

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ХТИ  
Р.Н. Ястребинский  
« 15 » мая 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины (модуля)

**Безопасность ядерно-энергетических установок**

направление подготовки (специальность):

**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**

Направленность программы (профиль, специализация):

**Ядерная и радиационная безопасность  
на объектах использования ядерной энергии**

Квалификация

**инженер**

Форма обучения

**очная**

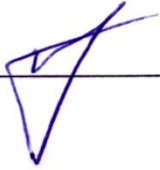
**Химико-технологический институт**

**Кафедра теоретической и прикладной химии**

Белгород – 2021


Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики, утвержденного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации 07 августа 2020 г., приказ № 913.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.


Составитель: к.т.н., доцент \_\_\_\_\_  О.Д. Едаменко

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 13 » мая 2021 г., протокол № 9

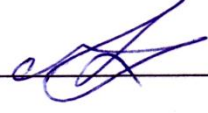
Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор \_\_\_\_\_  В.И. Павленко

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
«Теоретической и прикладной химии»

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор \_\_\_\_\_  В.И. Павленко  
« 13 » мая 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » мая 2021 г., протокол № 9

Председатель: к.т.н., доцент \_\_\_\_\_  Л.А. Порожнюк

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен планировать и осуществлять экспертизу системы радиационной безопасности объекта экономики, осуществлять контроль мероприятий по её развитию и улучшению	ПК-3.1 Обеспечивает безопасную эксплуатацию и контроль оборудования в технологических процессах ядерно-топливного цикла на объектах использования атомной энергии	<p><b>Знания:</b> основные стадии производства ядерного топливного цикла; нормативно-правовую документацию в области радиационной безопасности в сфере атомной энергетики.</p> <p><b>Умения:</b> анализировать уровень радиационной безопасности при эксплуатации оборудования в технологических процессах ядерно-топливного цикла на объектах использования атомной энергии</p> <p><b>Навыки:</b> владеть методами оценки уровня радиационной безопасности ядерно-энергетических установок.</p>
		ПК-3.2 Составляет и использует нормативно-техническую документацию в области организации мероприятий по обеспечению ядерной и радиационной безопасности на радиационно-опасных объектах	<p><b>Знания:</b> современные методики организации мероприятий по обеспечению радиационной безопасности; нормативно-техническую документацию в области радиационной безопасности.</p> <p><b>Умения:</b> анализировать состояние радиационной безопасности на радиационно-опасном объекте; разрабатывать мероприятия по улучшению контроля состояния радиационной безопасности на предприятии.</p> <p><b>навыки:</b> владеть методами обеспечения ядерной и радиационной безопасности на радиационно-опасных объектах; методами организации мер по повышению степени радиационной безопасности на предприятиях в сфере атомной энергетики</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция** ПК-3 Способен планировать и осуществлять экспертизу системы радиационной безопасности объекта экономики, осуществлять контроль мероприятий по её развитию и улучшению.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Химические реакторы
2	Безопасность ядерно-энергетических установок
3	Производственная преддипломная практика

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единицы, 108 часов.

Форма промежуточной аттестации зачет

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 10
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	36	36
лекции	17	17
лабораторные	-	-
практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	72	72
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	36	36
Расчетно-графическое задание	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	36	36
Экзамен		

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 5 Семестр 10

№ п/п	Наименование раздела	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	2	3	4	5	6
<b>1. Инженерные вопросы безопасности существующих и перспективных реакторов, барьеры безопасности</b>					
	Аварии на ЯЭУ. Проблема безопасности ЯЭУ. Цели и фундаментальные принципы обеспечения безопасности. Особенности систем, влияющих на безопасность; систем безопасности; обеспечивающих систем безопасности и др. систем ЯЭУ. Свойства безопасности реакторов.	2	2		4
<b>2. Элементы теории вероятностей.</b>					
	Независимые и несовместные события. Случайные величины. Законы распределения и числовые характеристики случайных величин. Вероятностные схемы и вычисление вероятностей событий. Элементы теории случайных процессов. Внутренние обратные связи, способы исследования устойчивости.	2	2		4
<b>3. Вероятностный анализ безопасности (ВАБ).</b>					
	Концепция риска. Уровни ВАБ. Техника построения деревьев отказов и деревьев событий. Примеры построения и использования деревьев при вероятностном анализе безопасности реакторов типа ВВЭР, РБМК, БН. Методики учета человеческого фактора. Оценки надежности элементов и систем как составная часть вероятностного анализа безопасности ЯЭУ	2	2		8
<b>4. Основные понятия теории надежности и их приложение к ядерным установкам</b>					
	Количественные характеристики надежности. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые изделия. Резервирование (элементное, функциональное, методом голосования, переключением на запасной элемент и др.). Типовые законы надежности. Учет контроля исправности, старения элементов. Нормирование надежности. Количественные характеристики надежности.	4	4		8

<b>5. Методы оценки надежности ЯЭУ.</b>				
	Методы оценки теплотехнической надежности ЯЭУ. Учет фактора целенаправленного воздействия на параметры, а также погрешностей их контроля и регулирования при оценке эксплуатационной надежности ЯЭУ. Примеры оценок эксплуатационной надежности ЯЭУ.	3	3	6
<b>6. Концепция внутренней безопасности</b>				
	Критерии безопасности. Саморегулирование как принцип обеспечения безопасности. Особенности защит и блокировок различных типов ядерных реакторов. Требования нормативных документов по безопасности (ОПБ-88, ПБЯ-РУ-АС, ТС ТОБ и др). Проекты реакторов повышенной безопасности.	4	4	6
	<b>ВСЕГО</b>	17	17	36

#### **4.2. Содержание практических (семинарских) занятий**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<b>семестр № 1</b>				
1	Инженерные вопросы безопасности существующих и перспективных реакторов, барьеры безопасности	Разбор особенностей проектирования систем, влияющих на безопасность; систем безопасности.	2	4
2	Элементы теории вероятностей.	Разбор задач на основные правила Булевой алгебры. Доказательство формулы полной вероятности.	2	4
3	Вероятностный анализ безопасности (ВАБ).	Разбор задач на усвоение понятия «Риск». Рассмотрение задач, решаемых на каждом из трех уровней ВАБ. Разбор задач на построение деревьев отказов и деревьев событий для конкретных систем АЭС	2	8
4	Основные понятия теории надежности и их приложение к ядерным установкам	Разбор задач на оценку надежности параллельного и последовательного соединения элементов, а также задачи оценки надежности систем с комбинированным резервированием.	4	8
5	Методы оценки надежности ЯЭУ.	Рассмотрение модели "нагрузка - предел работоспособности", а также методов оценки теплотехнической надежности ядерных энергетических технологий	3	6
6	Концепция внутренней безопасности	Выполнение сравнительного анализа проектных решений с	4	6

		действующими реакторами различных типов.		
			ИТОГО:	17      36

### **4.3. Содержание лабораторных занятий**

Лабораторные занятия при изучении дисциплины не предусмотрены учебным планом.

### **4.4. Содержание курсовой работы**

На выполнение курсовой работы (КР) при изучении дисциплины предусмотрено 36 часов самостоятельной работы студента.

Целью КР является закрепление теоретического материала, развитие навыков самостоятельной работы с учебной и справочной литературой, навыков самостоятельного ведения расчетов. Кроме того, задания выдаются с целью организации самостоятельной работы студентов и контроля за их выполнением со стороны преподавателя.

КР по дисциплине «Безопасность ядерно-энергетических установок» состоит из теоретической и расчётной частей. Студент сам может предложить тему для теоретической части КР, согласовав её с преподавателем. Задания для расчётной части имеют общие условия и выполняются согласно вариантам, изложенным в методических материалах. Общий объём курсовой работы 30 – 50 страниц формата А4.

КР выполняется по тематическим направлениям под руководством преподавателя дисциплины. Задание на КР выдается студенту преподавателем дисциплины и оформляется в письменном или электронном виде. Задание для курсовой работы определяет: тематическое направление; объем выполняемого задания; сроки выполнения, сдачи на проверку и защиты.

Задания разбираются на практических занятиях и защищаются в беседе с преподавателем после проверки правильности их выполнений.

Темы и задания для КР приведены в п.5.3 рабочей программы дисциплины (модуля). В качестве варианта КР обучающемуся может быть предложено участие в научной конференции, симпозиуме, конгрессе с публикацией тезиса доклада по тематическому направлению изучаемой дисциплины, либо опубликовать статью по тематическому направлению изучаемой дисциплины в научных журналах.

В процессе выполнения курсовой работы осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудиториях и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

### **4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий**

Индивидуальные домашние задания, расчётно-графические задания при изучении дисциплины не предусмотрены учебным планом.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Реализация компетенций

**Компетенция ПК-3** Способен планировать и осуществлять экспертизу системы радиационной безопасности объекта экономики, осуществлять контроль мероприятий по её развитию и улучшению.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.1 Обеспечивает безопасную эксплуатацию и контроль оборудования в технологических процессах ядерно-топливного цикла на объектах использования атомной энергии	Зачёт, выполнение и защита курсовой работы, выполнение и защита практических работ.
ПК-3.2 Составляет и использует нормативно-техническую документацию в области организации мероприятий по обеспечению ядерной и радиационной безопасности на радиационно-опасных объектах	Зачёт, выполнение и защита курсовой работы, выполнение и защита практических работ.

### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

#### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Инженерные вопросы безопасности существующих и перспективных реакторов, барьеры безопасности (ПК-3)	1. Факторы потенциальной опасности в ядерной энергетике. 2. Что такое системы, важные для безопасности? Перечислите системы безопасности, которые Вы знаете. Перечислите технические принципы построения систем безопасности и объясните их смысл. 3. Как связаны нарушения нормальной эксплуатации с нарушением пределов для параметров?
2	Элементы теории вероятностей. (ПК-3)	1. Все физические интерпретации экспоненциального распределения. 2. Физическая интерпретация распределений Пуассона, Вейбулла. Следствием чего является гауссовское распределение?
3	Вероятностный анализ безопасности (ВАБ). (ПК-3)	1. Дайте определения независимости и несовместности событий. В чем между ними разница? 2. Дайте физическую интерпретацию общего распределения Эрланга. Как связаны плотность восстановления и функция восстановления? Дайте физическую интерпретацию гамма-распределению.
4	Основные понятия теории надежности и их приложение к ядерным установкам (ПК-3)	1. Дайте качественное определение надежности. Дайте определение надежности в узком смысле. 2. Какими свойствами обладает простейший поток отказов? Объясните их смысл. Дайте определение работоспособности и отказа. 3. Назовите основные этапы расчета надежности систем.



		4. Как отличаются опасность отказа и параметр потока отказов? Запишите формулы для них и объясните их смысл. 5. Связь распределения числа восстановлений и длительности до $t$ -го восстановления. Дайте физическую интерпретацию простого, стационарного и общего процессов восстановления.
5	Методы оценки надежности ЯЭУ (ПК-3).	1. Оценка надежности системы при резервировании голосованием. Какая разница между последовательным и параллельным соединениями элементов? 2. Расчет норм надежности. Какая разница между вероятностью работоспособного состояния и надежностью в узком смысле?
6	Концепция внутренней безопасности (ПК-3)	1. Объясните смысл фундаментальных принципов управления при обеспечении безопасности РУ. Назовите и объясните смысл общих требований на АЗ для любых РУ. 2. Перечислите требования к средствам воздействия на реактивность для любых РУ. 3. Фундаментальные принципы глубокоэшелонированной защиты при обеспечении безопасности РУ. 4. Перечислите специфические требования на аварийную защиту для критических стенов.

## **5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы**

### **Примерные рекомендуемые темы теоретической части КР (ПК-3)**

#### **Концепция внутренней безопасности ЯЭУ:**

1. Цели и фундаментальные принципы обеспечения безопасности.
2. Особенности защит и блокировок различных типов ядерных реакторов.
3. Критерии безопасности ЯЭУ.
4. Концепция риска. Уровни ВАБ.
5. Техника построения деревьев отказов и деревьев событий. Примеры построения и использования деревьев при вероятностном анализе безопасности реакторов типа ВВЭР, РБМК, БН.
6. Учет человеческого фактора и отказов по общей причине. Методики учета человеческого фактора. Базы данных по вероятностям ошибок человека.
7. Оценки надежности элементов и систем как составная часть вероятностного анализа безопасности ЯЭУ
8. Количественные характеристики надежности. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые изделия.
9. Резервирование (элементное, функциональное, методом голосования, переключением на запасной элемент и др.).
10. Типовые законы надежности.
11. Учет контроля исправности, старения элементов.
12. Нормирование надежности.
13. Методы оценки теплотехнической надежности ЯЭУ.
14. Учет фактора целенаправленного воздействия на параметры, а также погрешностей их контроля и регулирования при оценке эксплуатационной надежности ЯЭУ.
15. Примеры оценок эксплуатационной надежности ЯЭУ.

## 2. Задания для расчётной части КР

**Задание 1.** Выполнить физико-нейтронный расчет гомогенного ядерного реактора на урановом горючем. Замедлитель нейтронов, высоту  $H$  и радиус  $R$  активной зоны, коэффициент размножения нейтронов  $K_{эф}^0$  принять из табл. 1. В результате расчета определить степень обогащения  $X_5^0$  горючего нуклидом  $^{235}U$ .

Таблица 1

Вариант	Замедлитель	$H, м$	$R, м$	$K_{эф}^0$	$a$
1	C	3	1,5	1,18	300
2	C	3,2	1,6	1,20	350
3	C	2,5	1,5	1,22	400
4	H <sub>2</sub> O	2,2	1,2	1,24	60
5	H <sub>2</sub> O	2	1	1,26	40
6	Be	3	1,5	1,28	350
7	Be	3,2	1,6	1,30	450
8	C	3,5	1,8	1,32	450
9	D <sub>2</sub> O	4	2	1,34	100
10	D <sub>2</sub> O	3,8	2	1,36	150

### 5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль в течение десятого семестра осуществляется в форме выполнения и защиты практических работ.

Защита практических работ возможна после проверки правильности их оформления и выполнения. Защита проводится в устной форме в течение занятия.

### Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для защиты практических работ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Инженерные вопросы безопасности существующих и перспективных реакторов, барьеры безопасности (ПК-3)	<p>Факторы потенциальной опасности в ядерной энергетике</p> <p>Что такое системы, важные для безопасности?</p> <p>Перечислите системы безопасности, которые Вы знаете?</p> <p>Какая разница между проектной и запроектной авариями?</p> <p>Как связаны нарушения нормальной эксплуатации с нарушением пределов для параметров?</p> <p>Перечислите технические принципы построения систем безопасности и объясните их смысл.</p>
2	Элементы теории вероятностей (ПК-3).	<p>Дайте физическую интерпретацию лог-нормального распределения.</p> <p>Дайте все физические интерпретации экспоненциального распределения, которые Вы знаете.</p> <p>Дайте физическую интерпретацию распределения Пуассона.</p> <p>Дайте физическую интерпретацию распределения Вейбулла.</p> <p>Следствием чего является гауссовское распределение?</p>

		<p>Дайте определения независимости и несовместности событий. В чем между ними разница?</p>
3	Вероятностный анализ безопасности (ВАБ) (ПК-3).	<p>Система дифференциальных уравнений точечной кинетики реактора.          Какими свойствами обладает простейший нестационарный поток?          Как учитываются погрешности непрерывного и периодического контроля при оценке вероятностных характеристик определяющего параметра?          Какой закон распределения могут иметь определяющие параметры в случаях саморегулирования, регулирования внешним регулятором, при отсутствии регулирования?          Как учитывается фактор целенаправленного воздействия на параметр при оценке закона распределения определяющего параметра?</p>
4	Основные понятия теории надежности и их приложение к ядерным установкам (ПК-3)	<p>Дайте качественное определение надежности.          Дайте определение надежности в узком смысле.          Какими свойствами обладает простейший поток отказов? Объясните их смысл.          Дайте определение работоспособности и отказа.          Как учитывается надежность переключателя при резервировании переключением на запасной элемент?          Что такое - альтернирующий процесс восстановления?          Назовите основные этапы расчета надежности систем.          Как отличаются опасность отказа и параметр потока отказов? Запишите формулы для них и объясните их смысл.          Как связаны распределения числа восстановлений и длительности до <math>r</math>-го восстановления?          Какая разница между последовательным и параллельным соединениями элементов?          Как оценивается надежность системы при резервировании голосованием?          Как оценить показатели надежности элементов и систем, отказов которых не наблюдалось?          Как проводится расчет норм надежности?          Какая разница между вероятностью работоспособного состояния и надежностью в узком смысле?</p>
5	Методы оценки надежности ЯЭУ (ПК-3).	<p>Назовите основные типы аварий, опасные для активной зоны реактора.          Объясните смысл фундаментальных принципов управления при обеспечении безопасности РУ.          Назовите и объясните смысл общих требований на АЗ для любых РУ.          Перечислите требования к средствам воздействия на реактивность для любых РУ.          Объясните смысл фундаментальных принципов глубокоэшелонированной защиты при обеспечении безопасности РУ.          Объясните смысл фундаментальных технических принципов при обеспечении безопасности РУ.          Перечислите специфические требования на АЗ для крит. стенов.</p>

6	Концепция внутренней безопасности (ПК-3)	Структура нормативно-технической документации по безопасности в ядерных технологиях Общие требования на средства воздействия на реактивность во всех ПБЯ. Специфические требования в ПБЯ для энергетических реакторов. Специфические требования в ПБЯ для критических сборок.
---	--	--

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
ПК-3.1 Обеспечивает безопасную эксплуатацию и контроль оборудования в технологических процессах ядерно-топливного цикла на объектах использования атомной энергии ПК-3.2 Составляет и использует нормативно-техническую документацию в области организации мероприятий по обеспечению ядерной и радиационной безопасности на радиационно-опасных объектах	
Знания	Знание основных стадий производства ядерного топливного цикла.
	Знание нормативно-правовой документации в области радиационной безопасности в сфере атомной энергетики
	Знание современных методик организации мероприятий по обеспечению радиационной безопасности
	Знание нормативно-технической документации в области радиационной безопасности.
Умения	Умение анализировать уровень радиационной безопасности при эксплуатации оборудования в технологических процессах ядерно-топливного цикла на объектах использования атомной энергии
	Умение анализировать состояние радиационной безопасности на радиационно-опасном объекте
	Умение разрабатывать мероприятия по улучшению контроля состояния радиационной безопасности на предприятии.
Навыки	Оценивает уровень радиационной безопасности ядерно-энергетических установок
	Обеспечивает ядерную и радиационную безопасность на радиационно-опасных объектах
	Организует меры по повышению степени радиационной безопасности на предприятиях в сфере атомной энергетики

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка
----------	---------------------------

	Не зачтено	Зачтено
ПК-3.1 Обеспечивает безопасную эксплуатацию и контроль оборудования в технологических процессах ядерно-топливного цикла на объектах использования атомной энергии ПК-3.2 Составляет и использует нормативно-техническую документацию в области организации мероприятий по обеспечению ядерной и радиационной безопасности на радиационно-опасных объектах		
Знание основных стадий производства ядерного топливного цикла.	Не знает основных стадий производства ядерного топливного цикла.	Знает и уверенно излагает основные стадии производства ядерного топливного цикла
Знание нормативно-правовой документации в области радиационной безопасности в сфере атомной энергетики	Не знает нормативно-правовой документации в области радиационной безопасности в сфере атомной энергетике	Знает и по существу, самостоятельно излагает сведения в области нормативно-правовой документации в области радиационной безопасности в сфере атомной энергетике
Знание современных методик организации мероприятий по обеспечению радиационной безопасности	Не знает современных методик организации мероприятий по обеспечению радиационной безопасности	Знает и уверенно применяет современные методики организации мероприятий по обеспечению радиационной безопасности
Знание нормативно-технической документации в области радиационной безопасности.	Не знает нормативно-технической документации в области радиационной безопасности	Знает и свободно ориентируется в нормативно-технической документации в области радиационной безопасности

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
ПК-3.1 Обеспечивает безопасную эксплуатацию и контроль оборудования в технологических процессах ядерно-топливного цикла на объектах использования атомной энергии ПК-3.2 Составляет и использует нормативно-техническую документацию в области организации мероприятий по обеспечению ядерной и радиационной безопасности на радиационно-опасных объектах		
Умение анализировать уровень радиационной безопасности при эксплуатации оборудования в технологических процессах ядерно-топливного цикла на объектах использования атомной энергии.	Не может анализировать уровень радиационной безопасности при эксплуатации оборудования в технологических процессах ядерно-топливного цикла на объектах использования атомной энергии или делает это с большими ошибками.	Квалифицированно, грамотно и без ошибок может анализировать уровень радиационной безопасности при эксплуатации оборудования в технологических процессах ядерно-топливного цикла на объектах использования атомной энергии
Умение анализировать состояние радиационной безопасности на радиационно-опасном объекте	Не может анализировать состояние радиационной безопасности на радиационно-опасном объекте или делает это со значительными ошибками	Квалифицированно, грамотно и без ошибок анализирует состояние радиационной безопасности на радиационно-опасном объекте.
Умение разрабатывать мероприятия по улучшению контроля состояния	Не может разрабатывать мероприятия по улучшению контроля состояния	Квалифицированно, грамотно и без ошибок разрабатывает мероприятия по улучшению

радиационной безопасности на предприятии.	радиационной безопасности на предприятии	контроля состояния радиационной безопасности на предприятии
---	--	---

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
ПК-3.1 Обеспечивает безопасную эксплуатацию и контроль оборудования в технологических процессах ядерно-топливного цикла на объектах использования атомной энергии ПК-3.2 Составляет и использует нормативно-техническую документацию в области организации мероприятий по обеспечению ядерной и радиационной безопасности на радиационно-опасных объектах		
Оценивает уровень радиационной безопасности ядерно-энергетических установок	Не способен оценивать уровень радиационной безопасности ядерно-энергетических установок	Квалифицированно и с высокой достоверностью оценивает уровень радиационной безопасности ядерно-энергетических установок
Обеспечивает ядерную и радиационную безопасность на радиационно-опасных объектах	Не способен с надлежащей надёжностью обеспечить ядерную и радиационную безопасность на радиационно-опасных объектах	Квалифицированно владеет навыками обеспечения ядерной и радиационной безопасности на радиационно-опасных объектах
Организует меры по повышению степени радиационной безопасности на предприятиях в сфере атомной энергетики	Не владеет навыками организации мер по повышению степени радиационной безопасности на предприятиях в сфере атомной энергетики	Профессионально владеет навыками организации мер по повышению степени радиационной безопасности на предприятиях в сфере атомной энергетики

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Лекционная аудитория: персональный компьютер, подключенный к сети «Интернет», мультимедийный проектор, экран с электроприводом, доска магнитно-меловая, информационные стенды.
2.	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Учебно-исследовательская лаборатория: персональные компьютеры, подключенные к сети «Интернет», проектор, раздвижной экран, телевизор, видео- и DVD- проигрыватель, информационные стенды.
3.	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Учебно-исследовательская лаборатория: персональный компьютер, подключенный к сети «Интернет», проектор, передвижной экран, информационные стенды, специализированная мебель, вытяжные шкафы.
4.	Специализированная лаборатория радиационного контроля	Специализированная мебель, информационные стенды, персональные компьютеры,

		подключенные к сети «Интернет», Альфа-бета радиометр УМФ-2000, сцинтилляционный гамма-бета- спектрометр «Прогресс», дозиметр-радиометр «ДРБП-03» с блоками детектирования, дозиметр-радиометр «ДКС-96» с блоками детектирования, радиометр радона РРА-01М-01 «Альфарад», радиометр радона «Альфарад плюс АРП», анализатор газортутный переносной АГП-01-2М. универсальный измеритель уровней электростатических полей СТ-01, измеритель параметров электрического и магнитного полей ВЕ-метр-АТ-002, универсальный прибор газового контроля УПК-ЛИМБ.
5.	Методический кабинет	Специализированная мебель; персональный компьютер, подключенный к сети «Интернет», учебно-методические комплексы дисциплин.
6.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2023г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

### 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Родненков, В. Г. Основы радиационной безопасности [Электронный ресурс] : пособие для студентов инженерно-технических специальностей / Родненков В. Г. - Минск : ТетраСистемс, 2011. - 208 с. Режим доступа: [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=78468](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=78468)

2. Едаменко О.Д. Защита от ионизирующих излучений: учеб. пособие / О.Д. Едаменко, Р.Н. Ястребинский, Н.И. Черкашина. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. – 82 с.

3. Павленко В.И. Источники ионизирующих излучений / В.И. Павленко, О.Д.

Едаменко, Н.И. Черкашина. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. – 244 с.

4. Лавданский, П. А. Технология, оборудование и безопасность объектов ядерной энергетики [Электронный ресурс] : учебное пособие / Лавданский П. А. - Москва : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2010. - 70 с. - Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

4. Сапожников, Ю. А. Радиоактивность окружающей среды. Теория и практика: учеб. пособие / Ю. А. Сапожников, Р. А. Алиев, С. Н. Калмыков. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. - 286 с.

5. Мархоцкий, Я. Л. Основы радиационной безопасности населения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Мархоцкий Я. Л. - Минск : Вышэйшая школа, 2011. - 224 с. Режим доступа <http://www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9789850624284-SCN0001.html>

6. Голашвили Т.В. Справочник нуклидов-4. – М. Изд. дом МЭИ, 2010 59с.

7. Черняев А.П. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом : учеб. пособие / А. П. Черняев. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 151 с.

8. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности. ОСПОРБ-99. Санитарные правила СП 2.6.1.79-999. 2.6.1. Ионизирующее излучение. Радиационная безопасность : утв. 27 дек. 1999 г. - Введ. с 01.07.2000. - М. : НПК "Апрохим", 2000. - 90 с.

9. Нормы радиационной безопасности «НРБ-2009». –М.: Госкомсанэпиднадзор. 2009. -120 с.

10. Дорожко, С. В. Защита населения и объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность : в 3-х ч. / С. В. Дорожко, В. П. Бубнов, В. Т. Пустовит. - Минск : ДИКТА. Ч. 3 : Радиационная безопасность : пособие. - 4-е изд., перераб. и доп. - 2008. - 307 с.

#### **6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

1. Министерство науки и высшего образования РФ: <http://minobrnauki.gov.ru>
2. Российское образование ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ПОРТАЛ: <http://www.edu.ru>
3. Сайт НТБ БГТУ им. В.Г. Шухова: <http://ntb.bstu.ru>
4. Электронно-библиотечная система «IPRBooks»: <http://www.iprbookshop.ru>
5. Электронная библиотечная система издательства «Лань»: <http://e.lanbook.com>
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru/>
7. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» (Библиоклуб.ру): <http://biblioclub.ru/>
8. Концерн Росэнергоатом: <https://www.rosenergoatom.ru>
9. государственная корпорация Роскосмос: <https://www.roscosmos.ru>
10. НПП ДОЗА: <https://www.doza.ru>