков сооружений обдирочными и абразивными материалами при помощи пескоструйных агрегатов;

### **39. Когда проводится частичная санитарная обработка людей?**

После выхода людей из зоны заражения.

### **40. Какими способами может осуществляться обеззараживание подвижных технических средств?**

Механическим, физическим, физико-химическим.

### **41. Для чего используются технические средства контроля радиационной обстановки?**

Для количественного определения величин, характеризующих состояние радиационной обстановки и степень радиационного воздействия на персонал, население и окружающую среду при эксплуатации радиационных источников.

### **42. Что такое индикатор?**

Простейшее измерительно-сигнальное устройство, позволяющие обнаружить радиоактивное загрязнение различных поверхностей и примерно оценить некоторые характеристики излучений.

### **43. Что такое спектрометр?**

Прибор, предназначенный для измерения и регистрации энергетического спектра ионизирующих излучений.

### **44. Что такое дозиметр?**

Прибор для измерения дозы (мощности дозы) ионизирующего излучения или энергии, передаваемой облучаемому объекту.

### **45. Дать определение упругого рассеяния.**

Процесс взаимодействия двух частиц, при котором суммарная кинетическая энергия обеих частиц сохраняется и происходит лишь перераспределение ее между частицами.

### **46. Что такое пробег частицы?**

Это расстояние, которое она проходит до момента полной потери энергии.

**47. Что такое фотоэффект?**

Это вырывание связанных электронов из атомов под действием электромагнитного излучения.

**48. Какие процессы могут происходить при попадании нейтронов в вещество?**

Радиационный захват; реакции с образованием протонов; реакции с образованием  $\alpha$ -частиц; реакции деления; реакции с образованием нескольких частиц в конечном состоянии; неупругое рассеяние нейтронов; упругое рассеяние нейтронов.