

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
ядерной физики

 / Титова Л.В./  
26.06.2024г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.13 Безопасность и контроль в физике ядерных реакторов**

**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:**

к.ф.-м.н., доцент Алейников Алексей Николаевич

**7. Рекомендована:**

Научно – методическим советом физического факультета, протокол №6 от 26.06.2024

**8. Учебный год: 2025/2026**

**Семестр(ы): 4**

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- формирование умения по обеспечению мер безопасности при выполнении ЯОР с использованием современных технологий;
- приобрести навыки по организации выполнения ЯОР;
- приобрести навыки достоверного контроля измерительных каналов основных технологических параметров РУ и каналов контроля параметров для формирования сигналов защит, расчетов мощности реактора и энерговыработки;
- приобрести навыки регистрации значений мощности реактора по каналам измерений в диапазонах источника (ДИ) и пускового диапазона (ПД)
- приобрести навыки к оформлению отчетно-сдаточной документации по окончании ЯОР по достижению критериев успешности.

Задачи учебной дисциплины:

- объяснить/перечислить требования готовности систем и оборудования на этапе «Физический пуск»..
- дать определение «Физический пуск», «Физический пуск реактора», «Ядерно-опасные работы».
- перечислить требования безопасности по каждой программе испытаний при выполнении ЯОР.
- объяснить порядок выполнения работ при первой загрузке штатной активной зоны ТВС, ПС СУЗ и заполнение реактора раствором борной кислоты необходимой концентрации.
- объяснить проверку качества установки блока защитных труб (БЗТ).
- объяснить критерии успешности виброшумового контроля, контроля теплогидравлических характеристик ВБ и шахтного объема реактора.
- объяснить критерии успешности проверки достоверности контроля основных технологических параметров РУ.
- объяснить проверку работоспособности и достоверности информации и расчетных каналов контроля теплоносителя 1 контура СВРК АЭС.
- объяснить какие рекомендации представить для улучшения запаса о кризиса теплообмена, восстановления энерговыделения и контроля подогрева ТВС.
- объяснить условия вывода реактора в критическое состояние

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина входит в вариативную часть цикла Б1.В (Часть, формируемая 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-1	Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих конденсированное состояние вещества, распространение и взаимодействие	ПК-1.4	Знает современные представления в области физики атомного ядра необходимых для описания процессов, протекающих в ядерно-энергетических установках.	Знать: знать физические основы процессов переноса тепла,  Уметь: осуществлять расчеты теплообменников и активных зон реакторов, проводить оценку тепло-гидравлических характеристик на основе простейших моделей; использовать программы расчетов тепло-гидравлических характеристик ячейки реактора и реактора в целом; осуществлять поиск и анализировать научно-техническую

	излучения с веществом			информацию и выбирать необходимые данные для тепло-гидравлических расчётов; выбирать конструкционные материалы
ПК-2	Способен к созданию новых методов расчета современных физических установок и устройств, разработке методов регистрации ионизирующих излучений, методов оценки количественных характеристик ядерных материалов.	ПК-2.4	Знает методы и средства моделирования физико-технических процессов в физических установках, методы и средства регистрации излучений, характеристики ядерных материалов.	<p>Знать: методы и методики спектрометрии и излучений</p> <p>Уметь: анализировать данные, получаемые при использовании различных методик измерений в мессбауэровской спектрометрии. а также данные, получаемые в различных магниторезонансных спектрометрах с точки зрения структуры исследуемых образцов</p> <p>Владеть: методами измерений характеристик материалов с помощью мессбауэровской спектрометрии, владеть методами изучения физико-химических характеристик материалов с помощью магниторезонансных спектрометров</p>
ПК-3	Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих физику кинетических явлений или процессы в реакторах, ускорителях.	ПК-3.3	Обосновывает выбор технических решений и конструкций ЯЭР.	<p>Знать: ознакомиться (при необходимости) с документацией выполняемой работы (в том числе с моделями идеального состояния процесса, при их наличии), узнать, были ли раньше какие-либо проблемы во время выполнения данного задания (по результатам предшествующих наблюдений, опыту эксплуатации, других источников).</p> <p>Уметь: определить критические шаги для данной работы, а так же те ожидания, которые намерены увидеть.</p> <p>Владеть: навыками анализа как положительной практики, так и недостатков станционных процедур, инструкций</p>
		ПК-3.4	Знает принцип работы и состав ядерного реактора, требования, предъявляемые к теплоносителям, реакторным материалам и их основные характеристики.	
		ПК-3.6	Обосновывает выбор технических решений и конструкций ЯЭР при переходных режимах работы ЯЭР.	
		ПК-3.7	ПК-3.7. Рассчитывает переход активной зоны ЯЭУ на другой уровень мощности; оценивает обогащение топлива для реакции деления, анализирует состояние размножающей системы и проводит оценки основных характеристик ЯЭР при нестационарных процессах в ЯЭР.	
ПК-6	Способен	ПК-6.8	Знает основы	Знать: перечень измерительных каналов

	самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования с оптимизированием методов исследования.		радиометрических измерений суммарной активности и методы регистрации радионуклидов, методы радиохимического анализа.	аппаратуры контроля нейтронного потока (АКНП), аппаратуры физического контроля (АФК), системы внутриреакторного контроля (СВРК) и водно-химического режима (ВХР), технологического контроля понимать сущность происходящих процессов и значение информации  Уметь: понимать сущность происходящих процессов и значение информации и соотносить с критериями успешности  Владеть: планирование, проведение, анализ результатов, разработку необходимых корректирующих мер);
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.	Знать: тепловые и физические процессы в реакторе  Уметь: понимать сущность происходящих процессов и значение информации  Владеть: навыками принятия решения при отклонении параметров и понимания сущности и значения информации
		ПК-7.5	Проводит оценку риска для ядерных установок, связанных с пространственным распределением нейтронов в среде.	
		ПК-7.6	Владеет методами расчета нейтронных полей с целью уменьшения риска возникновения аварийных ситуаций.	
		ПК-7.7	Оценивает параметры дискретизации, программировать простые системы автоматизации, соответствующие безопасности эксплуатации ядерных установок.	
		ПК-7.8	Владеет методами выбора оптимальной	

			технологии программного управления элементами системы автоматизации, соответствующей безопасности эксплуатации ядерных установок.	
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: механизмы радиационных и магнитных воздействий на многослойные полупроводниковые структуры и полимеры, процессы релаксации дефектов в полупроводниковых структурах и полимерах, современные методы дозиметрии.</p> <p>Уметь: разбираться в основах радиационных технологий и моделировании радиационных процессов, оценить возможности методов и средств измерения дозиметрических характеристик</p> <p>Владеть: методикой расчета доз и режимов релаксации для технологии МДП ИС и процессов радиационной полимеризации, методом градуировок и проверок различных типов радиометров для контроля за различными типами радиоактивных источников</p>

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час — 4/144.**

**Форма промежуточной аттестации - зачет**

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			4 семестр
Аудиторные занятия		48	
в том числе:	лекции	24	24
	практические	24	24

	лабораторные		
Самостоятельная работа		96	96
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации		Зачет	Зачет
Итого:		144	144

### 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	Меры по обеспечению ядерной безопасности при проведении ядерно-опасных работ	<p>1. Готовность систем и оборудования к началу этапа «Физический пуск».</p> <p>2. Перечень ядерно-опасных работ. Меры по обеспечению ядерной безопасности при проведении ядерно-опасных работ.</p> <p>3. Порядок оформления отчетно-сдаточной документации по окончании работ</p>	А
1.2	Загрузка реактора ядерным топливом и испытания в подкритическом состоянии реактора	<p>1. Безопасное проведение первой загрузки штатной активной зоны тепловыделяющими сборками (ТВС), поглощающими стержнями (ПС) СУЗ и заполнение реактора раствором борной кислоты. Критерии успешности.</p> <p>2. Сборка реактора и дозаполнение реактора 1 контура. Критерии успешности.</p> <p>3. Проверка на плотность 1 контура. Устранение неплотностей</p> <p>4. Проверка на плотность 2 контура. Устранение неплотностей</p> <p>5. Разогрев 1 контура</p> <p>5.1 Контроль тепловых перемещений оборудования и трубопроводов с помощью преобразователей перемещения и датчиков положения гидроаккумуляторов и вязкоупругих демпферов</p> <p>6. Испытания в подкритическом состоянии активной зоны</p> <p>6.1 Наладка водно-химического режима (ВХР):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ПНР системы автоматизированного химического контроля систем конденсата (20UC);</li> <li>- ПНР системы отбора проб 2 к. и БОУ (20UH);</li> <li>- ПНР системы промконтур потребителей нормальной эксплуатации (PGB60,70) здания 20UVX;</li> <li>- ПНР системы обезжелезивания и обессоливания конденсата турбины (БОУ) (2LDF);</li> <li>- ПНР автономной обессоливающей установки (2LDB);</li> <li>- Наладка регулятора уровня 20КТА30А201 (РККТА30АА201) и комплексное опробование системы 20КТА при работе по проектной схеме;</li> <li>- ПНР системы коррекционной обработки среды 2 к. (230LFN)/</li> <p>6.2 Испытания Системы пусконаладочных измерений (СПНИ):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- виброшумовой контроль реактора;</li> <li>- контроль теплогидравлических характеристик ВБ реактора;</li> </ul> </ul>	А КОС

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- контроль теплогидравлических характеристик шахтВБ реактора;</li> <li>- контроль температур и напряжений элементов оборудования РУ;</li> <li>- контроль пульсаций давления, перемещений и вибраций элементов оборудования РУ;</li> <li>- тензометрирование элементов ПГ;</li> <li>- измерение вибраций и перемещений элементов ПГ;</li> <li>- контроль термомеханической нагруженности оборудования Системы пассивного отвода тепла (СПОТ).</li> </ul> <p>6.3 Проверка достоверности контроля основных технологических параметров РУ измерительных каналов. теплотехнического контроля</p> <p>6.4 Проверка системы внутрореакторного контроля (СВРК) в части контроля состояния РУ в подкритическом состоянии (формирование сигналов защит в ПТК-3, по параметрам для расчета мощности и энерговыработки, по вспомогательным параметрам при стационарном режиме работы РУ, переходном режиме работы (отключением 1 ГЦНА, T=275-284C)</p> <p>6.5 Проверка СВРК в части контроля температуры теплоносителя 1 к в подкритическом состоянии. Критерии успешности.</p> <p>6.6 Определение влияния теплогидравлических характеристик петель на температуру теплоносителя на входе в активную зону в подкритическом состоянии. Критерии успешности.</p> <p>6.7 Определение тепловых потерь с оборудования РУ в подкритическом состоянии</p> <p>6.8 Определение теплогидравлических характеристик 1 к в подкритическом состоянии</p> <p>6.9 Испытания СУЗ. Критерии успешности.</p>	
1.3	Достижение критического состояния реактора и выполнение физических испытаний на малой мощности реактора	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вывод реактора в критическое состояние. Критерии успешности.</li> <li>2. Проверка АКНП в части контроля мощности при первом выводе реактора в критическое состояние.</li> <li>3. Наладка концентратомеров борной кислоты реакторного отделения</li> <li>4. Проверка функционирования СВРК при первом выводе реактора в критическое состояние и на малой мощности.</li> </ol>	А
1.4	Испытания на малой мощности реактора	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вывод из работы аппаратуры физического пуска (АФП). Замена блоков детектирования АФП на блоки детектирования аппаратуры программно-измерительного комплекса (АПИК) в каналах ИК №8,16. Ввод в работу АПИК.</li> <li>2. Проверка АКНП в части контроля мощности реактора от уровня <math>1 \cdot 10^{-6}</math> – <math>1 \cdot 10^{-2}</math> Нном</li> <li>3. Определение эффективности биологической защиты</li> <li>4. Проверка сцепленности ОРСУЗ с приводами</li> <li>5. Определение максимально-допустимых токов ионизационных камер, подключенных к измерителям реактивности</li> <li>6. Определение температурного и</li> </ol>	А

		<p>барометрического коэффициентов реактивности</p> <p>7. Определение мощностного коэффициентов реактивности при увеличении мощности реактора до 1%Nном</p> <p>8. Проверка АКНП в части контроля мощности при подъеме мощности реактора 1%Nном</p> <p>9. Определение эффективностей органов регулирования СУЗ и проверка асимметрии размножающих свойств в активной зоне</p> <p>10. Определение эффективности группы ускоренной предупредительной защиты (УПЗ).</p> <p>11. Определение интегральных и дифференциальных эффективностей управляющих групп ОРСУЗ погружаемых и извлекаемых в штатной последовательности и значений коэффициента реактивности по концентрации борной кислоты в реакторе</p> <p>12. Определение эффективности аварийной защиты без одного наиболее эффективного ОРСУЗ и полной эффективности аварийной защиты.</p> <p>13. Проверка АКНП в части контроля на малой мощности</p> <p>14. Проверка показаний достоверности контроля основных технологических параметров РУ</p> <p>15. Испытания СПНИ (виброшумовой контроль реактора:  - виброшумовой контроль реактора;  - контроль теплогидравлических характеристик ВБ реактора;  - контроль теплогидравлических характеристик шахтВБ реактора;  - контроль температур и напряжений элементов оборудования РУ;  - контроль пульсаций давления, перемещений и вибраций элементов оборудования РУ;  - тензометрирование элементов ПГ;  - измерение вибраций и перемещений элементов ПГ;  - контроль термомеханической нагруженности оборудования Системы пассивного отвода тепла (СПОТ).</p> <p>16. Проверка АВР насосных агрегатов 20МАХ11АР001?20МАХ12АР001? Проверка работоспособности вентиляторов отсоса масляных паров 20МА01ОАН001</p>	
<b>2. Практические занятия</b>			
2.1	Правила оформления документации перед началом выполнения ЯОР	<p>1. Оформление Журнала инструктажа о порядке проведения испытаний и мерах обеспечения безопасности (пример)</p> <p>2. Акт РПК о готовности системы к началу подэтапа (пример).</p>	-
2.2	Порядок оформления отчетно-сдаточной документации	<p>1. Протокол о проведении сборки реактора</p> <p>2. Протокол об измерении усилий протаскивания ОР СУЗ</p> <p>3. Протокол пусконаладочных работ и испытаний</p>	-

		(по Перечню). 4. Акт Рабочей комиссии о готовности к подэтапу Б-1. 5. Акт о проведении гидравлических испытаний 1 контура (2 контура). 6. Протокол проверки правильности загрузки штатной активной зоны и повысотных отметок головок ТВС 7. Протокол с результатами пусконаладочных работ (выборочно по Перечню)	
--	--	--	--

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

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Меры по обеспечению ядерной безопасности при проведении ядерно-опасных работ	6	6		24	36
2	Загрузка реактора ядерным топливом и испытания в подкритическом состоянии реактора	6	6		24	36
3	Достижение критического состояния реактора и выполнение физических испытаний на малой мощности реактора	6	6		24	36
4	Испытания на малой мощности реактора	6	6		24	36
	Итого:	24	24		96	144

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

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 (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	В.А. Кириллин, В.В. Сычев, А.Е. Шейндлин "Техническая термодинамика", Энергоатомиздат.
2	С.М. Рипс "Основы термодинамики и теплотехники", "Высшая школа".
3	А.М. Пукович "Основы теплотехники". Москва, "Высшая школа".
4	С.В. Бальян "Техническая термодинамика и тепловые двигатели", Ленинград, "Машиностроение".
5	Г.Д. Бэр "Техническая термодинамика", Москва, "Мир".
6	Программа физического пуска энергоблока НВАЭС-2

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
7	Программы индивидуальных испытаний насосов, вентиляторов, компрессоров

8	Проектно-конструкторская документация. Исполнительная документация, паспорта, заводская документация, инструкции по эксплуатации.
9	Отчетно-сдаточная документация (акты входного контроля, протоколы промывок, гидравлических испытаний, протоколы индивидуальных испытаний)

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

№ п/п	Ресурс
10	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ
	<a href="https://edu.vsu.ru">https://edu.vsu.ru</a> – Электронный университет ВГУ

**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	Кудинов, И.В. Теоретические основы теплотехники : учебное пособие / И.В. Кудинов, Е.В. Стефанюк ; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный архитектурно-строительный университет». - Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2013. - Ч. I. Термодинамика. - 172 с.
2	Стоянов, Н.И. Теоретические основы теплотехники: техническая термодинамика и теплообмен : учебное пособие / Н.И. Стоянов, С.С. Смирнов, А.В. Смирнова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь : СКФУ, 2014. - 225 с.
3.	Отчетно-сдаточная документация (акты входного контроля, протоколы промывок, гидравлических испытаний, протоколы индивидуальных испытаний)

**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:**

Лаборатория им. Л.Н. Сухотина (для проведения занятий лекционного и семинарского типов,	Специализированная мебель, ноутбук ASUS
---	---

текущего контроля и промежуточной аттестации) г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 30	VIVOBOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран на штативе SceenMedia Apllo-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/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/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> )
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 31	Ноутбук ASUS VIVOBOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран на штативе SceenMedia Apllo-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/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/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> )
г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 507П	Аудитория для самостоятельной работы. Специализированная мебель, компьютеры Pentium- II, III (10 шт.), объединенные в локальную сеть с возможностью подключения к сети «Интернет».

## 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.	Тема 1-4	ПК-1	ПК-1.4	Собеседование, контрольная работа
2.	Тема 1-4	ПК-2	ПК-2.4	Собеседование, контрольная работа
3	Тема 1-4	ПК-3	ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.6 ПК-3.7	Собеседование, контрольная работа
4	Тема 1-4	ПК-6	ПК-6.8	Собеседование, контрольная работа
5	Тема 1-4	ПК-7	ПК-7.3, ПК-7.5, ПК-7.6, ПК-7.8	Собеседование, контрольная работа
6	Тема 1-4	ПК-8	ПК-8.6	Собеседование, контрольная работа
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:

Практикоориентированные задания, контрольная работа

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности 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	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Зачтено</i>
Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, но допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач	<i>Базовый уровень</i>	
Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускает значительные ошибки при решении практических задач	<i>Пороговый уровень</i>	
Обучающийся демонстрирует явное несоответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям	–	<i>Незачтено</i>

## 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Собеседование по билетам к зачетам

---

### 20.2.1. Перечень вопросов к зачету

1. Назвать перечень систем и оборудования, необходимых для проведения физического пуска реактора и документ, подтверждающий готовность?.
2. Дать определение «Этапа Физический пуск», «Физический пуск реактора», «Ядерно-опасные работы» на АЭС?
3. Назвать подэтапы «Физического пуска».
4. Назвать достаточные условия для обеспечения радиационной безопасности перед подэтапом Б-1 физического пуска?
5. Назвать достаточные условия для обеспечения радиационной безопасности перед подэтапом Б-2 физического пуска?
6. Перечислить наладочные работы и испытания на подэтапе Б-1?
7. Перечислить наладочные работы и испытания на подэтапе Б-2?
8. Назвать нормативные и регламентирующие документы по обеспечению ядерной безопасности при проведении физического пуска реактора?
9. Объяснить физический смысл поддержания концентрации борной кислоты в 1 контуре?
10. Назвать организационные меры по обеспечению ядерной безопасности при проведении физического пуска?

11. Назвать технические мероприятия по обеспечению ядерной безопасности и объяснить их физический смысл
12. Объяснить порядок подъема ОР СУЗ в критическое состояние?
13. Перечислить запретные операции, вызывающие изменение реактивности активной зоны?
14. Перечислить условия нарушения ядерной безопасности и перевода РУ в состояние «горячее»?
15. Объяснить цель проверки СВРК в части контроля температуры теплоносителя 1к?
16. Объяснить какие рекомендации представить в ПТК и СВРК для улучшения запаса до кризиса теплообмена, восстановления энерговыделения и контроля подогрева ТВС активной зоны?
17. Назвать допустимые тепловые потери с оборудования РУ, включая паропроводы до парового арматурного блока (ПАБ) в окружающее пространство в режиме с/без СПОТ?
18. Назвать суммарную теплоемкость металла и теплоносителя 1к (ГЦК и КД), питательной воды, металла и пара 2к от ПГ до ПАБ не включая СПОТ?
19. Указать КГС реактора, работающих петель 1к и КГС ПГ на работающей петле
20. Объяснить, как производится обкатка СУЗ?
21. При каких режимах проводится анализ работоспособности и достоверности информации каналов контроля температуры теплоносителя 1 контура при проверке СВРК?
22. Назвать условия вывода реактора в критическое состояние?
23. Назвать допустимые отличия поканальных показаний АКНП в диапазонах ДИ, ПД и перекрытие диапазонов контроля?
24. Объяснить наладку работоспособности концентратометров борной кислоты?
25. Назвать функции контроля состояния РУ СВРК?
26. Объяснить порядок перехода из работы аппаратуры физического пуска (АФП) на блоки детектирования аппаратуры программно-измерительного комплекса (АПИК)?
27. Объяснить управление и контроль реактивностью активной зоны в период перехода на АПИК?
28. Назвать перечень контролируемых параметров и средства контроля в период перехода с АФП на АПИК?
29. Объяснить порядок подъема мощности реактора и контроля показаний по АКНП?
30. Объяснить по какому критерию определяют эффективность биологической защиты?

31. Объяснить условия работоспособности (сцепленности) ОРСУЗ с приводами?
32. Объяснить условия замера максимально-допустимых токов ионизационных камер, подключенных к измерителям реактивности?
33. Объяснить условия определения температурного коэффициента реактивности и допустимая погрешность?
34. Объяснить условия определения барометрического коэффициента реактивности и допустимая погрешность?
35. Объяснить условия определения мощностного коэффициента реактивности?
36. Объяснить при каких условиях производится регулировка каналов АКНП в диапазонах ДИ, ПД и рабочего логарифмического диапазона (РД1)?
37. Перечислить критерии успешности эффективности органов регулирования СУЗ и асимметрии размножающих свойств активной зоны?
38. Объяснить порядок определения эффективности группы УПЗ. Критерии успешности?
39. Объяснить принцип определения интегральных и дифференциальных эффективностей управляющих групп ОР СУЗ, погружаемых и извлекаемых в штатной последовательности и значений коэффициентов реактивности по концентрации борной кислоты в реакторе?
40. Объяснить критерии достоверности контроля теплотехнических параметров реакторной установки

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности 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	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Зачтено</i>
Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, но допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач	<i>Базовый уровень</i>	
Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускает значительные ошибки при решении практических задач	<i>Пороговый уровень</i>	
Обучающийся демонстрирует явное несоответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям	–	<i>Незачтено</i>

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

## ПК-1

Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих конденсированное состояние вещества, распространение и взаимодействие излучения с веществом

## ПК-2

Готов к созданию новых методов расчета современных физических установок и устройств, разработке методов регистрации ионизирующих излучений, методов оценки количественных характеристик ядерных материалов

### **Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:**

Борное регулирование — это

А) управление интенсивностью цепной реакции деления (реактивностью) в двухконтурных водо-водяных ядерных реакторах.

Б) управление интенсивностью цепной реакции деления (реактивностью) в одноконтурных водо-водяных ядерных реакторах.

В) управление интенсивностью цепной реакции деления (реактивностью) в РБМК.

2. Система внутрореакторного контроля (СВРК) –

А) это система контроля ядерного реактора, которая даёт сведения о параметрах и характеристиках активной зоны, необходимых для обеспечения проектного технологического режима эксплуатации активной зоны ядерного реактора.

Б) это ПО ядерного реактора, которое даёт сведения о параметрах и характеристиках активной зоны, необходимых для обеспечения проектного стационарного режима эксплуатации активной зоны ядерного реактора.

3. Датчик прямого заряда (ДПЗ) (несколько вариантов ответа) -

А) датчики с принудительным собиранием заряда и датчики, генерирующие электрический заряд.

Б) эмиссионный детектор прямого заряда.

В) детектор P-Z типа.

Г) датчик позитронного заряда.

4. Какие категории облучаемых лиц существуют? (несколько вариантов ответа)

А) персонал группы А.

Б) персонал группы Б.

В) население.

Г) Персонал группы А, Б, В, население и животные.

5. При планировании и проведении мероприятий по обеспечению радиационной безопасности, принятии решений в области обеспечения радиационной безопасности, анализе эффективности указанных мероприятий органами государственной власти, органами местного самоуправления, а также организациями, осуществляющими деятельность с использованием источников ионизирующего излучения, проводится оценка радиационной безопасности по следующим основным показателям (несколько вариантов ответа):

А) характеристика радиоактивного загрязнения окружающей среды.

Б) анализ обеспечения мероприятий по радиационной безопасности и выполнения норм, правил и гигиенических нормативов в области радиационной безопасности.

В) вероятность радиационных аварий и их масштаб.

Г) степень готовности к эффективной ликвидации радиационных аварий и их последствий.

6. Для того чтобы цепной реакции считалась управляемой коэффициент размножения нейтронов должен быть...

- А) много меньше нуля.
- Б) много больше единицы.
- В) примерно равен нулю.
- Г) около единицы.

7. Какие материалы могут быть использованы в качестве замедлителя нейтронов? (несколько вариантов ответа)

- А) материал должен состоять из «лёгких» молекул.
- Б) материал должен обладать значимой физической плотностью.
- В) материал замедлителя не должен интенсивно поглощать нейтроны уже после их замедления.
- Г) материал должен состоять из «тяжелых» молекул.

8. КИУМ — это

- А) коэффициент использования установленной мощности.
- Б) коэффициент ионизирующей установленной мощности.

9) САОР – это

- А) Система аварийного охлаждения реактора.
- Б) Система аварийного останова реактора.

10) Как работает ускоренная предупредительная защита реактора?

- А) служит для быстрой разгрузки блока до уровня мощности 40-50%.
- Б) служит для быстрой разгрузки блока до уровня мощности 10-20%.
- В) служит для быстрого останова реактора.

11) Йодная яма – это

- А) состояние ядерного реактора после его выключения либо снижения его мощности, характеризующееся накоплением короткоживущего изотопа ксенона  $^{135}\text{Xe}$ , образующегося в результате радиоактивного распада изотопа иода  $^{135}\text{I}$ .
- Б) состояние ядерного реактора после его выключения либо снижения его мощности, характеризующееся накоплением короткоживущего изотопа ксенона  $^{135}\text{I}$ , образующегося в результате радиоактивного распада изотопа иода  $^{135}\text{Xe}$ .

12) Шлакование топлива – это

- А) это процесс накопления в работающем реакторе стабильных и долгоживущих продуктов деления, участвующих в непроизводительном захвате тепловых нейтронов и, тем самым, понижающих запас реактивности реактора.
- Б) это процесс накопления в работающем реакторе изотопов, участвующих в непроизводительном захвате тепловых нейтронов и, тем самым, понижающих запас реактивности реактора.

13) Мощностной коэффициент реактивности – это

- А) величина, характеризующая изменение реактивности ядерного реактора, вызванное изменением мощности.
- Б) величина, характеризующая тепловую мощность реактора.
- В) величина, характеризующая электрическую мощность реактора.

14) Индивидуальный дозиметрический контроль (ИДК) – это

- А) мониторинг профессионального облучения работников в организации, которые взаимодействуют с источниками ионизирующих излучений.

Б) мониторинг профессионального облучения работников группы А и Б в организации, которые взаимодействуют с источниками ионизирующих излучений.

15) Эквивалентная доза в хрусталике глаза для населения меньше, чем для персонала группы А в х раз.

А) 10.

Б) 2.

В) 5.

Г) 20.

### **ПК-3**

Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих физику кинетических явлений или процессы в реакторах, ускорителях

### **ПК-6**

Способен самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования с оптимизированием методов исследования

### **Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:**

1) Дайте определение термина «Атомная станция»:

Атомная станция: Ядерная установка для производства энергии в заданных режимах и условиях применения, располагающаяся в пределах определенной проектом территории, на которой для осуществления этой цели используется ядерный реактор (реакторы) и комплекс необходимых систем, устройств, оборудования и сооружений с необходимыми работниками (персоналом) (НП-001).

2) Требования к лицам, допускающимся к работе с источниками излучения:

К работе с источниками излучения допускаются лица не моложе 18 лет, не имеющие медицинских противопоказаний, отнесенные приказом руководителя к категории персонала группы А, прошедшие обучение по правилам работы с источником излучения и по радиационной безопасности, прошедшие инструктаж по радиационной безопасности. На определенные виды деятельности допускается персонал группы А при наличии у них разрешений, выдаваемых органами государственного регулирования безопасности. Перечень специалистов указанного персонала, а также предъявляемые к ним квалификационные требования определяются Правительством Российской Федерации.

3) Термин «Авария радиационная»:

Авария радиационная - потеря управления источником ионизирующего излучения, вызванная неисправностью оборудования, неправильными действиями работников (персонала), стихийными бедствиями или иными причинами, которая могла привести или привела к облучению людей выше установленных норм или радиоактивному загрязнению окружающей среды.

4) Термин «Загрязнение поверхности неснимаемое (фиксированное)»:

Загрязнение поверхности неснимаемое (фиксированное) - радиоактивные вещества, которые не переносятся при контакте на другие предметы и не удаляются при дезактивации.

5) Термин «Загрязнение поверхности снимаемое (нефиксированное)»:

Загрязнение поверхности снимаемое (нефиксированное) - радиоактивные вещества, которые переносятся при контакте на другие предметы и удаляются при дезактивации.