



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

**«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

2 18.03.2025

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. директора института
Теплоэнергетики

Гапоненко С.О.

«11» октября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Системы управления и защиты оборудования реакторного отделения

Направление подготовки 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Направленность(и) (профиль(и)) 14.04.01 Цифровой инжиниринг в атомной энергетике

Квалификация

магистр

г. Казань, 2022

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО 3++ по направлению подготовки 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика (приказ Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 214)

Программу разработал(и):

доцент, к.т.н. _____ Евгеньев И.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика «Атомные и тепловые электрические станции», протокол № 3-22/23 от 28.09.2022 г

Зав. кафедрой _____ Чичирова Н.Д.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Атомные и тепловые электрические станции», протокол № 3-22/23 от 28.09.2022 г

Зав. кафедрой _____ Чичирова Н.Д.

Программа одобрена на заседании методического совета Института теплоэнергетики, протокол № 2 от 11.10.2022 г.

Председатель МС института Теплоэнергетики _____ /Гапоненко С.О./

Программа принята решением Ученого совета Института теплоэнергетики протокол 2 от 11.10.2022 г.

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Системы управления и защиты оборудования реакторного отделения» является изучение назначения, состава, функций, схем, алгоритмов, принципов работы, режимов системы управления и защиты ядерного реактора, управляющей системы безопасности, системы контроля и управления нормальной эксплуатации реакторной установки, а также системы контроля, управления и диагностики реакторной установки. Также в данной дисциплине рассматривается оборудование вышеприведённых систем, основные регуляторы систем УСБ и СКУ НЭ и технология пуска энергоблока с реактором ВВЭР-1000.

Задачей данной дисциплины является получение знаний, формирование умений и навыков, позволяющих успешно пройти итоговую государственную аттестацию.

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
Профессиональные компетенции (ПК)		
ПК-1 Владеет методами моделирования процессов и элементов в технических системах АЭС	ПК-1.2 Владеет современными технологиями производства тепловой и электрической энергии с использованием ядерного топлива	<p><i>Знать:</i></p> <ol style="list-style-type: none">1. Расположение оборудования, зданий, сооружений, находящихся в эксплуатации.2. Реакторное оборудование, блокировочное, сигнальное, контрольно-измерительное оборудование, энергооборудование реакторного отделения АЭС.3. Технология производства электрической и тепловой энергии на АЭС, главная электрическая схема атомной станции, электрическая схема питания собственных нужд блока. <p><i>Уметь:</i></p> <ol style="list-style-type: none">1. Анализировать состояние оборудования, трубопроводов при обходах. <p><i>Владеть:</i></p> <ol style="list-style-type: none">1. Навыками оперативных переключений на оборудовании, устройствах технологических систем реакторного отделения АЭС.

ПК-2. Владеет методами испытания основного оборудования атомных электростанций	ПК-2.2 Владеет современными технологиями обеспечения безопасной эксплуатации АЭС	<p><i>Знать:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Нормы и правила по безопасности в области использования атомной энергии в рамках трудовой функции. 2. Нормы и правила ядерной, производственной, радиационной безопасности и электробезопасности. 3. Вопросы метрологии, стандартизации и сертификации в атомной отрасли. <p><i>Уметь:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выполнять оперативные переключения на оборудовании, устройствах технологических систем реакторного отделения АЭС. 2. Применять меры к устранению выявленных нарушений подчиненным персоналом при эксплуатационном обслуживании реакторного оборудования. <p><i>Владеть:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Навыками выполнения оперативных переключений на оборудовании, устройствах технологических систем реакторного отделения АЭС. 2. Навыками обеспечения безопасной эксплуатации оборудования реакторного отделения АЭС
--	--	---

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Системы управления и защиты оборудования реакторного отделения» относится к части учебного плана по направлению подготовки 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика, формируемой участниками образовательных отношений.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
ПК-1	Состояние и перспективы развития атомной энергетики	
ПК-1	Ядерные энергетические реакторы.	Эксплуатационный инжиниринг на АЭС
ПК-2	Ядерные энергетические реакторы.	Эксплуатационный инжиниринг на АЭС; Обеспечение радиационной и биологической безопасности на атомных электрических станциях.

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- 1) виды, конструкцию и принцип действия ядерных реакторов;
- 2) технологию производства электрической и тепловой энергии на АЭС;
- 3) состояние и перспективы развития атомной энергетики;
- 4) компоновку оборудования реакторного отделения и принцип его работы;
- 5) требования безопасной эксплуатации оборудования реакторного отделения;
- 6) требования техники безопасности при работе в реакторном отделении.

Уметь:

- 1) Анализировать проблемную ситуацию и осуществлять её декомпозицию на отдельные задачи.

Владеть:

- 1) современными технологиями производства тепловой и электрической энергии с использованием ядерного топлива.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 216 часов, из которых 112 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 40 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 48 час., самостоятельная работа обучающегося 56 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 0 час, подготовка к промежуточной аттестации (экзамен) – 72 часа.

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр	
			2	3
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	6	216	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:			112	58
Лекционные занятия (Лек)		40	16	24
Практические (семинарские) занятия (Пр)		0	0	0
Лабораторные работы (Лаб)		48	30	18
Групповые консультации		0	0	0
Индивидуальные консультации		0	0	0
Сдача экзамена / зачета с оценкой (КПА)		0	0	0
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС), в том числе:		56	26	30
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: экзамена, зачёта без оценки		72	36	36
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (За – зачет, ЗО – зачет с оценкой, Э – экзамен)		Э	Э	Э

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

1. Назначение, функции, структура, состав и алгоритмы СУЗ	2	2	0	0	0	2				4	ПК-1.2-31, ПК-1.2-32, ПК-1.2-33, ПК-1.2-У1, ПК-1.2-В1 ПК-2.2-31, ПК-2.2-32, ПК-2.2-33	Л1.1, Л1.2, Л2.1	Тест	7
2. Инициирующая часть АЗ-ПЗ, УСБ, исполнительная часть АЗ-ПЗ	2	2	0	0	0	4				6	ПК-1.2-31, ПК-1.2-32, ПК-1.2-33, ПК-1.2-У1, ПК-1.2-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-32, ПК-2.2-33, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-У2, ПК-2.2-В1, ПК-2.2-В2	Л1.1, Л2.1	Тест	7

3. Аппаратура контроля нейтронного потока	2	2	0	0	0	4				6	ПК-1.2-31, ПК-1.2-32, ПК-1.2-33, ПК-1.2-У1, ПК-1.2-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-32, ПК-2.2-33, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-У2, ПК-2.2-В1, ПК-2.2-В2	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.3, Л2.7	Тест	7
4. Система группового и индивидуального управления	2	2	0	0	0	4				6	ПК-1.2-31, ПК-1.2-32, ПК-1.2-33, ПК-1.2-У1, ПК-1.2-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-32, ПК-2.2-33, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-У2, ПК-2.2-В1, ПК-2.2-В2	Л1.1, Л2.7	Тест	7
5. Информационно-диагностическая сеть СУЗ	2	2	0	0	0	2				4	ПК-1.2-31, ПК-1.2-32, ПК-1.2-33, ПК-1.2-У1,	Л1.1	Тест	7

										ПК-1.2- В1, ПК-2.2- 31, ПК-2.2 -32, ПК-2.2- 33			
6. Электропитание СУЗ	2	2	0	0	0	2			4	ПК-1.2- 31, ПК-1.2 -32, ПК-1.2- 33, ПК-1.2- У1, ПК-1.2- В1, ПК-2.2- 31, ПК-2.2 -32, ПК-2.2- 33	Л1.1, Л2.7	Тест	6
7. Автоматический регулятор мощности реактора	2	2	0	0	0	2			4	ПК-1.2- 31, ПК-1.2 -32, ПК-2.2- 31, ПК-2.2 -32, ПК-2.2- 33, ПК-2.2- У1, ПК-2.2- У2, ПК-2.2- В1, ПК-2.2- В2	Л1.1, Л2.2	Тест	7
8. Пуск энергоблока АЭС	2	2	0	30	0	6			38	ПК-1.2- 31, ПК-1.2 -32, ПК-1.2- 33, ПК-1.2- У1, ПК-1.2- В1, ПК-2.2- 31, ПК-2.2 -32,	Л1.2, Л1.4, Л2.4, Л2.5, Л2.6	Отчет о лаб. работе	Э 7

Экзамен													
Раздел 2. Управляющая система безопасности (УСБ)													
9. Назначение, задачи, режимы и условия запуска УСБ	3	2	0	0	0	2			4	ПК-1.2-31, ПК-1.2-32, ПК-1.2-33, ПК-1.2-У1, ПК-1.2-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-32, ПК-2.2-33, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-У2, ПК-2.2-В1, ПК-2.2-В2	Л1.1, Л2.8	Тест	5
10. Схемы функционирования, состав ПТК УСБ и структурные схемы	3	2	0	0	0	4			6	ПК-1.2-31, ПК-1.2-32, ПК-1.2-33, ПК-1.2-У1, ПК-1.2-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-32, ПК-2.2-33, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-У2, ПК-2.2-В1, ПК-2.2-В2	Л1.1, Л1.4, Л2.8	Отчет о лаб. работе	5

11. Модуль прио-ритетного управ-ления, основные регуляторы УСБ	3	2	0	0	0	4				6	ПК-1.2-31, ПК-1.2-32, ПК-1.2-33, ПК-1.2-У1, ПК-1.2-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-32, ПК-2.2-33, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-	Л1.1, Л2.8	Тест	5
12. Проектирование СКУ безопасности	3	2	0	0	0	2				4	ПК-1.2-31, ПК-1.2-32, ПК-1.2-33, ПК-1.2-У1, ПК-1.2-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-32, ПК-2.2-33, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-У2, ПК-2.2-В1, ПК-2.2-В2	Л1.1, Л2.5	Тест	5
13. Аварийные режимы эксплуатации реактора	3	6	0	18	0	6				30	ПК-1.2-31, ПК-1.2-32, ПК-1.2-33, ПК-1.2-У1, ПК-1.2-	Л1.5, Л2.5	Отчет о лаб. работе	10

Б1, ПК-2.2- 31, ПК-2.2 -32, ПК-2.2- 33, ПК-2.2- У1, ПК-2.2- У2, ПК-2.2- В1, ПК-2.2- В2															
Раздел 3. Система контроля и управления нормальной эксплуатацией (СКУ НЭ).															
14. Назначение и состав СКУ НЭ	3	2	0	0	0	2			4	ПК-1.2- 31, ПК-1.2 -32, ПК-1.2- 33, ПК-2.2- 31, ПК-2.2 -32, ПК-2.2- 33	Л1.1, Л2.1	Тест			5
15. Программно-технические средства СКУ НЭ	3	2	0	0	0	4			6	ПК-1.2- 31, ПК-1.2 -32, ПК-1.2- 33, ПК-1.2- У1, ПК-1.2- В1, ПК-2.2- 31, ПК-2.2 -32, ПК-2.2- 33, ПК-2.2- У1, ПК-2.2- У2, ПК-2.2- В1, ПК-2.2- В2	Л1.1, Л2.1	Тест			5

16. Основные регуляторы СКУ НЭ	3	2	0	0	0	2				4	ПК-1.2-31, ПК-1.2-32, ПК-1.2-33, ПК-1.2-У1, ПК-1.2-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-32, ПК-2.2-33, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-У2, ПК-2.2-В1, ПК-2.2-В2	Л1.1, Л2.1	Тест	5
--------------------------------	---	---	---	---	---	---	--	--	--	---	--	------------	------	---

Раздел 4. Система контроля, управления и диагностики реакторной установки (СКУД РУ).

17. Назначение, состав, функции СКУД РУ	3	2	0	0	0	2				4	ПК-1.2-31, ПК-1.2-32, ПК-1.2-33, ПК-2.2-31, ПК-2.2-32, ПК-2.2-33	Л1.1, Л2.1	Тест	5
---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	---	--	------------	------	---

18. Структурные схемы и функционирование СКУД РУ	3	2	0	0	0	2				4	ПК-1.2-31, ПК-1.2-32, ПК-1.2-33, ПК-1.2-У1, ПК-1.2-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-32, ПК-2.2-33, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-	Л1.1, Л2.1	Тест	10
--	---	---	---	---	---	---	--	--	--	---	--	------------	------	----

										У2, ПК-2.2- В1, ПК-2.2- В2				
Экзамен							72		72				Э	40
ИТОГО		40	0	48	0	56	0	72	0	216				100

3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер раздела дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Назначение СУЗ. Функциональные группы СУЗ. Классификация оборудования подсистем СУЗ. Функции СУЗ. Требования к СУЗ. Показатели безотказности и ремонтопригодности. Схемы СУЗ-УСБ. Алгоритмы СУЗ.	2
2	Решения проекта АЭС-2006, влияющие на построение инициирующей части в структуре СУЗ. Принципы работы инициирующей части АЗ-ПЗ, УСБ. Упрощенная и структурная схема инициирующей части подсистемы АЗ-УСБИ, ПЗ. Размещение оборудования инициирующей части подсистемы АЗ-УСБИ, ПЗ. Назначение, функционирование и сигналы о формировании аварийных команд исполнительной части АЗ-ПЗ. Упрощенная схема исполнительной части АЗ-ПЗ. Размещение оборудования исполнительной части АЗ-ПЗ.	2
3	Состав АКНП. Формирование сигналов АЗ и ПЗ по нейтронно-физическим параметрам. Назначение и функции аппаратуры контроля реактивности и аппаратуры контроля загрузки/перегрузки топлива СКП. Функциональное распределение каналов с ионизационными камерами.	2
4	Функции и задачи СГИУ. Команды управления СГИУ. Упрощенная схема СГИУ. Схема группового комплекса силового управления и контроля положения (ГКСУКП). Состав ГКСУКП. Функции устройств силового управления. Назначение устройств контроля положения органов регулирования реактора. Состав ПТК СГИУ. Оборудование ПТК СГИУ.	2
5	Назначение программно-технического комплекса информационно-диагностической сети СУЗ (ПТК ИДС СУЗ). Схема ПТК ИДС СУЗ. Уровни иерархии ИДС СУЗ и состав их оборудования. Функции и состав оборудования ПТК ИДС СУЗ.	2
6	Функции оборудования электропитания СУЗ. Классификация оборудования электропитания СУЗ по функциональному назначению. Схема силового электропитания оборудования СУЗ. Схема электропитания оборудования СУЗ систем аварийного электроснабжения. Назначение оборудования силового электропитания переменного и постоянного тока. Состав оборудования электропитания СУЗ.	2
7	Назначение автоматического регулятора мощности реактора. Режимы регулирования мощности реактора. Включение АРМР и переход из режима в режим. Формирование команд управления. Функции и состав шкафа АРМ. Состав канала АРМ и назначение его модулей и блоков. Способы выбора группы для управления приводами ОР СУЗ. Связь шкафа АРМ с другим оборудованием.	2

8	Общий подход к физическому пуску реактора. Контроль реактивности, реактимеры. Расчёт пусковой концентрации борной кислоты. Возможности несанкционированного выхода реактора в критическое состояние.	2
9	Назначение и задачи УСБ. Количество управляющих систем безопасности. Инициирующая и исполнительная части УСБ. Функции УСБИ. Функции и состав исполнительной части УСБ. Режимы, при которых инициируется работа УСБ. Условия запуска УСБ.	2
10	Общая схема функционирования УСБ. Схема функционирования УСБ в режиме «Потеря нормального отвода тепла через 2-й контур». Схема функционирования УСБ в режиме «Большая течь». Схема функционирования УСБ в режиме «Малая течь». Функционирование УСБ в режиме «Течь из 1-го контура во 2-й». Функциональные связи ПТК УСБ. Структурная схема исполнительной части УСБ. Взаимодействие с инициирующей частью СУЗ-УСБ. Взаимодействие с мозаичными панелями БПУ/РПУ. Взаимодействие с СВБУ и СРВПЭ. Взаимодействие со СКУ НЭ. Взаимодействие с ТОУ. Принципы проектирования исполнительной части УСБ.	2
11	Назначение модуля приоритетного управления. Команды управления МПУ. Функции МПУ. Интерфейсы МПУ. Приоритет исполнения команд управления, поступающих от зон управления. Перечень регуляторов УСБ. Регулятор САР ПГ. Регулятор расхолаживания первого контура. Регулятор расхода промежуточного контура. Регулятор БРУ-А.	2
12	Порядок проектирования СКУ безопасности. Положения логической структуры и описание функций безопасности. Уровни разработки задания на СКУ СБ. Разработка проектных решений. Классификация функций безопасности. Перечень ФБ, при которых требуется срабатывание АЗ, ПЗ, УСБ. Основные принципы программного разнообразия для комплектов (диверситетов). Алгоритмы для некоторых функций безопасности.	2
13	Режимы, влияющие на изменение реактивности. Динамика режимов с разуплотнением первого контура. Режимы с нарушением расхода теплоносителя. Режимы с нарушением условий охлаждения реакторной установки со стороны второго контура.	6
14	Назначение и состав СКУ НЭ. Упрощенная схема подключения управляющей системы нормальной эксплуатации (УСНЭ) в составе общей схемы АСУ ТП энергоблока. Схема СКУ нормальной эксплуатации для реакторного отделения. Назначение модулей ТПТС. Основная цель управления СКУ НЭ. Функции СКУ НЭ. Принцип резервирования. Способы, задачи и виды технологической сигнализации. Отказ управляющей, информационной, вспомогательной функций. Распределение функций управления и контроля по шкафам ПТК СКУ РО. Объем контроля и управления СНЭ.	2
15	Описание ТПТС – ЕМ. Структурная схема СКУ НЭ. Приборные стойки (ПС). Внутренняя структура ФМ. Стойки сопряжения (СС). Шина ЕН. Интерфейсный модуль. Коммутаторы. Средства конфигурирования. Оборудование инженерной станции. Автоматическая самодиагностика. Описание ТПТС-НТ. Структурная схема комплекса средств автоматизации ТПТС-НТ. Функциональная структура резервирования. Характеристики	2

16	Регулирование давления в первом контуре. Обобщенная структурная схема регулятора давления в первом контуре. Регулирование уровня теплоносителя в компенсаторе давления. Регулирование уровня воды в парогенераторе. Обобщенная структурная схема регулятора уровня в КД. Структурная схема основного регулятора уровня в ПГ. Структурная схема пуско-остановочного регулятора уровня в ПГ. Регулятор расхолаживания компенсатора давления. Структурная схема регулятора расхолаживания КД.	2
17	Назначение, состав, функции СКУД РУ.	2
18	Система внутриреакторного контроля (СВРК) Схема расположения датчиков СВРК. Состав СВРК. Картограмма размещения датчиков СВРК и ОР СУЗ в активной зоне ВВЭР-1000. Состав технических средств СКВ. Состав СКТ. Режимы работы СКУД. ПТК. Функционирование при отказах.	2
	Всего	40

3.4. Тематический план практических занятий

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

3.5. Тематический план лабораторных работ

Номер раздела дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, час.
8	Плановый разогрев энергоблока с реактором ВВЭР-1000	4
8	Вывод реактора ВВЭР-1000 на МКУ	4
8	Подъём мощности реактора ВВЭР-1000 до 40 % номинальной	4
8	Изучение оборудования реакторной установки ВВЭР-1200 и всережимного аналитического тренажёра РУ ВВЭР-1200	2
8	Перевод реакторной установки ВВЭР-1200 из холодного состояния в горячее	4
8	Перевод реакторной установки ВВЭР-1200 из горячего состояния в состояние «выход на МКУ»	4
8	Перевод реакторной установки ВВЭР-1200 из состояния «выход на МКУ» в состояние «работа на мощности» и увеличение мощности до номинальной	4
8	Перевод реакторной установки ВВЭР-1200 из горячего состояния в холодное	4
13	Малая течь теплоносителя в результате разрыва трубопровода первого контура эквивалентным диаметром менее 100 мм	4
13	Большая течь первого контура АЭС с ВВЭР-1000 при работе реакторной установки на уровне мощности 100 % номинальной	2
13	Авария с потерей теплоносителя из реактора ВВЭР-1200 во время останова и в условиях перегрузки топлива	4
13	Аварийное отключение одного ГЦН при работе реакторной установки на уровне мощности 100 % номинальной.	4
13	Разрыв паропровода между парогенератором и отсечным клапаном с двухсторонним истечением пара за пределами ГО.	4
	Всего	48

3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1	Назначение, функции, структура, состав и алгоритмы СУЗ	Выполнение теста	2
2	Инициирующая часть АЗ-ПЗ, УСБ, исполнительная часть АЗ-ПЗ	Выполнение теста	4
3	Аппаратура контроля нейтронного потока	Выполнение теста	4
4	Система группового и индивидуального управления	Выполнение теста	4
5	Информационно-диагностическая сеть СУЗ	Выполнение теста	2
6	Электропитание СУЗ	Выполнение теста	2
7	Автоматический регулятор мощности реактора	Выполнение теста	2
8	Пуск энергоблока с реактором ВВЭР-1000	Выполнение отчёта о лабораторной работе	6
9	Назначение, задачи, режимы и условия запуска	Выполнение теста	2
10	Схемы функционирования, состав ПТК УСБ и структурные схемы	Выполнение теста	4
11	Модуль прио-ритетного управления, основные регуляторы УСБ	Выполнение теста	4
12	Проектирование СКУ безопасности	Выполнение теста	2
13	Аварийные режимы эксплуатации реактора	Выполнение отчёта о лабораторной работе	6
14	Назначение и состав СКУ НЭ	Выполнение теста	2
15	Программно-технические средства СКУ НЭ	Выполнение теста	4
16	Основные регуляторы СКУ НЭ	Выполнение теста	2
17	Назначение, состав, функции СКУД РУ	Выполнение теста	2

18	Структурные схемы и функционирование СКУД РУ	Выполнение теста	2
		Всего:	56

4. Образовательные технологии

При проведении учебных занятий используются традиционные образовательные технологии (лекции в сочетании с лабораторными работами, самостоятельное изучение определённых разделов) и современные образовательные технологии, направленные на обеспечение развития у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств: интерактивные лекции, групповые дискуссии, анализ ситуаций и имитационных моделей, работа в команде, индивидуальное обучение, преподавание дисциплины на основе результатов научных исследований с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей и т.п. Также в процессе обучения используются электронные образовательные ресурсы, размещённые в личных кабинетах.

5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Текущий контроль успеваемости осуществляется в семестре, включает: индивидуальный и (или) групповой опрос (устный или письменный), защиты лабораторных работ; других заданий, выполненных индивидуально или группой обучающихся; проведение тестирования (письменное или компьютерное). Итоговой оценкой результатов освоения дисциплины является оценка, выставленная во время промежуточной аттестации обучающегося с учетом результатов текущего контроля успеваемости.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения				
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
	не засчитено	засчитено			
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	

Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	
Характеристика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Компетенция полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач	
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)		Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)					
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий		
Шкала оценивания								
отлично		хорошо		удовлетворительно		неудовлетворительно		
зачтено						не зачтено		
ПК-1	ПК- 1.2	Знать						

	Расположение оборудования, зданий, сооружений, находящихся в эксплуатации	Знает расположение оборудования, зданий, сооружений. Не допускает ошибок.	Знает расположение оборудования, зданий, сооружений. При ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	Плохо знает расположение оборудования, зданий, сооружений. Допускает множество мелких ошибок.	Уровень знаний ниже минимальных требований, допускает грубые ошибки.

	Реакторное оборудование, блокировочное, сигнальное, контрольно-измерительное оборудование, энергооборудование реакторного отделения АЭС.	Знает реакторное оборудование, блокировочное, сигнальное, контрольно-измерительное оборудование, энергооборудование реакторного отделения АЭС. Не допускает ошибок.	Знает реакторное оборудование, блокировочное, сигнальное, контрольно-измерительное оборудование, энергооборудование реакторного отделения АЭС. При ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	Плохо знает реакторное оборудование, блокировочное, сигнальное, контрольно-измерительное оборудование, энергооборудование реакторного отделения АЭС. Допускает множество мелких ошибок.
	Технология производства электрической и тепловой энергии на АЭС, главная электрическая схема атомной станции, электрическая схема питания собственных нужд блока.	Знает технологию производства электрической и тепловой энергии на АЭС, главную электрическую схему атомной станции, электрическую схему питания собственных нужд блока. Не допускает ошибок.	Знает технологию производства электрической и тепловой энергии на АЭС, главную электрическую схему атомной станции, электрическую схему питания собственных нужд блока. При ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	Плохо знает технологию производства электрической и тепловой энергии на АЭС, главную электрическую схему атомной станции, электрическую схему питания собственных нужд блока. Допускает множество мелких ошибок.
Уметь				Уровень знаний ниже минимальных требований, допускает грубые ошибки.

		<p>Анализировать состояние оборудования, трубопроводов при обходах.</p>	<p>Демонстрирует умение выполнять анализ состояния оборудования, трубопроводов при обходах. Не допускает ошибок.</p>	<p>Демонстрирует умение выполнять анализ состояния оборудования, трубопроводов при обходах. Допускает ряд небольших ошибок.</p>	<p>В целом демонстрирует умение выполнять анализ состояния оборудования, трубопроводов при обходах, допускает ошибки. Задание выполняет не в полном объеме.</p>	<p>При решении типовых задач не демонстрирует умение выполнять анализ состояния оборудования, трубопроводов при обходах, допускает грубые ошибки.</p>
Владеть						
		<p>Навыками оперативных переключений на оборудовании, устройствах технологических систем реакторного отделения АЭС.</p>	<p>Продемонстрированы навыки оперативных переключений на оборудовании, устройствах технологических систем реакторного отделения АЭС, без ошибок и недочётов.</p>	<p>Продемонстрированы навыки оперативных переключений на оборудовании, устройствах технологических систем реакторного отделения АЭС, допущен ряд мелких ошибок.</p>	<p>Имеется минимальный набор навыков оперативных переключений на оборудовании, устройствах технологических систем реакторного отделения АЭС, много ошибок.</p>	<p>Не продемонстрированы базовые навыки оперативных переключений на оборудовании, устройствах технологических систем реакторного отделения АЭС, допущены</p>
ПК-2	ПК-2.2	Знать:				
		<p>Нормы и правила по безопасности в области использования атомной энергии в рамках трудовой функции.</p>	<p>Знает нормы и правила по безопасности в области использования атомной энергии в рамках трудовой функции. Не допускает ошибок.</p>	<p>Знает нормы и правила по безопасности в области использования атомной энергии в рамках трудовой функции. При ответе может допустить несколько негрубых ошибок.</p>	<p>Знает нормы и правила по безопасности в области использования атомной энергии в рамках трудовой функции. Допускает множество мелких ошибок.</p>	<p>Уровень знаний ниже минимальных требований, допускает грубые ошибки.</p>

Нормы и правила ядерной, производственной, радиационной безопасности и электробезопасности.	Знает нормы и правила ядерной, производственной, радиационной безопасности и электробезопасности. Не допускает ошибок.	Знает нормы и правила ядерной, производственной, радиационной безопасности и электробезопасности. При ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	Знает нормы и правила ядерной, производственной, радиационной безопасности и электробезопасности. Допускает множество мелких ошибок.	Уровень знаний ниже минимальных требований, допускает грубые ошибки.
---	--	---	--	--

Уметь:

Применять меры к устранению выявленных нарушений подчиненным персоналом при эксплуатационном обслуживании реакторного оборудования	Демонстрирует умение применять меры к устраниению выявленных нарушений подчиненным персоналом при эксплуатационном обслуживании реакторного оборудования. Не допускает ошибок.	Демонстрирует умение применять меры к устраниению выявленных нарушений подчиненным персоналом при эксплуатационном обслуживании реакторного оборудования. Допускает ряд небольших ошибок.	Демонстрирует умение применять меры к устраниению выявленных нарушений подчиненным персоналом при эксплуатационном обслуживании реакторного оборудования, допускает ошибки. Задание выполняет не в полном объеме.	При решении типовых задач не демонстрирует умение применять меры к устраниению выявленных нарушений подчиненным персоналом при эксплуатационном обслуживании реакторного оборудования,
--	--	---	---	--

Владеть:

Навыками обеспечения безопасной эксплуатации оборудования реакторного отделения АЭС.	Продемонстрированы навыки обеспечения безопасной эксплуатации оборудования реакторного отделения АЭС, без ошибок и недочётов.	Продемонстрированы навыки обеспечения безопасной эксплуатации оборудования реакторного отделения АЭС, допущен ряд мелких ошибок.	Продемонстрированы навыки обеспечения безопасной эксплуатации оборудования реакторного отделения АЭС, много ошибок.	Не продемонстрированы базовые навыки обеспечения безопасной эксплуатации оборудования реакторного отделения АЭС, допущены грубые
--	---	--	---	--

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наиме- нование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронно го ресурса	Кол-во экземпля- ров в бibs- лиотеке КГЭУ
1	Зверков В.В.	Автоматизиро- ванная система управления технологичес- кими процессами АЭС	Монография	М.: НИЯУ МИФИ	2014	https://studfile.net/preview/4420733/	
2	С.А. Андрюще- ко, А.М. Афров, Б.Ю. Васильев, В.Н. Генералов, К.Б.	АЭС с реактором ВВЭР-1000. От физических основ эксплуатации до эволюции проекта	Учебное пособие	М.: Логос	2010	http://www.atominfo.ru/files/knigi/ver.pdf	
3	Карничук В.И.	Системы автоматического выравнивания нейтронного потока в ядерных реакторах	Учебное пособие	Томск: Изд-во Томского политехнического университета	2009	https://e.lanbook.com/book/10264	
4	Чичирова Н.Д., Низамова А.Ш., Евгеньев	Компьютерный тренажёр энергоблока ВВЭР-1000	Учебное пособие	Казань: ООО ПК «Астор и Я»	2021		3
5	Белозеров В.И., Жук М.М., Гераскин Н.И.	Аварийные и переходные режимы на АЭС с реактором ВВЭР-1000	Учебное пособие	М.: НИЯУ МИФИ	2019	https://studfile.net/preview/16502385/	

Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименовани е	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издани я	Адрес электронног о ресурса	Кол-во z exemplia- ров в бibs- лиотеке КГЭУ

1	Андрошенко Ю.К.	Автоматизированные системы управления АЭС	Учебное пособие	Томск: Изд-во Томского политехнического университета	2014	https://portal.tpu.ru/SHARED/jJULIE55/stud_work/tech_izm/book/	
2	Аникеевич К.П.	Автоматический регулятор мощности реактора	Учебное пособие	Севастополь: Изд-во Севастопольского национального университета	2005	https://www.studmed.ru/view/anikevich-kp-avtomaticheskij-regulyator-moshnosti-reaktora	
3	И.А. Сергеев, В.А. Горбаев, Д.В. Терехов	Аппаратура контроля нейтронного потока в проекте Нововоронежской АЭС-2	Статья	Журнал Известия вузов. Ядерная энергетика, № 3, с. 108 – 120	2017	https://nuclear-power-engineering.ru/pdf/2017/03/2017-3-article-10.pdf	
4	Балаковская АЭС. Служба подготовки персонала	Основное оборудование реакторного отделения	Учебное пособие	Балаково: Балаковская АЭС	2015	https://www.studmed.ru/kollektiv-avtorov-posobie-sluzhby-podgotovki-personala-bal	
5	Балаковская АЭС. Служба подготовки персонала	Технологические системы реакторного отделения. Часть 1. Системы безопасности	Учебное пособие	Балаково: Балаковская АЭС	2015	https://www.studmed.ru/kollektiv-avtorov-posobie-sluzhby-podgotovki-personala-bal	
6	Балаковская АЭС. Служба подготовки персонала	Технологические системы реакторного отделения. Часть 2. Вспомогательные системы	Учебное пособие	Балаково: Балаковская АЭС	2015	https://www.studmed.ru/kollektiv-avtorov-posobie-sluzhby-podgotovki-personala-bal	

7	ГП «Националь- ная атомная энергогене- рирующая компания «Энергоато- м» ОП «Запорож- ская АЭС»	Структура комплекса технических средств АСУ ТП энергоблока АЭС	Учебное пособие	Энергодар: Запорожская АЭС	2009	https://studfile.net/preview/5782618/	
8	Бахметьев А.М.	Основы безопасности ядерных энергетически х установок	Учебное пособие	Нижний Новгород: Изд-во НГТУ	2006	https://www.studmed.ru/bahmetev-am-osnovy-bezopasnosti-yadernyh-	

6.2. Информационное обеспечение

6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	https://e.lanbook.com/
2	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»	https://ibooks.ru/
3	Электронно-библиотечная система «book.ru»	https://www.book.ru/
4	Портал «Открытое образование»	http://npoed.ru
5	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru

6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Официальный интернет-портал правовой информации	http://pravo.gov.ru	свободный
2	Справочная правовая система «Консультант Плюс»	http://consultant.ru	авторизация
3	Справочно-правовая система по законодательству РФ	http://garant.ru	авторизация

6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru	авторизация
2	Российская государственная библиотека	http://www.rsl.ru	авторизация
3	Международная реферативная база данных научных изданий zbMATH	http://www.zbmath.org	свободный
4	Международная реферативная база данных научных изданий Springerlink	http://link.springer.com	авторизация
5	Образовательный портал	http://www.ucheba.com	свободный

6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Способ распространения (лицензионное/свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Starter)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
2	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
3	MATLAB Academic new Product From 10 to 24 Group Licenses (per License)	Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений.	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2013.39442 Неискл. право. Бессрочно
4	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 50-99 Node 1 year Educational Renewal License	Антивирусное программное обеспечение	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №37/18 от 26.02.2018 Неискл. право. До 26.03.2019
5	Компас-3D V13	Программное обеспечение для трёхмерного моделирования	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №33659/ KZN12 от 04. 05 2012 Неискл. право. Бессрочно
6	AutoCAD 2008 EDU 20 pack NLM (+ teacher license) RUS	Программное обеспечение для автоматизации процесса проектирования и черчения	ЗАО "СиСофт Казань" №CS 08/15 от 25.03.2008 Неискл. право. Бессрочно
7	Office Professional Plus 2007 Windows32 Russian DiskKit MVL CD	Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №225/10 от 28.01.2010 Неискл. право. Бессрочно
8	Windows 7 Профессиональная для использования на 1 АРМ	Пользовательская операционная система	"ЗАО ""ТаксНет- Сервис"" №ПО-ЛИЦ 0000/2014 от 27.05.2014 Неискл. право.
9	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
10	Adobe Acrobat	Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PDF	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
11	Adobe Flash Player	Подключаемый модуль для браузера и среды выполнения веб -приложений	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
12	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
13	Windows 10	Пользовательская операционная система	ООО "Софтлайн трейд" № Tr096148 от 29.09.2020 Неискл. право. До 14.09.2021

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Зачет	Учебная аудитория	30 посадочных мест, доска аудиторная, компьютер в комплекте с монитором

3	Лекционные занятия	Учебная аудитория	38 посадочных мест, доска аудиторная, проектор, моноблок (7 шт), 5 компьютеров с монитором
4	Лабораторные занятия	Учебная аудитория	22 посадочных места, телевизор (4 шт.), компьютер в комплекте с монитором (8 шт.), компьютерный тренажерно-аналитический комплекс энергоблока ВВЭР-1000 (10 шт.), программно-технический моделирующий комплекс «Аналитический тренажёр энергоблока с реактором ВВЭР-1200
6	Самостоятельная работа	Учебная аудитория	38 посадочных мест, доска аудиторная, проектор, моноблок (7 шт), 5 компьютеров с монитором
7	Консультации, сдача экзамена	Учебная аудитория	24 посадочных места, доска аудиторная, моноблок, телевизор, учебный макет Нижнекамской ТЭЦ, компьютер в комплекте с монитором, плакаты энергетических реакторов.

8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www/kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются

следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;

- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), totally озвучивается;

-

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

9. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);
- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);
- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

-формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным,

религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- формирование эстетической картины мира;

- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Объем программы для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		2
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	216	216
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	41	41
Лекционные занятия (Лек)	4	4
Лабораторные занятия (Лаб)	8	8
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):	195	195
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)	9	9

Лист регистрации изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 20__ /20__
учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. _____

2. _____

3. _____

Программа одобрена на заседании кафедры-разработчика «__» ____ 20__ г.,
протокол № _____.

Зав. кафедрой _____ Чичирова Н.Д.

Программа одобрена методическим советом института теплоэнергетики
«__» ____ 20__ г., протокол № _____.

И.о. директора ИТЭ _____ /Гапоненко С.О./

Согласовано:

Руководитель ОП-
зав. выпускающей
кафедрой /Чичирова Н.Д./

*Приложение к рабочей программе
дисциплины*



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**

**«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине**

Системы управления и защиты оборудования реакторного отделения

Направление подготовки 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Направленность(и) (профиль(и)) 14.04.01 цифровой инжиниринг в атомной энергетике

Квалификация

магистр

г. Казань, 2022

Оценочные материалы по дисциплине «Системы управления и защиты оборудования реакторного отделения» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции(й):

ПК-1 Владеет методами моделирования процессов и элементов в технических системах АЭС.

ПК-2 Владеет методами испытания основного оборудования атомных электростанций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Оценочные материалы включают задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, разработанные в соответствии с рабочей программой дисциплины.

1. Технологическая карта

Семестр 2

Наименование контрольного мероприятия	Рейтинговые показатели				
	I текущий контроль	II текущий контроль	III текущий контроль	Итого	Промежуточная аттестация
					Итого
Текущий контроль					
1. Назначение, функции, структура, состав и алгоритмы СУЗ					
2. Инициирующая часть АЗ-ПЗ, УСБ, исполнительная часть АЗ-ПЗ	20			20	
3. Аппаратура контроля нейтронного потока					
Тест	20			20	
4. Система группового и индивидуального управления					
5. Информационно-диагностическая сеть СУЗ		20		20	
6. Электропитание СУЗ					
Тест		20		20	
7. Автоматический регулятор мощности реактора			20	20	
8. Пуск энергоблока АЭС					
Тест			10	10	
Лабораторная работа			10	10	
Итого за З ТК				60	
Промежуточная аттестация					
Экзамен					40
Всего баллов					100

Семестр 3

Наименование контрольного мероприятия	Рейтинговые показатели				
	I текущий контроль	II текущий контроль	III текущий контроль	Итого	Промежуточная аттестация
					Итого
Текущий контроль					
9. Назначение, задачи, режимы и условия запуска УСБ	15			15	
10. Схемы функционирования, состав ПТК УСБ и структурные схемы					
11. Модуль приоритетного управления, основные регуляторы УСБ					
Тест	15			15	
12. Проектирование СКУ безопасности	20			20	
13. Аварийные режимы эксплуатации реактора					
14. Назначение и состав СКУ НЭ					
Тест		10		10	
Лабораторная работа		10		10	
15. Программно-технические средства СКУ НЭ	20			20	
16. Основные регуляторы СКУ НЭ					
17. Назначение, состав, функции СКУД РУ					
18. Структурные схемы и функционирование СКУД РУ					
Тест			20	20	
Итого за 3 ТК				60	
Промежуточная аттестация					
Экзамен					40
Всего баллов					100

2. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
Тест (Тест)	Система стандартизованных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений	Комплект тестовых заданий
Отчёт по лабораторной работе	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету.	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету

3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Наименование оценочного средства	Тест
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Оценочные материалы представляют собой тест из 100 вопросов различной сложности, разделенный на три модуля (в каждом семестре).</p> <p style="text-align: center;">2 семестр</p> <p style="text-align: center;">Примеры типовых тестовых заданий первого модуля:</p> <p>Вопрос 1: В каком здании на АЭС, как правило, располагается ядерный реактор?</p> <p>1) в турбинном отделении; 2) в реакторном отделении; 3) в здании электротехнического оборудования; 4) в здании перегрузочного оборудования; 5) в здании спецводоочистки.</p> <p>Вопрос 2: Где на АЭС обычно располагаются градирни или брызгальные бассейны?</p> <p>1) непосредственно внутри реакторного отделения; 2) вблизи машинного зала и конденсаторов; 3) в здании хранилища отработанного ядерного топлива; 4) на территории административно-бытового комплекса; 5) в здании дизель-генераторной станции.</p> <p>Вопрос 3: Для чего предназначено и где располагается здание спецкорпуса на АЭС?</p> <p>1) для хранения свежего ядерного топлива, располагается рядом с реакторным отделением; 2) для переработки и хранения радиоактивных отходов, располагается на некотором удалении от основных зданий; 3) для размещения систем аварийного электроснабжения, располагается в непосредственной близости от реактора; 4) для проведения научных исследований, располагается на отдельной территории АЭС; 5) для размещения административных служб АЭС, располагается на въезде на территорию станции.</p> <p>Вопрос 4: Каково основное назначение и местоположение машинного зала на АЭС?</p> <p>1) размещение оборудования для преобразования тепловой энергии пара в электрическую энергию; непосредственно примыкает к реакторному отделению; 2) размещение оборудования для хранения и переработки радиоактивных отходов; располагается на значительном удалении от реактора; 3) размещение систем управления реактором; располагается в центре территории АЭС; 4) размещение оборудования для производства пара; располагается рядом с градирнями; 5) размещение систем аварийного электроснабжения; располагается в подземном бункере.</p> <p>Вопрос 5: Где, как правило, располагаются дизель-генераторные установки (ДГУ) на АЭС?</p> <p>1) внутри реакторного отделения для быстрого доступа в случае аварии;</p>

- 2) в отдельных зданиях (ДГУ) или в пристройках к другим зданиям (например, к зданию электротехнического оборудования) для обеспечения резервного электроснабжения;
- 3) в здании турбинного отделения для использования отработанного тепла дизелей.
- 4) на открытой площадке для обеспечения лучшего охлаждения.
- 5) в здании хранилища отработанного ядерного топлива для обеспечения безопасности его хранения.

Вопрос 6:

Какой тип ядерного реактора использует графит в качестве замедлителя и воду в качестве теплоносителя?

- 1) PWR (Pressurized Water Reactor) – водо-водяной реактор под давлением;
- 2) BWR (Boiling Water Reactor) – кипящий водяной реактор;
- 3) Реактор большой мощности канальный;
- d) CANDU (CANada Deuterium Uranium) – Канадский тяжеловодный реактор;
- e) FBR (Fast Breeder Reactor) – реактор-размножитель на быстрых нейтронах.

Вопрос 7:

Какова основная цель использования блокировочных систем в реакторном отделении?

- 1) повышение эффективности работы турбины;
- 2) оптимизация расхода топлива;
- 3) предотвращение аварийных ситуаций и несанкционированных действий;
- 4) снижение уровня шума в помещении;
- 5) контроль температуры окружающей среды.

Вопрос 8:

Какой сигнал обычно используется для предупреждения персонала об увеличении уровня радиации выше допустимого?

- 1) зеленый свет;
- 2) синий свет;
- 3) красный свет и звуковая сигнализация;
- 4) желтый свет;
- 5) мигающий белый свет.

Вопрос 9:

Какой тип датчика наиболее часто используется для измерения температуры теплоносителя в первом контуре реактора?

- 1) пьезоэлектрический датчик;
- 2) индуктивный датчик;
- 3) ёмкостный датчик;
- 4) термопара;
- 5) оптический датчик.

Вопрос 10:

Какую функцию выполняет парогенератор в реакторном отделении АЭС?

- 1) нагревает теплоноситель первого контура;
- 2) передает тепло от первого контура ко второму, генерируя пар;
- 3) охлаждает активную зону реактора;
- 4) контролирует уровень радиации в первом контуре;
- 5) фильтрует теплоноситель от примесей.

Вопрос 11:

Для чего предназначена система управления и защиты реактора?

- 1) для автоматизации процессов отвода тепла от активной зоны при нарушении нормальной эксплуатации, защиты первого и второго контуров от превышения давления, процедур локализации гермообъема, перевода реактора в подкритическое состояние в режимах ATWS (аварии с вводом положительной реактивности), контроля и управления системами безопасности.
- 2) для автоматического и ручного управления мощностью, реактивностью и энергораспределением в активной зоне реактора, обеспечения контроля теплогидравлических и нейтронно-физических параметров РУ и контроля положения ОР СУЗ, регистрации событий и взаимообмена сигналами со смежными подсистемами.
- 3) для контроля и управления оборудованием нормальной эксплуатации соответствующих технологических систем во всех предусмотренных режимах работы энергоблока.
- 4) для функционирования в составе АСУ ТП энергоблока в режимах нормальной эксплуатации, нарушений нормальной эксплуатации и при проектных авариях.
- 5) для централизованного контроля технологических процессов и передачи команд оператора по управлению оборудованием и механизмами систем нормальной эксплуатации (СНЭ) энергоблока, оборудованием и механизмами систем безопасности при отсутствии инициирующих сигналов на автоматический запуск системы безопасности.

Вопрос 12:

Чему равно время задержки срабатывания аварийной защиты в исполнительной части АЗ – ПЗ?

- 1) 0,10 с
- 2) 0,15 с
- 3) 0,20 с
- 4) 0,25 с
- 5) 0,30 с

Вопрос 13:

Куда выдает сигналы о формировании аварийных команд оборудование исполнительной части АЗ – ПЗ?

- 1) в инициирующую часть для последующей передачи в СВБУ; для дальнейшей обработки и сигнализации первопричины; в АРМ, СКУД, систему борного регулирования и ЭГСР.
- 2) в СВБУ; для дальнейшей обработки и сигнализации первопричины; в АРМ, СКУД и ЭГСР.
- 3) в инициирующую часть для последующей передачи в СВБУ; для дальнейшей обработки и сигнализации первопричины; в АРМ, СКУД, АКНП и ЭГСР.
- 4) в инициирующую часть для последующей передачи в СВБУ; для дальнейшей обработки и сигнализации первопричины; в АРМ, СКУ НЭ, СКУ ПЗ, систему борного регулирования.
- 5) в АРМ, СКУД, СКУ НЭ, СКУ ПЗ, ЭГСР.

Вопрос 14:

Куда поступают сигналы от блоков детектирования АКНП?

- 1) в пороговые устройства;
- 2) в шкаф УНО;
- 3) в нормирующие преобразователи.

Вопрос 15:

Что происходит в нормирующих преобразователях?

- 1) преобразование сигналов от блоков детектирования в частотный сигнал;
- 2) преобразование в цифровой код;
- 3) расчёт значений параметров мощности и периода.

Примеры типовых тестовых заданий второго модуля:

Вопрос 1:

Какая основная функция генератора в системе АЭС?

- 1) производство пара для турбины;
- 2) охлаждение реактора;
- 3) преобразование механической энергии вращения ротора турбины в электрическую энергию;
- 4) регулирование ядерной реакции в реакторе;
- 5) обеспечение циркуляции теплоносителя.

Вопрос 2:

Что является основным элементом главной электрической схемы, предназначенным для повышения напряжения, генерируемого генератором АЭС, до уровня напряжения линий электропередач?

- 1) автотрансформатор;
- 2) компенсатор реактивной мощности;
- 3) выключатель;
- 4) разъединитель;
- 5) силовой трансформатор.

Вопрос 3:

Какова цель использования высоковольтных выключателей в главной электрической схеме АЭС?

- 1) измерение напряжения и тока;
- 2) оперативное включение и отключение электрооборудования, а также защита от перегрузок и коротких замыканий;
- 3) регулирование частоты тока;
- 4) обеспечение связи между разными подстанциями;
- 5) контроль температуры оборудования.

Вопрос 4:

Какие потребители относятся к особо важным потребителям собственных нужд блока АЭС, электроснабжение которых должно быть обеспечено в первую очередь?

- 1) освещение коридоров;
- 2) вентиляция офисных помещений;
- 3) системы безопасности реактора, насосы первого контура, системы охлаждения активной зоны;
- 4) системы связи;
- 5) бытовое оборудование.

Вопрос 5:

Какой тип защиты используется для защиты электрооборудования в схеме собственных нужд блока АЭС от перегрузок по току?

- 1) дифференциальная защита;
- 2) газовая защита;
- 3) токовая отсечка и максимальная токовая защита (МТЗ);
- 4) дистанционная защита;
- 5) резервная защита.

Вопрос 6:

Какое оборудование входит в состав группового комплекса силового управления и контроля положения?

- 1) два устройства контроля положения и управления приводами ОР, два устройства силового управления приводами ОР, два преобразовательных трансформатора для двух шкафов силового управления.
- 2) шесть устройств контроля положения и управления приводами ОР, шесть устройств силового управления приводами ОР, два преобразовательных трансформатора для двух шкафов силового управления.
- 3) шесть устройств контроля положения и управления приводами ОР, шесть устройств силового управления приводами ОР.

Вопрос 7:

Для чего предназначен программно-технический комплекс информационно-диагностической сети СУЗ?

- 1) сбора, обработки и архивирования информации по функционированию оборудования СУЗ, сбора, обработки и архивирования информации по нейтронно-физическими и технологическим параметрам РУ, сейсмическим воздействиям на РУ, регистрации в системе единого времени АСУ ТП и технологической сигнализации на табло БПУ факта и первопричин срабатывания защит, регистрации в системе единого времени АСУ ТП неисправностей оборудования СУЗ с технологической сигнализацией этих событий на табло БПУ, информационной поддержки оперативного персонала БПУ и участия в реализации функции СГИУ по индивидуальному управлению ОР СУЗ с помощью дисплейных средств, информационной поддержки персонала при диагностике неисправностей оборудования СУЗ;
- 2) для централизованного контроля технологических процессов и передачи команд оператора по управлению оборудованием и механизмами систем нормальной эксплуатации (СНЭ) энергоблока, оборудованием и механизмами систем безопасности при отсутствии инициирующих сигналов на автоматический запуск СБ.
- 3) для функционирования в составе АСУ ТП энергоблока в режимах нормальной эксплуатации, нарушений нормальной эксплуатации и при проектных авариях.

Вопрос 8:

Что входит в нижний уровень иерархии ИДС СУЗ?

- 1) подсистема контроля, диагностики и регистрации (КДР-1) нейтронно-физических и технологических параметров РУ и сигналов состояния оборудования в составе первого комплекта АЗ, ПЗ; подсистема контроля, диагностики и регистрации (КДР-2) нейтронно-физических и технологических параметров РУ и сигналов состояния оборудования в составе второго комплекта АЗ, ПЗ; подсистема контроля, диагностики и регистрации (КДР-3) технологических параметров и сигналов состояния оборудования, получаемых из СГИУ и АРМР; подсистема технологической сигнализации (ТС), выполняющая технологическую сигнализацию на табло БПУ и РПУ от КДР-1,2,3; подсистема, выполняющая выбор ОР в индивидуальное управление по команде оператора БПУ и отображение информации по комплексу СУЗ с помощью дисплейных средств.
- 2) каналы инициирующей части АЗ, ПЗ; каналы АРМР, каналы контроля и управления СГИУ; каналы индикации положения ОР СУЗ на индикаторах панелей БПУ и РПУ; первый и второй комплекты исполнительной части АЗ, ПЗ, оборудование надежного электропитания СУЗ; оборудование силового электропитания приводов СУЗ.

Вопрос 9:

Что входит в верхний уровень иерархии ИДС СУЗ?

комплекта АЗ, ПЗ; подсистема контроля, диагностики и регистрации (КДР-2) нейтронно-физических и технологических параметров РУ и сигналов состояния оборудования в составе второго комплекта АЗ, ПЗ; подсистема контроля, диагностики и регистрации (КДР-3) технологических параметров и сигналов состояния оборудования, получаемых из СГИУ и АРМР; подсистема технологической сигнализации (ТС), выполняющая технологическую сигнализацию на табло БПУ и РПУ от КДР-1,2,3; подсистема, выполняющая выбор ОР в индивидуальное управление по команде оператора БПУ и отображение информации по комплексу СУЗ с помощью дисплейных средств.

2) каналы инициирующей части АЗ, ПЗ; каналы АРМР, каналы контроля и управления СГИУ; каналы индикации положения ОР СУЗ на индикаторах панелей БПУ и РПУ; первый и второй комплекты исполнительной части АЗ, ПЗ, оборудование надежного электропитания СУЗ; оборудование силового электропитания приводов СУЗ.

Вопрос 10:

На какие группы по функциональному назначению подразделяется оборудование электропитания СУЗ?

- 1) оборудование силового электропитания переменного тока, оборудование силового электропитания постоянного тока, оборудование надежного электропитания.
- 2) оборудование силового электропитания переменного тока, оборудование силового электропитания постоянного тока, оборудование электропитания от системы аварийного электроснабжения (САЭ).
- 3) оборудование силового электропитания переменного тока, оборудование силового электропитания постоянного тока, оборудование надежного электропитания, оборудование электропитания от системы аварийного электроснабжения (САЭ).
- 4) оборудование силового электропитания переменного тока, оборудование надежного электропитания, оборудование электропитания от системы аварийного электроснабжения (САЭ).
- 5) оборудование силового электропитания переменного тока, оборудование силового электропитания постоянного тока.

Примеры типовых тестовых заданий третьего модуля:

Вопрос 1:

В каких режимах АРМР осуществляет регулирование мощности реактора?

- 1) режим «Т» – поддержание постоянного давления пара в главном паровом коллекторе в диапазоне от 20 до 100 % номинальной мощности реактора с зоной нечувствительности $\pm 0,05$ МПа; режим «Н» – поддержание постоянного значения плотности нейтронного потока в диапазоне от 3 до 102 % номинальной мощности реактора с зоной нечувствительности ± 1 % от номинальной мощности реактора
- 2) режим «Т» – поддержание постоянного давления пара в главном паровом коллекторе в диапазоне от 20 до 102 % номинальной мощности реактора с зоной нечувствительности $\pm 0,05$ МПа; режим «Н» – поддержание постоянного значения плотности нейтронного потока в диапазоне от 3 до 100 % номинальной мощности реактора с зоной нечувствительности ± 1 % от номинальной мощности реактора; режим «С» – стерегущий режим, при котором регулятор выдает команду на перемещение ОР вниз при превышении давлением пара в ГПК номинального на 0,19 МПа.
- 3) режим «Т» – поддержание постоянного давления пара в главном паровом коллекторе в диапазоне от 20 до 100 % номинальной мощности реактора с зоной нечувствительности $\pm 1,0$ МПа; режим «Н» – поддержание постоянного значения плотности нейтронного потока в диапазоне от 3 до 102 % номинальной мощности реактора с зоной нечувствительности $\pm 0,05$ % от номинальной мощности реактора;

режим «С» – стерегущий режим, при котором регулятор выдает команду на перемещение ОР вниз при превышении давлением пара в ГПК номинального на 0,3 МПа.

Вопрос 2:

В какой режим включается АРМР при выборе режима автоматического регулирования и уровне мощности не менее 3 % номинальной?

- 1) режим Т;
- 2) режим Н;
- 3) режим С.

Вопрос 3:

Как влияет подкритичность реактора на скорость нарастания мощности реактора при постоянной скорости увеличения реактивности?

- 1) чем меньше подкритичность реактора, тем быстрее нарастает мощность реактора;
- 2) чем меньше подкритичность реактора, тем медленнее нарастает мощность реактора;
- 3) подкритичность реактора не влияет на скорость нарастания его мощности.

3 семестр

Примеры типовых тестовых заданий первого модуля:

Вопрос 1:

Для чего предназначена система УСБ?

- 1) для автоматического и ручного управления мощностью, реактивностью и энергораспределением в активной зоне реактора, обеспечения контроля теплогидравлических и нейтронно-физических параметров РУ и контроля положения ОР СУЗ, регистрации событий и взаимообмена сигналами со смежными подсистемами.
- 2) для автоматизации технологических процессов работы систем нормальной эксплуатации, в том для поддержания экономичности, устойчивости технологических процессов и защиты оборудования и персонала при нарушениях нормальной эксплуатации, включая отказы оборудования.
- 3) для автоматизации процессов отвода тепла от активной зоны при нарушении нормальной эксплуатации, защиты первого и второго контуров от превышения давления, процедур локализации гермообъема, перевода реактора в подкритическое состояние в режимах ATWS (аварии с вводом положительной реактивности), контроля и управления системами безопасности.

Вопрос 2:

С какими подсистемами имеет функциональные связи ПТК УСБ?

- 1) исполнительной частью СУЗ-УСБ, мозаичными панелями БПУ/РПУ, СВБУ и СРВПЭ, СКУ НЭ, элементами уровня связи с ТОУ (датчики, НКУ, КРУ и т.п.).
- 2) инициирующей частью СУЗ-УСБ, мозаичными панелями БПУ/РПУ, СВБУ и СРВПЭ, СКУ НЭ, элементами уровня связи с ТОУ (датчики, НКУ, КРУ и т.п.).
- 3) исполнительной частью СУЗ-УСБ, мозаичными панелями БПУ/РПУ, СКУД РУ, элементами уровня связи с ТОУ (датчики, НКУ, КРУ и т.п.).

Вопрос 3:

Для чего предназначен модуль приоритетного управления?

- 1) для применения в системах безопасности индивидуальным управлением одним исполнительным механизмом (запорной арматурой, электродвигателем, электромагнитным клапаном, регулирующей арматурой) по автоматическим и дистанционным командам, поступающим от системы безопасности (СБ) и от системы нормальной эксплуатации (СНЭ).
- 2) для применения в системах безопасности индивидуальным управлением одним

исполнительным механизмом (запорной арматурой, электродвигателем, электромагнитным клапаном, регулирующей арматурой) по автоматическим и дистанционным командам, поступающим от системы управления и защиты реактора (СУЗ) и от системы нормальной эксплуатации (СНЭ).

3) для применения в системах безопасности индивидуальным управлением одним исполнительным механизмом (запорной арматурой, электродвигателем, электромагнитным клапаном, регулирующей арматурой) по автоматическим и дистанционным командам, поступающим от СВБУ и от СКУД РУ.

Примеры типовых тестовых заданий второго модуля:

Вопрос 1:

На какие уровни делится процесс разработки задания на проектирование СКУ СБ?

1) Классификация функций безопасности; Построение иерархии ФБ СКУ; Описание решаемых задач; Детализированная модульная структура ФБ СКУ с полным описанием измерительных приборов и сигнализации.

2) Концепция безопасности; Построение иерархии ФБ СКУ; Графическое представление ФБ СКУ; Спецификация действий КИП и модулей.

3) Концепция безопасности. Классификация функций безопасности; Определение перечня ФБ СКУ. Построение иерархии ФБ СКУ; Графическое представление ФБ СКУ. Описание решаемых задач; Детализированная модульная структура ФБ СКУ с полным описанием измерительных приборов и сигнализации. Спецификация действий КИП и модулей.

Вопрос 2:

Какой основной принцип лежит в основе обеспечения безопасности при использовании атомной энергии?

- 1) максимизация прибыли;
- 2) ускорение технологического прогресса;
- 3) предотвращение радиационного воздействия на персонал и население выше установленных пределов;
- 4) снижение стоимости электроэнергии;
- 5) увеличение производства радиоактивных изотопов.

Вопрос 3:

Что такое ALARA в контексте радиационной безопасности?

- 1) аббревиатура названия атомной электростанции;
- 2) единица измерения дозы облучения;
- 3) принцип, означающий поддержание доз облучения на настолько низком уровне, насколько это разумно достижимо;
- 4) тип ядерного топлива;
- 5) способ захоронения радиоактивных отходов.

Вопрос 4:

Какой основной барьер используется для предотвращения распространения радиоактивных веществ в окружающую среду в случае аварии на АЭС?

- 1) система вентиляции;
- 2) система пожаротушения;
- 3) герметичная оболочка реактора (контайнмент);
- 4) система охлаждения турбины;
- 5) система очистки воды.

Вопрос 5:

Что такое кондиционирование радиоактивных отходов?

- 1) очистка отходов от радиоактивных элементов;
- 2) приведение отходов в форму, пригодную для безопасного хранения и захоронения;

- 3) переработка отходов для повторного использования;
- 4) сжигание радиоактивных отходов;
- 5) разбавление радиоактивных отходов.

Тест № 6

Какой орган в Российской Федерации осуществляет надзор за безопасностью в области использования атомной энергии?

- 1) Министерство энергетики;
- 2) Ростехнадзор (Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору);
- 3) Министерство здравоохранения;
- 4) Министерство обороны;
- 5) Российская академия наук.

Вопрос 7:

Какие аварийные режимы относятся к режимам, влияющим на изменение реактивности?

- 1) неуправляемое извлечение группы органов регулирования; снижение концентрации борной кислоты в теплоносителе, вследствие нарушений в системе борного регулирования; подключение ГЦН неработающей петли.
- 2) неуправляемое извлечение группы органов регулирования; выброс органа регулирования; снижение концентрации борной кислоты в теплоносителе, вследствие нарушений в системе борного регулирования; подключение ГЦН неработающей петли; возможность несанкционированного выхода реактора в критическое состояние.
- 3) выброс органа регулирования; подключение ГЦН неработающей петли; возможность несанкционированного выхода реактора в критическое состояние (крайне маловероятная и гипотетическая).

Вопрос 8:

Какие аварийные режимы относятся к режимам с нарушением условий охлаждения реакторной установки со стороны второго контура?

- 1) Заклинивание одного ГЦН; Обесточивание одного ГЦН; Обесточивание всех ГЦН; Полное обесточивание собственных нужд АЭС.
- 2) Заклинивание одного ГЦН; Обесточивание одного ГЦН; Обесточивание всех ГЦН; Полное обесточивание собственных нужд АЭС, Закрытие стопорных клапанов турбогенератора или потеря внешней электрической нагрузки; Закрытие отсечных клапанов парогенераторов.
- 3) Закрытие стопорных клапанов турбогенератора или потеря внешней электрической нагрузки; Закрытие отсечных клапанов парогенераторов; Потеря нормального расхода питательной воды, включая полное прекращение; Отключение подогревателя высокого давления.

Вопрос 9:

Для чего предназначена СКУ НЭ?

- 1) для автоматического и ручного управления мощностью, реактивностью и энергораспределением в активной зоне реактора, обеспечения контроля теплогидравлических и нейтронно-физических параметров РУ и контроля положения ОР СУЗ, регистрации событий и взаимообмена сигналами со смежными подсистемами.
- 2) для автоматизации технологических процессов работы систем нормальной эксплуатации, в том для поддержания экономичности, устойчивости технологических процессов и защиты оборудования и персонала при нарушениях нормальной эксплуатации, включая отказы оборудования.
- 3) для автоматизации процессов отвода тепла от активной зоны при нарушении нормальной эксплуатации, защиты первого и второго контуров от превышения давления, процедур локализации гермообъема, перевода реактора в подкритическое состояние в режимах ATWS (аварии с вводом положительной реактивности), контроля

и управления системами безопасности.

Примеры типовых тестовых заданий третьего модуля:

Вопрос 1:

Что такое «калибровка» средства измерения в контексте метрологии?

- 1) процесс определения его технических характеристик;
- 2) операция, устанавливающая соотношение между значением, полученным с помощью средства измерения, и соответствующим значением величины, воспроизводимой эталоном;
- 3) ремонт средства измерения;
- 4) замена средства измерения;
- 5) просто визуальный осмотр средства измерения.

Вопрос 2:

Какова основная цель стандартизации в атомной отрасли?

- 1) увеличение прибыли предприятий отрасли;
- 2) ускорение разработки новых технологий;
- 3) обеспечение безопасности, надежности, совместимости и унификации продукции и процессов;
- 4) снижение затрат на производство;
- 5) создание конкуренции между предприятиями.

Вопрос 3:

Что подтверждает сертификат соответствия в атомной отрасли?

- 1) соответствие продукции требованиям заказчика;
- 2) соответствие продукции требованиям экологической безопасности;
- 3) соответствие продукции установленным требованиям технических регламентов, стандартов или иных нормативных документов;
- 4) высокое качество продукции;
- 5) низкую цену продукции.

Вопрос 4:

Какой федеральный закон является основным в области обеспечения единства измерений в Российской Федерации?

- 1) Федеральный закон «Об охране окружающей среды»;
- 2) Федеральный закон «О техническом регулировании»;
- 3) Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений»;
- 4) Федеральный закон «О радиационной безопасности населения»;
- 5) Федеральный закон «Об использовании атомной энергии».

Вопрос 5:

Что такое аккредитация в области обеспечения единства измерений?

- 1) лицензирование предприятий, занимающихся производством средств измерений;
- 2) официальное признание компетентности органа по сертификации или испытательной лаборатории выполнять работы в определенной области;
- 3) добровольное участие предприятий в программах повышения качества;
- 4) обязательная регистрация средств измерений;
- 5) проведение обучения персонала по вопросам метрологии.

Вопрос 6:

Где и в качестве чего применяется модуль S-регулятора ТПТС51-2.1411?

- 1) в системах нормальной эксплуатации для реализации функции противоаварийного управления мощностью турбогенератора.
- 2) в системах нормальной эксплуатации в качестве двухканального регулятора с аналоговым выходом, управляющего процессом через исполнительные механизмы.

3) в системах нормальной эксплуатации в качестве двухканального регулятора с дискретным выходом, управляющего процессом через исполнительные механизмы.

Вопрос 7:

Где и в качестве чего применяется модуль К-регулятора ТПТС51-2.1412?

1) в системах нормальной эксплуатации для реализации функции противоаварийного управления мощностью турбогенератора.

2) в системах нормальной эксплуатации в качестве двухканального регулятора с аналоговым выходом, управляющего процессом через исполнительные механизмы.

3) в системах нормальной эксплуатации в качестве двухканального регулятора с дискретным выходом, управляющего процессом через исполнительные механизмы.

Вопрос 8:

Какие регуляторы относятся к основным регуляторам энергоблока в части СКУ НЭ?

1) регулятор давления в первом контуре, регулятор уровня теплоносителя в компенсаторе давления, регулятор уровня котловой воды в парогенераторах, регулятор давления пара в главном паровом коллекторе, регулятор скорости разогрева-расхолаживания первого контура и компенсатора давления.

2) регулятор системы аварийного расхолаживания через ПГ (САР ПГ), регулятор расхолаживания первого контура, регулятор расхода промежуточного контура, регулятор БРУ-А, вентиляция.

3) регулятор давления в первом контуре, регулятор уровня теплоносителя в компенсаторе давления, регулятор уровня котловой воды в парогенераторах, регулятор системы аварийного расхолаживания через ПГ (САР ПГ), регулятор расхолаживания первого контура, регулятор расхода промежуточного контура, регулятор БРУ-А.

Вопрос 9:

Для чего предназначена СКУД РУ?

1) для автоматизации процессов отвода тепла от активной зоны при нарушении нормальной эксплуатации, защиты первого и второго контуров от превышения давления, процедур локализации гермообъема, перевода реактора в подкритическое состояние в режимах ATWS (аварии с вводом положительной реактивности), контроля и управления системами безопасности.

2) для автоматического и ручного управления мощностью, реактивностью и энергораспределением в активной зоне реактора, обеспечения контроля теплогидравлических и нейтронно-физических параметров РУ и контроля положения ОР СУЗ, регистрации событий и взаимообмена сигналами со смежными подсистемами.

3) для контроля и управления оборудованием нормальной эксплуатации соответствующих технологических систем во всех предусмотренных режимах работы энергоблока.

4) для функционирования в составе АСУ ТП энергоблока в режимах нормальной эксплуатации, нарушений нормальной эксплуатации и при проектных авариях.

5) для централизованного контроля технологических процессов и передачи команд оператора по управлению оборудованием и механизмами систем нормальной эксплуатации (СНЭ) энергоблока, оборудованием и механизмами систем безопасности при отсутствии инициирующих сигналов на автоматический запуск системы безопасности.

Вопрос 10:

Для чего предназначена СКУД РУ?

1) для автоматизации процессов отвода тепла от активной зоны при нарушении нормальной эксплуатации, защиты первого и второго контуров от превышения давления, процедур локализации гермообъема, перевода реактора в подкритическое состояние в режимах ATWS (аварии с вводом положительной реактивности), контроля

- и управления системами безопасности.
- 2) для автоматического и ручного управления мощностью, реактивностью и энергораспределением в активной зоне реактора, обеспечения контроля теплогидравлических и нейтронно-физических параметров РУ и контроля положения ОР СУЗ, регистрации событий и взаимообмена сигналами со смежными подсистемами.
- 3) для контроля и управления оборудованием нормальной эксплуатации соответствующих технологических систем во всех предусмотренных режимах работы энергоблока.
- 4) для функционирования в составе АСУ ТП энергоблока в режимах нормальной эксплуатации, нарушений нормальной эксплуатации и при проектных авариях.
- 5) для централизованного контроля технологических процессов и передачи команд оператора по управлению оборудованием и механизмами систем нормальной эксплуатации (СНЭ) энергоблока, оборудованием и механизмами систем безопасности при отсутствии инициирующих сигналов на автоматический запуск системы безопасности.

Вопрос 11:

Для чего предназначена СВРК?

- 1) для контроля нейтронно-физических параметров реактора в диапазоне изменения мощности от 10^{-8} до 150 %;
- 2) для контроля диапазона плотности нейтронного потока от подкритического состояния до номинальной мощности;
- 3) для контроля нейтронно-физических параметров активной зоны, выработки аварийных и предупредительных сигналов и передачи их в другие подсистемы АСУ ТП и СКУД.

Вопрос 12:

В каком диапазоне мощности ПТК-3 обеспечивает автоматическое формирование и передачу в инициирующую часть СУЗ (АЗ, ПЗ) сигналов аварийной и предупредительной защиты активной зоны?

- 1) 0 – 100 % номинальной;
- 2) 10 – 110 % номинальной;
- 3) 20 – 110 % номинальной.

Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	<p>При выставлении баллов за тест учитываются следующие критерии:</p> <p>За каждое правильно выполненное задание присваивается определенное количество баллов. Максимальное количество баллов за тест по первому модулю – 15 баллов, по второму модулю – 10 баллов, по третьему модулю – 20 баллов.</p> <p>Шкала оценивания результатов за тест первого модуля:</p> <ul style="list-style-type: none"> от 5 до 10 баллов – удовлетворительно; от 10 до 12 баллов – хорошо; от 12 до 15 баллов – отлично. <p>Шкала оценивания результатов за тест второго модуля:</p> <ul style="list-style-type: none"> от 3 до 5 баллов – удовлетворительно; от 5 до 8 баллов – хорошо; от 8 – 10 баллов – отлично. <p>Шкала оценивания результатов за тест третьего модуля:</p> <ul style="list-style-type: none"> от 5 до 10 баллов – удовлетворительно; от 10 до 15 баллов – хорошо; от 15 – 20 баллов – отлично.
Наименование оценочного средства	Лабораторная работа
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Лабораторная работа выполняется согласно Методическим указаниям о выполнении лабораторной работы, выданным преподавателем на занятии.</p> <p>Отчет по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты.</p> <p>Примеры заданий на лабораторные работы:</p> <p>Лабораторная работа «Плановый разогрев энергоблока ВВЭР-1000»</p> <p>В ходе выполнения лабораторной работы обучающийся должен:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) изучить руководство по работе с программно-техническим моделирующим (аналитическим) тренажёром «Атомная электрическая станция с ВВЭР-1000» и овладеть навыками работы на нём; 2) усвоить основные теоретические положения, используемые при плановом разогреве энергоблока ВВЭР-1000 из холодного состояния; 3) исследовать мнемосхемы тренажёра «Атомная электрическая станция с ВВЭР-1000», с помощью которых осуществляются операции планового разогрева энергоблока ВВЭР-1000 из холодного состояния до достижения номинальных параметров эксплуатации; 4) понять основные технологические ограничения и требования в режиме планового разогрева энергоблока; 5) следуя представленной методике, осуществить плановый разогрев энергоблока из холодного состояния до достижения номинальных параметров работы на тренажёре «Атомная электрическая станция с ВВЭР-1000»; 6) провести анализ полученных результатов и подготовить отчёт о проделанной работе.

Лабораторная работа «Вывод реактора ВВЭР-1000 на МКУ»

В ходе выполнения лабораторной работы обучающийся должен:

- 1) изучить руководство по работе с программно-техническим моделирующим (аналитическим) тренажёром «Атомная электрическая станция с ВВЭР-1000» и овладеть навыками работы на нём;
- 2) усвоить основные теоретические положения, используемые при выводе реактора на минимально-контролируемый уровень мощности;
- 3) исследовать мнемосхемы тренажёра «Атомная электрическая станция с ВВЭР-1000», с помощью которых осуществляются технологические операции, позволяющие вывести реактор на минимально-контролируемый уровень мощности;
- 4) понять основные технологические ограничения и требования в режиме вывода реактора на минимально-контролируемый уровень мощности;
- 5) следуя представленной методике, осуществить вывод реактора на минимально-контролируемый уровень мощности на тренажёре «Атомная электрическая станция с ВВЭР-1000»;
- 6) провести анализ полученных результатов и подготовить отчёт о проделанной работе.

Лабораторная работа «Малая течь теплоносителя в результате разрыва трубопровода первого контура эквивалентным диаметром менее 100 мм»

В ходе выполнения лабораторной работы обучающийся должен:

- 1) изучить руководство по работе с программно-техническим моделирующим (аналитическим) тренажёром «Атомная электрическая станция с ВВЭР-1000» и овладеть навыками работы на нём;
- 2) усвоить основные теоретические положения, используемые при устранении аварийной ситуации, связанной с образованием малой течи теплоносителя в результате разрыва трубопровода первого контура;
- 3) исследовать мнемосхемы тренажёра «Атомная электрическая станция с ВВЭР-1000», с помощью которых осуществляется устранение аварийной ситуации, связанной с образованием малой течи теплоносителя в результате разрыва трубопровода первого контура и вывод энергоблока в безопасный режим;
- 4) следуя представленной методике, осуществить устранение аварийной ситуации, связанной с образованием малой течи теплоносителя в результате разрыва трубопровода первого контура и вывод энергоблока в безопасный режим на тренажёре «Атомная электрическая станция с ВВЭР-1000»;
- 6) провести анализ полученных результатов и подготовить отчёт о проделанной работе.

Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	<p>При оценке выполненной лабораторной работы учитываются следующие критерии:</p> <p><i>1. Знание материала</i></p> <ul style="list-style-type: none">- содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренном программой дисциплины – 2 балла;- содержание материала раскрыто неполно, показано общее понимание вопроса, достаточное для дальнейшего изучения программного материала – 1 балл;- не раскрыто основное содержание учебного материала – 0 баллов; <p><i>2. Последовательность изложения</i></p> <ul style="list-style-type: none">- содержание материала раскрыто последовательно, достаточно хорошо продумано – 2 балла;- последовательность изложения материала недостаточно продумана – 1 балл;- путаница в изложении материала – 0 баллов;
---	--

<p>3. Владение речью и терминологией</p> <ul style="list-style-type: none"> - материал изложен грамотным языком, с точным использованием терминологии – 2 балла; - в изложении материала имелись затруднения и допущены ошибки в определении понятий и в использовании терминологии – 1 балл; - допущены ошибки в определении понятий – 0 баллов; <p>4. Применение конкретных примеров</p> <ul style="list-style-type: none"> - показано умение иллюстрировать материал конкретными примерами – 2 балла; - приведение примеров вызывает затруднение – 1 балл; - неумение приводить примеры при объяснении материала – 0 баллов; <p>5. Уровень теоретического анализа</p> <ul style="list-style-type: none"> - показано умение делать обобщение, выводы, сравнение – 2 балла; - обобщение, выводы, сравнение делаются с помощью преподавателя – 1 балл; - полное неумение делать обобщение, выводы, сравнения – 0 баллов; <p>Количество баллов: максимум – 10</p>

4. Оценочные материалы промежуточной аттестации

<p>Наименование оценочного средства</p>	Экзамен
<p>Представление и содержание оценочных материалов</p>	<p>Оценочные материалы, вынесенные на экзамен состоят из экзаменационных билетов с двумя теоретическими вопросами.</p> <p style="text-align: center;">Примеры типовых экзаменационных билетов (2 семестр):</p> <p style="text-align: center;">Билет 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Назначение, функции и структура системы управления и защиты реактора. 2. Пуск энергоблока с реактором ВВЭР-1000. <p style="text-align: center;">Билет 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Назначение и состав АКНП. 2. Режимы работы автоматического регулятора мощности реактора. <p style="text-align: center;">Примеры типовых экзаменационных билетов (3 семестр):</p> <p style="text-align: center;">Билет 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Назначение и задачи УСБ. 2. Структурные схемы и функционирование СКУД РУ. <p style="text-align: center;">Билет 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Режимы и условия запуска УСБ. 2. Назначение и состав СКУ НЭ.

Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	<p>Критериями оценки выполнения задания, согласно достигнутого уровня, являются:</p> <p><i>Высокий уровень:</i> Ответ на задаваемый вопрос – полный, развернутый, изложен грамотным языком с точным использованием терминологии, обучающийся реагирует на вопросы и способен поддерживать диалог – 30-45 баллов</p> <p><i>Средний уровень:</i> в ответе на вопрос показано общее понимание вопроса, достаточное для дальнейшего изучения программного материала, ответ изложен грамотным языком, допущены некоторые ошибки в использовании терминологии – 15-29 баллов.</p> <p><i>Ниже среднего уровня:</i> Ответ на поставленный вопрос - неполный, отмечена непоследовательность изложения материала, при ответе на вопрос имелись затруднения и допущены ошибки в определении понятий и в использовании терминологии, при изложении материала есть негрубые лексико-грамматические ошибки –0-14 баллов.</p> <p>Минимальное количество баллов за экзамен – 1</p> <p>Максимальное количество баллов за экзамен – 40</p>
---	--