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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
ядерной физики

_____/ Титова Л.В./
20.06.2025г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.09 Инструментальный и экспериментальный методы физики 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:

преподаватель Семенов Виктор Петрович

7. Рекомендована:

Научно – методическим светом физического факультета, протокол №5 от 20.05.2025

8. Учебный год: 2026/2027 **Семестр(ы):** 3

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 диапазона 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», «Ядерноопасные 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:

Обязательная дисциплина вариативной части 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-2	Готов 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 физикотехнических процессов в физических установках, методы и средства регистрации излучений, характеристики ядерных материалов.	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). Уметь: Определить критические шаги для данной работы, а так же те ожидания, которые намерены увидеть. Владеть: навыками анализа, как положительной практики, так и недостатков станционных процедур, инструкций:
ПК-3	Способен к созданию теоретических и математических моделей, описывающих физику кинетических явлений или процессы в реакторах, ускорителях.	ПК-3.1	Знает основы теплогидравлическ ого расчета реактора и основные требования к конструкциям ЯЭР.	Знать: признаки опасных и вредных факторов в рабочей зоне Уметь: использовать методики и инструменты по предотвращению ошибок персонала; Владеть: навыками безопасного выполнения работ в рабочей зоне
ПК-6	Способен самостоятельно выполнять экспериментальн ые или теоретические исследования для решения научных и производственн ых задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования	ПК-6.6	Выбирает метод измерений и обработки экспериментальны х результатов при планировании эксперимента для проведения исследований излучений различных радиоактивных источников и частиц высокой энергии.	Знать: перечень измерительных каналов 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

	с оптимизировани ем методов исследования.	ПК-6.7	Владеет навыками практического применения спектрометрии: осуществлять градуировку спектрометров энергий гаммаизлучений, определять относительную активность источников	Владеть: планирование, проведение, анализ результатов, разработку необходимых корректирующих мер
			излучений, проводить идентификацию типа заряженных частиц по удельной ионизации.	
		ПК-6.8	Знает основы радиометрических измерений суммарной активности и методы регистрации радионуклидов, методы радиохимического анализа.	
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 процессы в устройствах теплообменного оборудования Уметь: понимать сущность происходящих процессов и значение информации Владеть: навыками принятия решения при отклонении параметров и понимания сущности и значения информации

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час — 3/108.

Форма промежуточной аттестации - зачет

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			3 семестр
Аудиторные занятия		38	
в том числе:	лекции	26	26
	практические	12	12
	лабораторные		
Самостоятельная работа		70	70
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации		Зачет	Зачет
Итого:		108	108

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с
			помощью онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции			
1.1	Меры по обеспечению ядерной безопасности при проведении ядерноопасных работ	1.Готовность систем и оборудования к началу этапа «Физический пуск». 2. Перечень ядерно-опасных работ. Меры по обеспечению ядерной безопасности при проведении ядерно-опасных работ. 3. Порядок оформления отчетно-сдаточной документации по окончании работ	-

1.2	Загрузка реактора ядерным топливом и испытания в подкритическом состоянии реактора	1. Безопасное проведение первой загрузки штатной активной зоны тепловыделяющими сборками (ТВС), поглощающими стержнями (ПС) СУЗ и заполнение реактора раствором борной кислоты. Критерии успешности. 2. Сборка реактора и дозаполнение реактора 1 контура. Критерии успешности. 2.1 Установка блока защитных труб Заполнение корпуса реактора. 2.2 Измерение силы трения ПС СУЗ в защитных трубах БЗТ при протаскивании 2.3 Установка верхнего блока на корпус реактора 2.4 Уплотнение главного разъема реактора. 2.5 Уплотнение разъемов патрубков термоконтроля и энерговыделения 2.6 Установка теплоизоляции верхнего блока (ВБ). 2.7 Сцепление шахт приводов СУЗ с ПС СУЗ. Проверка сцепленности штанг приводов СУЗ с ПС СУЗ. Измерение усилий трения ПС СУЗ с ВБ.Уплотнение датчиков положения приводов, кроме 3-х центральных 2.8 Уплотнение колена воздушника, установка блока электроразводок (БЭР). Подключение шлейфов БЭР. 2.9 Дозаполнение 1 к., проведение воздухоудаления 3. Проверка на плотность 1 контура. Устранение неплотностей 4. Проверка на плотность 2 контура. Устранение неплотностей 5. Разогрев 1 контура 5.1 Контроль тепловых перемещений оборудования и трубопроводов с помощью преобразователей перемещения и датчиков положения гидроаккумуляторв и вязкоупругих демпферов 6. Испытания в подкритическом состоянии активной зоны 6.1 Наладка водно-химического режима (ВХР): - ПНР системы автоматизированного химического контроля систем конденсата (20UC); - ПНР системы отбора проб 2 к. и БОУ (20UH); - ПНР системы промконтура потребителей нормальной эксплуатации (PGB60,70) здания 20UVX; - ПНР системы обезжелезивания и обессоливания конденсата турбины (БОУ) (2LDF); - ПНР автономной обессоливающей установки (2LDB); - Наладка регулятора уровня 20KTA30A201) (PKKTA30AA201) и комплексное опробование системы 20KTA при работе по проектной схеме;	-

		- ПНР системы коррекционной обработки среды 2 к. (230LFN)/ 6.2 Испытания Системы пусконаладочных измерений (СПНИ): - 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). 6.3 Проверка достоверности контроля основных технологических параметров РУ измерительных каналов теплотехнического контроля 6.4 Проверка системы внутриреакторного контроля (СВРК) в части контроля состояния РУ в подкритическом состоянии (формированиие сигналов защит в ПТК-3, по параметрам для расчета мощности и энерговыработки, по вспомагательным параметрам при стационарном режиме работы РУ, переходном режиме работы (отключением 1 ГЦНА, Т=275-284С) 6.5 Проверка СВРК в части контроля температуры теплоносителя 1 к в подкритическом состоянии. Критерии успешности. 6.6 Определение влияния теплогидравлических характеристик петель на температуру теплоносителя на входе в активную зону в подкритическом состоянии. Критерии успешности. **6.7** Определение тепловых потерь с оборудования РУ в подкритическом состоянии **6.8** Определение теплогидравлических характеристик 1 к в подкритическом состоянии 6.9 Испытания СУЗ. Критерии успешности.	
1.3	Достижение критического состояния реактора и выполнение физических испытаний на малой мощности реактора	**1.** Вывод реактора в критическое состояние. Критерии успешности. **2.** Проверка АКНП в части контроля мощности при первом выводе реактора в критическое состояние. 3. Наладка концентратомеров борной кислоты реакторного отделения 4. Проверка функционирования СВРК при первом выводе реактора в критическое состояние и на малой мощности.	-

1.4	Испытания на малой мощности реактора	1.Вывод из работы аппаратуры физического пуска (АФП). Замена блоков детектирования АФП на блоки детектирования аппаратуры программноизмерительного комплекса (АПИК) в каналах ИК №8,16. Ввод в работу АПИК. 2. Проверка АКНП в части контроля мощности реактора от уровня 1 10^{-6} – 1 10^{-2}Nном	-

		3. Определение эффективности биологической защиты 4. Проверка сцепленности ОРСУЗ с приводами 5. Определение максимально-допустимых токов ионизационных камер, подключенных к измерителям реактивности 6. Определение температурного и барометрического коэффициентов реактивности 7. Определение мощностного коэффициентов реактивности при увеличении мощности реактора до 1%Nном 8. Проверка АКНП в части контроля мощности при подъеме мощности реактора 1%Nном 9. Определение эффективностей органов регулирования СУЗ и проверка асимметрии размножающих свойств в активной зоне 10. Определение эффективности группы ускоренной предупредительной защиты (УПЗ). 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 12. Определение эффективности аварийной защиты без одного наиболее эффективного ОРСУЗ и полной эффективности аварийной защиты. 13. Проверка АКНП в части контроля на малой мощности 14. Проверка показаний достоверности контроля основных технологических параметров РУ 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). 16. Проверка АВР насосных агрегатов 20MAX11AP001?20MAX12AP001? Проверка работоспособности вентиляторов отсоса масляных паров 20MA01OAN001	

1.5	Критерии успешности этапа ФП	Оформление ОСД по завершению этапа ФП:	-
		1. Активная зона реактора загружена ТВС и ПС СУЗ в соответствии с картограммой первой загрузки 2. Активная зона реактора и 1 к заполнены теплоносителем требуемого качества 3. Выполнена сборка реактора 4. теплоноситель 1 к разогрет, успешно проведены гидравлические испытания 1к, 2 к на плотность 5. проведены испытания в подкритическом состоянии в соответствии Программой , подтверждено соответствие проверенных характеристик проекту 6. Реактор выведен в критическое состояние, параметры соответствуют проекту 7. Проведены испытания и подтверждено соответствие НФХ активной зоны реактора проекту 8. Проведены испытания и подтверждено соответствие НФХ СУЗ проекту 9. Проведены испытания по проверке функций СВРК, подтверждено соответствие проверенных функций СВРК проекту 10 Проведена проверка каналов АКНП, подтверждено соответствие проверенных функций АКНП проекту 11. Проведены измерения и подтверждено соответствие эффективности биологической защиты проекту.	
2. Практические занятия			
2.1	Правила оформления документации перед началом выполнения ЯОР	1. Оформление Журнала инструктажа о порядке проведения испытаний и мерах обеспечения безопасности (пример) 2. Акт РПК о готовности системы к началу подэтапа (пример).	-
2.2	Порядок оформления отчетно-сдаточной документации	1. Протокол о проведении сборки реактора 2. Протокол об измерении усилий протаскивания ОР СУЗ 3. Протокол пусконаладочных работ и испытаний (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)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Меры по обеспечению	5	2		14	21
	ядерной безопасности при проведении ядерноопасных работ					
2	Загрузка реактора ядерным топливом и испытания в подкритическом состоянии реактора	5	2		14	21
3	Достижение критического состояния реактора и выполнение физических испытаний на малой мощности реактора	5	3		14	22
4	Испытания на малой мощности реактора	5	3		14	22
5	Критерии успешности этапа ФП	6	2		14	22
	Итого:	26	12		70	108

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 индивидуальный испытаний)

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

№ п/п	Ресурс
1.	https://edu.vsu.ru – Электронный университет ВГУ
2.	
3.	

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

(учебно-методические рекомендации, пособия, задачники, 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 «Самарский2государственный 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 тепломассообмен : 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 индивидуальный 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 - 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 (для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации) г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.I, ауд. 30	Специализированная мебель, ноутбук ASUS VIVOBOOK 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: https://www.libreoffice.org/aboutus/licenses/) Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses)
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.I, ауд. 31	Ноутбук ASUS VIVOBOOK 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: https://www.libreoffice.org/about-
	us/licenses/) Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses)
г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.I, ауд. 507П	Аудитория для самостоятельной работы. Специализированная мебель, компьютеры PentiumII, 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.	Темы 1-5	ПК-2	ПК-2.4	Собеседование
2.	Темы 1-5	ПК-3	ПК-3.1	Собеседование
3.	Темы 1-5	ПК-6	ПК-6.6 ПК-6.7 ПК-6.8	Собеседование
4.	Темы 1-5	ПК-7	ПК-7.3	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:

Практикоориентированные задания, собеседование

1.Показать производственные задачи/индикаторы положительной практики работы по завершению этапа ФП при:

- загрузке ТВС и ПС СУЗ активной зоны реактора;
- заполнении теплоносителем активной зоны и 1 контура;
- при сборке реактора;
- при разогреве 1 контура и проведении ГИ 1 и 2 контуров;
- проведении испытаний в подкритическом состоянии;
- выведении реактора в критическое состояние;
- проведении НФИ активной зоны реактора;
- проведении НФИ системы управления и защиты (СУЗ);
- проведении испытаний по проверке функций систем внутриреакторного контроля СВРК;
- проведении испытаний по проверке функций каналов аппаратуры контроля нейтронного потока (АКНП);
- при проведении измерений эффективности биологической защиты?

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности	Шкала оценок

	компетенций	
Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их при решении практических задач	*Повышенный уровень*	*Зачтено*
Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, но допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач	*Базовый уровень*	
Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускает значительные ошибки при решении практических задач	*Пороговый уровень*	
Обучающийся демонстрирует явное несоответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям	–	*Незачтено*

20.2 Промежуточная аттестация Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Собеседование по билетам к зачету

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», «Ядерноопасные 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?

1.Объяснить порядок подъема ОР СУЗ в критическое состояние?

2. Перечислить запретные операции, вызывающие изменение реактивности активной зоны?

3. Перечислить условия нарушения ядерной безопасности и перевода РУ в состояние «горячее»?

4. Объяснить цель проверки СВРК в части контроля температуры теплоносителя 1 к?

5. Объяснить какие рекомендации представить в ПТК и СВРК для улучшения запаса до кризиса теплообмена, восстановления энерговыделения и контроля подогрева ТВС активной зоны?

6. Назвать допустимые тепловые потери с оборудования РУ, включая паропроводы до парового арматурного блока (ПАБ) в окружающее пространство в режиме с/без СПОТ?

7. Назвать суммарную теплоемкость металла и теплоносителя 1к (ГЦК и КД), питательной воды, металла и пара 2 к от ПГ до ПАБ не включая СПОТ?

8. Указать КГС реактора, работающих петель 1 к и КГС ПГ на работающей петле

9. Объяснить, как производится обкатка СУЗ?

10.При каких режимах проводится анализ работоспособности и достоверности информации каналов контроля температуры теплоносителя 1 контура при проверке СВРК?

1. Назвать условия вывода реактора в критическое состояние?

2.Назвать допустимые отличия поканальных показаний АКНП в диапазонах ДИ, ПД и перекрытие диапазонов контроля?

3.Объяснить наладку работоспособности концентратомеров борной кислоты?

4. Назвать функции контроля состояния РУ СВРК?

1. Объяснить порядок перехода из работы аппаратуры физического пуска (АФП) на блоки детектирования аппаратуру программно-измерительного комплекса (АПИК)?
2. Объяснить управление и контроль реактивностью активной зоны в период перехода на АПИК?
3. Назвать перечень контролируемых параметров и средства контроля в период перехода с АФП на АПИК?

4. Объяснить порядок подъема мощности реактора и контроля показаний по АКНП?
5. Объяснить по какому критерию определяют эффективность биологической защиты?
6. Объяснить условия работоспособности (сцепленности) ОРСУЗ с приводами?
7. Объяснить условия замера максимально-допустимых токов ионизационных камер, подключенных к измерителям реактивности?
8. Объяснить условия определения температурного коэффициента реактивности и допустимая погрешность?
9. Объяснить условия определения барометрического коэффициента реактивности и допустимая погрешность?
10. Объяснить условия определения мощностного коэффициента реактивности?
11. Объяснить при каких условиях производится регулировка каналов АКНП в диапазонах ДИ, ПД и рабочего логарифмического диапазона (РД1)?
12. Перечислить критерии успешности эффективности органов регулирования СУЗ и асимметрии размножающих свойств активной зоны?
13. Объяснить порядок определения эффективности группы УПЗ. Критерии успешности?
14. 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?
15. 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	*Повышенный уровень*	*Зачтено*
Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, но допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач	*Базовый уровень*	
Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускает значительные ошибки при решении практических задач	*Пороговый уровень*	
Обучающийся демонстрирует явное несоответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям	–	*Незачтено*

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

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:

1. Сколько ТВС входят в состав АЗ реактора?
   1. **163**
   2. 12
   3. 1080
   4. 254

2. Как закреплены ТВЭЛы в дистанционирующих решетках УТВС?
   1. Прикреплены с помощью сварки только к центральной решетке
   2. Посадкой с натягом, исключающей перемещение
   3. **С возможностью перемещения**
   4. С помощью сварки

3. Какова роль регулирующего клапана?
   1. Для снабжения турбины паром
   2. **Для изменения расхода пара в турбину**
   3. Для обеспечения плотности закрытия доступа пара в турбину
   4. Отсекать доступ пара в проточную часть турбины

4. Сколько ступеней имеет импульсный насос системы регулирования?
   1. 1
   2. **2**
   3. 3
   4. 4

5. Сколько аварийных упоров установлено в районе электродвигателя ГЦН?
   1. 2
   2. 3
   3. 1
   4. **0**

6. Сколько страховочных тяг установлено в районе электродвигателя ГЦН? **1. Отсутствуют**
   2. 3
   3. 2
   4. 1

7. Закончите фразу: «Сепарационные устройства состоят из пакетов волнистой формы. Конструкция пакета включает в себя установленный за жалюзи паровой дырчатый лист. Он предназначен для…»
   1. Для предотвращения попадания влажного пара в паровой коллектор
   2. Для выравнивания полей скоростей пара
   3. Для выравнивая паровой нагрузки
   4. Для окончательной осушки пара

8. Какие аварийные сигналы шутнируются с выдержкой по времени?
   1. От АКНП мощность менее 75% от номинальной
   2. От АКНП мощность менее 5% от номинальной
   3. По состоянию ГЦН 1,2,3,4
   4. Все аварийные сигналы шунтируются с выдержкой времени 5 или 50 секунд

9. Где расположен пружинный блок, обеспечивающий возврат в исходное положение подвижного полюса?
   1. В нижней части несущей трубы
   2. На несущей трубе
   3. В верхней части несущей трубы
   4. В районе неподвижного полюса запирающего магнита

10. Какую мощность потребляет один блок ТЭН в номинальном режиме КД?
    1. 90 кВт 2. 85 кВт
    3. 95 кВт
    4. 125 кВт

11. Назовите, ка кой группе оборудования относится корпус реактора

1. к группе В
2. к группе С
3. **к группе А**
4. к группе А и В

12. Если пострадавший продолжает соприкасаться с токоведущими частями какие действия должны быть предприняты лицом, оказывающим помощь в первую очередь?

1. Немедленно вызвать скорую помощь
2. **Быстро освободить пострадавшего от действия электрического тока**
3. Немедленно доложить мастеру или начальнику цеха
4. Отключить питание токоведущей части

13. Как оказывать первую помощь при попадании едкой щелочи ее паров в глаза.

1. Промыть большим количеством воды в течение 10-15минут
2. Промыть водой в течении 5 минут. И делать примочки из 10%-ного раствора пит.
3. Промывать глаза большим количеством воды, а затем 2%-ным раствором борной кислоты.
4. **Раздвинуть веки и промыть глаза под струей холодной воды от носа к наружи глаз. Вызвать скорую помощь**

14. Определите, какие из характеристик НЕ соответствуют типу парогенератора ПГВ100

1. С погруженным дырчатым листом
2. **С системой принудительной циркуляции котловой воды**
3. Однокорпусной
4. Горизонтальный

15. Укажите, к какой группе уплотнений относится уплотнение вала ГЦН-195

1. Контактные-торцевые-гидродинамические
2. Бесконтактные щелевые
3. Контактные-сальниковые
4. Контактно-торцевые-гидростатические

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 активной зоне и отражателю.

Активная зона – это часть реактора, в которой может протекать самоподдерживающаяся цепная реакция деления. Материалы, примыкающие к активной зоне и возвращающие часть уходящих из нее нейтронов обратно, в совокупности образуют отражатель.

2. **Расскажите про основные особенности нейтронной реакции деления.** Основные особенности нейтронной реакции деления: а) образование осколков деления; б) образование новых свободных нейтронов при делении; в) радиоактивность осколков деления, обуславливающая их дальнейшие трансформации к более устойчивым образованиям, из-за чего возникает ряд побочных эффектов – как позитивных, полезных, так и негативных, которые следует обязательно учитывать при проектировании, постройке и эксплуатации ядерных реакторов; г) высвобождение энергии при делении – главное свойство реакции деления, позволяющее создать энергетический ядерный реактор.

3. **Дайте определение плотности потока нейтронов.**

Плотность тока нейтронов – это вектор, модуль которого численно равен разности чисел нейтронов, ежесекундно пересекающих единичную плоскую площадку, перпендикулярную направлению этого вектора, в двух противоположных направлениях

4. **Что такое поколение нейтронов и эффективный коэффициент размножения нейтронов.**

Поколение нейтронов в реакторе – это совокупность нейтронов, рождаемых в активной зоне реактора одновременно или в очень короткий (по сравнению со временем их свободного существования) промежуток времени.
Величина, представляющая собой отношение чисел нейтронов рассматриваемого и непосредственно предшествующего ему поколений, называется эффективным коэффициентом размножения нейтронов в реакторе.

5. **Дайте определение внешнего и внутреннего блок-эффекта.**

Эффект уменьшения плотности потока тепловых нейтронов при их диффузии в замедлителе по направлению к топливному блоку, обусловленный поглощающими свойствами реального замедлителя, называемый внешним блок-эффектом.
Эффект более значительного уменьшения плотности потока тепловых нейтронов при их диффузии от периферии к оси топливного блока, определяемый сильными поглощающими свойствами топливного блока, называемый внутренним блок-эффектом.