

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий  
Кафедра «Атомная энергетика»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
по дисциплине «Системы управления»

**Специальность**  
«14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг»

**Основная профессиональная образовательная программа**  
«Системы контроля и управления атомных станций»

**Квалификация выпускника**  
Инженер-физик

**Форма обучения**  
Очная

### Цель освоения учебной дисциплины

Подготовка к проектной деятельности, связанной с системами управления технологическими процессами АЭС и смежных отраслей.

Задачи изучения дисциплины:

- освоить математическое моделирование систем управления на базе стандартных пакетов проектирования и исследований;
- получить навыки разработки проектной и рабочей технической документации, оформления законченных проектно-конструкторских работ;
- получить знания о составе, основном оборудовании и структуре СУ ТП современных АЭС;
- сформировать компетенции у обучающихся согласно ОС НИЯУ МИФИ.

Дисциплина изучается в соответствии с профессиональным стандартом:

- Профессиональный стандарт 24.062 Инженер-проектировщик по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии.

### Место дисциплины в структуре ООП ВО

Для изучения дисциплины «Системы управления» студент должен: знать основные положения теории автоматического управления, современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности, уметь применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, владеть методикой поиска, хранения, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.

Перечень дисциплин, усвоение которых студентами необходимо для изучения данной дисциплины: Датчики и детекторы физических установок, Проектирование систем управления, Теория автоматического управления, Микропроцессорные системы, АСУ технологическими процессами АЭС, Исполнительные устройства систем управления.

Изучение дисциплины «Системы управления» в последних семестрах обучения необходимо при прохождении производственной (научно-исследовательской) и производственной (преддипломной) практик, а также в рамках Государственной итоговой аттестации.

Обобщенные трудовые функции, которые сможет полностью или частично продемонстрировать студент при освоении данной дисциплины:

- Профессиональный стандарт 24.062 Инженер-проектировщик по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии В.7. Разработка проекта по выводу из эксплуатации объектов использования атомной энергии.

### Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции: общепрофессиональные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2	Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач в сфере ядерной энергетики и технологий	З-ОПК-2 цели и задачи научных исследований по направлению деятельности; базовые принципы и методы их организации; основные источники научной информации и требования к представлению информационных материалов У-ОПК-2 составлять общий план работы по заданной теме; предлагать методы исследования и способы обработки результатов; проводить исследования по согласованному с руководителем плану; представлять полученные результаты В-ОПК-2 систематическими знаниями по направлению деятельности; углубленными знаниями по выбранной направленности подготовки в области ядерной энергетики; базовыми навыками проведения научно-исследовательских работ по предложенной теме
ОПК-5	Способен оформлять результаты работы и научно-	З-ОПК-5 Знать: требования к оформлению результатов научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием

	исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ.	систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ У-ОПК-5 Уметь: оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ В-ОПК-5 Владеть: навыками оформления результатов научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ
--	--	---

профессиональные

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Разработка проектной и рабочей технической документации, оформление законченных проектно-конструкторских работ	Современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками. Ядерно-энергетическое, тепломеханическое, транспортно-технологическое и иное оборудование атомных станций.	ПК-5 Способен формулировать цели проекта, выбирать критерии и показатели, выявлять приоритеты решения задач	З- ПК-5 Знать: методологию проектной деятельности; жизненный цикл проекта, основные критерии и показатели эффективности и безопасности; У- ПК-5 Уметь: формулировать цели и задачи проекта; В- ПК-5 Владеть: методами анализа результатов проектной деятельности

**Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины**

Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
<b>Профессиональное и трудовое воспитание</b>	- формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду <b>(В14)</b>	Использование воспитательного потенциала дисциплин естественно-научного и общепрофессионального модуля для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач. - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованно	1. Организация научно-практических конференций и встреч с ведущими специалистами предприятий города и ветеранами атомной отрасли. 2. Организация и проведение предметных олимпиад и участие в конкурсах профессионального мастерства. 3. Участие в ежегодных акциях студенческих строительных отрядов

		ванием их социальной и практической значимости; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов.	
--	--	---	--

### Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина изучается студентам в 9, 10(А) семестрах. Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 ак. часов (9 семестр – 3 з.е., 108 акад. часа, А семестр – 2 з.е., 72 акад. часа).

### Календарный план

№ Р а з д е л а	№ Т е м ы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Атте-стация раздела (форма)	Макси-мальный балл за раздел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
<b>9 семестр</b>									
<b>1 раздел. Системы управления оборудованием реакторного отделения</b>									
1	1	Принципиальные схемы регулирования энергоблоков АЭС с реакторами типа ВВЭР	18	4		4/4	10		
1	2	Система управления компенсатором давления	20	2		8/4	10		
1	3	Система управления парогенератором	16	2		4/4	10	Т1	30 б.
<b>2 раздел. Системы управления оборудованием турбинного отделения</b>									
2	4	САР давления в главном паровом коллекторе	11	2		4/2	5		
2	5	САР уровня в конденсаторе	11	2		4/2	5		
2	6	САР уровня в подогревателях высокого и низкого давления	16	2		4/4	10		
2	8	САР уровня и давления в деаэраторе	16	2		4/4	10	Т2	30 б.
<b>Вид промежуточной аттестации</b>			<b>108/24</b>	<b>16</b>		<b>32/24</b>	<b>60</b>	<b>Зачет</b>	<b>40 б.</b>
<b>А семестр</b>									
<b>3 раздел. Системы управления по расходу и температуре</b>									
3	10	Настройка и исследование системы автоматического регулирования расхода с применением метода дресселирования напора	14			6/4	8		
3	11	Настройка и исследование системы автоматического регулирования расхода с применением метода ча-	10			4/4	6		

		стотного регулирования привода насоса							
		Настройка и исследование системы автоматического регулирования температуры	12			6/4	6	Кл1	25 б.
<b>4 раздел. Системы управления по уровню и давлению</b>									
3	13	Настройка и исследование системы автоматического регулирования уровня жидкости (двухпозиционное регулирование)	14			6/4	8		
3	14	Настройка и исследование системы автоматического регулирования уровня жидкости (ПИД-регулирование)	10			4/4	6		
3	16	Настройка и исследование системы автоматического регулирования давления	12			6/4	6	Кл2	25 б.
<b>Вид промежуточной аттестации</b>			<b>72/24</b>			<b>32/24</b>	<b>40</b>	<b>Зачет с оценкой</b>	<b>50 б.</b>

Т – тест, Кл – коллоквиум

#### Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
<b>Принципиальные схемы регулирования энергоблоков АЭС с реакторами типа ВВЭР</b> Основные программы регулирования энергоблоков с реакторами ВВЭР. Программа с постоянной средней температурой $t_{cp}$ теплоносителя 1 контура. Программа с постоянным давлением $p_2$ . Компромиссная программа. Комбинированная программа Схема регулирования энергоблоков с ВВЭР по программе $t_{cp} = const$ . Схема регулирования энергоблоков с ВВЭР по программе $p_2 = const$ . Схема регулирования блока с реактором с водой под давлением, работающего по компромиссной программе. Комбинированная схема регулирования	4	1-9
<b>Система управления компенсатором давления</b> Анализ компенсатора как объекта управления Система регулирования давления Система регулирования уровня	2	1-9
<b>Система управления парогенератором</b> Анализ парогенератора как объекта управления Трехконтурная система регулирования уровня Система управления в режиме нормальной эксплуатации и пуско-остановочном режиме. Защита и блокировки парогенератора	2	1-9
<b>САР давления в главном паровом коллекторе</b> Функциональная схема САР давления в главном паровом коллекторе Режимы работы САР давления в ГПК Примеры блокировок САР давления пара в ГПК	2	1-9
<b>САР уровня в конденсаторе турбины</b> Анализ конденсатора как объекта регулирования Функциональная схема САР уровня.	2	1-9

Защита и блокировки		
<b>САР уровня в подогревателях высокого и низкого давления</b> Регенеративные подогреватели как объекты регулирования уровня САР уровня ПНД САР уровня ПВД	2	1-9
<b>САР уровня и давления в деаэраторе</b> Анализ деаэратора как объекта управления Система регулирования давления Система регулирования уровня	2	1-9

### Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
9 семестр		
Анализ принципиальной схемы системы управления, описание процесса функционирования.	4	1-19
Разработка функциональной схемы СУ.	4	1-19
Выбор элементов системы управления.	4	1-19
Расчет элементов системы управления.	4	1-19
Разработка структурной схемы и моделирование СУ в Simintech	4	1-19
Определение прямых и косвенных показателей качества. Выводы о необходимой коррекции системы управления	4	1-19
Оптимизация регулятора путем программного моделирования.	4	1-19
Анализ оптимизированной системы.	4	1-19
А семестр		
Настройка и исследование системы автоматического регулирования расхода с применением метода дросселирования напора	6	1-19
Настройка и исследование системы автоматического регулирования расхода с применением метода частотного регулирования привода насоса	4	1-19
Настройка и исследование системы автоматического регулирования температуры	6	1-19
Настройка и исследование системы автоматического регулирования уровня жидкости (двухпозиционное регулирование)	6	1-19
Настройка и исследование системы автоматического регулирования уровня жидкости (ПИД-регулирование)	4	1-19
Настройка и исследование системы автоматического регулирования давления	6	1-19

**Перечень лабораторных работ – учебным планом не предусмотрены.**

### Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
9 семестр		
Автоматическое регулирование плотности нейтронного потока.	6	1-19
Автоматическое регулирование давления пара в КСН	6	1-19
Автоматическое регулирование давления пара на уплотнениях ЦВД, ЦНД	6	1-19
Автоматическое регулирование расхода технической воды	6	1-19
Автоматическое управление и защита турбоустановок.	6	1-19
Автоматическое регулирование конденсатора ТПН.	6	1-19

Автоматическое регулирование производительности турбопитательных насосов.	6	1-19
Автоматическое регулирование редуционно-охладительных установок.	6	1-19
Автоматическое регулирование уровня дренажа в конденсатосборниках 1-й и 2-й ступеней	6	1-19
Автоматическое регулирование перепада давления конденсата на уплотнениях ТПН	6	1-19
<b>А семестр</b>		
Анализ Технического задания на курсовой проект. Поиск и изучение технической информации по теме	6	1-19
Описание технологического объекта управления (процесса) автоматизации. Назначение технологического объекта в составе АЭС. Принцип работы, разновидности технологического объекта. Конструкция и технические характеристики ТООУ. Задачи автоматизации ТООУ	6	1-19
Разработка функциональной схемы автоматизации.	4	1-19
Выбор элементов средств контроля и регулирования. Выбор измерительных преобразователей. Выбор регулирующих устройств. Составление заказной спецификации на средства.	8	1-19
Разработка принципиальной электрической схемы	8	
Разработка программы управляющего устройства	8	1,3,4,5

### **Расчетно-графическая работа не предусмотрена учебным планом**

#### **Курсовая работа**

Курсовая работа по дисциплине на тему «Анализ и синтез линейной системы управления оборудованием АЭС» выполняется в 9 семестре.

Курсовая работа является составляющей учебного процесса, в ходе выполнения которой закрепляются и углубляются умения и навыки, получаемые на лекциях, практических и лабораторных занятиях.

Целью курсовой работы является анализ системы автоматического регулирования с целью оценки ее устойчивости и качества, а также синтез системы с целью получения заданных показателей качества и расчет последовательного корректирующего устройства. Она является формой итогового контроля знаний, полученных во время аудиторных занятий и самостоятельной работы. При подготовке и написании курсовой работы перед студентами ставятся следующие задачи:

- 1) приобрести навыки самостоятельной работы с литературой по выбранной тематике;
- 2) систематизировать и закрепить теоретические знания по дисциплине;
- 3) развить навыки использования специальных компьютерных программ для моделирования работы системы управления;
- 4) уметь связно излагать материал, касающийся выбранной проблематики.

Курсовая работа выполняется студентом в соответствии с полученным индивидуальным заданием и представляется на рецензирование с последующей ее устной защитой.

#### **План выполнения курсовой работы.**

Срок выполнения по неделям	Выполненная работа по курсовой работе
1, 2	Анализ Технического задания на курсовую работу. Поиск и изучение технической информации по теме
3,4,5	Описание технологического объекта управления (процесса) автоматизации. Назначение технологического объекта в составе АЭС. Принцип работы, разновидности технологического объекта. Конструкция и технические характеристики ТООУ (конкретной марки).

	Задачи автоматизации ТОУ
6	2. Разработка функциональной и структурной схемы САР.
7,8,9,10	Выбор элементов системы и расчет их передаточных функций. Расчет передаточной функции объекта регулирования Выбор и расчет измерительных преобразователей. Выбор и расчет регулирующих устройств. Выбор и расчет исполнительных механизмов. Выбор и расчет преобразовательных устройств
11,12,13,14	Моделирование системы автоматического регулирования. Разработка имитационной модели САР и анализ качества. Оптимизация САР путем расчета ПИД-регулятора. Моделирование САР
15	Выводы. Оформление пояснительной записки и графической части
16	Подготовка доклада и презентации к защите курсового проекта. Защита курсового проекта.

### Примерные темы курсовой работы

- 1) САР давления в компенсаторе давления.
- 2) САР уровня в компенсаторе давления.
- 3) САР давления пара в деаэраторе.
- 4) САР уровня в деаэраторе.
- 5) САР расхода технической воды.
- 6) САР уровня питательной воды в ПГ
- 7) САР расхода воды в ПГ от АПЭН.
- 8) САР давления газа на всасе газодувки.
- 9) САР давления пара за РОУ.
- 10) САР уровня в ПНД.
- 11) САР давления во всасывающем коллекторе КЭН.
- 12) САР уровня в конденсаторах ТА
- 13) САР уровня в ПВД.
- 14) САР уровня в ПНД.
- 15) САР уровня дренажа в конденсатосборниках 1-й и 2-й ступеней.
- 16) САР температуры прогрева СПП.
- 17) САР давления пара в ГПК.
- 18) САР давления пара в КСН.
- 19) САР системы вспомогательных питательных электронасосов.
- 20) САР разворота, частоты вращения и производительности ТПН.
- 21) САР уровня в конденсаторах ТПН.
- 22) САР давления пара на уплотнениях ЦВД, ЦНД.
- 23) САР перепада давления конденсата на уплотнениях ТПН.
- 24) САР уровня в дренажном баке.

Курсовая работа оценивается отдельно, исходя из 100 баллов.

### Шкалы оценивания курсовой работы

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка КР (стандартная)	Требования к знаниям
90-100	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил порядок расчета характеристик систем автоматического управления, выполнил презентацию, в которой показал глубокие и прочные знания рассчитанных характеристик САУ, пояснительную записку курсовой работы выполнил в соответствии с ЕСКД, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает порядок расчета, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с поставленной задачей, вопросами при защите курсовой рабо-



		ты, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение
70-89	<i>«хорошо»</i>	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он правильно провел расчет САУ, выполнил презентацию, в которой показал знания материала, грамотно и по существу излагает его, пояснительную записку курсовой работы выполнил в соответствии с ЕСКД, не допускал существенных неточностей в ответе на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения
60-69	<i>«удовлетворительно»</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он провел расчет САУ в соответствии с теоретическими знаниями, выполнил презентацию, в которой показал удовлетворительные знания рассчитанных характеристик САУ; может определить показатели качества системы. При этом не усвоил всех деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала.
менее 60	<i>«неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который представил неверные расчеты характеристик САУ, не знает порядка определения показателей качества САУ; не может охарактеризовать элементы САУ; не владеет методикой расчета корректирующего устройства САУ.

### Курсовой проект

Курсовой проект по дисциплине на тему «Проектирование системы автоматического контроля и управления технологическим оборудованием АЭС» выполняется в А семестре.

Курсовой проект по дисциплине «Системы управления» является одним из этапов подготовки студентов к выполнению выпускной квалификационной работы и самостоятельной работе будущего специалиста. При работе над курсовым проектом студент систематизирует и закрепляет знания, полученные в процессе изучения дисциплин «Теория автоматического управления», «Проектирование систем управления» «АСУ технологическими процессами АЭС» и других и приобретает навыки самостоятельной работы.

В курсовом проекте студент должен:

- отобразить состояние автоматизации данного технологического процесса, установки и производства;
- разработать функциональную схему автоматизации данного технологического процесса с применением современных технических средств АСУ ТП;
- применить современные методы анализа и синтеза АСР, современные средства автоматизации;
- показать умение обосновать применяемые решения расчетами, вычислительными экспериментами и другими средствами;
- использовать компьютерные технологии и современные прикладные пакеты программы.

Проект должен базироваться на знаниях, полученных во время учебных занятий, а также из учебно-методической и научно-технической литературы.

Срок выполнения по неделям	Выполненная работа по курсовому проекту
1,2	Анализ Технического задания на курсовой проект. Поиск и изучение технической информации по теме
3,4, 5	1. Описание технологического объекта управления (процесса) автоматизации. 1.1 Назначение технологического объекта в составе АЭС. 1.2 Принцип работы, разновидности технологического объекта. 1.3 Конструкция и технические характеристики ТОО (конкретной марки).

	1.4 Задачи автоматизации ТООУ
6,7,8,9,10	2. Разработка проектных схем автоматизации 2.1. Разработка схемы технической структуры 2.2. Разработка функциональной схемы автоматизации 2.3. Разработка заказной спецификации приборов и средств автоматизации 2.4. Разработка принципиальной электрической схемы
11,12,13,14	3. Разработка алгоритма управления оборудованием 3.1 Описание входных и выходных сигналов 3.2 Описание алгоритм управления 3.3 Тестирование алгоритма управления
15	Выводы. Оформление пояснительной записки и графической части
16	Подготовка доклада и презентации к защите курсового проекта. Защита курсового проекта.

### Примерные темы курсового проекта

- 1) САР уровня в компенсаторе давления.
- 2) САР давления пара в деаэраторе.
- 3) САР уровня в деаэраторе.
- 4) САР расхода технической воды.
- 5) САР уровня питательной воды в ПГ
- 6) САР расхода воды в ПГ от АПЭН.
- 7) САР давления газа на всасе газодувки.
- 8) САР давления пара за РОУ.
- 9) САР уровня в ПНД.
- 10) САР давления во всасывающем коллекторе КЭН.
- 11) САР уровня в конденсаторах ТА
- 12) САР уровня в ПВД.
- 13) САР уровня в ПНД.
- 14) САР уровня дренажа в конденсатосборниках 1-й и 2-й ступеней.
- 15) САР температуры прогрева СПП.
- 16) САР давления пара в ГПК.
- 17) САР давления пара в КСН.
- 18) САР системы вспомогательных питательных электронасосов.
- 19) САР разворота, частоты вращения и производительности ТПН.
- 20) САР уровня в конденсаторах ТПН.
- 21) САР давления пара на уплотнениях ЦВД, ЦНД.
- 22) САР перепада давления конденсата на уплотнениях ТПН.
- 23) САР уровня в дренажном баке.

Курсовой проект оценивается отдельно, исходя из 100 баллов.

### Шкалы оценивания курсового проекта

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка КП (стандарт- ная)	Требования к знаниям
90-100	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил основные этапы проектирования СУ, выполнил презентацию, в которой показал глубокие и прочные знания основных разделов проекта, пояснительную записку курсового проекта и графической части выполнил в соответствии с ЕСКД, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает порядок проектирования, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с поставленной задачей, вопросами при защите курсового проекта, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение
70-89	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он правильно

		провел проектирование СУ, выполнил презентацию, в которой показал знания материала, грамотно и по существу излагает его, пояснительную записку курсового проекта и графической части выполнил в соответствии с ЕСКД, не допускал существенных неточностей в ответе на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения
60-69	«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он провел проектирование СУ в соответствии с теоретическими знаниями, выполнил презентацию, в которой показал удовлетворительные знания основных этапов; может объяснить функциональную схему автоматизации, принципиальную электрическую схему, алгоритм управляющего устройства. При этом не усвоил всех деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала.
менее 60	«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который представил неверные теоретические выкладки, проектные схемы автоматизации выполнены с ошибками, не знает принципа описания управляющей программы; не может охарактеризовать элементы схемы автоматизации и принцип работы СУ. Пояснительная записка и графическая часть выполнены с нарушениями требований ЕСКД.

### Образовательные технологии

При реализации учебного материала курса используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научно-педагогическую работу.

Аудиторные занятия проводятся в виде практических занятий, с использованием ПК при проведении расчетов и моделировании. Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке к курсовой работе и курсовому проекту.

### Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
<b>Входной контроль</b>			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (письменно)
<b>Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости</b>			
<b>9 семестр</b>			
2	Системы управления оборудованием реакторного отделения	3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-5, У-ОПК-5, В-ОПК-5, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,	Практическая работа 1 Практическая работа 2 Практическая работа 3 Практическая работа 4 Курсовая работа Тест 1 (письменно)

3	Системы управления оборудованием турбинного отделения	3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-5, У-ОПК-5, В-ОПК-5, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,	Практическая работа 5 Практическая работа 6 Практическая работа 7 Практическая работа 8 Курсовая работа Тест 2 (письменно)
Промежуточная аттестация			
4	Зачет	3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,	Вопросы к зачету (устно)
А семестр			
2	Системы управления по расходу и температуре	3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-5, У-ОПК-5, В-ОПК-5, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,	Практическая работа 1 Практическая работа 2 Практическая работа 3 Курсовой проект Коллоквиум 1 (письменно)
3	Системы управления по уровню и давлению	3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-5, У-ОПК-5, В-ОПК-5, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,	Практическая работа 4 Практическая работа 5 Практическая работа 6 Курсовой проект Коллоквиум 2 (письменно)
Промежуточная аттестация			
4	Зачет с оценкой	3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,	Вопросы к зачету (письменно)

Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в письменной форме, а также ряд типовых задач. В качестве оценочного средства текущего контроля используются выполнение практических заданий и устный опрос по результатам их выполнения. В качестве оценочного средства аттестации разделов используются тесты 1, 2, и коллоквиум 1, 2 соответственно, а для промежуточной аттестации предусмотрены теоретические вопросы. По итогам обучения в 9 семестре выставляется зачет (устно), в А семестре – зачет с оценкой в письменном виде.

#### **Вопросы входного контроля**

1. Функциональные схемы одноконтурных систем управления.
2. Временные и частотные характеристики СУ.
3. Типовые звенья систем управления.
4. Преобразования структурных схем систем управления.
5. Получение передаточных функций элементов СУ на основании дифференциальных уравнений.
6. Понятие устойчивости СУ и способы ее оценки.
7. Статический и динамический режим работы СУ.

#### **Тестовые вопросы к аттестации раздела 1**

1. К основным программам регулирования энергоблоков с реакторами ВВЭР не относится:
  - А) программа с постоянной средней температурой  $t_{cp}$  теплоносителя 1 контура
  - Б) программа с постоянным давлением  $p_1$  1 контура
  - В) программа с постоянным давлением  $p_2$  2 контура
  - Г) комбинированная программа
  
2. Главный канал управления реактором - канал взаимовлияния параметров
  - А) «реактивность - мощность»
  - Б) «мощность - реактивность»
  - В) «реактивность-период реактора»
  - Г) «мощность -период реактора»

3. Регулирующим воздействием на уровень воды в парогенераторе является:
- А) расход пара;
  - Б) температура питательной воды;
  - В) расход питательной воды;
  - Г) расход продувочной воды;
4. При повышении давлений в первом контуре до 16,4-16,6 МПа применяют:
- А) впрыск воды в компенсатор давления из холодной нитки циркуляционного контура;
  - Б) повышение мощности ТЭНов в компенсаторе давления;
  - В) сброс пара из компенсатора давления в барботер;
  - Г) снижение мощности ТЭНов в компенсаторе давления.
5. Система управления, объединяющая в себе объект управления и технические средства автоматизации, функционирующая при этом без участия человека, называется
- А) автоматизированной;
  - Б) автоматической;
  - В) следящей;
  - Г) замкнутой.
6. Регулированием называют
- А) управление по возмущению
  - Б) комбинированное управление
  - В) управление по отклонению
  - Г) программное управление
7. ОР СУЗ ВВЭР-1000 является
- А) топливная кассета
  - Б) кластер конструктивно связанных стержневых поглощающих элементов (ПЭЛ).
  - В) привод ШЭМ
  - Г) тепловыделяющая сборка (ТВС)
8. Регулируемыми параметрами компенсатора давления являются:
- А) температура
  - Б) уровень
  - В) давление
  - Г) расход
9. Регулируемыми параметрами парогенератора являются:
- А) температура
  - Б) уровень
  - В) давление
  - Г) расход
10. Причинами изменения уровня в компенсаторе давления могут быть:
- А) протечки воды через неплотности и попадание воды через уплотнение ГЦН;
  - Б) изменение температуры теплоносителя;
  - В) изменение материального баланса на подпитку и продувку, подвода и слива воды на уплотнение вала ГЦН;
  - Г) все перечисленное.

Студент на тестировании дает ответы на 10 вопросов. За каждый правильный ответ начисляется 1 балл. Максимально за тестирование - 10 баллов.

### Шкала оценивания раздела 1

Текущий контроль успеваемости	Аттестация раздела	Максимальный / минимальный балл для аттестации раздела
Практическая работа 1 – 5 баллов Практическая работа 2 – 5 баллов Практическая работа 3 – 5 баллов Практическая работа 4 – 5 баллов	Тест 1 - 10 б.	30 баллов / 18 баллов

### Тестовые вопросы к аттестации раздела 2

1. Регулируемой величиной в баке деаэрата является:

- А) давление;
- Б) уровень;
- В) температура;
- Г) расход питательной воды.

2. Регулируемой величиной регенеративных подогревателей низкого давления является:

- А) давление;
- Б) расход конденсата;
- В) расход пара от отбора турбины;
- Г) уровень конденсата.

3. Регулируемой величиной в головке деаэрата является:

- А) давление;
- Б) уровень;
- В) температура;
- Г) расход питательной воды.

4. В каком режиме регулятор деаэрата поддерживает давление, соответствующее по кривой насыщения водяного пара текущему заданию по температуре

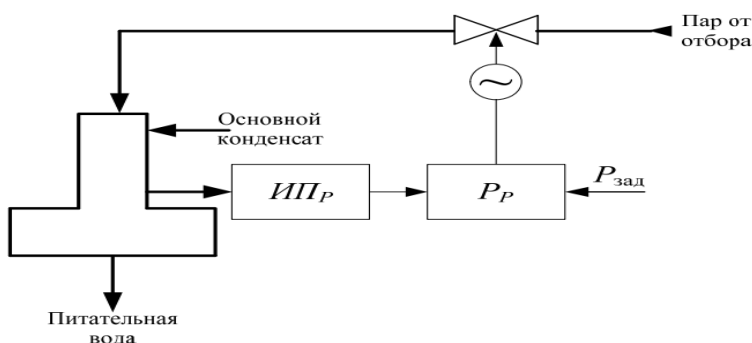
- А) «РПД»
- Б) «Стоп»
- В) «Разогрев»
- Г) «Расхолаживание»

5. Передаточная функция соответствует закону регулирования:

$$W(P) = k_P + \frac{k_P}{T_u P}$$

- А) пропорциональному;
- Б) пропорционально-интегральному;
- В) пропорционально-дифференциальному;
- Г) интегральному.

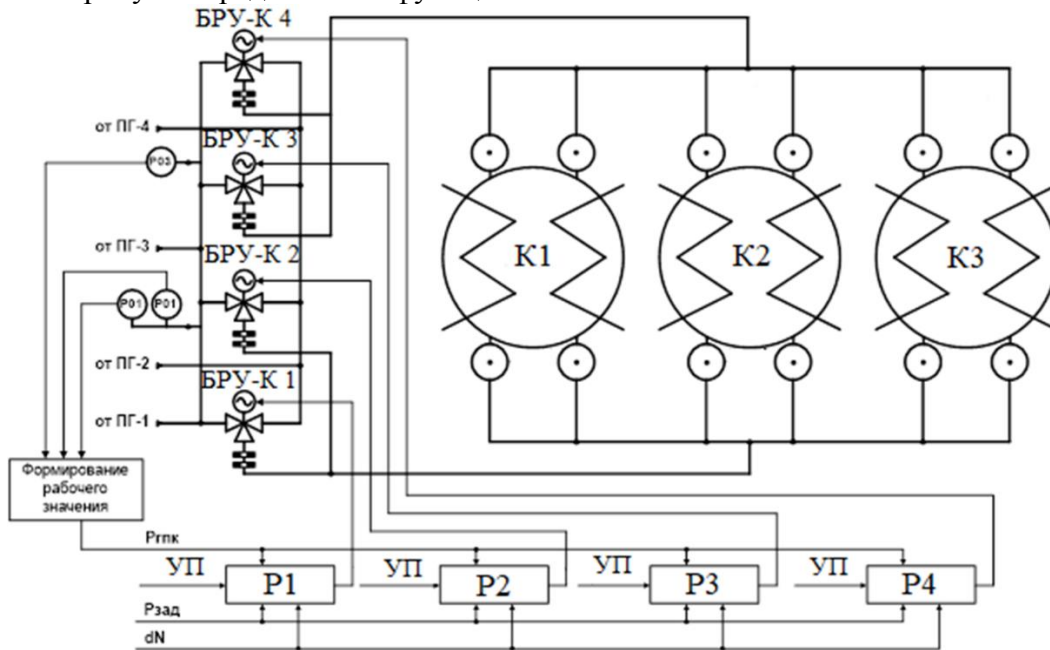
6. На рисунке представлена функциональная схема САР



- А) уровня в конденсаторе турбины

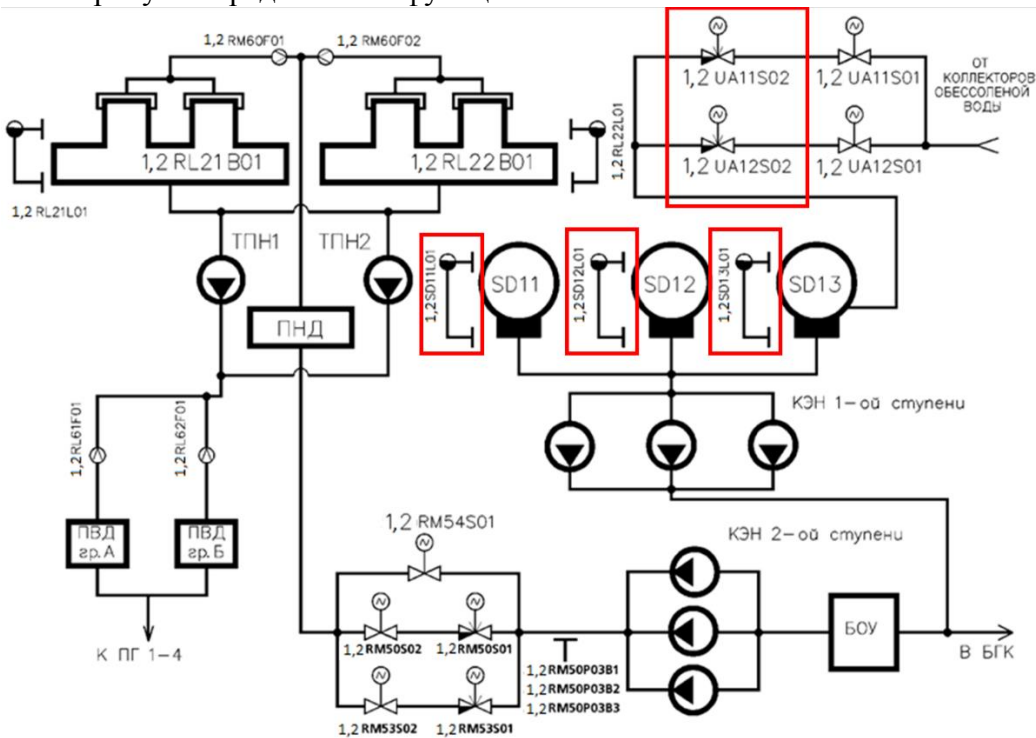
- Б) уровня в деаэраторе
- В) давления в деаэраторе
- Г) давления в парогенераторе

7. На рисунке представлена функциональная схема САР



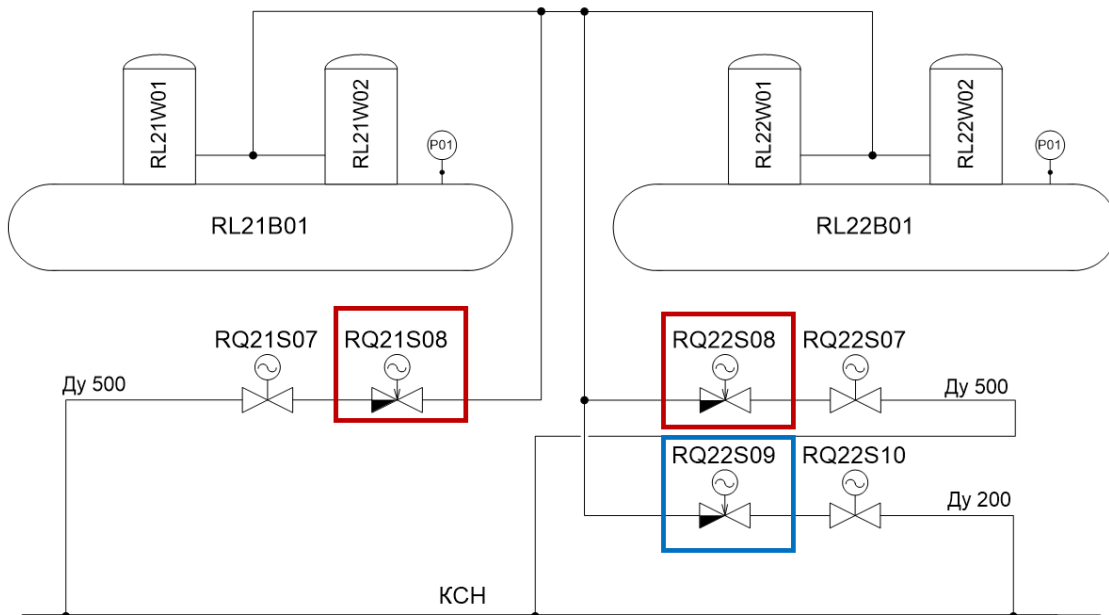
- А) уровня в конденсаторе турбины
- Б) давления в главном паровом коллекторе
- В) давления в деаэраторе
- Г) давления в парогенераторе

8. На рисунке представлена функциональная схема САР



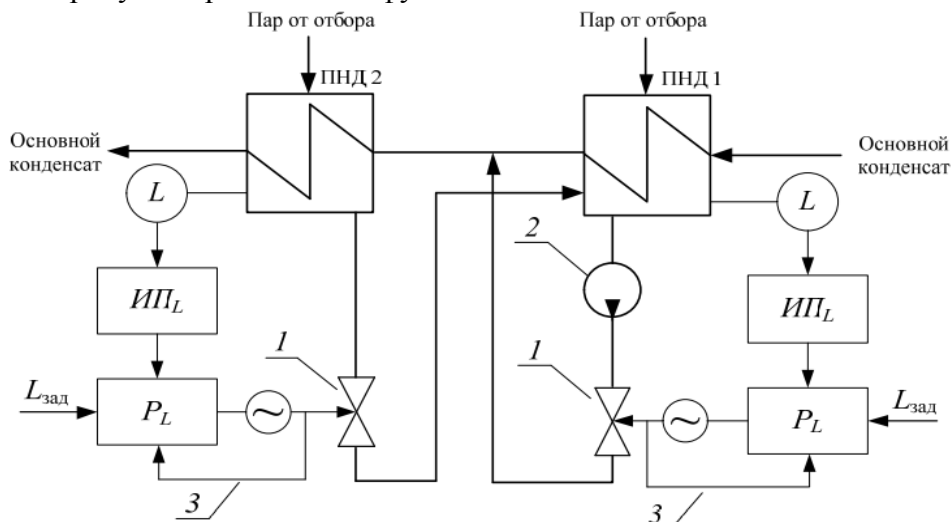
- А) уровня в конденсаторе турбины
- Б) уровня в деаэраторе
- В) давления в деаэраторе
- Г) давления в парогенераторе

9. На рисунке представлена функциональная схема САР



- А) уровня в конденсаторе турбины
- Б) уровня в деаэраторе
- В) давления в деаэраторе
- Г) давления в парогенераторе

10. На рисунке представлена функциональная схема САР



- А) уровня в конденсаторе турбины
- Б) уровня в деаэраторе
- В) уровня в подогревателе
- Г) давления в подогревателе

Студент на тестировании дает ответы на 10 вопросов. За каждый правильный ответ начисляется 1 балл. Максимально за тестирование - 10 баллов.

### Шкала оценивания раздела 2

Текущий контроль успеваемости	Аттестация раздела	Максимальный / минимальный балл для аттестации раздела
Практическая работа 5 – 5 баллов Практическая работа 6 – 5 баллов Практическая работа 7 – 5 баллов Практическая работа 8 – 5 баллов	Тест 2 - 10 б.	30 баллов / 18 баллов



### Теоретические вопросы на зачет (9 семестр)

9. Основные программы регулирования энергоблоков с реакторами ВВЭР.
10. Программа с постоянной средней температурой  $t_{ср}$  теплоносителя 1 контура.
11. Программа с постоянным давлением  $p_2$ .
12. Компромиссная программа.
13. Комбинированная программа
14. Схема регулирования энергоблоков с ВВЭР по программе  $t_{ср} = const$ .
15. Схема регулирования энергоблоков с ВВЭР по программе  $p_2 = const$ .
16. Схема регулирования блока с реактором с водой под давлением, работающего по компромиссной программе.
17. Комбинированная схема регулирования
18. Анализ компенсатора как объекта управления
19. Система регулирования давления КД
20. Система регулирования уровня КД
21. Анализ парогенератора как объекта управления
22. Трехконтурная система регулирования уровня ПГ
23. Система управления ПГ в режиме нормальной эксплуатации и пуско-остановочном режиме.
24. Защита и блокировки парогенератора
25. Функциональная схема САР давления в главном паровом коллекторе
26. Режимы работы САР давления в ГПК
27. Примеры блокировок САР давления пара в ГПК
28. Анализ конденсатора как объекта регулирования
29. Функциональная схема САР уровня конденсатора турбины.
30. Защита и блокировки конденсатора турбины
31. Регенеративные подогреватели как объекты регулирования уровня
32. САР уровня ПНД
33. САР уровня ПВД
34. Анализ деаэратора как объекта управления
35. Система регулирования давления деаэратора
36. Система регулирования уровня деаэратора

Зачет проводится в устной форме, путем ответа на 2 вопроса из вышеприведенного перечня вопросов. При этом оценивается правильность и полнота ответа. Максимальный балл за зачет – 40 баллов (20 баллов за каждый вопрос).

### Шкала оценки образовательных достижений

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	Оценка (балл за ответ на зачете)	Требования к знаниям
60-100	<i>«зачтено» 24 - 40 баллов</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Оценка «зачтено» выставляется студенту, если он имеет знания основного материала, если он прочно усвоил программный материал, последовательно, четко и логически стройно его излагает его на зачете, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, умеет тесно увязывать теорию с практикой</li> <li>– Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрируют достаточную степень овладения программным материалом.</li> </ul>
0-59	<i>«не зачтено» 0 - 23 баллов</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «не зачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.</li> <li>– Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрировали не высокую степень овладения программным материалом по минимальной планке.</li> </ul>

### Вопросы коллоквиума 1 для аттестации раздела 3

1. Принцип работы ультразвукового расходомера.
2. Принцип работы тахометрического счетчика расхода.
3. Сто называется статической характеристикой датчика?.
4. Каким образом влияет коэффициент пропорциональной составляющей ПИД-регулятора на динамические характеристики СУ?
5. Каким образом влияет коэффициент интегральной составляющей ПИД-регулятора на динамические характеристики СУ?
6. Каким образом влияет коэффициент дифференциальной составляющей ПИД-регулятора на динамические характеристики СУ?
7. В чем заключается дроссельный способ регулирования расхода?
8. В чем заключается объемный способ регулирования расхода?
9. Нарисовать функциональную схему САР расхода с дроссельным способом регулирования.
10. Нарисовать функциональную схему САР расхода с объемным способом регулирования.

Студент на коллоквиуме дает устные краткие ответы на 10 вопросов из приведенного выше перечня. За каждый правильный ответ начисляется 1 балл. Максимально за коллоквиум - 10 баллов.

### Шкала оценивания раздела 3

Текущий контроль успеваемости	Аттестация раздела	Максимальный / минимальный балл для аттестации раздела
Практическая работа 1 – 5 баллов	Коллоквиум 1 - 10 баллов	25 баллов / 15 баллов
Практическая работа 2 – 5 баллов		
Практическая работа 3 – 5 баллов		

### Вопросы коллоквиума 2 для аттестации раздела 4

1. Прямые показатели качества по графику переходного процесса.
2. Принцип работы гидростатического датчика уровня.
3. Принцип работы поплавкового датчика уровня.
4. Пояснить работу двухпозиционного регулятора.
5. Принцип работы преобразователя избыточного давления.
6. Примеры интерфейсов в АСУ ТП.
7. Нарисовать функциональную схему САР уровня в баке.
8. Принцип работы преобразователя частоты.
9. Нарисовать функциональную схему САР давления в баке.
10. Охарактеризовать по быстродействию датчики расхода, уровня, давления.

Студент на коллоквиуме дает устные краткие ответы на 10 вопросов из приведенного выше перечня. За каждый правильный ответ начисляется 1 балл. Максимально за коллоквиум - 10 баллов.

### Шкала оценивания раздела 4

Текущий контроль успеваемости	Аттестация раздела	Максимальный / минимальный балл для аттестации раздела
Практическая работа 4 – 5 баллов	Коллоквиум 2 - 10 баллов	25 баллов / 15 баллов
Практическая работа 5 – 5 баллов		
Практическая работа 6 – 5 баллов		

### Теоретические вопросы на зачет (А семестр)

1. Автоматическое регулирование плотности нейтронного потока.
2. Автоматическое регулирование уровня воды в парогенераторе.

3. Автоматическое управление и защита турбоустановок.
4. Автоматическое регулирование конденсатора.
5. Автоматическое регулирование производительности турбопитательных насосов.
6. Автоматическое регулирование конденсаторов давления.
7. Автоматическое регулирование регенеративных подогревателей.
8. Автоматическое регулирование уровня воды в деаэраторе.
9. Автоматическое регулирование давления воды в деаэраторе.
10. Автоматическое регулирование редуccionно-охлаждительных установок.
11. Тема курсового проекта.

Зачет с оценкой проводится в письменной форме, путем ответа на 2 вопроса из вышеприведенного перечня, один из которых – это тема курсового проекта. При этом оценивается правильность и полнота ответа. Максимальный балл за зачет – 50 баллов (25 баллов за каждый вопрос).

#### Форма оценивания ответа студента на зачете с оценкой

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	Оценка зачета с оцен- кой (стандартная)	Требования к знаниям
90-100	45-50 <i>«отлично»</i>	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал по дисциплине, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний по вопросам разработки систем управления технологических объектов АЭС.
70-89	36-44 <i>«хорошо»</i>	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал по дисциплине, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопросы экзаменационного билета.
61-69	30-35 <i>«удовлетворительно»</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала по дисциплине, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
0-60	0-29 <i>«неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала по дисциплине, допускает существенные ошибки, оставляет не раскрытыми вопросы экзаменационного билета.

#### Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

Основная литература:

1. Зверков, В. В. Программно-технические комплексы АСУТП АЭС. Функциональные и структурные решения : учебное пособие / В. В. Зверков. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2018. — 132 с. — ISBN 978-5-7262-2455-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126661>
2. Певзнер, Л. Д. Теория автоматического управления. Задачи и решения : учебное пособие / Л. Д. Певзнер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 604 с. — ISBN 978-5-8114-2161-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75516>

Дополнительная литература:

3. Выговский, С. Б. Безопасность и задачи инженерной поддержки эксплуатации ядерных энергетических установок с ВВЭР : учебное пособие / С. Б. Выговский, Н. О. Рябов, Е. В. Чернов. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2013. — 304 с. — ISBN 978-5-7262-1819-9. — Текст :

- электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75777> .
4. Зверков, В. В. Автоматизированная система управления технологическими процессами АЭС : монография / В. В. Зверков. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2014. — 560 с. — ISBN 978-5-7262-1918-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103223>
  5. Якубенко, И. А. Технологические процессы производства тепловой и электрической энергии на АЭС : учебное пособие / И. А. Якубенко, М. Э. Пинчук. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2013. — 288 с. — ISBN 978-5-7262-1766-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75782>.
  6. Пьявченко, Т. А. Автоматизированные информационно-управляющие системы с применением SCADA-системы TRACE MODE : учебное пособие / Т. А. Пьявченко. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-1885-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/67468>
  7. Гаврилов, А. Н. Средства и системы управления технологическими процессами : учебное пособие / А. Н. Гаврилов, Ю. В. Пятаков. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 376 с. — ISBN 978-5-8114-4584-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122190> .
  8. Гайдук, А. Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB : учебное пособие / А. Р. Гайдук, В. Е. Беляев, Т. А. Пьявченко. — 5-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-4200-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/125741>
  9. Гаштова, М. Е. Теоретические основы контроля и анализа функционирования систем автоматического управления : учебное пособие / М. Е. Гаштова, М. А. Зулькайдарова, Е. И. Мананкина. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 108 с. — ISBN 978-5-8114-4430-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/139293>
  10. Журомский, В. М. Нелинейные системы автоматического управления. Метод гармонического баланса. Инженерно-физические основы : учебное пособие / В. М. Журомский. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2012. — 56 с. — ISBN 978-5-7262-1665-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/75709>
  11. Захахатнов, В. Г. Технические средства автоматизации : учебное пособие / В. Г. Захахатнов, В. М. Попов, В. А. Афонькина. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 144 с. — ISBN 978-5-8114-4111-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130159>
  12. Кудинов, Ю. И. Теория автоматического управления (с использованием MATLAB — SIMULINK). Практикум : учебное пособие / Ю. И. Кудинов, Ф. Ф. Пащенко, А. Ю. Келина. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 280 с. — ISBN 978-5-8114-3771-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133926> .
  13. Нос, О. В. Теория автоматического управления. Теория управления линейными одноканальными непрерывными системами : учебное пособие / О. В. Нос, Л. В. Старостина. — Новосибирск : НГТУ, 2018. — 202 с. — ISBN 978-5-7782-3536-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118276>
  14. Нос, О. В. Теория автоматического управления. Теория управления особыми линейными и нелинейными непрерывными системами : учебное пособие / О. В. Нос. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 166 с. — ISBN 978-5-7782-3889-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152232>
  15. Оптимальное управление в технических системах. Практикум : учебное пособие / Е. А. Балашова, Ю. П. Барметов, В. К. Битюков, Е. А. Хромых. — Воронеж : ВГУИТ, 2017. — 287 с. — ISBN 978-5-00032-307-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106785>
  16. Ощепков, А. Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB : учебное пособие / А. Ю. Ощепков. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1471-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104954>

17. Первозванский, А. А. Курс теории автоматического управления : учебное пособие / А. А. Первозванский. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 624 с. — ISBN 978-5-8114-0995-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/68460>
18. Смирнов, Ю. А. Управление техническими системами : учебное пособие / Ю. А. Смирнов. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 264 с. — ISBN 978-5-8114-3899-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126913>
19. Хаустов, И. А. Системы управления технологическими процессами : учебное пособие / И. А. Хаустов, Н. В. Суханова. — Воронеж : ВГУИТ, 2018. — 139 с. — ISBN 978-5-00032-372-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117815>

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. «SimInTech».
2. <http://tau-predmet.narod.ru/> - сайт о теории автоматического управления.
3. [https://help.simintech.ru/#o\\_simintech/o\\_simintech.html](https://help.simintech.ru/#o_simintech/o_simintech.html) - справочная система SimInTech.

### **Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Практические занятия 9 семестра проводятся в аудиториях, оснащенных компьютерами. Аудитории оснащены мультимедийным комплексом, в составе которого компьютер с колонками, проектор и экран, микрофон.

Практические занятия А семестра проводятся в лаборатории «Автоматизация технологических процессов» (ауд.215), с использованием лабораторных комплексов «Промышленные датчики давления» ПДД-СК, «Промышленные датчики температуры» ПДТ-СК, «Промышленные датчики уровня» ПДУ-СК, «Промышленные датчики расхода» ПДР-СК.

### **Учебно-методические рекомендации для студентов**

#### **1. Указания для участия в практических занятиях**

Перед посещением уяснить тему практического занятия и самостоятельно изучить теоретические вопросы, на основании лекционных материалов предшествующих дисциплин, рекомендованного списка литературы, а также технической документации (правил эксплуатации оборудования, стандартов и др.).

При работе с виртуальным стендом-тренажером соблюдать правила техники безопасности, выполнять работу согласно выданному алгоритму работы.

В конце занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы. Основные результаты выполнения работы в виде отчета необходимо распечатать. Часть работ разрешается выполнять в тетради, где требуются графические построения логарифмических характеристик.

#### **2. Самостоятельная работа студентов обычно складывается из нескольких составляющих:**

- работа с текстами: учебниками, историческими первоисточниками, дополнительной литературой, в том числе материалами интернета, а также проработка вопросов для самостоятельного изучения;

- подготовка к практическим занятиям;

- выполнение курсовой работы и курсового проекта;

- подготовка к зачету непосредственно перед ним.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является необходимым компонентом получения полноценного высшего образования.

### **Методические рекомендации для преподавателей**

#### **1. Указания для проведения практических занятий**

По данной дисциплине лекции не предусмотрены учебным планом, поэтому на первом практическом занятии сделать общий обзор содержания курса и отметить дисциплины, на основании которых строится данная дисциплина. Довести до студентов перечень практических работ, объем и график выполнения курсовой работы и курсового проекта, ответить на вопросы.

В ходе практического занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия, алгоритмом его выполнения.

Преподаватель должен руководить работой студентов по выполнению практической работы. В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях. При отчете по результатам выполнения практической работы провести устный опрос, позволяющий оценить уровень выполнения работы.

#### 2. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

Одним из видов самостоятельной работы студентов по данной дисциплине является выполнение курсовой работы и курсового проекта. Для контроля успеваемости отслеживать график выполнения КР и КП, представленные выше, проводить процентовки.

При подготовке к зачетам по дисциплине контролировать данный процесс путем устного опроса.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по специальности 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг

Рабочую программу составил доцент Мефедова Ю.А.

Рецензент: доцент Ефремова Т.А.

Программа одобрена на заседании УМКС 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг.

Председатель учебно-методической комиссии Ефремова Т.А.