

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**имени Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

---

Образовательно-научный институт ядерной энергетики и технической физики  
имени академика Ф.М. Митенкова (ИЯЭиТФ)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЯЭиТФ

\_\_\_\_\_  
М.А. Легчанов  
29 мая 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.1.1 «Защита от ионизирующего излучения»**

Специальность: 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»

(код и наименование направления подготовки)

Специализация: Проектирование и эксплуатация атомных станций

(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки: 2025

Выпускающая кафедра: АТС

(аббревиатура кафедры)

Кафедра-разработчик: ЯРиЭУ

(аббревиатура кафедры)

Объем дисциплины: 216/6

(часов/з.е.)

Промежуточная аттестация: Экзамен

(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Разработчик(и): Власичев Г.Н., д.т.н., доцент

(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2025 год

Рецензент: Семененко А.Н., начальник службы  
радиационной безопасности, НГТУ \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

(подпись)

10 марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 28.02.2018 № 154 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ  
протокол № 15 от 27.05.2025 г.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика программы  
протокол № 6 от 11.03.2025 г.

Зав. кафедрой, *д.т.н., профессор, Андреев В.В.* \_\_\_\_\_  
подпись

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИЯЭиТФ, где реализуется данная программа, протокол № 2 от 19.03.2025 г.

Председатель УМС, директор ИЯЭиТФ \_\_\_\_\_ М.А. Легчанов

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 14.05.02-а-61

Начальник МО \_\_\_\_\_ Е.Г. Севрюкова

Заведующая отделом комплектования НТБ \_\_\_\_\_ Н.И. Кабанина  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
1.1. Целью освоения дисциплины является: .....	4
1.2. Задачи освоения дисциплины: .....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	10
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	10
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ.....	11
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	14
5.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ ИЛИ ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	14
5.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	17
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	19
6.2. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям. ....	19
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	21
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	21
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	22
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....	22
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	22
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	23
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	23
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА.....	24
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ.....	24
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ .....	24
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	25
РЕЦЕНЗИЯ .....	27

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Целью освоения дисциплины является:**

приобретение студентами основ знаний, умений и навыков в области защиты от ионизирующих излучений в соответствии с требованиями образовательного стандарта по направлению подготовки.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины:**

- сформировать общее представление об источниках ионизирующих излучений, закономерностях ослабления ионизирующих излучений в веществе,
- принципах и нормах радиационной безопасности;
- научить студента умению использовать теоретические положения, применять компьютер с прикладными программными средствами для решения научно-технических задач в области обеспечения защиты от ионизирующего излучения;
- освоить основные аспекты ведения научных исследований современными методами.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина Б1.В.ДВ.1.1 «Защита от ионизирующего излучения» относится к дисциплинам вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений) по выбору (запросу студентов) блока «Б1» и направлена на углубление уровня и завершение освоения компетенции ПКС-1, 6, 7. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОП ВО и УП. Изучение дисциплины осуществляется на 4-м курсе в 8-м семестре. Кроме дисциплины «Защита от ионизирующего излучения» в формировании компетенций ПКС-1, 6, 7 параллельно участвуют дисциплины: «Атомные электрические станции», «Ядерные энергетические реакторы», «Теоретические основы автоматического управления ЯЭУ», «Инновационные подходы в проектировании и конструировании реакторов АЭС», «Инжиниринг в атомной энергетике», «Принципы обеспечения безопасности на АЭС», «Кинетика ядерных реакторов», «Организация радиационной безопасности на АЭС», «Специальные главы конструирования ядерных установок», «Метрология, стандартизация, сертификация», «Принципы обеспечения безопасности АЭС», «Научно-исследовательская работа», «Механика жидкости и газа», «Техническая термодинамика», «Механика», «Электротехника и электроника», «Материаловедение», «Технология конструкционных материалов», «Водоподготовка», «Физика ядерных реакторов», «Электрооборудование электростанций», «Надежность и долговечность элементов энергооборудования», «Режимы работы атомных и тепловых электрических станций». Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья РПД разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Этапы формирования компетенций

В результате освоения дисциплины «Защита от ионизирующего излучения» у обучающегося частично формируются компетенции ПКС-1, 6, 7, полное формирование которых последовательно осуществляется при изучении других дисциплин и в процессе практической подготовки (таблица 1).

**Таблица 1 - Формирование компетенции ПКС-1, 6, 7,**

**Таблица 1 - Формирование компетенций ПКС-1, 6, 7**

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками										
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.	5 сем.	6 сем.	7 сем.	8 сем.	9 сем.	А сем.	В сем.
ПКС-1	Атомные электрические станции											
	Ядерные энергетические реакторы											
	Теоретические основы автоматического управления ЯЭУ											
	Инновационные подходы в проектировании и конструировании реакторов АЭС											
	Инжиниринг в атомной энергетике											
	Принципы обеспечения безопасности на АЭС											
	Кинетика ядерных реакторов											
	Защита от ионизирующего излучения											
	Организация радиационной безопасности на АЭС											
	Специальные главы конструирования ядерных установок											
	Преддипломная практика											
	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы											
ПКС-6	Метрология, стандартизация, сертификация											
	Принципы обеспечения безопасности АЭС											
	Защита от ионизирующего излучения											
	Организация радиационной безопасности на АЭС											
	Научно-исследовательская работа											
	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы											

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками										
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.	5 сем.	6 сем.	7 сем.	8 сем.	9 сем.	А сем.	В сем.
ПКС-7	Механика жидкости и газа											
	Техническая термодинамика											
	Механика											
	Электротехника и электроника											
	Материаловедение											
	Технология конструкционных материалов											
	Физика ядерных реакторов											
	Водоподготовка											
	Электрооборудование электростанций											
	Атомные электрические станции											
	Ядерные энергетические реакторы											
	Надежность и долговечность элементов энергооборудования											
	Инновационные подходы в проектировании и конструировании реакторов АЭС											
	Инжиниринг в атомной энергетике											
	Принцип обеспечения безопасности АЭС											
	Режим работы атомных и тепловых электрических станций											
	Защита от ионизирующего излучения											
	Организация радиационной безопасности на АЭС											
	Преддипломная практика											
	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы											

### 3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Профессиональные компетенции ПКС-1, 6, 7 формируются с приобретением знаний, умений и навыков, сформулированных в дескрипторах достижения этих компетенций и с которыми обучающийся готов выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 2).

**Таблица 2 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (дескрипторы)			Оценочные материалы (ОМ)	
					текущего контроля	промежуточной аттестации
ПКС-1– Способен применять в профессиональной деятельности знания по технологическим схемам, конструкции, оборудованию и опыту эксплуатации основных типов АС, по нейтронно-физическим и технологическим процессам в оборудовании, принципам контроля, автоматизированного управления и защиты АС, основам ядерной и радиационной безопасности, принципам обеспечения безопасной эксплуатации, нормативным требованиям к проектированию и эксплуатации АС	ИПКС-1.2 Применяет знания нейтронно-физических и технологических процессов в оборудовании, принципов контроля, автоматизированного управления и защиты АС, основ ядерной и радиационной безопасности, принципов обеспечения безопасной эксплуатации, нормативных требований к проектированию и эксплуатации АС	<b>Знать:</b> - основные источники ионизирующих излучений в ЯЭУ - основные положения норм радиационной безопасности (НРБ 96-99) - основные положения по организации безопасной работы с источниками ионизирующих излучений открытого и закрытого типа -	<b>Уметь:</b> применять методики проектирования биологической защиты от ионизирующего излучения ядерных энергетических установок, выбирать соответствующие типы компоновок биологической защиты, оценивать эффективность защиты	<b>Владеть:</b> - методологией проектирования биологической защиты от ионизирующего излучения ядерных энергетических установок, оценки эффективности защиты.	Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2)	Перечень контрольных вопросов

<p>ПКС-6 - Готов к участию в проведении НИОКР с использованием прикладной метрологии в атомной науке и технике, выполнять первичный анализ и оценку научно-технического уровня обработанных и обобщённых результатов исследований в области ядерно-энергетических технологий, обеспечивающих соблюдение норм и правил ядерной, радиационной и электробезопасности</p>	<p>ИПКС-6.2. Выполняет первичный анализ и оценку научно-технического уровня обработанных и обобщённых результатов исследований в области ядерно-энергетических технологий, обеспечивающих соблюдение норм и правил ядерной, радиационной и электробезопасности. - нормы радиационной безопасности, методы расчета защиты от заряженных частиц, от гамма- и нейтронного излучения</p>	<p><b>Знать:</b> - физические основы дозиметрии ионизирующего излучения, дозовые величины и единицы их измерения, характеристики полей ионизирующих излучений</p>	<p><b>Уметь:</b> рассчитывать дозу и мощность дозы от элементарных источников излучения - рассчитывать защиту от заряженных частиц, от гамма- и нейтронного излучения, оценивать радиационную обстановку</p>	<p><b>Владеть:</b> - методами дозиметрии для оценки уровней радиационноопасных факторов среды, радиоактивности веществ и материалов - навыками работы с приборами радиационного контроля</p>	<p>Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2)</p>	<p>Перечень контрольных вопросов</p>
<p>ПКС-7 – Способен применять в профессиональной деятельности знания основ ядерной физики, термодинамики, электротехники, механики, гидравлики, материаловедения, водоподготовки и организации безопасного технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на различных режимах эксплуатации АЭС,</p>	<p>ИПКС-7.1. В профессиональной деятельности применяет знания основ ядерной физики, термодинамики, электротехники, механики, гидравлики, материаловедения, водоподготовки и организации безопасного технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на различных режимах эксплуатации АЭС.</p>	<p><b>Знать:</b> - физические величины и единицы их измерения в области радиационной безопасности; - основные процессы взаимодействия заряженных частиц, фотонов и нейтронов с веществом</p>	<p><b>Уметь:</b> - использовать инженерные методы расчета защиты от гамма-излучения, заряженных частиц и нейтронов</p>	<p><b>Владеть</b> - математическим аппаратом к решению конкретных задач, методиками расчета дозы и мощности дозы от элементарных источников излучения.</p>	<p>Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2)</p>	<p>Перечень контрольных вопросов</p>



выполнять расчёты нейтронно-физических и теплогидравлических характеристик активной зоны и эксплуатационных параметров реакторной установки с использованием современных методик и пакетов прикладных компьютерных программ						

Освоение дисциплины причастно к освоению ТФ В/02.7 Руководство инженерно-физическим сопровождением эксплуатации активной зоны реакторной установки (ПС 24.028 «Специалист ядерно-физической лаборатории в области атомной энергетики»), решает следующие профессиональные задачи: • Анализ параметров аппаратуры физического контроля; • Контроль основных эксплуатационных параметров активных зон реакторов. Освоение дисциплины причастно к освоению ТФ В/03.7 Руководство эксплуатацией систем, оборудования, средств измерения, контроля, управления, автоматики, средств вычислительной техники (ПС 24.028 «Специалист ядерно-физической лаборатории в области атомной энергетики»), решает следующие профессиональные задачи: • Контроль соблюдения в процессе эксплуатации выполнения требований, норм и правил, стандартов и руководящих документов эксплуатирующей организации, организационной, технической эксплуатационной и противоаварийной документации; • Контроль соблюдения при проведении работ по техническому обслуживанию и ремонту систем и оборудования соответствия требованиям нарядно-допускной системы и документации по техническому обслуживанию и ремонту. Освоение дисциплины причастно к освоению ТФ В/02.7 Обобщение результатов, проводимых научно-исследовательских и опытноконструкторских работ с целью выработки предложений по разработке новых и усовершенствованию действующих ядерно-энергетических технологий (ПС 24.078 «Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий»), решает следующие профессиональные задачи: • Анализ и обобщение результатов выполненных научно-технических исследований и разработок; • Внедрение результатов научно-технических исследований и проектных разработок

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (з.е.) или 216 академических часов, в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем - 92 часа, самостоятельная работа обучающихся – 89 часов (таблица 3).

**Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ**

Вид учебной работы	Трудоемкость, ч/з.е.	
	Всего	в том числе в 8 семестре
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоемкость, ч/з.е.	216/6	216/6
1. Контактная работа:	91	91
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	85	85
Занятия лекционного типа (Л)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	51	51
1.2. Внеаудиторная работа, в том числе:	6	6
Консультации по дисциплине	6	6
2. Самостоятельная работа студентов, в том числе:	89	89
Проработка источников информации (повторение пройденного материала, изучение и конспектирование рекомендованной литературы)	62	62
Подготовка к практическим занятиям, решение задач	27	27
Подготовка к экзамену	36	36
Контроль (подготовка и сдача экзамена)	36	36

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тематический план освоения дисциплины по видам учебной деятельности приведен в таблице 4. Здесь указано структурное распределение объемов (в часах) разделов и тем дисциплины по видам учебной работы, аудиторных и внеаудиторных занятий, самостоятельной работы студента и периодического (текущего) контроля.

Планируемые (контролируемые) результаты освоения и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов и тем	Виды учебной работы, ч					Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов	Подготовка к экзамену (контроль)				
		Лекции	Лабораторные работы	Консультации по дисциплине						
ПКС-1 ИПКС-1.2 ПКС-6, ПКС-6.2 ПКС-7 ПКС-7.1	1. Основные понятия, определения, терминология и единицы измерения	2	-	0,5	4	-	п.1 табл. 9 РПД, стр.6-13, 139-150 п. 3 табл. 9 РПД, стр. 66-86	Лекция	-	-
	2.Основные нормативные документы по радиационной безопасности при работе с источниками ионизирующих излучений и при проектировании, строительстве и эксплуатации атомных станций.	2	-	0,5	4	-	п. 3 табл. 9 РПД, стр. 187-203 п.4 табл. 9 РПД, стр. 500-503, 506-507	Лекция	-	-
	3.Источники излучения на АЭС.	3	5	0,5	6	-	п. 1 табл. 9 РПД, стр. 257-275	Лекция	-	-
	4.Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом.	2	10	0,2	8	-	п. 3 табл. 9 РПД, стр. 10-16, 50-65	Лекция	-	-

	5.Организация работ с применением источников ионизирующих излучений.	3	1	0,4	6	-	п. 1 табл. 9 РПД, стр. 110-128	Лекция	-	-
	6.Индивидуальные средства защиты, правила поведения и личной гигиены при работе с источниками ионизирующих излучений и радиоактивными веществами в открытом виде.	2	2	0,6	8		п. 1 табл. 9 РПД, стр. 110-128, 139- 201 п. 3 табл. 9 РПД, стр. 270-277,289- 296	Лекция	-	-
	7.Реактор – как источник гамма-нейтронного излучения.	3	2	0,3	6	-	п. 1 табл. 9 РПД, стр. 257-275	Лекция	-	-
	8.Проектные требования к эффективности защиты.	1	-	0,5	5	-	п. 1 табл. 9 РПД, стр. 110-128	Лекция	-	-
	9.Инженерный анализ системы «источник-защита»	3	10	0,3	6	-	п. 1 табл. 9 РПД, стр. 110-128	Лекция	-	-
	10.Типы компоновок биологической защиты.	1	-	-	1	-	п. 4 табл. 9 РПД, стр. 6- 14	Лекция	-	-
	11.Биологическая защита персонала и принципы нормирования уровней излучения.	1	5	0,4	6	-	п. 3 табл. 9 РПД, стр. 270-277,289- 296 п. 5 табл. 9 РПД, стр. 179-189	Лекция	-	-

	Лабораторная работа №1. Биологическая защита персонала и принципы нормирования уровней излучения.	-	4	-	6	-	п. 3 табл. 9 РПД, стр. 270-277,289-296 п. 5 табл. 9 РПД, стр. 179-189	Лекция	-	-
	12.Алгоритм расчета радиационной защиты корпуса реактора, методика расчета радиационного тепловыделения.	2	4	0,3	6	-	п. 3 табл. 9 РПД, стр. 309-390 п. 5 табл. 9 РПД, стр. 162-179	Лекция	-	-
	13.Расчет характеристик первичной и вторичной защиты в общем виде. Общая характеристика приближения сплошной защиты.	4	4	0,3	6	-	п. 3 табл. 9 РПД, стр. 309-390	Лекция	-	-
	14.Ослабление плотности потока гамма-излучения веществом. Понятие о факторах накопления.	2	4	0,4	6		п. 3 табл. 9 РПД, стр. 309-390	Лекция		
	15.Алгоритмы и программы расчета ослабления плотности потока нейтронов в защите.	2	4	0,3	6		п. 3 табл. 9 РПД, стр. 309-390	Лекция		
<b>ИТОГО:</b>		34	51	6	89	36				

## 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Типовые контрольные вопросы и задания, необходимые для оценки знаний, умений и навыков или опыта деятельности

Таблица 5 – Перечни контрольных вопросов и заданий по темам занятий для проведения текущего контроля успеваемости

Номер темы		Перечни контрольных вопросов и заданий
цикла лекций	лабораторных занятий	
1	-	Флюенс и плотность потока частиц. Активность вещества. Закон радиоактивного распада. Связь активности и массы вещества. Поглощенная, эквивалентная и экспозиционная доза. Коэффициенты качества для различных частиц. Доза и мощность дозы. Соотношение рада, бэра и рентгена. Расчет дозы и мощности дозы от различных источников.
2	-	Флюенс и плотность потока частиц. Активность вещества. Закон радиоактивного распада. Связь активности и массы вещества. Поглощенная, эквивалентная и экспозиционная доза. Коэффициенты качества для различных частиц. Доза и мощность дозы. Соотношение рада, бэра и рентгена. Расчет дозы и мощности дозы от различных источников.
3	-	Ядерный реактор, отработанное топливо, трубопроводы и оборудования I контура, хранилище отходов, датчики КИП, детали и механизмы СУЗ. Активная зона работающего реактора — как основной источник гамма — нейтронного излучения. Излучение остановленного реактора.
4	-	Легкие и тяжелые заряженные частицы. Фотонное излучение. Нейтронное излучение. Ионизация и возбуждение молекул и атомов поглощающей среды. Торможение частиц. Почему опасно внутреннее $\alpha$ — облучение. Пробег частиц в воздухе, ткани, веществе. Фотоэффект, комптон эффект, образование пар. Понятие коэффициента взаимодействия с веществом.
5	-	Требование для организации работ с источниками ионизирующих излучений. Порядок работы с закрытыми радионуклидными источниками. Требования к закрытым источникам. Работа с открытыми радионуклидными источниками. Оказания неотложной помощи при радиационных поражениях. Требования при производстве особо радиационно опасных работ на АЭС.
6	-	Применение индивидуальных средств защиты — как вынужденная мера. Требования к индивидуальным средствам защиты. Деление средств индивидуальной защиты на средства повседневного назначения и кратковременного пользования. Средства защиты органов дыхания. Требования по технике безопасности при работе в пневмокостюмах. Назначение и устройство санпропускников и санитарных шлюзов. Порядок прохождения и правила пользования санпропускниками и санитарными шлюзами. Требования по радиационной безопасности в контролируемой зоне. Индивидуальный контроль доз внешнего облучения. Порядок

		пользования средствами индивидуального дозиметрического контроля.
7	-	Активная зона - как объемный источник нейтронов деления. Средняя удельная мощность источников нейтронов. Плотность потока быстрых нейтронов на поверхности активной зоны. Интенсивность источников гамма излучения в активной зоне работающего реактора. Распределение источников захватного гамма излучения. Интенсивность гамма излучения на поверхности активной зоны. Активность теплоносителя первого контура. Проникающая способность различных видов ионизирующего излучения. Коэффициенты качества и переходные коэффициенты.
8	-	Характеристики активных зон отечественных реакторов как источников излучения. Общие понятия функции защиты. Проектирование защиты. Разделение защиты на первичную и вторичную. Эффективность защиты. Взаимосвязь эффективности ослабления излучения в первичной и вторичной защите
9	-	Многоцелевое назначение конструкций, экранов тепловой и радиационной защиты, оборудования I контура. Мощность дозы излучения на входе во вторичную защиту. Состав материалов, толщин и геометрия слоев защиты. Структура системы —источник-защита на примере ВВЭР-440, ВВЭР-1000
10	-	Типы компоновок: петлевая, блочная, интегральная. Общая характеристика их с точки зрения защиты. Различные компоновочные решения по основному оборудованию реакторной установки.
11	1	Основные нормативные документы. Непревышение установленного основного дозового предела. Исключение всякого необоснованного облучения. Снижение дозы излучения до возможно низкого уровня. Допустимая мощность дозы излучения. Проектная мощность эквивалентной дозы. Переходные коэффициенты для гамма-нейтронного излучения. Проектная мощность дозы в различных помещениях реакторной установки
		<b>Лабораторная работа №1.</b> Биологическая защита персонала и принципы нормирования уровней излучения.
12	-	Связь флюенса, плотности потока нейтронов, коэффициента использования мощности и радиационного ресурса корпуса реактора. Расчет плотности источников радиационного тепловыделения. Расчет требуемой толщины и состава металло-водной защиты.
13	-	Контрольные или проектные уровни ионизирующего излучения в помещениях реакторной установки. Характеристики основных источников ионизирующего излучения (реактора, оборудования первого контура), включая геометрические размеры и расположение в пространстве, вид и энергетический спектр ионизирующего излучения.
14	2	Контрольные или проектные уровни ионизирующего излучения в помещениях реакторной установки, учитывающие время пребывания в них обслуживающего персонала. Характеристики основных источников ионизирующего излучения (реактора, оборудования первого контура), включая геометрические размеры и расположение в пространстве, вид и энергетический спектр ионизирующего

		излучения.
		<b>Лабораторная работа №2</b> Ослабление плотности потока гамма-излучения веществом. Понятие о факторах накопления. Взаимодействие гамма-излучения с веществом. Числовой, энергетический, дозовый факторы накопления и зависимость их от энергии и оптической толщины. Расчет факторов накопления для однослойной и многослойной защиты.
15	3	Взаимодействие нейтронов с веществом. Понятие сечения выведения. Метод длин релаксаций. Метод сечения выведения. Программы с одной группой выведения. Проверка эффективности биологической защиты при пуске реактора.
		<b>Лабораторная работа №3</b> Алгоритмы и программы расчета ослабления плотности потока нейтронов в защите. Взаимодействие нейтронов с веществом. Проверка эффективности биологической защиты при пуске реактора.

**Таблица 6 – Перечень контрольных вопросов для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

**Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену**

- 1 Взаимодействие  $\gamma$ -излучений с веществом. Фотоэффект.
- 2 Взаимодействие  $\gamma$ -излучения с веществом. Комптон эффект. Образование пар.
- 3 Закон ослабления плотности потока  $\gamma$ -излучения.
- 4 Коэффициент ослабления плотности потока  $\gamma$ -излучения веществом. Зависимость коэффициента от энергии.
- 5 Понятие о факторах накопления рассеянного  $\gamma$ -излучения.
- 6 Взаимодействие нейтронов с веществом. Закон ослабления узкого пучка нейтронов.
- 7 Метод длин релаксации.
- 8 Проникающая способность различных видов ионизирующего излучения.
- 9 НРБ-96. Основные положения.
- 10 Поглощенная и эквивалентная дозы. Коэффициент качества. Единицы измерения
- 11 Общие понятия и функции защиты.
- 12 Проектирование защиты
- 13 Структура системы «источник защита»
- 14 Типы компоновок реакторных установок.
- 15 Схема внутрикорпусной защиты реактора ВВЭР-440. Первичная защита.
- 16 Взаимосвязь эффективности ослабления излучения в первичной и вторичной защите.
- 17 Биологическая защита ВВЭР-440 (рассмотреть в радиальном направлении).
- 18 Требования к эффективности защиты оборудования и материалов конструкций реакторной установки от радиационных повреждений.
- 19 Тепловая и противоактивационная защита.
- 20 Взаимосвязь оборудования и компонентов биологической защиты и последовательность расчёта её параметров.
- 21 Активность теплоносителя первого контура.
- 22 Методика расчёта радиационного тепловыделения.
- 23 Проверка эффективности защиты при пуске реактора.
- 24 Источники излучения реакторной установки.
- 25 Реактор как источник  $\gamma$ -нейтронного излучения.
- 26 Источники  $\gamma$ -излучения реакторной установки.
- 27 Алгоритмы расчёта радиационной защиты корпуса реактора.
- 28 Расчёт фактора накопления двухслойной гетерогенной защиты.
- 29 Требования к инженерным методам расчёта защиты.
- 30 Корпус реактора и внутрикорпусные конструкции. Обеспечение радиационного ресурса.



## **5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Процедуры оценивания формируемых компетенций определяют следующие нормативные документы, разработанные в НГТУ и к которым возможен доступ на сайте учебно-методического управления <https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/uchebno-metodicheskoe-upravlenie> по вкладке «Нормативные документы и локальные акты по обеспечению образовательного процесса НГТУ»:

1. Положение о фонде оценочных средств для проведения текущего контроля, промежуточной аттестации и государственной итоговой аттестации обучающихся по программам высшего образования (НГТУ ПВД-11.4/158-23).

2. Положение о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.1/30-23).

В результате изучения дисциплины «Основы проектирования защиты ядерных энергетических установок» обучающиеся должны приобрести знания, умения и навыки, сформулированные в дескрипторах достижения профессиональных компетенций ПКС-1, 6, 7 и с которыми они готовы выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 2). Оценивание формируемых компетенций ПКС-1, 6, 7 в процессе текущего контроля знаний осуществляется по критериям и показателям, приведенным в таблице 7.

**Таблица 7 – Критерии, показатели и шкала оценивания формируемых компетенций в процессе текущего контроля знаний**

Коды		Виды и номера тем занятий	Критерии оценивания компетенций	Показатели оценивания компетенций			
компетенций	индикаторов достижения компетенций			«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно»
ПКС-1 ПКС-6 ПКС-7	ИПКС-1.2 ПКС-6.2 ПКС-7.1	Проблемные лекции Семинар-диалог Работа в малых группах по темам 1 – 4	<u>Критерий 1</u> Полнота и убедительность ответа или доклада, в том числе и дополнений к ним	Студент полно, логично и без недочетов излагает в своем ответе на вопрос или докладе материал, абсолютно соответствующий темам по плану семинара	Студент излагает материал ответа на вопрос или доклада, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «5», но допускает 1–2 недочета в последовательности изложения	Студент излагает материал ответа на вопрос или доклада неполно и непоследовательно, допускает ряд недочетов в изложении и несоответствий темам по плану семинара	Студент беспорядочно и неуверенно излагает в своем ответе на вопрос или докладе материал, абсолютно не соответствующий темам по плану семинара, а также отказывается от выступления или доклада
			<u>Критерий 2</u> Степень понимания изученного материала	Студент обнаруживает глубокое понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения, применить знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, но допускает 1–2 негрубые ошибки, которые сам же исправляет	Студент обнаруживает правильное понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения, применить знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, но допускает 1–2 негрубые ошибки, которые сам же исправляет	Студент обнаруживает поверхностное понимание излагаемого материала, имеет примитивные знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, допускает ряд негрубых ошибок, которые сам не может исправить	Студент обнаруживает незнание большей части соответствующего материала ответа на вопрос или доклада по плану семинара, допускает грубые ошибки, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению дескрипторами достижения компетенции ПКС-1, 6, 7

В соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.1/30-23) по итогам текущего контроля по дисциплине в семестре преподаватель решает вопрос о возможности прохождения студентом промежуточной аттестации по дисциплине. Обучающиеся, не выполнившие минимальные требования по рабочей программе дисциплины (РПД) и имеющие до 50% пропусков занятий, получают оценку «неудовлетворительно» («не зачтено») по данной дисциплине.

Для выполнения минимальных требований по изучению дисциплины обучающиеся должны иметь только положительные оценки по текущему контролю их знаний на всех занятиях, на которых они присутствовали и выступали с докладами или сообщениями на практических семинарах, включая обязательное присутствие на коллоквиуме (при наличии).

Оценивание формируемых компетенций и по экзамену в целом осуществляется по критериям и шкале оценивания, представленным в таблицах 8,9

**Таблица 8 – Шкала оценивания формируемых компетенций в процессе промежуточной аттестации**

Компетенции	Уровень усвоения	Описание шкалы оценивания на экзамене
ИКС-1 ИКС-6 ПКС-7	Достаточный	По критерию 1 и 2 с показателями не ниже «Удовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный вопрос
	Недостаточный	По критерию 1 и 2 с показателем «Неудовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный на вопрос
ИКС-1 ИКС-6 ПКС-7 (итог по экзамену)	Достаточный	«Удовлетворительно», если компетенция усвоена на достаточном уровне
	Недостаточный	«Не удовлетворительно», если компетенция усвоена на недостаточном уровне

**Таблица 9 – Критерии оценивания**

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература, печатные и электронные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными и электронными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

**Таблица 10 – Список учебной литературы, печатных и электронных изданий**

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1.	Кирюшин, А.И. Основы проектирования защиты реакторных установок: учеб. пособие для	5

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
	вузов / А.И. Кирюшин, Е.А. Шлокин; под ред. Г.Б. Усынина. - М.: Энергоатомиздат, 1991. - 264 с.	
2.	Кирюшин, А.И. Проектирование и оптимизация биологической защиты атомных паропроизводящих установок: учеб. пособие / А.И. Кирюшин, Е.А. Шлокин; ГПИ им. А.А. Жданова. - Горький, 1981. - 64 с.	4
3.	Кирюшин, А.И. Инженерные методы расчёта и проектирования биологической защиты атомных паропроизводящих установок: учеб. пособие / А.И. Кирюшин, Е.А. Шлокин; МВ и 4 22 № п/п Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц) Количество экземпляров в библиотеке ССО РСФСР, ГПИ им. А.А. Жданова. - Горький, 1979. - 56 с.	4
4.	Машкович, В.П. Защита от ионизирующих излучений: справочник / В.П. Машкович. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1982. - 296 с.	6
5.	Альфа-радиометрия поверхностной активности: метод. указания к лаб. работам по дисц. "Методы измерения ионизирующих излучений", "Биологическая защита от ионизирующих излучений" для студ. спец. 070500 / НГТУ; сост.: Е.А. Шлокин, В.В. Иванов. - Н.Новгород, 2006. - 20 с.	32
6.	Сборник лабораторных работ по курсу «Защита от ионизирующих излучений» / НГТУ; сост.: Е.А. Шлокин, В.В. Иванов. - Н.Новгород, 2008.	Электронное издание
<b>2. Дополнительная литература</b>		
7.	Судовые ядерные реакторы (теория и расчёт): учебник для кораблестроит. вузов / М.Ф. Сойгин [и др.]. - Л.: Судостроение, 1967. - 608 с.	19
8.	Гусев, Н.Г. Защита от ионизирующих излучений: учебник для вузов. Т.1: Физические основы защиты от излучений / Н.Г. Гусев, В.П. Машкович, А.П. Суворов / под ред. Н.Г. Гусева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Атомиздат, 1980. - 462 с.	7
9.	Защита от ионизирующих излучений: учебник для вузов: в 2-х т. Ч.2: Защита от излучений ядерно-технических установок / Н.Г. Гусев [и др.] / под ред. Н.Г. Гусева. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 352 с.	5
10.	Бродер, Д.Л. Биологическая защита судовых реакторов / Д.Л. Бродер, К.К. Попков, С.М. Рубанов / под ред. Д.Л. Бродера. - Л.: Судостроение, 1964. - 412 с. 13 11.	13
11.	Иванов, В.И. Сборник задач по дозиметрии и защите от ионизирующих излучений: учебник для вузов / В.И. Иванов, В.И. Машкович. - 3-е изд., перераб. - М.: Атомиздат, 1980. - 248 с.	4

## 6.2. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям.

В помощь участникам образовательного процесса (преподавателям и студентам) в НГТУ разработаны следующие учебно-методические документы:

1) Е.Г. Ивашкин, Жукова Л.П. Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования: Учебное пособие / Е.Г. Ивашкин, Л.П. Жукова; НГТУ. – Нижний Новгород, 2014. – 80 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на сайте учебно-методического управления);

2) Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г. Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения: Учебное пособие / Т.И. Ермакова, Е.Г. Ивашкин; НГТУ. – Нижний Новгород, 2013. – 158 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на сайте учебно-методического управления);

3) Жукова Л.П. Методические рекомендации по организации аудиторной работы / Утверждены УМС НГТУ 22.04.2013. - Нижний Новгород, 2013. – 63 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на странице «Учебно-методическое управление» сайта НГТУ);

4) Ермакова Т.И. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине / Утверждены УМС НГТУ 22.04.2013. - Нижний Новгород, 2013. – 35 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на странице «Учебно-методическое управление» сайта НГТУ).

Указанные материалы размещены в электронном виде на сайте учебно-методического управления в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ».

## **7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента для выполнения следующих задач:

- оформление результатов выполнения заданий на практических занятиях;
- демонстрация дидактических материалов с использованием мультимедийных технологий;
- использование электронной образовательной среды университета;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты.

### **7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Сайт научно-технической библиотеки (НТБ):

- главная страница НТБ: <https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy>;
- электронная библиотека НГТУ: <https://library.nntu.ru/megapro/web>;
- библиотека электронных учебников: <http://fdp.nntu.ru/книжная-полка/>.

На странице «Ресурсы» сайта НТБ по соответствующим вкладкам возможен доступ к необходимым ресурсам на следующих страницах:

- «Электронная библиотека» по вкладке «Электронный каталог НГТУ»;
- «Книжная полка» по вкладке «Библиотека электронных учебников»;
- «Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>;
- «ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА» - <http://www.studentlibrary.ru/>;
- «ЮРАЙТ – образовательная платформа» - <https://biblio-online.ru/>;
- Электронно-библиотечная система TNT-ЕВООК - <https://www.tnt-ebook.ru/>.

Кроме того, со страницы «Ресурсы» сайта НТБ возможен доступ к информационно-аналитическим платформам с информацией о ведущих международных научных публикациях WebofScience и Scopus, а также к реферативным журналам, выбранным из баз данных Всероссийского института научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН) и выписываемым НТБ.

С компьютеров специализированных аудиторий НТБ (ауд. 2201, 2210, 6162) возможен доступ к внешним ресурсам:

- профессиональным справочным системам «Кодекс», «Гарант», «КонсультантПлюс», «Техэксперт»;
- Федеральному информационному фонду стандартов ФГУП «Стандартинформ».

С компьютеров сети НГТУ возможен доступ к базам данных, журналам и коллекциям электронных книг таких зарубежных издательств, как:

- платформа НЭИКОН, включающая 10 издательств;
- Elsevier (журналы FreedomCollection);
- SpringerNature (журналы и коллекции электронных книг);
- Wiley (полнотекстовая коллекция журналов);
- Questel (база данных патентного поиска OrbitIntelligencePremium).

В свободном доступе находятся:

- научная электронная библиотека ELIBRARY.RU: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>;
- научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: <https://cyberleninka.ru/journal>;
- электронно-библиотечная система издательства «Наука»: <https://www.libnauka.ru/>

- информационная система доступа к каталогам библиотек сферы образования и науки ЭКБСОН: <http://www.vlibrary.ru/>.

## 7.2. Перечень программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется программное обеспечение, указанное в таблице 12 раздела 9 настоящей РПД.

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 11 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. Информация размещена в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации»: <https://www.nttu.ru/sveden/accenv/>.

Таблица 11 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№ п/п	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1.	ЭБС «Консультант студента»	Озвучка книг и увеличение шрифта
2.	ЭБС «Лань»	Специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3.	ЭБС «Юрайт»	Версия для слабовидящих

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебный процесс по данной дисциплине обеспечен современным аудиторным и лабораторным фондом. В процессе проведения аудиторных и самостоятельных занятий преподаватели и студенты имеют возможность доступа к информационно-коммуникационной сети «Интернет», как на территории НГТУ, так и вне ее.

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Основы проектирования защиты ядерных энергетических установок» могут быть использованы материально-техническая база и программное обеспечение, представленные таблице 12.

Таблица 12 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№ п/п	Номера и наименования аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	№ 5232 Учебная аудитория для проведения лекций, семинаров, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Рабочее место студента – 46 Доска меловая; Ноутбук HP Intel® Core™ i3-5005UCPU @ 2.00GHz 2.00GHz 8 Gb; Мультимедийный проектор стационарный потолочный Epson EB-X500; Экран.	Microsoft Windows 10 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMPот 15.10.18); Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGPот 20.05.2024); MS Office 2010 MS Open License, 60853088, Academic; Adobe Acrobat Reader DC-Russian (Проприетарное ПО); 7-zip (Свободное ПО, GNULGPL); OpenOffice.org 2.3.0 Professional,

			Sun Microsystems Inc. (свободное ПО); GoogleChrome, версия 49.0.2623.87 (свободное ПО)
2	№ 5223 Измерительная лаборатория ионизирующих излучений	Рабочее место студента - 15. Спектрометрический комплекс «Прогресс» – 1 шт.; Микроскоп Микромед МЕТ-2 – 1 шт.; Комплекс технических средств для построения систем радиационного контроля "Фрегат" – 1 шт; Дозиметр – радиометр ДКС-96 – 1 шт. Дозиметр гамма и рентгеновского излучения ДКГ-09Д - 2 шт. Комплекс измерительный универсальный УИМ-Д – 1 шт.	Прикладное программное обеспечение верхнего уровня КТС «Фрегат» POMS Office Home and Business 2016

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Основными элементами структуры аудиторной работы по дисциплине являются:

- виды аудиторной работы;
- формы аудиторной работы, включающие формы ее выполнения, формы представления ее результатов и формы контроля уровня освоения компетенции ПКС-1,6,7.

Основными видами аудиторной работы студентов по данной дисциплине являются:

- работа на лекциях;
- лабораторные работы.

Формами выполнения видов аудиторной работы являются:

- лекции (семинар-диалог);
- лабораторные работы (работа в малых группах);
- консультации.

Результаты аудиторной работы представляются в следующих основных формах:

- конспекты;
- рабочие материалы;
- доклады на семинарах, тезисы выступлений.

Уровень развития компетенции ПКС-1,6,7 в результате выполнения определенных видов работы оценивается:

- на контрольном опросе по пройденному материалу (знать);
- по результатам выполнения заданий на лабораторных работах (уметь, владеть);

- при защите лабораторных работ и полученных результатах (знать, уметь).

Функциональные свойства форм аудиторной работы определены свойствами применяемых технологий, обеспечивающих изучение и освоение объема содержания дисциплины, отнесенного к определенной форме.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих образовательных технологий:

- на лекционных занятиях - проблемные лекции;
- на лабораторных работах – эксперименты, диалоги, работа в малых группах.

По итогам текущей успеваемости студент может быть аттестован на промежуточной аттестации в соответствии с разделом 5.2 настоящей РПД.

## **10.2. Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4) . Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

## **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

## **10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и

учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.



### Пример оформления экзаменационного билета

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Нижегородский государственный технический университет  
имени Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Кафедра Ядерные реакторы и энергетические установки  
Дисциплина Защита от ионизирующего излучения

#### БИЛЕТ № 8

1. Взаимодействие у-излучений с веществом. Фотоэффект.
2. Требования к эффективности защиты оборудования и материалов конструкций реакторной установки от радиационных повреждений.

*Зав. кафедрой ЯРиЭУ*

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г.

Весь комплект экзаменационных билетов по дисциплине «Численное моделирование теплофизических процессов в энергетических установках» хранится на кафедре «Ядерные реакторы и энергетические установки» в соответствии с утвержденной номенклатурой дел.

#### 11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая:

- контроль по темам лекционных занятий,
- отчеты по лабораторным работам,
- решение индивидуальных практических заданий.

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: экзамен

Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену (ПКС-1 ИПКС-1.2)

- 1 Взаимодействие у-излучений с веществом. Фотоэффект.
- 2 Взаимодействие у-излучения с веществом. Комптон эффект. Образование пар.
- 3 Закон ослабления плотности потока у-излучения.
- 4 Коэффициент ослабления плотности потока у-излучения веществом. Зависимость коэффициента от энергии.
- 5 Понятие о факторах накопления рассеянного у-излучения.
- 6 Взаимодействие нейтронов с веществом. Закон ослабления узкого пучка нейтронов.
- 7 Метод длин релаксации.
- 8 Проникающая способность различных видов ионизирующего излучения.
- 9 НРБ-96. Основные положения.
- 10 Поглощенная и эквивалентная дозы. Коэффициент качества. Единицы измерения

Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену (ПКС-6 ИПКС-6.2)

- 11 Общие понятия и функции защиты.
- 12 Проектирование защиты
- 13 Структура системы «источник защита»
- 14 Типы компоновок реакторных установок.
- 15 Схема внутрикорпусной защиты реактора ВВЭР-440. Первичная защита.
- 16 Взаимосвязь эффективности ослабления излучения в первичной и вторичной защите.
- 17 Биологическая защита ВВЭР-440 (рассмотреть в радиальном направлении).
- 18 Требования к эффективности защиты оборудования и материалов конструкций реакторной установки от радиационных повреждений.
- 19 Тепловая и противоактивационная защита.
- 20 Взаимосвязь оборудования и компонентов биологической защиты и последовательность расчёта её параметров.

Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену (ПКС-7 ИПКС-7.1)

- 21 Активность теплоносителя первого контура.
- 22 Методика расчёта радиационного тепловыделения.
- 23 Проверка эффективности защиты при пуске реактора.
- 24 Источники излучения реакторной установки.
- 25 Реактор как источник  $\gamma$ -нейтронного излучения.
- 26 Источники  $\gamma$ -излучения реакторной установки.
- 27 Алгоритмы расчёта радиационной защиты корпуса реактора.
- 28 Расчёт фактора накопления двухслойной гетерогенной защиты.
- 29 Требования к инженерным методам расчёта защиты.
- 30 Корпус реактора и внутрикорпусные конструкции. Обеспечение радиационного ресурса.

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Защита от ионизирующего излучения», реализуемую по основной образовательной программе высшего образования «Проектирование и эксплуатация атомных станций» по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» (квалификация выпускника инженер-физик), разработанную кафедрой «Ядерные реакторы и энергетические установки» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет»

Учебная дисциплина «Защита от ионизирующего излучения» представляет собой курс, в ходе изучения которого у студентов формируются профессиональные компетенции ПКС-1,6,7, прописанные в учебном плане по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг». При этом указаны требования к знаниям, умениям и навыкам, полученным в ходе изучения дисциплины, по каждой из формируемых компетенций.

Цели освоения дисциплины, соотносятся с общими целями ОП ВО по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг». В рабочей программе дано описание логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими частями ОП ВО (дисциплинами и практиками), представлены междисциплинарные связи с другими теоретическими и практико-ориентированными дисциплинами ОП ВО, к которым относятся дисциплины «Механика жидкости и газа», «Атомные электрические станции», «Проектная практика», «Ядерная физика», «Материаловедение», «Физика ядерных реакторов», «Ядерные энергетические реакторы», «Экспериментальные методы исследований», «Режимы работы атомных и тепловых электрических станций», «Надежность и долговечность элементов энергооборудования» и др.

В процессе изучения учебной дисциплины «Защита от ионизирующего излучения» студенты продолжают осваивать указанную профессиональную компетенцию, формирование которой начинается при изучении дисциплины «Механика жидкости и газа», а завершается на преддипломной практике.

Тематический план изучения дисциплины «Защита от ионизирующего излучения», образовательные технологии, оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, перечень основной и дополнительной литературы, программного обеспечения и Интернет-ресурсы, а также материально-техническое обеспечение способствуют планомерному и качественному освоению всех указанных в плане дидактических единиц. К достоинствам рабочей программы можно отнести то, что в план дисциплины включены темы, раскрывающие сущность актуальных на сегодняшний день проблем атомного машиностроения. Рецензируемая рабочая программа дисциплины «Защита от ионизирующего излучения» представлена на официальном сайте вуза, отвечает нормативным требованиям федерального и локального уровня и полностью соответствует компетентностно-квалификационной характеристике выпускника указанной ОП ВО.

Наибольшую значимость для студентов придаст привлечение к преподаванию данной учебной дисциплины представителей АО «ОКБМ Африкантов», являющимся крупным научно-производственным центром атомного машиностроения, располагающим многопрофильным конструкторским коллективом, собственной исследовательской, экспериментальной и производственной базой.

Рецензент: Семененко А.Н., начальник службы  
радиационной безопасности, НГТУ

(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

(подпись)

10 марта 2025 г.