МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ Ядерной физики и технологий

Одобрено на заседании
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Протокол от 24.04.2023 № 23.4

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССАМИ АЭС

название дисциплины

для студентов направления подготовки

14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг

название специальности/направления подготовки

образовательная программа

Проектирование и эксплуатация атомных станций

название специализации/профиля

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения ООП магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	***Результаты освоения ООП Содержание компетенций****	***Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине***
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	*Знать:* основные принципы регулирования и математического описания динамики объектов и систем; общие принципы структурного анализа сложных систем; иметь представление об основах синтеза автоматических систем регулирования. *Уметь:* составлять математическое описание ТОУ, выполнять анализ функционирования систем управления, Владеть:Методами анализа функционирования систем управления,
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	*Знать:* основные принципы обеспечения безопасности АЭС, построения и использования систем безопасности. Уметь: действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения.
УК-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного	*Знать:* Принципы построения и функционирования АСУ ТП АЭС; типовую функциональную и техническую структуру АСУ ТП АЭС; назначение, состав, функции автоматизированных рабочих мест (АРМ), БПУ, РПУ. Уметь: осуществлять организацию и техническое оснащение рабочих мест, Владеть:Методами *построения*

		АСУ ТП АЭС;
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	*Знать:* основные принципы обеспечения безопасности АЭС, построения и использования систем безопасности. *Уметь: использовать современные пакеты прикладных программ для проектирования систем безопасности на объектах ядерного топливного цикла*
ОПК-1	Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять	*Уметь: формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять*
ОПК-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	*Владеть: современными методами исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы*
ПК-7	Способен использовать и оценивать современные достижения науки и техники для решения	Уметь: использовать и оценивать современные достижения науки и техники для решения
ПК-8	Способен владеть расчетно-теоретическими и экспериментальными методами исследования физических процессов, выполнять экспериментальные исследования и проводить обработку, анализ и обобщение полученных результатов	Знать: расчетно-теоретические и экспериментальные методамы исследования физических процессов, выполнять экспериментальные исследования и проводить обработку, анализ и обобщение полученных результатов
ПК-4	Способен использовать в разработке технических проектов новые информационные технологии и алгоритмы	Уметь: использовать в разработке технических проектов новые информационные технологии и алгоритмы

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Данная дисциплина относится к базовой части профессионального цикла. Для изучения дисциплины необходимы знания, умения и навыки, сформированные у обучающихся в результате освоения учебных дисциплин: высшая математика, информатика - базовой части математического и естественнонаучного цикла, физика ядерных реакторов, ядерные энергетические реакторы, парогенераторы и теплообменники, турбомашины АЭС – базовой части профессионального цикла.

Дисциплина изучается на 1курсе в 1семестре.

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид работы	**Форма обучения** (вносятся данные по реализуемым формам)	
	Очная	**Заочная**
	Семестр	**Курс**
	№ 1	**№1**
	Количество часов на вид работы:	
Контактная работа обучающихся с преподавателем		
Аудиторные занятия *(всего)*	32	
В том числе:		
лекции (лекции в интерактивной форме)	16	
практические занятия (практические занятия в интерактивной форме)	16	
лабораторные занятия		
Промежуточная аттестация		
В том числе:		
зачет	-	
экзамен	36	
Самостоятельная работа обучающихся		
Самостоятельная работа обучающихся *(всего)*	76	
В том числе:		
проработка учебного (теоретического) материала	30	
выполнение индивидуальных заданий	26	

подготовка ко всем видам контрольных испытаний промежуточной аттестации (по окончании семестра)	20	
Всего (часы):	**144**	
Всего (зачетные единицы):	**4**	

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	**Виды учебной работы в часах** (вносятся данные по реализуемым формам)									
		Очная форма обучения					**Заочная форма обучения**				
		Лек	**Пр**	**Лаб**	**Внеауд**	**СРО**	**Лек**	**Пр**	**Лаб**	**Внеауд**	**СРО**
1.	**Раздел 1. Основы теории автоматического управления.**	6	12								
1.1.	**Тема** Основные принципы регулирования и математического описания динамики объектов и систем.	2	4			5					
1.2.	**Тема** Устойчивость автоматических систем регулирования (АСР)	2	4			5					
1.3.	**Тема** Качество систем автоматического управления.	2	4			5					
2.	**Раздел 2. Принципы построения и функционированя АСУ ТП АЭС.**	10	10								
2.1.	**Тема** Функциональная структура АСУ ТП АЭС.	2	4			16					
2.2.	**Тема** Использование вычислительной техники в АСУ ТП АЭС.	2				5					
2.3.	**Тема** Техническое обеспечение АСУ ТП АЭС.	2				10					
2.4.	**Тема** Принципы создания БПУ.	2				15					
2.5.	**Тема** Человеко-машинный интерфейс в АСУ ТП АЭС.	2				15					
	Итого за 1 семестр:	**16**	**16**			**76**					
	Всего:	16	16			76					

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	**Раздел 1. Основы теории автоматического управления.**	
1.1.	**Тема** Основные принципы регулирования и математического описания динамики объектов и систем.	Декомпозиция целей управления. Регулирование. Основные принципы регулирования. Классификация систем автоматического управления по различным признакам. Основные принципы математического описания динамики объектов и систем. Динамические характеристики САУ. Типовые динамические звенья.
1.2.	**Тема** Устойчивость автоматических систем регулирования (АСР)	Понятие устойчивости линейных систем. Критерии устойчивости
1.3.	**Тема** Качество систем автоматического управления.	Показатели качества работы САУ. Статические и астатические системы. Показатели качества переходного процесса. Интегральные оценки качества переходных процессов. Основы синтеза САУ.
2.	**Раздел 2. Принципы построения и функционирования АСУ ТП АЭС.**	
2.1.	**Тема** Функциональная структура АСУ ТП АЭС.	Особенности АЭС как объекта управления. Режимы работы АЭС. Взаимодействие технологических систем энергоблока. Назначение, цель, этапы создания АСУ ТП АЭС. Назначение и функции информационных и управляющих систем энергоблока АЭС. Структура традиционных АСУ ТП АЭС. УВС «Комплекс-Титан 2», «Скала». Недостатки традиционных АСУ ТП АЭС. Обобщенная структура современной информационно-управляющей вычислительной системы. СВБУ.

2.2.	**Тема** Использование вычислительной техники в АСУ ТП АЭС.	Структура и принципы построения ЭВМ. Структура и основные функции УВМ в составе АСУ ТП. Централизованные и распределѐнные системы управления. Программируемые контроллеры.
2.3.	**Тема** Техническое обеспечение АСУ ТП АЭС.	ПТС верхнего блочного уровня. ПТС нижнего уровня АСУ ТП. Типовые программно-технические средства ТПТС. Функциональные модули: типы, структура. Конструктивная реализация контроллеров ТПТС. Приборные стойки. Сетевые средства ТПТС. Структурная схема типового канала управления на базе ТПТС.
2.4.	**Тема** Принципы создания БПУ.	Тенденции в организации блочных пунктов управления. Блочный пункт управления АЭС с ВВЭР-1000. Организация БПУ.
2.5.	**Тема** Человеко-машинный интерфейс в АСУ ТП АЭС.	Задачи ЧМИ. Набор элементов ЧМИ. Типы рабочих окон. Автоматизированное рабочее место оператора. Рабочая станция. Управление исполнительными механизмами и регуляторами с АРМ .

Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	**Раздел 1. Основы теории автоматического управления.**	
1.1.	**Тема** Основные принципы регулирования и математического описания динамики объектов и систем.	Основные принципы математического описания динамики объектов и систем. Описание САУ.
1.2.	**Тема** Устойчивость автоматических систем регулирования (АСР)	Критерии устойчивости. Определение устойчивости САУ.
1.3.	**Тема** Качество систем автоматического управления.	Показатели качества работы САУ. Определение качества переходного процесса. Основы синтеза САУ.

…	**…**	
2.	**Раздел 2. Принципы построения и функционированя АСУ ТП АЭС.**	
2.1.	**Тема** Функциональная структура АСУ ТП АЭС.	Разработка функциональной схемы САУ.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для самостоятельной работы студентам предлагаются репродуктивные (выполнение упражнений по образцу, пересказ учебного материала), и информационно-добывающие (самостоятельная работа с учебными пособиями, аудио и видео материалами, с интернет-ресурсами), проблемно-поисковые (подготовка материалов для презентаций) и творчески-репродуктивные методы работы (подготовка к практическим занятиям, выполнение письменных работ).

Рекомендуемые интернет ресурсы для самостоятельной работы: электронно-библиотечная система http://elibrary.ru, электронно-библиотечная система образовательных и просветительских изданий http:\\www.IQlib.ru, электронно-библиотечная система «Издательство Лань» www.e.lanbook.com, электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ www.library.mephi.ru.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
Текущий контроль			
1.	**Раздел 1. Основы теории автоматического управления.**	*(ОК-1*) Способность к абстрактному мышлению, обобщению, анализу, систематизации и прогнозированию. *(ПК-1)* Готовность осуществлять организацию и техническое оснащение рабочих мест, разрабатывать оперативные планы работы первичных производственных подразделений.	Индивидуальное домашнее задание.

2.	**Раздел 2. Принципы построения и функционирования АСУ ТП АЭС.**	(*ОК-2*) Способностью действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения. *(ПСК-5)* Умение использовать современные пакеты прикладных программ для проектирования систем безопасности на объектах ядерного топливного цикла	Коллоквиум

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

6.2.1. Экзамен

а) типовые вопросы (задания):

1. Управление. Управляющая система. Автоматические и автоматизированные системы управления.
2. Основные понятия и определения ТАУ: автоматическое управление, регулирование, воздействие, возмущение, объект управления, автоматическое управляющее устройство, сигнал, обратная связь.
3. Оператор САУ. Классификация САУ по виду оператора системы.
4. Принципы автоматического управления, их преимущества и недостатки.
5. Системы автоматического регулирования. Типовые алгоритмы регулирования и классификация САР в зависимости от характера изменения задающего воздействия. Основные типы промышленных регуляторов (по реализуемому закону регулирования.)
6. Виды и основные элементы структурных схем САУ. Типовая структурная схема САУ.
7. Декомпозиция целей управления в САУ.
8. Способы математического описания САУ.
9. Временные характеристики звеньев и САУ.
10. Частотные характеристики звеньев и САУ.
11. Правила преобразования структурных схем САУ.
12. Понятие устойчивости линейных непрерывных САУ. Критерии устойчивости.
13. Типовые динамические звенья и их характеристики.
14. Прямые и косвенные показатели качества работы САУ в установившемся режиме и в переходных процессах.
15. Статические характеристики систем. Статические и астатические САУ. Коэффициент статизма.
16. Задачи синтеза САУ.
17. Общий вид экспериментальных переходных кривых теплоэнергетических процессов. Обобщенная энергетическая форма уравнений динамики

регулируемых объектов.

18. Особенности АЭС как объекта управления.
19. Режимы работы АЭС по отношению к безопасности. Стационарные и переходные режимы. Главные цели безопасности.
20. Определение АСУ. Системы автоматического и автоматизированного управления. Отличительные черты АСУ.
21. Функции АСУ ТП АЭС.
22. Структура и принципы построения ЭВМ. Архитектура фон Неймана. Классификация ЭВМ по сфере применения. УВМ.
23. Основные режимы работы УВМ в составе АСУ ТП.
24. Управляющие и информационные системы АСУ ТП энергоблока.
25. Структурная схема АСУ ТП АЭС с ВВЭР – 1000.
26. Состав программно-технических средств (ПТС) АСУ ТП АЭС,
27. Типовые программно-технические средства ТПТС, общая характеристика, типы и структура модулей.
28. Оперативные пункты управления общестанционного уровня и их функции.
29. Пункты управления энергоблоком и их функции.
30. Пункты управления АЭС и их функции.
31. Организация БПУ.
32. Человеко-машинный интерфейс (ЧМИ) в АСУ ТП АЭС.
33. Типы рабочих окон управления исполни тельными механизмами.
34. Управление исполнительными механизмами и регуляторами с АРМ. Типовые каналы управления.
35. Основные недостатки традиционных АСУ АЭС.
36. Обобщѐнная структура и функции информационно-управляющей вычислительной системы (ИУВС).

6.2.2. Индивидуальное домашнее задание.

Индивидуальное домашнее задание по курсу «АСУ АЭС».

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Работа состоит из двух частей - теоретической
- практической.

Теоретическая часть.

Вариант I.
Тема: Общие принципы структурного анализа сложных систем.
Вопросы:

1. Сложные системы
2. Методы исследования сложных систем.
3. Виды и элементы структурных схем.

4. Назначение и общие принципы структурного анализа сложных систем.

Вариант II.
Тема: Исходные понятия теории управления и регулирования.
Вопросы:

1. Функциональная схема САР.
2. Классификация САР в зависимости от характера задающего воздействия.
3. Декомпозиция задач и систем управления.
4. Назначение регулятора и его элементов.

Вариант III
Тема: Основные принципы регулирования и математического описания динамики объектов и систем.
Вопросы:

1. Основные принципы регулирования.
2. Классификация систем автоматического управления по виду начальной и рабочей информации.
3. Линеаризация уравнений движения системы. Внутренняя и внешняя математическая модель системы.
4. Классификация систем автоматического управления по виду оператора системы.

Практическая часть

Тема: Определение устойчивости, качества переходного процесса, установившейся ошибки автоматических систем управления.

Содержание домашнего задания

Определить устойчивость САУ двумя способами – с помощью:

1. Критерия Гурвица;
3. Критерия Михайлова.

Определить качество переходного процесса САУ.

Вариант задания выбирается студентом в соответствии с последней цифрой номера зачѐтной книжки:

Зачѐт работы – по итогам собеседования с преподавателем.

Варианты заданий:

№ варианта	Характеристический полином системы управления
1	$A(p)=4*p^5+8*p^4+9*p^3+2*p^2+2*p+5$
2	$A(p)=p^5+5*p^4+3*p^3+3*p^2+2*p+6$
3	$A(p)=8*p^5+5*p^4+6*p^3+2*p^2+2*p+1$
4	$A(p)=p^5+3*p^4+5*p^3+4*p^2+2*p+1$
5	$A(p)=3*p^5+8*p^4+9*p^3+p^2+2*p+7$
6	$A(p)=2*p^5+8*p^4+5*p^3+5*p^2+p+9$
7	$A(p)=p^5+3*p^4+7*p^3+5*p^2+2*p+1$
8	$A(p)=6*p^5+5*p^4+5*p^3+2*p^2+2*p+7$
9	$A(p)=3*p^5+p^4+7*p^3+2*p^2+p+1$
10	$A(p)=p^5+p^4+4*p^3+2*p^2+3*p+1$

6.2.3. Коллоквиум.

типовые вопросы:

1. Особенности АЭС как объекта управления.
2. Режимы работы АЭС по отношению к безопасности. Стационарные и переходные режимы. Главные цели безопасности.
3. Определение АСУ. Системы автоматического и автоматизированного управления. Отличительные черты АСУ.
4. Функции АСУ ТП АЭС.
5. Структура и принципы построения ЭВМ. Архитектура фон Неймана. Классификация ЭВМ по сфере применения. УВМ.
6. Основные режимы работы УВМ в составе АСУ ТП.
7. Управляющие и информационные системы АСУ ТП энергоблока.
8. Структурная схема АСУ ТП АЭС с ВВЭР – 1000.
9. Состав программно-технических средств (ПТС) АСУ ТП АЭС,
10. Типовые программно-технические средства ТПТС, общая характеристика, типы и структура модулей.
11. Оперативные пункты управления общестанционного уровня и их функции.
12. Пункты управления энергоблоком и их функции.
13. Пункты управления АЭС и их функции.
14. Организация БПУ.
15. Человеко-машинный интерфейс (ЧМИ) в АСУ ТП АЭС.
16. Типы рабочих окон управления исполни тельными механизмами.
17. Управление исполнительными механизмами и регуляторами с АРМ. Типовые каналы управления.
18. Основные недостатки традиционных АСУ АЭС.
19. Обобщѐнная структура и функции информационно-управляющей вычислительной системы (ИУВС).

Шкала оценки выполнения типовых контрольных заданий

(экзамен, коллоквиум).

Оценка «5» (отлично) ставится, если:
– полно раскрыто содержание материала вопросов зачета или экзаменационного билета;
– материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности;
- продемонстрировано глубокое знание материала программы курса (части курса)
– точно используется терминология;
– показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;
– продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих материалов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков;
– ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов;
– продемонстрирована способность творчески применять знание теории к решению профессиональных задач;
– продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы;
- тема индивидуального задания раскрыта полностью, проиллюстрирована необходимыми схемами, рисунками, чертежами;
– допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию.

Оценка «4» (хорошо) ставится, если:
– вопросы зачета (экзаменационного материала) изложены систематизированно и последовательно;
– продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер;
– продемонстрировано усвоение основной литературы;
– ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков:
- в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа;
- допущены один – два недочета при освещении основного содержания отчета, исправленные по замечанию комиссии;
- допущены ошибка или более двух недочетов при освещении материала задания, которые могут быть относительно просто исправлены по замечанию комиссии, демонстрационный материал (схемы, графики, чертежи) по теме индивидуального задания не в полном объеме.

Оценка «3» (удовлетворительно) ставится, если:
–неполно и непоследовательно раскрыто содержание материала, однако показано общее понимание вопросов и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;
– даны удовлетворительные ответы на дополнительные вопросы;
– имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов;
–выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков;

– продемонстрировано усвоение основной литературы.

Оценка «2» (неудовлетворительно) ставится, если:
– не раскрыто основное содержание программного материала;
– обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала, требуемого при формировании компетенций производственной практики;
– допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.
– не сформированы компетенции, умения и навыки.

Шкала оценки за выполнение домашнего задания.

Оценка «5» (отлично) ставится, если:

– материал изложен грамотно и логично;
– точно и профессионально используется терминология;
–продемонстрирована способность формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах;
– продемонстрирована способность творчески применять знание теории к решению профессиональных задач;
– продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы;
- продемонстрировано умение выбирать основное технологическое оборудование ЯЭУ
по его характеристикам;
- работа проиллюстрирована необходимыми схемами, рисунками, чертежами;

Оценка «4» (хорошо) ставится, если:
– пояснительная записка содержит весь основной материал, отражающий ход выполнения задания и исходные данные, представлены выводы по работе;
– материал изложен грамотно и логично;
– продемонстрировано умение анализировать материал, определять критерии и показатели решения задачи, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер;
– продемонстрировано усвоение основной литературы;
- в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие суть выполнения задания;
- допущены один – два недочета при освещении основного содержания ;
- допущены ошибка или более двух недочетов при ответах на дополнительные вопросы, - демонстрационный материал представлен не в полном объеме.

Оценка «3» (удовлетворительно) ставится, если:
–пояснительная записка содержит в основном материал, отражающий выполнение задания;

- представлены основные выводы по работе;
– даны удовлетворительные ответы на дополнительные вопросы;
– имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании
терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов;
- выявлены пробелы в знаниях по основным системам и оборудования АСУ ТП АЭС;
- имели место затруднения и ошибки при ответах на дополнительные вопросы;
– демонстрационные материалы (схемы, графики) выполнены или небрежно, или неполно.

Оценка «2» (неудовлетворительно) ставится, если:
– в пояснительной записке даны неверные ответы на поставленные вопросы;
- не представлены основные выводы по работе;
– обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного
материала, требуемого при формировании компетенций курса АСУ ТП АЭС;
- даны нечеткие или неправильные ответы на дополнительные вопросы;
– допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии;

6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр: контрольная точка № 1 ***(КТ № 1)*** и контрольная точка № 2 ***(КТ № 2)***.

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Вид контроля	**Этап рейтинговой системы Оценочное средство**	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	**Контрольная точка № 1**		
	Индивидуальное домашнее	20	30

	задание.		
	Контрольная точка № 2		
	Коллоквиум	20	30
Промежуточный	**Зачет/Экзамен**		
	Экзамен	24	40
ИТОГО по дисциплине		64	100

6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценивание знаний студентов происходит в ходе текущей работы на аудиторных занятиях. Устный опрос проводится на каждом практическом занятии и затрагивает как тематику прошедшего занятия, так и лекционный материал. Применяется оценивание преподавателем.

По окончании освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде экзамена, что позволяет оценить совокупность приобретенных в процессе обучения компетенций. При выставлении итоговой оценки применяется балльно-рейтинговая система оценки результатов обучения.

Экзамен предназначен для оценки работы обучающегося в течение всего срока изучения дисциплины и призван выявить уровень, прочность и систематичность полученных обучающимся теоретических знаний, приобретения навыков самостоятельной работы, развития творческого мышления.

Оценка сформированности компетенций на экзамене для тех обучающихся, которые пропускали занятия и не участвовали в проверке компетенций во время изучения дисциплины, проводится после индивидуального собеседования с преподавателем по пропущенным или не усвоенным обучающимся темам с последующей оценкой самостоятельно усвоенных знаний на экзамене.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная учебная литература:

1. Аксенов, В. Р. Автоматизированные системы управления технологическим процессом атомных электростанций: учебное пособие для вузов / В. Р. Аксенов, С. В. Батраков, В. А. Василенко. - Санкт-Петербург : Изд-во Политехнического ун-та, 2007
2. Атрошенко Ю.К., Иванова Е.В. Автоматизированные системы управления АЭС. Издательство Томского политехнического университета. 2014. portal. tpu. ru:7777/SHARED/z/ZHENYA 1/for…/АСУ%20АЭС.pdf.
3. Бадретдинов Т.Х. Системы автоматического управления. Издательство Томского политехнического университета. 2010. portal. tpu. ru /SHARED/t/TAHIR /uch_rab/dis_sau/…/LECT_KURS doc.
4. Ротач В.Я. Теория автоматического управления . М.2008.
5. Методические указания по лабораторному практикуму «ПТК АСУ ТП АЭС» 2012. lib.znate.ru>docs/index-160557 html…

б) дополнительная учебная литература:

1. Арнольдов , М. Н. Принципы построения АСУ ТП АЭС: учеб. пособие по курсу "АСУ ТП АЭС" / М. Н. Арнольдов . - Обнинск, 2008.
2. Острейковский В.А. Автоматизированные системы управления технологическими процессами атомных электростанций с ВВЭР-1000. Обнинск 1990
3. Иванов А.А., Торохов С.Л. Управление в технических системах. М. 2012.
4.Королѐв В.В, Шоргина И.И. Математическое моделирование систем управления и защиты на ПЭВМ. Лабораторный практикум по курсу «Системы управления и защиты атомных электростанций». Обнинск.1993.

8. Перечень ресурсов* информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

1. Атрошенко Ю.К., Иванова Е.В. Автоматизированные системы управления АЭС. Издательство Томского политехнического университета. 2014. portal. tpu. ru:7777/SHARED/z/ZHENYA 1/for…/АСУ%20АЭС.pdf.
2.Бадретдинов Т.Х. Системы автоматического управления. Издательство Томского политехнического университета. 2010. portal. tpu. ru /SHARED/t/TAHIR /uch rab/dis sau/…/LECT KURS doc.
3.Методические указания по лабораторному практикуму «ПТК АСУ ТП АЭС» 2012. lib.znate.ru>docs/index-160557 html…
4. Программный моделирующий комплекс "Моделирование в технических Устройствах" (МВТУ). Интернет – сайт ПК МВТУ

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина изучается на 1 курсе в 1 семестре.

В 1 семестре предусмотрены лекционные и практические занятия, промежуточная форма контроля – экзамен. Для каждой темы лекционного курса и для подготовки и выполнения лабораторных работ указана литература, которую могут использовать студенты при подготовке к лекционным аудиторным занятиям.

Для более эффективного использования времени, отведенного на лекционные занятия, целесообразно подготовить также конспект лекций.

Дополнительно может использоваться специализированный класс с макетами основного технологического оборудования и технологическими схемами основных систем, а также тренажерный класс с функционально-аналитическими тренажерами блоков с реакторами типа ВВЭР-1000, РБМК-1000 и БН-800.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. Проведение лекционных занятий с использованием компьютерной техники.
2. Использование Интернет источников и поисковых систем Интернет для поиска дополнительных к лекционным материалов.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

При проведении лекций используются учебные аудитории, оборудованные компьютерами, демонстрационными экранами, классными досками, схемами и макетами оборудования АЭС.

12. Иные сведения и (или) материалы

12.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Планомерная организация последовательности различных видов аудиторных занятий (лекций, практических занятий) в сочетании с внеаудиторной работой студента. При изложении разделов (тем) указание на связь с учебным материалом других дисциплин учебного плана, а также практическими приложениями к энергетике. Систематические индивидуальные консультации. Стимулирование использования в процессе обучения компьютерной техники и информационных технологий.

12.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки.

Вопросы для самоконтроля

Тема 1.1.

1. Декомпозиция целей управления.
2. Регулирование. Основные принципы регулирования.
3. Классификация систем автоматического управления по различным признакам.
4. Основные принципы математического описания динамики объектов и систем.
5. Динамические характеристики САУ. Типовые динамические звенья.

Тема 1.2.

1. Понятие устойчивости линейных систем. Критерии устойчивости

Тема 1.3.

1. Показатели качества работы САУ. Статические и астатические системы.
2. Показатели качества переходного процесса.
3. Интегральные оценки качества переходных процессов. Основы синтеза САУ.

Тема 2.1.

1. Особенности АЭС как объекта управления. Режимы работы АЭС.
2. Взаимодействие технологических систем энергоблока.
3. Назначение, цель, этапы создания АСУ ТП АЭС.

Тема 2.2.

1. Назначение и функции информационных и управляющих систем энергоблока АЭС.
2. Структура традиционных АСУ ТП АЭС. УВС «Комплекс-Титан 2», «Скала».
3. Недостатки традиционных АСУ ТП АЭС.
4. Обобщенная структура современной информационно-управляющей вычислительной системы. СВБУ.

Тема 2.3.

1. Структура и принципы построения ЭВМ.
2. Структура и основные функции УВМ в составе АСУ ТП.
3. Централизованные и распределѐнные системы управления.
4. Программируемые контроллеры.

Тема 2.4.

1. ПТС верхнего блочного уровня.
2. ПТС нижнего уровня АСУ ТП.
3. Типовые программно-технические средства ТПТС.
4. Функциональные модули: типы, структура. Конструктивная реализация контроллеров ТПТС. Приборные стойки. Сетевые средства ТПТС.
5. Структурная схема типового канала управления на базе ТПТС.
6. Тенденции в организации блочных пунктов управления. Блочный пункт управления АЭС с ВВЭР-1000. Организация БПУ.

Тема 2.5.

1. Задачи ЧМИ. Набор элементов ЧМИ. Типы рабочих окон.
2. Автоматизированное рабочее место оператора. Рабочая станция.
3. Управление исполнительными механизмами и регуляторами с АРМ .

12.3. Краткий терминологический словарь

АЗ — аварийная защита реактора
АЗТП — аварийная защита реактора по технологическим параметрам
АКНП — аппаратура контроля нейтронного потока
АЛ ОС — аппаратура логической обработки сигналов
АРМ — автоматизированное рабочее место
АРМР — автоматический регулятор мощности реактора
АРОМ — аппаратура разгрузки и ограничения мощности
АРС - автоматический регулятор скорости
АСДУ — автоматизированная система диспетчерского управления
АСРК — автоматизированная система радиационного контроля
АСУ ТП — автоматизированная система управления технологическими процессами
АЭС — атомная электростанция
БД — база данных
БПУ — блочный пункт управления
БРУ - быстродействующая редукционная установка сброса пара:
А — в атмосферу
Д — в деаэратор

К — в конденсатор турбины
СН — в систему собственных паровых нужд
БЩРК — блочный щит радиационного контроля
ВВЭР — водо-водяной энергетический реактор
ВКУ — внутрикорпусные устройства
ВП — водоподготовка
ВХР - водно-химический режим
ГЕ — гидроемкость
ГПК — главный паровой коллектор
ГЦК — главный циркуляционный контур
ГЦН — главный циркуляционный насос
ЗПА — запроектная авария
ИМ — исполнительный механизм
ИПУ — импульсное предохранительное устройство
КД — компенсатор давления
КИП — контрольно-измерительный прибор
КИУМ - коэффициент использования установленной мощности
КПТС — комплекс программно-технических средств
КФБ — критическая функция безопасности
ЛВС — локальная вычислительная сеть
МКУ - минимальный контролируемый уровень мощности реактора
МПА — максимальная проектная авария
МРЗ — максимальное расчетное землетрясение
НС АЭС — начальник смены АЭС
НЭ — нормальная эксплуатация
ННЭ — нарушение нормальной эксплуатации
ОМС — обобщенная мнемосхема
ОР — орган регулирования системы управления и защиты реактора
ОС — операционная система
ОТ — операторский терминал
ПА — проектная авария
ПГ — парогенератор
ПЗ — противопожарная защита
ПЗ-1 (2) — предупредительная защита реактора
ПЛИС — программируемая логическая интегральная схема
ПО — программное обеспечение
ПТК — программно-технический комплекс
ПТС — программно-технические средства
ПТУ — паротурбинная установка
ПЦУ — противоаварийный центр управления
РО — реакторное отделение
РОМ — регулятор ограничения мощности
РПУ — резервный пункт управления
РУ — реакторная установка
САОЗ — система аварийного охлаждения зоны
САПР — система автоматизированного проектирования

САЭ — система аварийного электроснабжения
СБ — система безопасности
СВБУ — система верхнего блочного уровня
СВРК — система внутриреакторного контроля
СГИУ — система группового и индивидуального управления
СИАЗ — система индустриальной антисейсмической защиты
СКУ — система контроля и управления
СКУД — система контроля, управления и диагностики реакторной установки СМО — система массового обслуживания
СНЭ — система нормальной эксплуатации
СНЭ ВБ — система нормальной эксплуатации, важная для безопасности
СОАИ — симптомно-ориентированная аварийная инструкция
СПАМ — система послеаварийного мониторинга
СПО — система поддержки оператора
СПОТ — система пассивного отвода тепла
СППБ — система представления параметров безопасности
СРПВЭ — система регистрации параметров, важных для эксплуатации
СУЗ — система управления и защиты реактора
ТВС — тепловыделяющая сборка
ТВЭ — тепловыделяющий элемент
ТО — турбинное отделение
ТОУ — технологический объект управления
ТП — технологический процесс
ТПН — турбопитательный насос
ТПТС — типовые программно-технические средства
ТС — технические средства
ФТК — функционально-технологический комплекс
ФТП — функционально-технологическая подсистема
ФТПГ — функционально-технологическая подгруппа
ЦТП - центр технической поддержки
ЦЩРК - центральный щит радиационного контроля
ЦЩУ — центральный щит управления
ЧМИ — человеко-машинный интерфейс
ЩОС — щит общестанционных систем
ЭБ — энергоблок
ЭВМ — электронная вычислительная машина
ЭКП — экран коллективного пользования
ЭЛАИ — электронная аварийная инструкция
ЭО — электрооборудование
ЭЧ — электрическая часть
ЯППУ — ядерная паропроизводящая установка
ATWS — авария с отказом системы быстрого останова реактора
BWR — реактор с кипящей водой
EPR — европейский реактор с водой под давлением
IAEA — Международное агентство по атомной энергии
IEC — Международная электротехническая комиссия

INSAG — Международная консультативная группа по ядерной безопасности
LOCA — авария с потерей теплоносителя
PAMS — система послеаварийного мониторинга
PWR — реактор с водой под давлением
MSI — устройство сбора информации и сервиса

Программу составил:

М.А. Зорин, ст. преподаватель.

Рецензент:

А.В. Нахабов, доцент отделения ЯФиТ(О)