

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
ядерной физики

 /Титова Л.В./ 13.06.2024г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.05.01 Вывод из эксплуатации энергоблоков**

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

14.04.02 Ядерные физика и технологии

2. Профиль подготовки/специализация:

Физика атомного ядра и частиц

3. Квалификация выпускника: магистр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

кафедра ядерной физики

6. Составители программы:

Ст. преподаватель, Работкин Владимир Александрович

7. Рекомендована:

Научно – методическим советом физического факультета, протокол №6 от 13.06.2024

8. Учебный год: 2025/2026

Семестр(ы): 4

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- изучить ключевые проблемы, возникающие на заключительной стадии жизненного цикла АЭС и связанные с подготовкой к выводу и выводом из эксплуатации блоков атомных станций.

Задачи учебной дисциплины:

- знать основные нормативно-правовые, организационные и технические аспекты комплексного рассмотрения вопросов подготовки и вывода из эксплуатации блоков АЭС;
- знать основные принципы обеспечения радиационной безопасности при проведении работ по выводу из эксплуатации блоков АЭС, а также обращения с образующимися отходами;
- знать и понимать данные по объемам и уровню активности отходов, образующихся при демонтаже конструкций типовых реакторов ВВЭР-440, ВВЭР-1000 и РБМК-1000;
- знать исторический опыт вывода блоков АЭС из эксплуатации, накопленный за рубежом и в России.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части, формируемой участниками образовательных отношений.

## 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 оценивать риск и определять меры безопасности для ядерных установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения	ПК-7.3	Знает физические основы и принципы управления реактором, требования, предъявляемые к надежности и безопасности работы реактора, конструкции ядерных энергетических реакторов (ЯЭР) ВВЭР, РБМК, БН и перспективных проектов	<p>Знать: требования, предъявляемые к безопасности при планировании и выполнении работ по выводу блоков АЭС из эксплуатации.</p> <p>Уметь: обосновать выбор варианта вывода из эксплуатации блока АЭС, проводить оценку мощности дозы и активности оборудования и радиоактивных отходов при выводе блока АЭС из эксплуатации; самостоятельно разбираться в методиках расчета мощности дозы; выбирать методы демонтажа и дезактивации оборудования</p> <p>Владеть: навыками обоснования выбора технических решений при выводе из эксплуатации блока АЭС,</p>
Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения

ПК-8	Способен обеспечивать радиационный контроль и экологически безопасную эксплуатацию ядерных энергетических установок с применением технических средств радиационного контроля ЯЭУ и АЭС и вести индивидуальный дозиметрический контроль персонала	ПК-8.6	Знает биологическое действие излучений на организм, основные сведения о природных и антропогенных радионуклидах в окружающей среде, тенденции в развитии энергетики, в том числе ядерной энергетики, радиационной безопасности и охране окружающей среды при эксплуатации АЭС, защитных мероприятиях и мерах по преодолению последствий при авариях на объектах атомной энергетики, организации и проведении радиационного мониторинга производственных объектов и окружающей среды	<p>Знать: законодательную и нормативнотехническую базу регулирования вывода блоков АЭС из эксплуатации в России, методы и приборы измерения мощности дозы от различных источников ионизирующего излучения, методы измерения активности радиоактивных отходов.</p> <p>Уметь: определять различные виды излучения с помощью технических средств радиационного контроля</p> <p>Владеть: навыками безопасного обращения с радиоактивными отходами, образующимися при снятии блока АЭС с эксплуатации.</p>
------	--	--------	---	---

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час — 2/72.

Форма промежуточной аттестации - зачет

### 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			4 семестр
Аудиторные занятия		36	
в том числе:	лекции	24	24
	практические	12	12
	лабораторные		
Самостоятельная работа		36	36
в том числе: курсовая работа (проект)			

Контроль	36	36
Форма промежуточной аттестации	Зачет	Зачет
Итого:	72	72

### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции			
1.1	Организационнотехнические и правовые аспекты вывода АЭС из эксплуатации	<p>Жизненный цикл АЭС. Учет требований по выводу из эксплуатации на стадиях размещения, проектирования и сооружения и эксплуатации АЭС. Особенности вывода блоков АЭС из эксплуатации. Ключевые проблемы вывода из эксплуатации блоков АЭС. Базовые варианты вывода из эксплуатации блоков АЭС их преимущества и недостатки. Факторы, определяющие выбор варианта вывода из эксплуатации блока АЭС. Законодательная и нормативно-техническая базы регулирования вывода блоков АЭС из эксплуатации в России. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Санитарные нормы и правила. Развитие концептуальных основ вывода блоков АЭС из эксплуатации в России. Рекомендации МАГАТЭ по выводу АЭС из эксплуатации</p>	-
1.2	Радиационно-физические факторы, учитываемые при выводе блоков АЭС из эксплуатации	<p>Источники ионизирующего излучения. Радиоактивность материалов оборудования, строительных и защитных конструкций реакторных установок блоков АЭС. Наведенная активность, источники активационного излучения, мощность дозы активационного излучения. Источники активационного излучения в строительных и защитных материалах. Радиоактивное загрязнение технологических контуров реакторных установок блоков АЭС. Исследования остаточной радиоактивности оборудования, строительных и защитных конструкций на остановленных блоках АЭС.</p>	-

1.3	Подготовка блоков АЭС к выводу из эксплуатации	<p>Мероприятия, реализуемые при подготовке блока АЭС к выводу из эксплуатации. Мероприятия по планированию вывода из эксплуатации, осуществляемые на стадиях размещения, проектирования и сооружения блока АЭС.</p> <p>Мероприятия, выполняемые на стадии эксплуатации до окончательного останова блока АЭС.</p> <p>Мероприятия, выполняемые после окончательного останова блока АЭС. Разработка мероприятий по обеспечению работоспособности систем и оборудования, используемых при выводе из эксплуатации блока АЭС. Разработка мероприятий по мониторингу и обеспечению физической защиты при выводе из эксплуатации блока АЭС. Разработка мероприятий по обращению с РАО, образующимися при выводе из эксплуатации блока АЭС. Процедура лицензирования при выводе из эксплуатации блока АЭС.</p> <p>Состав и содержание основных документов, обосновывающих подготовку к выводу и вывод блока АЭС из эксплуатации. Программа вывода блока АЭС из эксплуатации. Программа обеспечения качества при выводе блока АЭС из</p>	-
-----	--	--	---

		<p>эксплуатации. Проект вывода блока АЭС из эксплуатации. Отчет по обоснованию безопасности при выводе блока АЭС из эксплуатации</p>	
1.4	Проведение комплексного инженерного и радиационного обследования при выводе блоков АЭС их эксплуатации	<p>Роль комплексного обследования в процедуре вывода блоков АЭС из эксплуатации. Основные задачи, требования к организации и порядку проведения комплексного инженерного и радиационного обследования. Организационнотехнические и методические особенности проведения конкретных видов обследования, выполняемых в рамках КИРО. Цели и задачи комплексного инженерного обследования. Организация и проведение комплексного инженерного обследования. Методы проведения инструментального инженерного обследования. Приборные средства проведения визуального и инструментального инженерных обследований. Цели и задачи комплексного радиационного обследования. Объекты комплексного радиационного обследования. Контролируемые параметры при проведении комплексного радиационного обследования. Методики, методы и средства проведения комплексного радиационного обследования. Порядок подготовки и содержание отчета по результатам комплексного инженерного и радиационного обследования блока АЭС. Цели и задачи заключительного комплексного обследования при выводе из эксплуатации блоков АЭС.</p>	-

1.5	Демонтаж при выводе из эксплуатации блоков АЭС	<p>Особенности планирования, проектирования и проведения демонтажных работ при выводе из эксплуатации блоков АЭС. Нормативное регулирование организации и ведения демонтажных работ. Технологии и средства технологического оснащения при выполнении демонтажных работ. Способы демонтажа и фрагментации оборудования. Способы демонтажа и разрушения строительных конструкций.</p> <p>Автоматизированные и роботизированные средства технологического оснащения демонтажных работ.</p> <p>Технические и технологические решения по демонтажу оборудования и конструкций при выводе из эксплуатации блоков АЭС. Решения по демонтажу высокоактивного оборудования реакторных установок. Решения по демонтажу крупногабаритного технологического оборудования реакторных установок. Решения по демонтажу радиоактивно загрязненного оборудования вспомогательных систем. Решения по демонтажу оборудования машинного зала. Решения по фрагментации демонтированного оборудования. Решения по демонтажу железобетонных и бетонных строительных конструкций. Подготовка вспомогательных систем и оборудования, обеспечивающих выполнение демонтажных работ. Обеспечение радиационной безопасности при выполнении демонтажных работ.</p>	-
1.6	Дезактивация при выводе из эксплуатации блоков АЭС	<p>Цели дезактивации при выводе блоков АЭС из эксплуатации. Классификация способов дезактивации. Жидкостные способы дезактивации. Струйная дезактивация. Дезактивация химическими реагентами. Пенная дезактивация. Паровая дезактивация. Жидкостная дезактивация в</p>	-

		<p>поле ультразвука. Безжидкостные способы дезактивации  Дезактивация стиркой.  Электрохимическая дезактивация.  Газодинамический способ дезактивации. Дезактивация вакуумированием. Дезактивация полимерными покрытиями. Дезактивация крацеванием. Критерии для принятия решения о целесообразности проведения дезактивации. Объекты дезактивации на выводимых из эксплуатации блоках АЭС. Преддемонтажная дезактивация внутренних и внешних поверхностей оборудования и помещений. Дезактивация фрагментов демонтированного оборудования. Приведение помещений и боксов блока АЭС в радиационно безопасное состояние. Проведение контурной дезактивации оборудования реакторных установок. Проведение преддемонтажной дезактивации оборудования реакторных установок. Дезактивация демонтированного оборудования и его фрагментов. Дезактивация тепломеханического и емкостного оборудования. Дезактивация электротехнического оборудования и кабельного хозяйства. Дезактивация строительных конструкций и технологических помещений. Дезактивация радиоактивно загрязненного грунта на территории площадок выводимых из эксплуатации блоков АЭС. Технологии дезактивации, применяемые при выводе из эксплуатации блоков № 1 и 2 Нововоронежской АЭС. Основные тенденции развития технологий дезактивации.</p>	
1.7	<p>Обеспечение радиационной безопасности при выводе блоков АЭС из эксплуатации</p>	<p>Основные цели и задачи обеспечения радиационной безопасности. Радиационная обстановка при работе блока АЭС на мощности. Радиационная обстановка на блоке АЭС, остановленном для вывода из эксплуатации. Радиоактивные аэрозоли. Системы вентиляции и газоочистки и их модернизация в процессе вывода блока АЭС из эксплуатации. Примеры установок подавления аэрозольной активности.  Формирование индивидуальной дозы облучения персонала. Процедура ALARA. Аварии при выводе из эксплуатации блоков АЭС. Радиационный контроль при выводе из эксплуатации блоков АЭС. Принципы построения автоматизированной системы радиационного контроля.</p>	-

1.8	Обращение с отходами при выводе блоков АЭС из эксплуатации	Источники образования отходов при выводе блоков АЭС из эксплуатации. Классификация радиоактивных отходов. Нормативно-правовая база, регулирующая обращение с радиоактивными отходами. Критерии отнесения твердых, жидких и газообразных отходов к РАО. Стратегия обращения с радиоактивными отходами на АЭС. Способы переработки жидких радиоактивных отходов. Способы переработки твердых радиоактивных отходов. Кондиционирование радиоактивных отходов, виды контейнеров для размещения кондиционированных РАО. Особенности обращения с РАО при выводе из эксплуатации блоков АЭС. Оценка объема РАО, образующихся при демонтаже реакторных конструкций РУ ВВЭР и РБМК. Методы и средства измерения радиационных характеристик, демонтируемых оборудования и строительных конструкций.	-
		Методы и средства контроля радиоактивности отходов и упаковок с отходами. Организация выходного радиационного контроля отходов и упаковок с отходами. Радиационный контроль отходов и материалов при их освобождении от регулирующего контроля.	
1.9	Практический опыт вывода блоков АЭС из эксплуатации	Анализ опыта планирования и вывода из эксплуатации блоков АЭС за рубежом. Текущее состояние дел по подготовке и выводу из эксплуатации блоков АЭС. Основные задачи и результаты создания Опытно-демонстрационного и инженерного центра по выводу из эксплуатации. Развитие работ по выводу из эксплуатации блоков № 1, 2 НВАЭС. Технологический парк ОДИЦ.	
2. Практические занятия			
2.1	Обеспечение радиационной безопасности при выводе блоков АЭС из эксплуатации	Статистическая оценка результатов радиационного контроля. Расчет активности радионуклида в источнике. Расчет мощности дозы от точечного радионуклидного источника. Расчет мощности дозы от радиоактивного пятна. Радиационное обследование места планируемого проведения радиационно-опасных работ. Радиометрия общей альфа- и бета-активности на воздушных фильтрах. Контроль поверхностного загрязнения.	
2.2	Обращение с отходами при выводе блоков АЭС из эксплуатации	Гамма-спектрометрия в лабораторных условиях. Определение удельной активности радионуклидов в строительных материалах и почве.	



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

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)					
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Контроль	Всего
1	Организационнотехнические и правовые аспекты вывода АЭС из эксплуатации	4			4		8
2	Радиационнофизические факторы, учитываемые при выводе блоков АЭС из эксплуатации	2			4		6
3	Подготовка блоков АЭС к выводу из эксплуатации	2			4		6
4	Проведение комплексного инженерного и радиационного обследования при выводе блоков АЭС их эксплуатации	2			4		6
5	Демонтаж при выводе из эксплуатации блоков АЭС	2			4		6
6	Деактивация при выводе из эксплуатации блоков АЭС	2			4		6
7	Обеспечение радиационной безопасности при выводе блоков АЭС из эксплуатации	4	6		4		14
8	Обращение с отходами при выводе блоков АЭС из эксплуатации	4	6		4		14
9	Практический опыт вывода блоков АЭС из эксплуатации	2			4		6
	Итого:	24	12		36		72

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

Изложение материала преподавателем необходимо вести в форме, доступной для понимания. Для улучшения усвоения учебного материала необходимо применять традиционные и современные технические средства обучения. Для самостоятельного изучения отведено время на все разделы курса.

Студентам на лекциях необходимо вести подробный конспект и стараться понять материал курса, не стесняться задавать преподавателю вопросы для углубленного понимания конкретных проблем курса. Для полного понимания материала следует активно использовать консультации. Для самостоятельного изучения разделов курса, рекомендованных преподавателем, необходимо пользоваться основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами.

15. **Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины** (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников) а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). М.: Минздрав России, 2009.
2	СП 2.6.1.2612-10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010). М.: Минздрав России, 2010.
3	СП 2.6.1.2205-07. Обеспечение радиационной безопасности при выводе из эксплуатации блока атомной станции (СП ВЭ БАС-07). М.: Минздрав России, 2007.
4	Асмолов В. Г. Основы обеспечения безопасности АЭС : учебное пособие для студентов вузов, [обучающихся по направлению подготовки "Ядерная энергетика и теплофизика"] / В.Г. Асмолов, В.Н. Блинков, О.Г. Черников ; Нац. исслед. ун-т "МЭИ" .— Москва : Издательство МЭИ, 2014 .— 151 с.
5	Основы вывода из эксплуатации блоков атомных электрических станций: учеб.-метод. пособие / Б.К. Былкин, И.А. Енговатов, Ю.А. Зверков и др.; под общей ред. П.Л. Ипатов, А.А. Дементьева и Ю.М. Семченкова. — М.: Издательский дом МЭИ, 2019. — 504 с. ISBN 978-5-383-01384-4
6	Машкович В.П. Защита от ионизирующих излучений. — 4-е изд., перераб. и доп. / В.П. Машкович, А.В. Кудрявцева. М.: Энергоатомиздат, 1995.
7	Санитарные правила обращения с радиоактивными отходами (СПОРО-2002/2013). М.: Минздрав России, 2002.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
8	РД ЭО 1.1.2.01.0013-2014. Подготовка и вывод из эксплуатации блока атомной станции. Основные положения. М.: Концерн «Росэнергоатом», 2014.
9	Концепция подготовки и вывода из эксплуатации блоков атомных станций АО «Концерн Росэнергоатом». М.: АО «Концерн Росэнергоатом», 2017.
10	Былкин Б.К. Вывод из эксплуатации реакторных установок / Б.К. Былкин, И.А. Енговатов. М.: МГСУ, 2014.
11	Кимель Л.Р. Защита от ионизирующих излучений: справочник / Л.Р. Кимель, В.П. Машкович. М.: Атомиздат, 1972.

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

№ п/п	Ресурс
12	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ
13	<a href="https://edu.vsu.ru">https://edu.vsu.ru</a> – Электронный университет ВГУ
14	URL: <a href="http://www.atomic-energy.ru/list/articles">http://www.atomic-energy.ru/list/articles</a> – Сайт российского атомного сообщества.

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

(учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов направления 14.04.02. Ядерная физика и технологии, - Вахтель В.М., Титова Л.В. – ВГУ. 2018. – 17 с.

**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 методам

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:**

<p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 30</p>	<p>Специализированная мебель, ноутбук 15,6" DNS (0164925), проектор EPSON EB-X11, переносной экран для проектора на штативе ScenMedia Aplo-T Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019 LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/aboutus/licenses/">https://www.libreoffice.org/aboutus/licenses/</a>) Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>
<p>Лаборатория (для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации (г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 32)</p>	<p>Специализированная мебель, установка для изучения космических лучей ФПК -01 с телескопом газоразрядных детекторов, установка для изучения космических лучей с телескопом сцинтилляционных детекторов, установка для изучения взаимодействия бета-излучения с веществом (газоразрядный блок детектирования; высоковольтный блок питания ПСО2-08А; пересчетный прибор ПСО2-4), установка</p>
	<p>для изучения взаимодействия нейтронного излучения с веществом (газоразрядный блок детектирования СИ-8Б; высоковольтный блок; пересчетный прибор ПСО2-4; счетчик импульсов СЧМ-16), установка дозиметрического контроля УИМ2-2 с блоками детектирования БДМГ-08Р и БДБ2-03. Индивидуальные дозиметры для измерения мощности дозы гамма-излучения и интенсивности потока бета-излучения. Радиометр МКС для измерения плотности потока бета- и альфаизлучения.</p>

<p>Лаборатория (для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации) (г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 33)</p>	<p>Специализированная мебель, полупроводниковый гамма-спектрометр (полупроводниковый детектор ДГДК-50; предусилитель ПУ-Г-1К; спектрометрический блок СУ05-П1; осциллограф С12-55), полупроводниковый альфа-спектрометр (форвакуумный насос ВЕСОOL ВС-VP-215; вакуумная камера; полупроводниковый детектор ДКПс-125; предусилитель CR-150; крейт КАМАК; спектрометрический усилитель 1101; высоковольтный блок 1904), установки для изучения параметров и характеристик газоразрядных счетчиков (крейт ВЕКТОР; газоразрядный блок детектирования СИ-8Б (СБТ-10); высоковольтный блок питания БНВ-30-01; пересчетный прибор ПС 024; осциллограф С12-55) (2 шт.), установка для изучения параметров и характеристик сцинтилляционного детектора (крейт ВЕКТОР; сцинтилляционный блок детектирования БДЭГ-20Р; спектрометрический усилитель БУИ-3К; высоковольтный блок питания БНВ-30-01; пересчетный прибор ПС02-4; осциллограф С12-55)</p>
<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 31</p>	<p>Ноутбук 15,6" DNS (0164925), проектор EPSON EB-X11, переносной экран для проектора на штативе ScenMedia Apllo-T</p>
<p>Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 40/5</p>	<p>Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационнообразовательную среду университета Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019 LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/aboutus/licenses/">https://www.libreoffice.org/aboutus/licenses/</a>) Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>) Mozilla Firefox (бесплатное и/или свободное ПО) (лицензия: <a href="https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/">https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/</a>)</p>

## 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.	Темы 1-9	ПК-7	ПК-7.3	Контрольные работы, собеседование
2	Темы 1-9	ПК-8	ПК-8.6	Контрольные работы, собеседование
Промежуточная аттестация форма контроля - зачет				Пункт 20.2.1 Вопросы 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:

Собеседование, контрольная работа

Перечень заданий для контрольных работы:

Пример заданий для контрольной работы №1:

#### Вариант 1

1. Каким образом должны учитываться вопросы вывода из эксплуатации на стадиях проектирования, сооружения и эксплуатации блока АЭС?
2. Сформулируйте основные положения концепции вывода из эксплуатации блоков АЭС в России.
3. Какие мероприятия по подготовке к выводу из эксплуатации должны осуществляться после окончательного останова блока АЭС?
4. Для каких видов строительных работ можно использовать песок, в котором при измерении установлены удельные активности  $A(^{238}\text{U})=30$  Бк/кг,  $A(^{232}\text{Th})=30$  Бк/кг,  $A(^{40}\text{K})=400$  Бк/кг.

## Вариант 2

1. Опишите основные источники ионизирующего излучения на окончательно остановленных блоках АЭС.
2. Какими основными радионуклидами определяется наведенная активность конструкционных, защитных и строительных материалов?
3. Опишите особенности мероприятий по обеспечению работоспособности систем и оборудования блока АЭС, которые используются при проведении работ по его выводу из эксплуатации.
4. Для каких видов строительных работ можно использовать песок, в котором при измерении установлены удельные активности  $A(^{238}\text{U})=80$  Бк/кг,  $A(^{232}\text{Th})=100$  Бк/кг,  $A(^{40}\text{K})=100$  Бк/кг.

Пример заданий для контрольной работы №2:

## Вариант 1

1. Перечислите жидкостные способы дезактивации оборудования АЭС.
2. Какие методы переработки и кондиционирования твердых РАО применяются на российских АЭС?
3. Рассчитать МЭД от источника  $^{60}\text{Co}$  активностью  $10^8$  Бк на расстоянии 1 м при использовании защитного экрана из бетона толщиной 20 см.
4. Определить слой защиты из бетона от источника  $^{137}\text{Cs}$ , создающего МЭД 10 мЗв/час, для рабочего помещения постоянного пребывания персонала группы А.

## Вариант 2

1. Безжидкостные способы дезактивации
2. Определите основные этапы обращения с РАО на российских АЭС.
3. Рассчитать МЭД от источника  $^{137}\text{Cs}$  активностью  $10^9$  Бк на расстоянии 0,5 м при использовании защитного экрана из бетона толщиной 10 см.
4. Определить слой защиты из стали от источника  $^{137}\text{Cs}$ , создающего МЭД 20 мЗв/час, для рабочего помещения временного пребывания персонала группы А.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное и глубокое знание учебно-программного материала на уровне количественной характеристики, владение основными понятиями дисциплины. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя.	Повышенный уровень	Зачтено
Полное знание учебно-программного материала на основе качественной характеристики. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя.	Базовый уровень	Зачтено
Знание основных понятий, рассматриваемых в рамках данного курса.	Пороговый уровень	Зачтено
Знание основного программного материала на основе феноменологической характеристики, допускающее погрешности в ответах. Способность скорректировать ответ под руководством преподавателя.	–	Не зачтено

## 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Собеседование по вопросам к зачету

### 20.2.1. Перечень вопросов к зачету:

Дайте определение жизненного цикла АЭС.

1. Какова роль стадии вывода из эксплуатации в жизненном цикле блоков АЭС?
2. Каким образом должны учитываться вопросы вывода из эксплуатации на стадиях проектирования, сооружения и эксплуатации блока АЭС?
3. Каковы особенности вывода из эксплуатации блоков АЭС?
4. Какие федеральные законы и нормативные документы определяют основы регулирования вывода из эксплуатации блоков АЭС в России?
5. Сформулируйте основные положения концепции вывода из эксплуатации блоков АЭС в России.
6. Изложите особенности развития концептуальных основ вывода из эксплуатации блоков АЭС в России.
7. Сформулируйте основные рекомендации МАГАТЭ по выводу из эксплуатации АЭС.
8. В чем заключается отличие вывода из эксплуатации блоков АЭС от вывода из эксплуатации общепромышленных предприятий?
9. Опишите роль выбора конструкционных, защитных и строительных материалов при выводе из эксплуатации блоков АЭС.
10. Опишите основные источники ионизирующего излучения на окончательно остановленных блоках АЭС.

11. Какими основными радионуклидами определяется наведенная активность конструкционных, защитных и строительных материалов?
12. Какие ядерные реакции приводят к активации конструкционных материалов?
13. Каково влияние исходного химического состава материалов на наведенную активность реакторных конструкций РУ ВВЭР и РБМК?
14. Какими могут быть уровни мощности дозы активационного излучения вблизи реакторных конструкций на момент окончательного останова блоков АЭС с ВВЭР и РБМК?
15. Какие факторы влияют на радиоактивность строительных и защитных конструкций реакторных установок блоков АЭС?
16. Чем определяется поверхностное радиоактивное загрязнение оборудования технологических контуров реакторных установок блоков АЭС?
18. Какие мероприятия по планированию вывода из эксплуатации должны выполняться на стадиях размещения, проектирования, сооружения и эксплуатации блока АЭС?
19. Какие мероприятия по подготовке к выводу из эксплуатации должны проводиться до окончательного останова блока АЭС?
20. Какие мероприятия по подготовке к выводу из эксплуатации должны осуществляться после окончательного останова блока АЭС?
21. Опишите особенности мероприятий по обеспечению работоспособности систем и оборудования блока АЭС, которые используются при проведении работ по его выводу из эксплуатации.
22. Укажите особенности мероприятий по обращению с РАО при выводе из эксплуатации блока АЭС.
23. Опишите особенности процедуры лицензирования при выводе из эксплуатации блока АЭС.
24. Определите цели и назначения разработки программы и проекта вывода из эксплуатации блока АЭС.
25. Определите цель и назначение разработки программы обеспечения качества при выводе блока АЭС из эксплуатации.
26. Определите цель и назначение разработки отчета по обоснованию безопасности при выводе блока АЭС из эксплуатации.
27. Дайте определение термину КИРО.
28. Опишите роль КИРО в проблеме вывода из эксплуатации блоков АЭС.
29. Сформулируйте основные цели и задачи КИРО для вывода из эксплуатации блоков АЭС.
30. Опишите основные объекты, подлежащие КИРО при выводе из эксплуатации блоков АЭС.
31. Сформулируйте цели и задачи инженерного обследования выводимого из эксплуатации блока АЭС.
32. Сформулируйте цели и задачи радиационного обследования выводимого из эксплуатации блока АЭС.
33. Каковы основные методы проведения инженерного обследования выводимого из эксплуатации блока АЭС?
34. Опишите основные методы проведения радиационного обследования выводимого из эксплуатации блока АЭС.
35. Определите состав программы КИРО для вывода из эксплуатации блока АЭС
36. Опишите назначение и состав отчета по результатам КИРО для вывода из эксплуатации блока АЭС.
37. Опишите особенности планирования демонтажных работ, выполняемых при выводе из эксплуатации блоков АЭС.
38. Каковы специфические условия реализации технологических процессов демонтажных работ при выводе из эксплуатации блоков АЭС?
39. Какое влияние на проектирование технологического процесса демонтажа оборудования оказывает уровень радиационного фона в помещениях блока АЭС и какова классификация этих помещений?
40. Укажите основные документальные источники исходной информации для проектирования технологических процессов демонтажных работ при выводе из эксплуатации блоков АЭС.



41. Какие результаты комплексного обследования необходимы для проектирования и выполнения демонтажных работ при выводе из эксплуатации блока АЭС?
42. Какими нормативными документами и санитарными правилами следует руководствоваться при разработке технологических процессов демонтажных работ при выводе из эксплуатации блоков АЭС?
43. Опишите преимущества и недостатки выполнения демонтажа оборудования целиком, крупными или мелкими фрагментами.
44. Опишите преимущества и недостатки термических и механических способов резки при демонтаже оборудования выводимого из эксплуатации блока АЭС.
45. Какие технические и технологические решения следует использовать при демонтаже высокоактивного оборудования реакторных установок?
46. Какие методы разрушения строительных конструкций применяются при выводе из эксплуатации блоков АЭС?
47. Опишите особенности выполнения подготовительных и вспомогательных операций при выполнении демонтажных работ.
48. Какие технологические и технические решения следует реализовывать для снижения дозовых нагрузок на персонал при выполнении демонтажа радиоактивного оборудования?
49. Каковы источники радиоактивного загрязнения поверхностей оборудования и помещений АЭС?
50. Назовите цели дезактивации оборудования и строительных конструкций при выводе из эксплуатации блоков АЭС.
51. Опишите классификацию способов дезактивации.
52. Сформулируйте принцип ALARA.
53. Назовите основные способы дезактивации, применяемые при выводе из эксплуатации блоков АЭС.
54. Назовите цели проведения преддемонтажной дезактивации оборудования при выводе из эксплуатации блоков АЭС.
55. Какие методы применяются для дезактивации СИЗ?
56. Опишите принцип работы ЭХД.
57. Какова последовательность проведения работ по дезактивации с момента останова блока АЭС до приведения его помещений в радиационно безопасное состояние?
58. Определите перспективные направления совершенствования технологий дезактивации при выводе из эксплуатации блоков АЭС.
59. Дайте определение терминам «радиационная безопасность» и «радиационный контроль».
60. Каковы цели и задачи радиационного контроля на АЭС?
61. Назовите различия воздействий радиации на персонал блока АЭС при его эксплуатации на мощности и при его выводе из эксплуатации.
62. Что такое дозозатраты?
63. В чем причина введения зональности и категоричности помещений на АЭС?
64. Какие источники определяют радиационную обстановку в помещениях блока АЭС при его работе на мощности и при его выводе из эксплуатации?
65. От чего зависит изменение во времени радиационной обстановки после окончательного останова блока АЭС?
66. Как образуются радиоактивные аэрозоли и в чем заключается их опасность при выводе из эксплуатации блоков АЭС?
67. Что такое «горячая» частица?
68. Назовите принципы обеспечения радиационной безопасности.
69. Сформулируйте принцип ALARA.
70. Каковы основные задачи организации радиационного контроля при выводе из эксплуатации блоков АЭС?
71. Опишите мероприятия по обеспечению радиационной безопасности, которые следует выполнять при выводе из эксплуатации блоков АЭС.

72. Опишите мероприятия по охране окружающей среды, которые следует выполнять при выводе из эксплуатации блоков АЭС.

73. Какие отходы образуются при выводе из эксплуатации блоков АЭС?

74. По каким признакам и характеристикам осуществляется классификация РАО?

75. Какие критерии используются для распределения удаляемых РАО по категориям активности?

76. Какие основные правовые акты и нормативные документы регулируют обращение с РАО в России?

77. Определите основные этапы обращения с РАО на российских АЭС.

78. Назовите основные источники образования РАО при выводе из эксплуатации блоков АЭС.

79. Какие методы переработки и кондиционирования жидких РАО используются на российских АЭС?

80. Какие методы переработки и кондиционирования твердых РАО применяются на российских АЭС?

81. Какие основные требования предъявляются к обеспечению безопасности при захоронении РАО на территории России?

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное и глубокое знание учебно-программного материала на уровне количественной характеристики, владение основными понятиями дисциплины. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя.	Повышенный уровень	Зачтено
Полное знание учебно-программного материала на основе качественной характеристики. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя.	Базовый уровень	Зачтено
Знание основных понятий, рассматриваемых в рамках данного курса.	Пороговый уровень	Зачтено
Знание основного программного материала на основе феноменологической характеристики, допускающее погрешности в ответах. Способность скорректировать ответ под руководством преподавателя.	–	Не зачтено