

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

СОГЛАСОВАНО  
Директор института  
магистратуры

  
Ярмоленко И.В.  
«15» мая 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор химико-технологического  
института

  
Ястребинский Р.Н.  
«15» мая 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины (модуля)

**«Безопасность ядерно-энергетических установок»**

направление подготовки (специальность):

**20.04.01 Техносферная безопасность**

Направленность программы (профиль, специализация):

**Радиационная и электромагнитная безопасность**

Квалификация

**магистр**

Форма обучения

**очная**

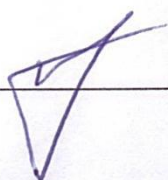
Институт: **Химико-технологический**

Кафедра: **Теоретической и прикладной химии**

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура, по направлению подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность», утвержденного Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации 25 мая 2020 года № 678
- 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-1 Способен планировать и контролировать работы в области ядерной, радиационной и экологической безопасности, в том числе, в соответствии с действующей нормативно-правовой базой	ПК-1.3 Составляет и использует нормативно-техническую документацию в области организации мероприятий по обеспечению ядерной и радиационной безопасности на радиационно-опасных объектах	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен иметь:</p> <p><b>Знания:</b> нормативно-правовой документации в области радиационной безопасности в сфере атомной энергетики.</p> <p><b>Умения:</b> использовать нормативно-техническую и правовую документацию для поддержания состояния радиационной безопасности на радиационно-опасных объектах.</p> <p><b>Навыки:</b> составления нормативно-технической документации для повышения степени радиационной безопасности на объектах атомной энергетики.</p>
	ПК-2 Способен оценивать и анализировать результаты контроля состояния безопасности объектов использования атомной энергии и разрабатывать мероприятия по её улучшению	ПК-2.2 Обеспечивает безопасную эксплуатацию и контроль состояния оборудования в технологических процессах ядерно-топливного цикла атомной энергетики	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен иметь:</p> <p><b>Знания:</b> основных стадий производства ядерного топливного цикла; допустимых и нормируемых уровней воздействия радиации на персонал и окружающую среду</p> <p><b>Умения:</b> контролировать степень радиационной безопасности при проведении технологических процессов производства ядерно-топливного цикла.</p> <p><b>Навыки:</b> работы с приборами и оборудованием, используемым в области радиационной безопасности на производстве ядерно-топливного цикла.</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ПК-1** Способен планировать и контролировать работы в области ядерной, радиационной и экологической безопасности, в том числе, в соответствии с действующей нормативно-правовой базой

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Информационные технологии в сфере безопасности
2	Технология материалов атомной энергетики
3	Безопасность ядерно-энергетических установок
4	Законодательство в ядерной отрасли
5	Производственная эксплуатационная практика

**2. Компетенция ПК-2** Способен оценивать и анализировать результаты контроля состояния безопасности объектов использования атомной энергии и разрабатывать мероприятия по её улучшению

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Дозиметрия и контроль
2	Безопасность ядерно-энергетических установок
3	Кондиционирование и утилизация радиоактивных отходов
4	Радиохимия и технология изотопов
5	Методы защиты от ионизирующих излучений

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Форма промежуточной аттестации экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	55	55
лекции	17	17
лабораторные	-	-
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	4	4
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	125	125
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	36	36
Расчетно-графическое задание	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	53	53
Экзамен	36	36

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

#### Курс 2 Семестр 1

№ 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	4		8
<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	4		10
<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	4		10
<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	8		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	6		8
<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	8		9
<b>ВСЕГО</b>		17	34		53

#### 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.	4	8
2	Элементы теории вероятностей.	Разбор задач на основные правила Булевой алгебры. Доказательство формулы полной вероятности.	4	10
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	4	10
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.	8	8
5	Методы оценки надежности ЯЭУ.	Рассмотрение модели "нагрузка - предел работоспособности", а также методов оценки теплотехнической надежности ядерных энергетических технологий	6	8

6	Концепция внутренней безопасности	Выполнение сравнительного анализа проектных решений с действующими реакторами различных типов.	8	9
ИТОГО:			34	53

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные занятия при изучении дисциплины не предусмотрены учебным планом.

### 4.4. Содержание курсовой работы (ПК-1, ПК-2)

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-1** Способен планировать и контролировать работы в области ядерной, радиационной и экологической безопасности, в том числе, в соответствии с действующей нормативно-правовой базой.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.3 Составляет и использует нормативно-техническую документацию в области организации мероприятий по обеспечению ядерной и радиационной безопасности на радиационно-опасных объектах	Экзамен, выполнение и защита курсовой работы, выполнение и защита практических работ.

**Компетенция ПК-2** Способен оценивать и анализировать результаты контроля состояния безопасности объектов использования атомной энергии и разрабатывать мероприятия по её улучшению

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.2 Обеспечивает безопасную эксплуатацию и контроль состояния оборудования в технологических процессах ядерно-топливного цикла атомной энергетики	Экзамен, 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 экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Инженерные вопросы безопасности существующих и перспективных реакторов, барьеры безопасности (ПК-1)	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-1)	1. Все физические интерпретации экспоненциального распределения. 2. Физическая интерпретация распределений Пуассона, Вейбулла. Следствием чего является гауссовское распределение?
3	Вероятностный	1. Дайте определения независимости и несовместности

	анализ безопасности (ВАБ). (ПК-1)	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-2)	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 $r$ -го восстановления. Дайте физическую интерпретацию простого, стационарного и общего процессов восстановления.
5	Методы оценки надежности ЯЭУ. (ПК-2)	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-2)	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 глубоководной 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-1, ПК-2)

##### 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

- ливаемые 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 (ПК-1, ПК-2)

**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 седьмого и восьмого 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-1)	Факторы потенциальной опасности в ядерной энергетике Что такое системы, важные для безопасности? Перечислите системы безопасности, которые Вы знаете? Какая разница между проектной и запроектной авариями? Как связаны нарушения нормальной эксплуатации с нарушением пределов для параметров?

		Перечислите технические принципы построения систем безопасности и объясните их смысл.
2	Элементы теории вероятностей. (ПК-1)	<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-1)	<p>Система дифференциальных уравнений точечной кинетики реактора.</p> <p>Какими свойствами обладает простейший нестационарный поток?</p> <p>Как учитываются погрешности непрерывного и периодического контроля при оценке вероятностных характеристик определяющего параметра?</p> <p>Какой закон распределения могут иметь определяющие параметры в случаях саморегулирования, регулирования внешним регулятором, при отсутствии регулирования?</p> <p>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-2)	<p>Дайте качественное определение надежности.</p> <p>Дайте определение надежности в узком смысле.</p> <p>Какими свойствами обладает простейший поток отказов?</p> <p>Объясните их смысл.</p> <p>Дайте определение работоспособности и отказа.</p> <p>Как учитывается надежность переключателя при резервировании переключением на запасной элемент?</p> <p>Что такое - альтернирующий процесс восстановления?</p> <p>Назовите основные этапы расчета надежности систем.</p> <p>Как отличаются опасность отказа и параметр потока отказов? Запишите формулы для них и объясните их смысл.</p> <p>Как связаны распределения числа восстановлений и длительности до <math>r</math>-го восстановления?</p> <p>Какая разница между последовательным и параллельным соединениями элементов?</p> <p>Как оценивается надежность системы при резервировании голосованием?</p> <p>Как оценить показатели надежности элементов и систем, отказов которых не наблюдалось?</p> <p>Как проводится расчет норм надежности?</p> <p>Какая разница между вероятностью работоспособного состояния и надежностью в узком смысле?</p>
5	Методы оценки надежности ЯЭУ. (ПК-2)	<p>Назовите основные типы аварий, опасные для активной зоны реактора.</p> <p>Объясните смысл фундаментальных принципов управления при обеспечении безопасности РУ.</p>

		<p>Назовите и объясните смысл общих требований на АЗ для любых РУ.</p> <p>Перечислите требования к средствам воздействия на реактивность для любых РУ.</p> <p>Объясните смысл фундаментальных принципов глубоко-эшелонированной защиты при обеспечении безопасности РУ.</p> <p>Объясните смысл фундаментальных технических принципов при обеспечении безопасности РУ.</p> <p>Перечислите специфические требования на АЗ для крит. стендов.</p>
6	Концепция внутренней безопасности (ПК-2)	<p>Структура нормативно-технической документации по безопасности в ядерных технологиях</p> <p>Общие требования на средства воздействия на реактивность во всех ПБЯ.</p> <p>Специфические требования в ПБЯ для энергетических реакторов.</p> <p>Специфические требования в ПБЯ для критических сборок.</p>

#### 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
Знания	Знание нормативно-правовой документации в области радиационной безопасности в сфере атомной энергетики.
	Знание основных стадий производства ядерного топливного цикла
	Знание допустимых и нормируемых уровней воздействия радиации на персонал и окружающую среду
Умения	Умение использовать нормативно-техническую и правовую документацию для поддержания состояния радиационной безопасности на радиационно-опасных объектах.
	Умение контролировать степень радиационной безопасности при проведении технологических процессов производства ядерно-топливного цикла
Навыки	Составляет нормативно-техническую документацию для повышения степени радиационной безопасности на объектах атомной энергетики
	Работает с приборами и оборудованием, используемыми в области радиационной безопасности на производстве ядерно-топливного цикла

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

### Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
ПК-1 Способен планировать и контролировать работы в области ядерной, радиационной и экологической безопасности, в том числе, в соответствии с действующей нормативно-правовой базой ПК-1.3 Составляет и использует нормативно-техническую документацию в области организации мероприятий по обеспечению ядерной и радиационной безопасности на радиационно-опасных объектах				
Знание нормативно-правовой документации в области радиационной безопасности в сфере атомной энергетики.	Не знает нормативно-правовой документации в области радиационной безопасности в сфере атомной энергетики	Частично излагает либо допускаются неточности при изложении нормативно-правовой документации в области радиационной безопасности в сфере атомной энергетики.	По существу, самостоятельно излагает нормативно-правовой документации в области радиационной безопасности в сфере атомной энергетики, но допускает незначительные ошибки.	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает нормативно-правовой документации в области радиационной безопасности в сфере атомной энергетики.
Знание основных стадий производства ядерного топливного цикла	Не знает основных стадий производства ядерного топливного цикла	Частично излагает либо допускаются неточности при изложении основных стадий производства ядерного топливного цикла	По существу, самостоятельно излагает основные стадии производства ядерного топливного цикла, но допускает незначительные ошибки.	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает основные стадии производства ядерного топливного цикла
ПК-2 Способен оценивать и анализировать результаты контроля состояния безопасности объектов использования атомной энергии и разрабатывать мероприятия по её улучшению ПК-2.2 Обеспечивает безопасную эксплуатацию и контроль состояния оборудования в технологических процессах ядерно-топливного цикла атомной энергетики				
Знание допустимых и нормируемых уровней воздействия радиации на персонал и окружающую среду	Не знает допустимых и нормируемых уровней воздействия радиации на персонал и окружающую среду	Частично излагает либо допускаются неточности при изложении допустимых и нормируемых уровней воздействия радиации на персонал и окружающую среду	По существу, самостоятельно излагает допустимых и нормируемых уровней воздействия радиации на персонал и окружающую среду, но допускает незначительные ошибки.	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает допустимых и нормируемых уровней воздействия радиации на персонал и окружающую среду

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
ПК-1 Способен планировать и контролировать работы в области ядерной, радиационной и экологической безопасности, в том числе, в соответствии с действующей нормативно-правовой базой ПК-1.3 Составляет и использует нормативно-техническую документацию в области организации мероприятий по обеспечению ядерной и радиационной безопасности на радиационно-опасных объектах				
Умение использовать	Не может использовать	Допускает неточности и	Правильно, но с небольшими не-	Квалифицированно, грамотно и без

нормативно-техническую и правовую документацию для поддержания состояния радиационной безопасности на радиационно-опасных объектах.	нормативно-техническую и правовую документацию для поддержания состояния радиационной безопасности на радиационно-опасных объектах.	ошибки при использовании нормативно-технической и правовой документации для поддержания состояния радиационной безопасности на радиационно-опасных объектах.	точностями использует нормативно-техническую и правовую документацию для поддержания состояния радиационной безопасности на радиационно-опасных объектах.	ошибок использует нормативно-техническую и правовую документацию для поддержания состояния радиационной безопасности на радиационно-опасных объектах.
ПК-2 Способен оценивать и анализировать результаты контроля состояния безопасности объектов использования атомной энергии и разрабатывать мероприятия по её улучшению ПК-2.2 Обеспечивает безопасную эксплуатацию и контроль состояния оборудования в технологических процессах ядерно-топливного цикла атомной энергетики				
Умение контролировать степень радиационной безопасности при проведении технологических процессов производства ядерно-топливного цикла	Не может контролировать степень радиационной безопасности при проведении технологических процессов производства ядерно-топливного цикла	Допускает неточности и ошибки при контроле степени радиационной безопасности при проведении технологических процессов производства ядерно-топливного цикла.	Правильно, но с небольшими неточностями проводит контроль степени радиационной безопасности при проведении технологических процессов производства ядерно-топливного цикла	Квалифицированно, грамотно и без ошибок проводит контроль степени радиационной безопасности при проведении технологических процессов производства ядерно-топливного цикла

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
ПК-1 Способен планировать и контролировать работы в области ядерной, радиационной и экологической безопасности, в том числе, в соответствии с действующей нормативно-правовой базой ПК-1.3 Составляет и использует нормативно-техническую документацию в области организации мероприятий по обеспечению ядерной и радиационной безопасности на радиационно-опасных объектах				
Составляет нормативно-техническую документацию для повышения степени радиационной безопасности на объектах атомной энергетики	Не владеет навыками составления нормативно-технической документации для повышения степени радиационной безопасности на объектах атомной энергетики	С дополнительной помощью владеет навыками составления нормативно-технической документации для повышения степени радиационной безопасности на объектах атомной энергетики	Владеет необходимыми навыками составления нормативно-технической документации для повышения степени радиационной безопасности на объектах атомной энергетики	Квалифицированно владеет навыками составления нормативно-технической документации для повышения степени радиационной безопасности на объектах атомной энергетики
ПК-2 Способен оценивать и анализировать результаты контроля состояния безопасности объектов использования атомной энергии и разрабатывать мероприятия по её улучшению ПК-2.2 Обеспечивает безопасную эксплуатацию и контроль состояния оборудования в тех-				

но-логических процессах ядерно-топливного цикла атомной энергетики				
Работает с приборами и оборудованием, используемыми в области радиационной безопасности на производстве ядерно-топливного цикла	Не владеет навыками работы с приборами и оборудованием, используемыми в области радиационной безопасности на производстве ядерно-топливного цикла	С дополнительной помощью владеет навыками работы с приборами и оборудованием, используемыми в области радиационной безопасности на производстве ядерно-топливного цикла	Владеет необходимыми навыками корректной работы с приборами и оборудованием, используемыми в области радиационной безопасности на производстве ядерно-топливного цикла.	Квалифицированно владеет навыками корректной работы с приборами и оборудованием, используемыми в области радиационной безопасности на производстве ядерно-топливного цикла

## 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 электри-



		ческого и магнитного полей ВЕ-метр-АТ-002, универсальный прибор газового контроля УПГК-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»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 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.

5. 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.

6. 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>

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

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

9. 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.

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

11. 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>