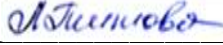


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
ядерной физики

 Титова Л. В.  
16.06.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.04.01 Природоохранные технологии на АЭС**

**1. Код и наименование специальности:**

14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг

**2. Специализация:**

Проектирование и эксплуатация атомных станций

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

**4. Форма обучения:** очная

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

кафедра ядерной физики

**6. Составители программы:**

к.ф.-м.н., доц. Алейников Алексей Николаевич, д.ф.-м.н., доц. Любашевский Дмитрий  
Евгеньевич

**7. Рекомендована:**

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

**8. Учебный год:** 2027/2028

**Семестр(ы):** А

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- подготовка выпускника к производственно-технологической деятельности в области эксплуатации современного высокоэффективного оборудования атомных станций с соблюдением требований защиты окружающей среды и безопасности производства; подготовка выпускника к самостоятельному обучению и освоению новых профессиональных знаний и умений, непрерывному профессиональному самосовершенствованию

*Задачи учебной дисциплины:*

- обучить выпускника грамотно осуществлять комплекс технических, санитарно-гигиенических и организационных мероприятий по охране окружающей среды и человека при проектировании, строительстве и эксплуатации атомных станций (АС).

- усвоение основных положений дисциплины о вредных факторах, возникающих при эксплуатации теплоэнергетического оборудования и способах их подавления и минимизации;

- овладение методами определения характеристик выбросов и сбросов теплоэнергетических предприятий и их влияния на окружающую среду;

- приобретение практических навыков нормирования выбросов, сбросов, радиационной безопасности и плате за вредные выбросы и сбросы.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина Природоохранные технологии на АЭС относится к дисциплине (модулю) по выбору вариативной части блока Б1.

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

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-7	Способен делать оценку ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации ядерных энергетических установок, а также при обращении с ядерным топливом и другими отходами	ПК-7.1	Знает принципы и нормы обеспечения ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации ядерных энергетических установок	Знать: источники образования отходов в ядерном топливном цикле, методы и средства радиационного мониторинга в зоне действия АС.  Уметь: проводить анализ и оценку степени экологического воздействия АС, производить расчет выбросов и сбросов АС; обоснованно представлять преимущества атомной энергетики
ПК-8	Способен выполнять индивидуальный дозиметрический контроль облучения персонала организации атомной отрасли, обрабатывать результаты радиационного контроля	ПК-8.1	Знает основные свойства радиационного излучения и методы их регистрации, способы защиты от ионизирующих излучений	Владеть: опытом применения требований отраслевых стандартов
		ПК-8.2	Знает принцип действия, конструкции и правила	

	организации атомной отрасли		технической эксплуатации средств дозиметрического контроля и детекторов ионизирующих излучений
		ПК-8.4	Применяет методики измерения параметров ионизирующего излучения, проводит статистическую обработку полученных результатов

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

**Форма промежуточной аттестации – зачет с оценкой**

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		А семестр
Аудиторные занятия	80	80
в том числе:	лекции	48
	практические	16
	лабораторные	16
Самостоятельная работа	100	100
в том числе: курсовая работа (проект)		
Форма промежуточной аттестации	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой
Итого:	180	180

**13.1. Содержание дисциплины**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Введение	Социальная значимость дисциплины. Влияние технического прогресса на экологический процесс. Перспективы развития экологически безопасных АС в регионе. Содержание и построение курса	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308</a>
1.2	Влияние объектов энергетики на человека и окружающую среду	Сравнение воздействия различных топливных циклов на окружающую среду. Концепция экологической безопасности АС. Влияние радиоактивных отходов на человека и окружающую среду. Внутренний и внешний пути облучения человека.	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308</a>
1.3	Ограничения выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду	Допустимые уровни выбросов и сбросов. Расчет допустимых концентраций (ДК) и предельно допустимых концентраций (ПДК) радионуклидов и химических веществ в атмосферном воздухе и воде водоемов. Определение предельно-допустимого выброса (ПДВ) и допустимого сброса (ДС) АС.	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308</a>

1.4	Источники образования отходов в ядерном топливном цикле и основные принципы защиты окружающей среды	Источники образования отходов в ядерном топливном цикле. Классификация радиоактивных отходов АС. Специфика условий эксплуатации АС.	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308</a>
1.5	Технологии очистки газоаэрозольного выброса и защитного газа	Характеристика газоаэрозольного выброса. Очистка технологических сдувок от РБГ. Способ фронтальной радиохроматографии. «Вечные» колонны. Эффективность радиохроматографической системы (РХГС). Способы охлаждения и осушки очищаемого газа. Схемы РХГС очистки технологических газов на АС с реакторами ВВЭР и РБМК. Очистка от РБГ защитного газа на АС с реакторами на быстрых нейтронах. Очистка технологических сдувок от йода и аэрозолей. Типы аэрозольных фильтров, эффективность их работы. Очистка вентиляционных выбросов. Системы вентиляции АС. Аэродинамика помещений АС. Специальная вентиляция, технологическая вентиляция, общеобменная вентиляция. Системы очистки вентиляционного воздуха АС. Вентиляционные трубы атомных электростанций. Пути совершенствования систем очистки технологических газов и вентиляционного воздуха АЭС.	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308</a>
1.6	Рассеивание вредных выбросов в атмосферном воздухе	Строение атмосферы. Уравнение турбулентной диффузии при рассеивании радионуклидов. Форма факела выброса. Влияние различных факторов на эффективность рассеивания выброса в атмосферном воздухе.	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308</a>
1.7	Защита водных ресурсов от загрязнений жидкими отходами	Очистка жидких радиоактивных отходов. Основная технологическая схема очистки сбросных вод, содержащих радионуклиды. Выбор схем дезактивации сбросных вод в зависимости от состава загрязнений. Перспективы совершенствования очистки радиоактивных сбросных вод. Распространение жидких радиоактивных сбросов в водоеме-охладителе. Распространение трития в водоеме охладителя и атмосфере.	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308</a>
1.8	Тепловое загрязнение водоемов и шум при работе АС	Масштабы потребления воды при охлаждении конденсаторов турбин. Допустимые температуры воды в естественных водоемах и водостоках. Способы ограничения температур сбросной и смешанной воды. Перспективы применения различных способов охлаждения. Использование сбросного тепла АС. Источники шума, методы его снижения.	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308</a>
1.9	Системы обращения с жидкими и твердыми радиоактивными отходами	Требования безопасности при проектировании и эксплуатации систем обращения с радиоактивными отходами. Кондиционирование радиоактивных отходов. Отверждение жидких радиоактивных отходов. Переработка радиоактивных отходов. Хранение жидких радиоактивных отходов. Захоронение радиоактивных отходов.	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308</a>
1.10	Обращение с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ)	Концепции обращения с ОЯТ. Временное хранение ОЯТ на АС. Транспортировка ОЯТ. Длительное хранение ОЯТ. Переработка, обращение с РАО от переработки ОЯТ.	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308</a>
1.11	Радиационный контроль окружающей среды	Радиационная обстановка в России. Радиационная обстановка в районах размещения действующих АС. Методы и приборы	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308</a>

		радиационного контроля окружающей среды. Контроль загрязнений в почве. Контроль выбросов в атмосферу. Контроль сбросов в водоемы. Радиационный экологический мониторинг в районе АС. Автоматизированная система контроля радиационной обстановки АСКРО. Предотвращение загрязнения окружающей среды при аварийных ситуациях на АС. Фактические данные по последствиям аварий на АС. Анализ радиационной обстановки в России и Томской области	
<b>2. Практические занятия</b>			
2.1	Влияние объектов энергетики на человека и окружающую среду	Измерение радиоактивности источника ионизирующего излучения.	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308</a>
2.2	Ограничения выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду	Определение радионуклидного состава пробы почвы и оценка активности отдельных выявленных радионуклидов в пробе на гамма-спектрометре.	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308</a>
2.3	Источники образования отходов в ядерном топливном цикле и основные принципы защиты окружающей среды	Измерение плотности потока радона с поверхности земли	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308</a>
2.4	Рассеивание вредных выбросов в атмосферном воздухе	Изучение методов и приборов радиационного контроля выбросов в атмосферу и сбросов в водоемы.	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308</a>
2.5	Защита водных ресурсов от загрязнений жидкими отходами	Измерение альфа-, бета-активности воды с целью контроля ее качества	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308</a>
2.6	Тепловое загрязнение водоемов и шум при работе АС	Мониторинг радиационной обстановки Воронежской области в автоматизированной системе контроля радиационной обстановки (АСКРО ТО).	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308</a>
<b>3. Лабораторные занятия</b>			
3.1	Влияние объектов энергетики на человека и окружающую среду	Лабораторная работа №1.	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308</a>
3.2	Ограничения выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду	Лабораторная работа №2.	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308</a>
3.3	Источники образования отходов в ядерном топливном цикле и основные принципы защиты окружающей среды	Лабораторная работа №3.	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308</a>
3.4	Рассеивание вредных выбросов в атмосферном воздухе	Лабораторная работа №4.	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308</a>
3.5	Защита водных ресурсов от загрязнений жидкими отходами	Лабораторная работа №5.	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308</a>
3.6	Тепловое загрязнение водоемов и шум при работе АС	Лабораторная работа №6.	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29308</a>

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

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная	Всего

					работа	
1.	Введение	2			4	6
2.	Влияние объектов энергетики на человека и окружающую среду	4	2	2	10	18
3.	Ограничения выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду	4	2	2	10	18
4.	Источники образования отходов в ядерном топливном цикле и основные принципы защиты окружающей среды	4	2	2	10	18
5.	Технологии очистки газоаэрозольного выброса и защитного газа	6			10	16
6.	Рассеивание вредных выбросов в атмосферном воздухе	4	2	2	10	18
7.	Защита водных ресурсов от загрязнений жидкими отходами	4	4	4	10	22
8.	Тепловое загрязнение водоемов и шум при работе АС	6	4	4	10	24
9.	Системы обращения с жидкими и твердыми радиоактивными отходами	6			10	16
10.	Обращение с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ)	4			8	12
11.	Радиационный контроль окружающей среды	4			8	12
	Итого:	48	16	16	100	180

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

Студентам на лекциях необходимо вести подробный конспект и стараться понять материал курса. Для полного понимания материала следует активно использовать консультации. Для самостоятельного изучения разделов курса, рекомендованных преподавателем, необходимо пользоваться основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами.

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

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

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

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

## а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Россман, Г. И. Хранение и захоронение радиоактивных отходов / Г. И. Россман, Г. И. Быховский, Б. Г. Самсонов; Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья имени Н. М. Федоровского. — Москва: ВИМС, 2004. — 240 с.: ил. — Минеральное сырье; N 15. — Библиогр.: с. 228-240.. — ISBN 5-901837-07-X.
2.	Тепловые и атомные электростанции: справочник / под ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина. — 4-е изд., стер. — Москва: Изд-во МЭИ, 2007. — 648 с.: ил. — Теплоэнергетика и теплотехника: справочная серия: в 4 кн.; Кн. 3. — Библиогр.: с. 639. — Предметный указатель: с. 640-644.. — ISBN 978-5-383-00018-2.

## б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3.	Кузнецов, Владимир Михайлович. Вывод из эксплуатации объектов использования атомной энергии: учебное пособие / В. М. Кузнецов, Х. Д. Чеченов, В. С. Никитин; Российская академия наук (РАН), Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова (ИИЕТ); Звездочка; Московская финансово-юридическая академия (МФЮА). — Москва: НИПКЦ Восход-А, 2009. — 628 с.
4.	Саломатов, Владимир Васильевич. Природоохранные технологии на тепловых и атомных электростанциях / В. В. Саломатов. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006. — 853 с.: ил. — Монографии НГТУ. — Библиография в конце глав.. — ISBN 5-7782-0572-4
5.	Кузнецов, Владимир Михайлович. Ядерная опасность. Основные проблемы и современное состояние безопасности предприятий ядерного топливного цикла Российской Федерации / В. М. Кузнецов; Российская демократическая партия "Яблоко" / В. М. Кузнецов; Российская демократическая партия "Яблоко". — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: ЭПИцентр, 2003. — 464 с.: ил. — Библиогр.: с. 290-292. — Список сокращений: с. 394-396.. — ISBN 5-89069-061-2.7.11.
6.	Коростелев Д.П. Обработка радиоактивных вод и газов на АЭС. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 216 с.
7.	Двухименный В.А. и др. Системы очистки воздуха от аэрозольных частиц на АЭС. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 88 с.
8.	Копылов А.С., Верховский Е.И. Спецводоочистка на атомных электростанциях. - М.: Высшая школа, 1988. - 208 с.

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

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

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

№ п/п	Источник
1.	Мадоян А.А., Власик В.Ф. Вентиляция атомных электростанций. М.: Энергоатомиздат, 1984.

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

При проведении занятий по дисциплине используются следующие образовательные технологии:

- активные и интерактивные формы проведения занятий;
- компьютерные технологии при проведении занятий;
- презентационные материалы и технологии при объяснении материала на лекционных и практических занятиях;
- специализированное оборудование при проведении лабораторных работ;

– разбор конкретных ситуаций при постановке целей и задач к разработке прикладных программ, при выборе программного обеспечения по установленным критериям, при разработке программ по предусмотренным алгоритмам и метода.

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

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

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лаборатория им. Л.Н. Сухотина

Специализированная мебель, ноутбук, проектор

Microsoft Windows 7, Windows 10

LibreOffice, Adobe Reader

Лаборатория

Специализированная мебель, Комплект учебного оборудования "Работа насосов различных типов"

Типовой комплект учебного оборудования "Механика жидкости -гидравлический удар".

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

Лабораторный гамма-спектрометрический комплекс кафедры ядерной физики ВГУ.

Компьютерный класс, помещение для самостоятельной работы

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

Microsoft Windows 10, LibreOffice, Adobe Reader

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

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Введение	ПК-7 ПК-8	ПК-7.1 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.4	Отчеты по лабораторным работам, устный опрос по вопросам к зачету
2.	Влияние объектов энергетики на человека и окружающую среду			
3.	Ограничения выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду			
4.	Источники образования отходов в ядерном топливном цикле и основные принципы защиты окружающей среды			
5.	Технологии очистки газоаэрозольного выброса и защитного газа			
6.	Рассеивание вредных выбросов в атмосферном воздухе			
7.	Защита водных ресурсов от загрязнений жидкими отходами			



№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
8.	Тепловое загрязнение водоемов и шум при работе АС			
9.	Системы обращения с жидкими и твердыми радиоактивными отходами			
10.	Обращение с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ)			
11.	Радиационный контроль окружающей среды			
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой				Пункт 20.2 Перечень вопросов к зачету

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

### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

#### Перечень лабораторных работ:

Лабораторная работа №1. Измерение радиоактивности источника ионизирующего излучения.

Лабораторная работа №2. Определение радионуклидного состава пробы почвы и оценка активности отдельных выявленных радионуклидов в пробе на гамма-спектрометре.

Лабораторная работа №3. Измерение плотности потока радона с поверхности земли

Лабораторная работа №4. Изучение методов и приборов радиационного контроля выбросов в атмосферу и сбросов в водоемы.

Лабораторная работа №5. Измерение альфа-, бета-активности воды с целью контроля ее качества

Лабораторная работа №6. Мониторинг радиационной обстановки Воронежской области в автоматизированной системе контроля радиационной обстановки.

### 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

#### Перечень вопросов к зачету:

1. Перспективы развития экологически безопасных АС в России.
2. Концепция экологической безопасности АС.
3. Влияние радиоактивных отходов на человека и окружающую среду.
4. Внутренний и внешний пути облучения человека.
5. Допустимые уровни выбросов и сбросов.
6. Расчет допустимых концентраций (ДК) и предельно допустимых концентраций (ПДК) радионуклидов и химических веществ в атмосферном воздухе и воде водоемов. Определение предельно-допустимого выброса (ПДВ) и допустимого сброса (ДС) АС.
7. Источники образования отходов в ядерном топливном цикле. Классификация радиоактивных отходов АС.
8. Специфика условий эксплуатации АС.
9. Характеристика газоаэрозольного выброса. Очистка технологических сдувок от РБГ.
10. Способ фронтальной радиохроматографии. «Вечные» колонны.

11. Эффективность радиохроматографической системы (РХГС). Способы охлаждения и осушки очищаемого газа.
12. Схемы РХГС очистки технологических газов на АС с реакторами ВВЭР и РБМК. Очистка от РБГ защитного газа на АС с реакторами на быстрых нейтронах.
13. Очистка технологических сдувок от йода и аэрозолей.
14. Типы аэрозольных фильтров, эффективность их работы.
15. Очистка вентиляционных выбросов. Системы вентиляции АС.
16. Аэродинамика помещений АС. Специальная вентиляция, технологическая вентиляция, общеобменная вентиляция. Системы очистки вентиляционного воздуха АС.
17. Вентиляционные трубы атомных электростанций.
18. Пути совершенствования систем очистки технологических газов и вентиляционного воздуха АЭС.
19. Строение атмосферы. Влияние различных факторов на эффективность рассеивания выброса в атмосферном воздухе.
20. Очистка жидких радиоактивных отходов.
21. Основная технологическая схема очистки сбросных вод, содержащих радионуклиды. Выбор схем дезактивации сбросных вод в зависимости от состава загрязнений.
22. Масштабы потребления воды при охлаждении конденсаторов турбин. Допустимые температуры воды в естественных водоемах и водостоках.
23. Способы ограничения температур сбросной и смешанной воды.
24. Перспективы применения различных способов охлаждения. Использование сбросного тепла АС.
25. Требования безопасности при проектировании и эксплуатации систем обращения с радиоактивными отходами.
26. Кондиционирование радиоактивных отходов.
27. Отверждение жидких радиоактивных отходов.
28. Переработка радиоактивных отходов.
29. Хранение жидких радиоактивных отходов.
30. Захоронение радиоактивных отходов.
31. Концепции обращения с ОЯТ.
32. Временное хранение ОЯТ на АС.
33. Транспортировка ОЯТ.
34. Длительное хранение ОЯТ.
35. Переработка, обращение с РАО от переработки ОЯТ.
36. Радиационная обстановка в России. Радиационная обстановка в районах размещения действующих АС.
37. Методы и приборы радиационного контроля окружающей среды.
38. Радиационный экологический мониторинг в районе АС. Автоматизированная система контроля радиационной обстановки АСКРО.
39. Предотвращение загрязнения окружающей среды при аварийных ситуациях на АС.

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

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

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

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

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

### Пример контрольно-измерительного материала (КИМ)

УТВЕРЖДАЮ

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

Направление подготовки:

14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг.

Дисциплина: Б1.В.ДВ.04.01 Природоохранные технологии на АЭС

Вид контроля: Зачет с оценкой.

#### Контрольно-измерительный материал №1

1. Концепция экологической безопасности АС.
2. Требования безопасности при проектировании и эксплуатации систем обращения с радиоактивными отходами

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