

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

Балаково

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; пред-

		<p>ставлять полученные результаты</p> <p>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</p>
ОПК-5	<p>Способен оформлять результаты работы и научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ.</p>	<p>З-ОПК-5 Знать: требования к оформлению результатов научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ</p> <p>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</p> <p>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</p>

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
Профессиональное и трудовое воспитание	- формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитив-	Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессио-	1. Организация научно-практических конференций и встреч с ведущими специалистами

9 семестр									
1 раздел. Анализ линейных систем управления									
1	1	Разработка функциональных и структурных схем систем управления	8			4	4		
1	2	Выбор элементов систем управления	16			4	12		
1	3	Анализ устойчивости системы управления	8			4	4		
1	4	Анализ качества системы управления	8			4	4	Т1	30 б.
2 раздел. Синтез линейных систем управления									
2	5	Методы синтеза желаемой СУ	8			4	4		
2	6	Последовательные и параллельные корректирующие устройства	8			4	4		
2	7	Техническая реализация аналогового КУ	8			4	4		
2	8	Оптимизация регулирующего устройства СУ	8			4	4	Т2	30 б.
Вид промежуточной аттестации			72/24			32/24	40	Зачет	40 б.
А семестр									
3 раздел. Системы управления по расходу									
3	9	Изучение статических характеристик датчиков расхода	12			4	8		
3	10	Настройка и исследование системы автоматического регулирования расхода с применением метода дросселирования напора	12			4	8		
3	11	Настройка и исследование системы автоматического регулирования расхода с применением метода частотного регулирования привода насоса	8			4	4	Кл1	20 б.
4 раздел. Системы управления по уровню и давлению									
3	12	Изучение статических характеристик датчиков уровня	8			4	4		
3	13	Настройка и исследование системы автоматического регулирования уровня жидкости (двухпозицион-	8			4	4		

		ное регулирование)							
3	14	Настройка и исследование системы автоматического регулирования уровня жидкости (ПИД-регулирование)	8			4	4		
3	15	Изучение статических характеристик датчиков давления	8			4	4		
3	16	Настройка и исследование системы автоматического регулирования давления	8			4	4	Кл2	30 б.
Вид промежуточной аттестации			72/24			32/24	40	Зачет с оценкой	50 б.

Т – тест, Кл – коллоквиум

Содержание лекционного курса – учебным планом не предусмотрен

Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
9 семестр		
Разработка функциональных и структурных схем систем управления	4	1-19
Выбор элементов систем управления	4	1-19
Анализ устойчивости системы управления	4	1-19
Анализ качества системы управления	4	1-19
Методы синтеза желаемой СУ	4	1-19
Последовательные и параллельные корректирующие устройства	4	1-19
Техническая реализация аналогового КУ	4	1-19
Оптимизация регулирующего устройства СУ	4	1-19
А семестр		
Изучение статических характеристик датчиков расхода	4	1-19
Настройка и исследование системы автоматического регулирования расхода с применением метода дросселирования напора	4	1-19
Настройка и исследование системы автоматического регулирования расхода с применением метода частотного регулирования привода насоса	4	1-19
Изучение статических характеристик датчиков уровня	4	1-19
Настройка и исследование системы автоматического регулирования уровня жидкости (двухпозиционное регулирование)	4	1-19
Настройка и исследование системы автоматического регулирования уровня жидкости (ПИД-регулирование)	4	1-19
Изучение статических характеристик датчиков давления	4	1-19
Настройка и исследование системы автоматического регулирования давления	4	1-19

Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3
9 семестр		
Анализ принципиальной схемы системы управления, описание процесса функционирования. Разработка функциональной схемы СУ.	4	1-19
Выбор и расчет элементов системы управления. Разработка структурной схемы.	12	1-19
Анализ устойчивости системы управления.	4	1-19
Определение прямых и косвенных показателей качества. Выводы о необходимой коррекции системы управления	4	1-19
Синтез желаемой системы методом логарифмических характеристик.	4	1-19
Расчет последовательного корректирующего устройства. Техническая реализация КУ с помощью пассивных и активных четырехполюсников.	4	1-19
Оптимизация регулятора путем программного моделирования.	4	1-19
Анализ скорректированной системы.	4	1-19
А семестр		
Анализ Технического задания на курсовой проект. Поиск и изучение технической информации по теме	4	1-19
Описание технологического объекта управления (процесса) автоматизации. Назначение технологического объекта в составе АЭС. Принцип работы, разновидности технологического объекта. Конструкция и технические характеристики ТОУ. Задачи автоматизации ТОУ	4	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.	4	1-19
Математическое моделирование ТОУ.	4	1-19
Разработка системы автоматического регулирования. Разработка функциональной и структурной схемы САР. Расчет алгоритма регулирующего устройства. Моделирование САР в Simintech (Simulink)	4	1-19
Системы управления на атомных станциях. Автоматическое регулирование плотности нейтронного потока. Автоматическое регулирование уровня воды в прогенераторе. Автоматическое управление и защита турбоустановок. Автоматическое регулирование конденсатора. Автоматическое регулирование производительности турбопитательных насосов. Автоматическое регулирование конденсаторов давления. Автоматическое регулирование регенеративных подогревателей. Автоматическое регулирование уровня воды в деаэраторе. Автоматическое регулирование давления воды в деаэраторе. Автоматическое регулирование редуционно-охладительных уста-	16	1,3,4,5

НОВОК.		
--------	--	--

Курсовая работа

Курсовая работа по дисциплине на тему «Анализ и синтез линейной системы управления» 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
1	Техническое задание на курсовую работу.
2	Анализ принципиальной схемы системы управления, описание процесса функционирования. Разработка функциональной схемы СУ.
3-5	Выбор и расчет элементов системы управления. Разработка структурной схемы.
6	Анализ устойчивости системы управления.
7	Определение прямых и косвенных показателей качества. Выводы о необходимой коррекции системы управления
8,9	Синтез желаемой системы методом логарифмических характеристик.
10,11	Расчет последовательного корректирующего устройства. Техническая реализация КУ с помощью пассивных и активных четырехполюсников.
12, 13	Оптимизация регулятора путем программного моделирования.
14	Анализ скорректированной системы.
15	Выводы. Оформление пояснительной записки и графической части
16	Защита курсовой работы

Примерные темы курсовой работы

- 1) САР давления в компенсаторе давления.
- 2) САР уровня в компенсаторе давления.
- 3) САР давления пара в деаэраторе
- 4) САР расхода технической воды.
- 5) САР давления пара в ПГ.
- 6) САР уровня котловой воды в ПГ и 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 деаэраторах;
 - 13) САР уровня в ПВД.
 - 14) САР уровня дренажа в конденсатосборниках 1-й и 2-й ступеней.
 - 15) САР прогрева СПП, предтопкового прогрева паропроводов и СРК.
 - 16) САР давления пара в ГПК.
 - 17) САР давления пара в КСН и питания ТПН.
 - 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.
- Курсовая работа оценивается отдельно, исходя из 100 баллов.

Шкалы оценивания курсовой работы

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка КР (стандартная)	Требования к знаниям
90-100	<i>«отлично»</i>	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 работы, 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>«неудовле-»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, ко-

	<i>творительно»</i>	торый 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» 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	Анализ Технического задания на курсовой проект. Поиск и изучение технической информации по теме
2,3,4	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 ТООУ (конкретной марки). 1.4 Задачи автоматизации ТООУ
5,6	2. Разработка функциональной схемы автоматизации.
7,8,9	3. Выбор элементов средств контроля и регулирования. 3.1 Выбор измерительных преобразователей. 3.2 Выбор регулирующих устройств. 3.3 Составление заказной спецификации на средства.
10,11	4. Математическое моделирование ТООУ.
12,13,14	5. Разработка системы автоматического регулирования. 5.1 Разработка функциональной и структурной схемы САР. 5.2 Расчет алгоритма регулирующего устройства. 5.3 Моделирование САР в Simintech (Simulink)
15	Выводы. Оформление пояснительной записки и графической части
16	Подготовка доклада и презентации к защите курсового проекта. Защита курсо-

Примерные темы курсового проекта

- 1) САР уровня в деаэраторе продувки-подпитки РО.
 - 2) САР расхода технической воды.
 - 3) САР уровня в парогенераторе.
 - 4) САР уровня котловой воды в ПГ и расхода воды в ПГ от АПЭН в аварийных режимах.
 - 5) САР давления газа на всасе газодувки.
 - 6) САР давления пара в деаэраторе.
 - 7) САР давления пара за РОУ .
 - 8) САР уровня в ПНД.
 - 9) САР давления во всасывающем коллекторе КЭН.
 - 10) САР уровня в конденсаторах ТА
 - 11) САР уровня в деаэраторах;
 - 12) САР уровня в ПВД.
 - 13) САР уровня дренажа в конденсатосборниках 1-й и 2-й ступеней.
 - 14) САР прогрева СПП, предтолчкового прогрева паропроводов и СРК.
 - 15) САР давления пара в ГПК.
 - 16) САР давления пара в КСН и питания ТПН.
 - 17) САР системы вспомогательных питательных электронасосов.
 - 18) САР разворота, частоты вращения и производительности ТПН.
 - 19) САР уровня в конденсаторах ТПН.
 - 20) САР давления пара на уплотнениях ЦВД, ЦНД.
 - 21) САР перепада давления конденсата на уплотнениях ТПН.
 - 22) САР уровня в дренажном баке.
- Курсовой проект оценивается отдельно, исходя из 100 баллов.

Шкалы оценивания курсового проекта

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка КП (стандартная)	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 расчета, 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	«удовлетво-	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если

	<i>рительно»</i>	он провел проектирование СУ в соответствии с теоретическими знаниями, выполнил презентацию, в которой показал удовлетворительные знания основных этапов; может объяснить функциональную схему автоматизации, 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 теоретические выкладки, расчеты характеристик СУ, не знает порядка определения показателей качества САУ; 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
Входной контроль			
1	Входной контроль		Вопросы входного контроля (письменно)
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
9 семестр			
2	Анализ линейных систем управления	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	Синтез линейных систем управления	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	З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,	Вопросы к зачету (устно)
А семестр			
2	Системы управления по расходу	З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ОПК-5, У-ОПК-5, В-ОПК-5, З-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	З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ОПК-5, У-ОПК-5, В-ОПК-5, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,	Практическая работа 4 Практическая работа 5 Практическая работа 6 Практическая работа 7 Практическая работа 8 Курсовой проект Коллоквиум 2 (письменно)
Промежуточная аттестация			
4	Зачет с оценкой	З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5,	Вопросы к зачету (письменно)

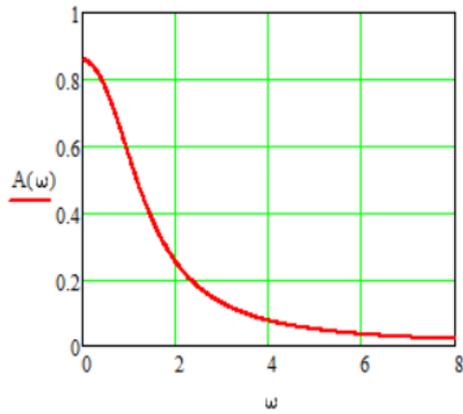
Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в письменной форме, а также ряд типовых задач. В качестве оценочного средства текущего контроля используются выполнение практических заданий и устный опрос по результатам их выполнения. В качестве оценочного средства аттестации разделов используются тесты 1, 2, 3, 4 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.

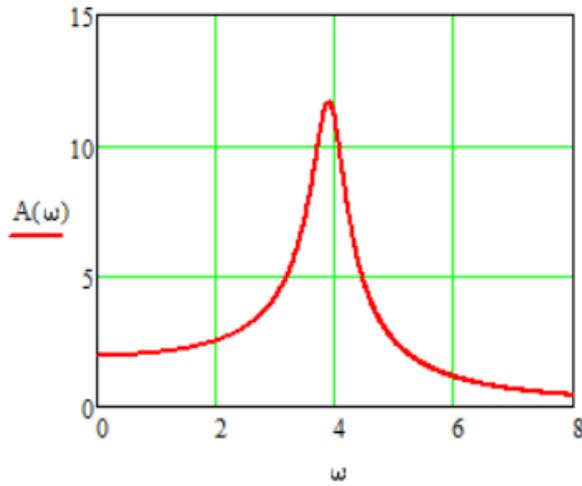
Тестовые вопросы к аттестации раздела 1

1. Чему равен коэффициент усиления аperiodического звена 1 порядка, если его АЧХ имеет вид:



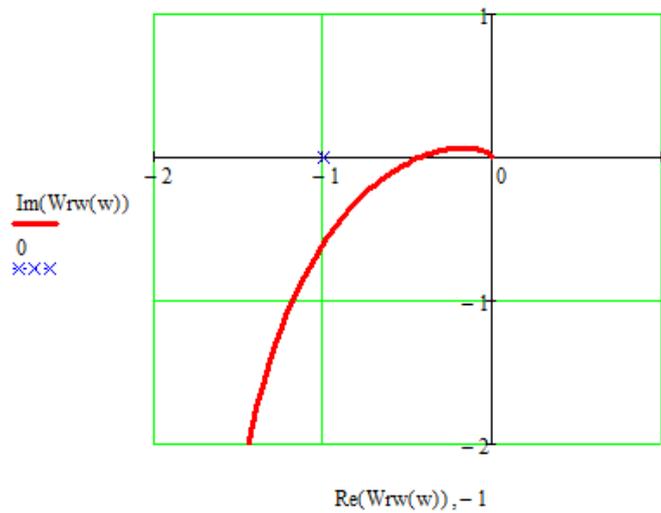
- A) 0,8;
- Б) 0,85;
- В) 1;
- Г) 8.

2. Чему равен показатель колебательности?



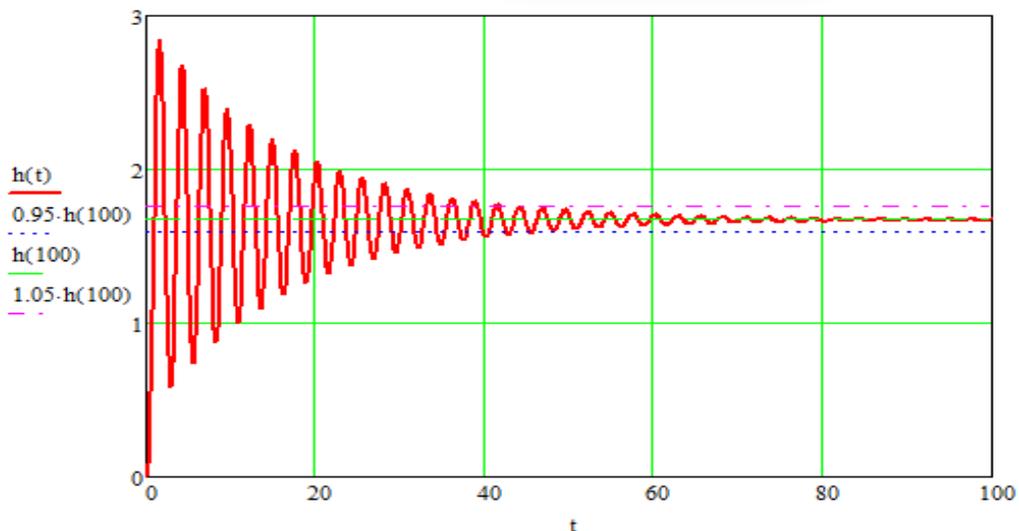
- A) 2,5;
- Б) 12;
- В) 8;
- Г) 5.

3. Годограф Найквиста для некоторой системы представлен на рисунке. Является ли система устойчивой?



- А) да;
- Б) нет;
- В) нельзя определить;
- Г) на границе устойчивости.

4. Чему равно перерегулирование и время регулирования системы?



- А) $t_p=60$ с, $\sigma=60\%$;
- Б) $t_p=100$ с, $\sigma=28\%$;
- В) $t_p=80$ с, $\sigma=40\%$;
- Г) $t_p=42$ с, $\sigma=65\%$.

5. Какой критерий устойчивости формулируется следующим образом:

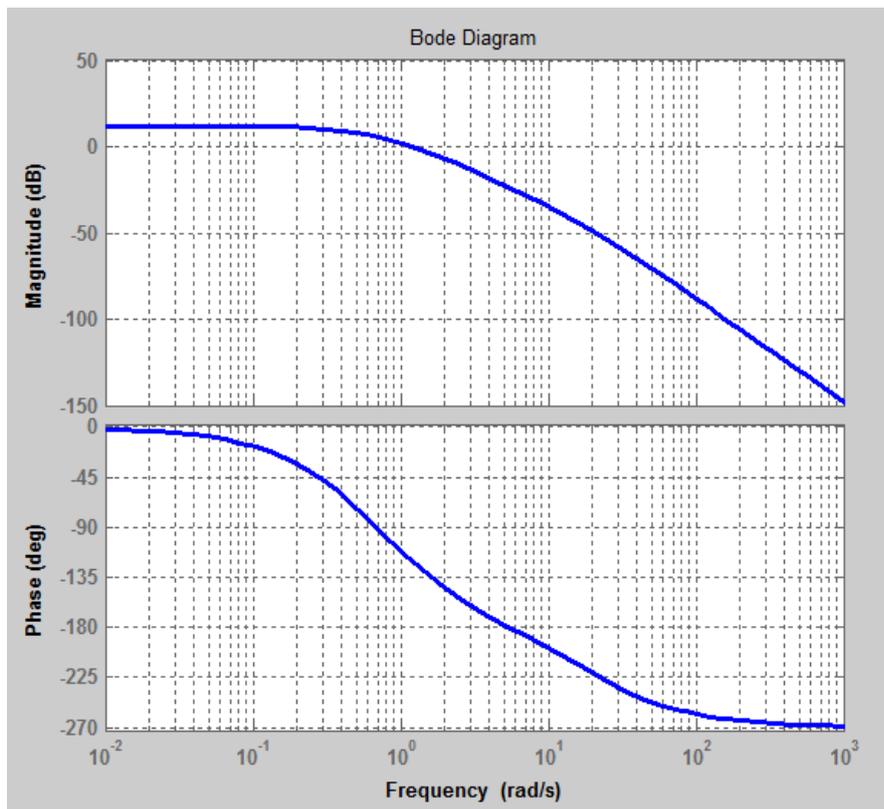
Автоматическая система управления, описываемая уравнениями n -го порядка, будет устойчивой, если при изменении частоты от 0 до ∞ характеристический вектор системы повернется против часовой стрелки на угол $\pi/2$ не обращаясь при этом в нуль.

- А) логарифмический критерий;
- Б) критерий Михайлова;
- В) критерий Найквиста;
- Г) критерий Гурвица.

6. Как называется свойство системы возвращаться в исходное состояние равновесия после прекращения воздействия, выведшего систему из этого состояния?

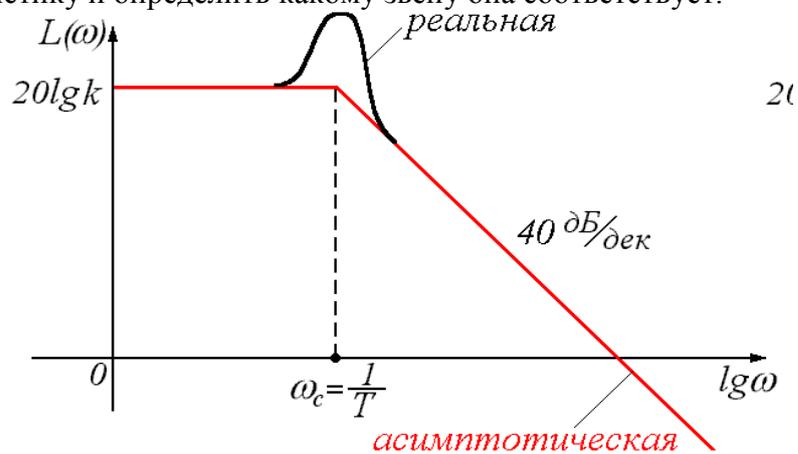
- А) равновесность;
- Б) устойчивость;
- В) робастность;
- Г) управляемость.

7. Запасы устойчивости по фазе и амплитуде для системы, логарифмические характеристики которой представлены на рисунке, составляют.



- А) 23 дБ и 70 градусов;
- Б) 10 дБ и 270 градусов;
- В) 50 дБ и 180 градусов;
- Г) 50 дБ и 50 градусов.

8. Назвать характеристику и определить какому звену она соответствует.

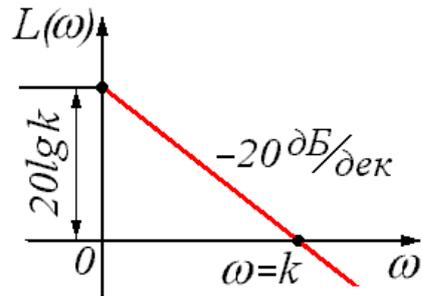


- А) ЛАЧХ интегрирующего звена;
- Б) ЛАЧХ колебательного звена;
- В) АЧХ усилительного звена;
- Г) переходный процесс аperiodического звена.

9. Система, алгоритм функционирования которой содержит предписание поддерживать значение управляемой величины постоянным:

- А) следящая
- Б) стабилизирующая
- В) адаптивная
- Г) экстремальная

10. Назвать характеристику и определить какому звену она соответствует.



- А) ЛАЧХ интегрирующего звена;
- Б) ЛАЧХ апериодического звена 2 порядка;
- В) АЧХ усилительного звена;
- Г) переходный процесс колебательного звена.

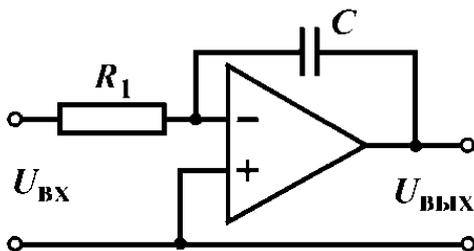
Студент на тестировании дает ответы на 10 вопросов. За каждый правильный ответ начисляется 1 балл. Максимально за тестирование - 10 баллов.

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. На рисунке представлен активный четырехполюсник, представляющий собой



- А) ПИД-регулятор;
- Б) П-регулятор;
- В) И-регулятор;
- Г) ПД-регулятор.

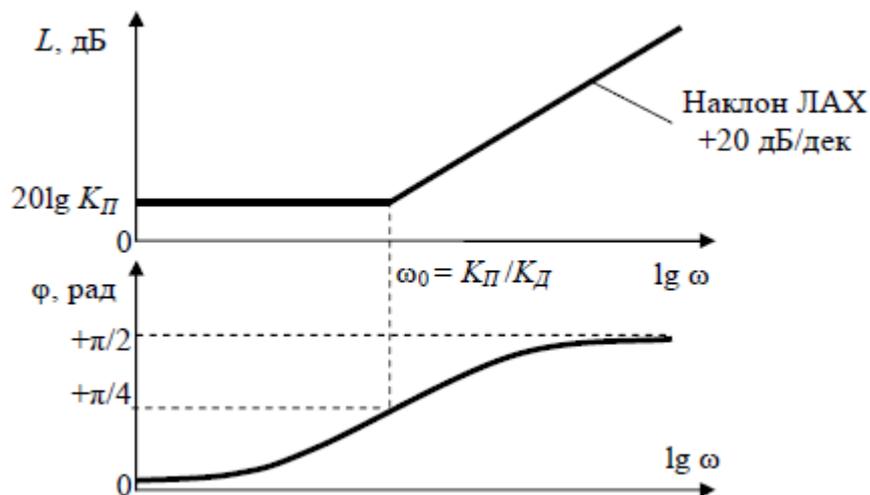
2. Передаточная функция ПИ-регулятора имеет вид:

- А) $K_{II} (1 + T_0 p)$
- Б) $K_{II} (1 + \frac{K_D}{K_{II}} p)$

В) $K_{II} + \frac{K_{II}}{p}$

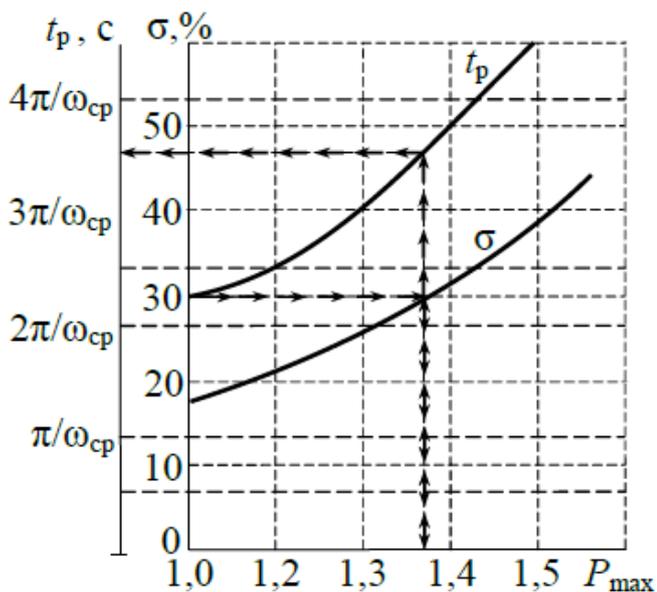
Г) $(K_{II} + K_{D} p) \cdot \frac{1}{T_{II} p + 1}$

3. На рисунке представлены логарифмические характеристики



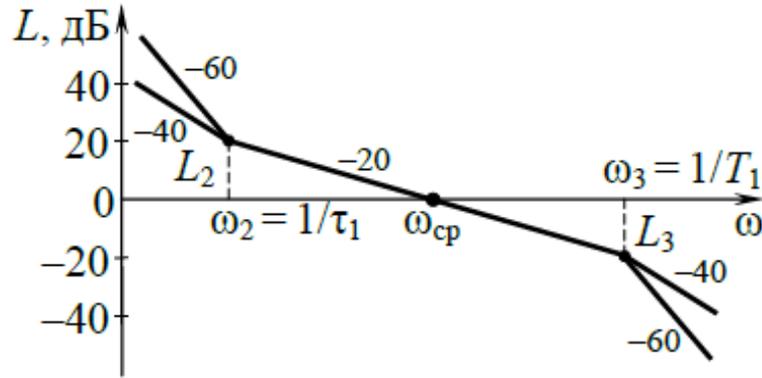
- А) ПД-регулятора;
- Б) ПИД-регулятора;
- В) ПИ-регулятора;
- Г) П-регулятора.

4. Согласно номограмме Солодовникова для перерегулирования $\sigma=30\%$ и времени регулирования $t_p=10$ с, частота среза составит.



- А) 1,1 рад/с;
- Б) 1,37 рад/с;
- В) 5 рад/с;
- Г) 14 рад/с.

5. Участок ЛАЧХ, расположенный между частотами ω_2 и ω_3 , отвечает за



- А) точность работы системы;
- Б) качество переходных процессов;
- В) коррекцию возмущающего воздействия;
- Г) обратную связь.

6. По формулам рассчитывается:

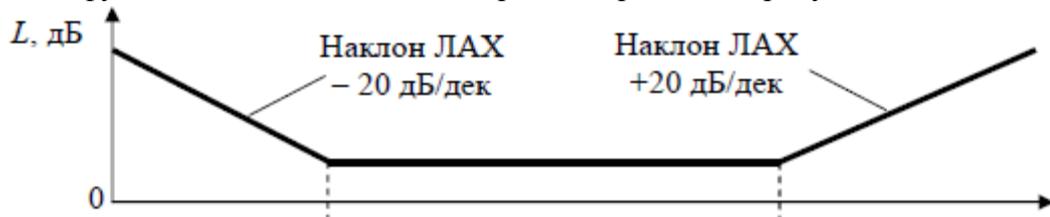
$$L_2 = 20 \lg \left(\frac{M}{M-1} \right), \quad L_3 = 20 \lg \left(\frac{M}{M+1} \right)$$

- А) длина среднечастотной области ЖЛАЧХ;
- Б) область запретной зоны;
- В) длина высокочастотной области ЖЛАЧХ;
- Г) частоты сопряжения ЖЛАЧХ.

7. ЛАЧХ последовательного корректирующего устройства определяется

- А) путем зеркального отображения ЛАЧХ желаемой системы;
- Б) путем графического сложения ЛАЧХ желаемой системы и ЛАЧХ исходной системы;
- В) путем построения по номограммам;
- Г) путем графического вычитания из ЛАЧХ желаемой системы ЛАЧХ исходной системы.

8. Передаточная функция системы, ЛАЧХ которой изображена на рисунке, имеет вид



А)
$$W_{\text{пн}}(p) = \frac{K_{\text{н}}}{p} \left(\frac{K_{\text{п}}}{K_{\text{н}}} p + 1 \right) = K_{\text{н}} \cdot \frac{T_0 p + 1}{p};$$

Б)
$$W_{\text{пн}}(p) = \left(K_{\text{н}} + \frac{K_{\text{н}}}{p} \right) \cdot \frac{1}{T_{\text{пн}} p + 1};$$

В)
$$W_{\text{пд}}(p) = K_{\text{н}} \left(1 + \frac{K_{\text{д}}}{K_{\text{н}}} p \right) = K_{\text{н}} (1 + T_0 p);$$

$$W_{\text{пид}}(p) = \frac{K_H}{p} (T_1 p + 1)(T_2 p + 1),$$

9. Запретная зона при синтезе ЖЛАЧХ строится с целью:

- А) обеспечить точность работы системы;
- Б) обеспечить быстродействие работы системы;
- В) обеспечить колебательность работы системы;
- Г) не строится.

10. Какой наклон рекомендуется проводить через найденную частоту среза при синтезе ЖЛАХ?

- А) 0 дб/дек;
- Б) -20 дб/дек;
- В) -40 дб/дек;
- Г) 20 дб/дек.

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)

1. Функциональные и структурные схемы СУ.
2. Алгебраические критерии устойчивости СУ.
3. Частотные критерии устойчивости СУ.
4. Способы оценки устойчивости по критерию Найквиста для систем с астатизмом 1 и 2 порядков.
5. Запасы устойчивости по логарифмическим критериям.
6. Прямые показатели качества СУ.
7. Косвенные показатели качества СУ.
8. Синтез желаемой системы методом ЛАЧХ. Требования к низкочастотной области.
9. Синтез желаемой системы методом ЛАЧХ. Требования к среднечастотной области.
10. Графические построения асимптотических ЛАХЧ, вычитания и сложения, запись ПФ по ЛАЧХ..
11. Последовательное корректирующее устройство.
12. Пассивные четырехполюсники.
13. Активные четырехполюсники.
14. Влияние параметров ПИД-регулятора на работу СУ.

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	«зачтено» 24 - 40 баллов	<ul style="list-style-type: none"> – 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 – Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля демонстрируют достаточную степень овладения программным материалом.
0-59	«не зачтено» 0 -23 баллов	<ul style="list-style-type: none"> – 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. – Учебные достижения в семестровый период и результатами рубежного контроля продемонстрировали не высокую степень овладения программным материалом по минимальной планке.

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 Практическая работа 2 – 5 баллов Практическая работа 3 – 5 баллов	Коллоквиум 1 - 5 баллов	20 баллов / 12 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 0,5 баллов. 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 Практическая работа 5 – 5 баллов Практическая работа 6 – 5 баллов Практическая работа 7 – 5 баллов Практическая работа 8 – 5 баллов	Коллоквиум 2 - 5 баллов	30 баллов / 18 баллов

Теоретические вопросы на зачет (9 семестр)

1. Функциональные и структурные схемы СУ.
2. Алгебраические критерии устойчивости СУ.
3. Частотные критерии устойчивости СУ.
4. Способы оценки устойчивости по критерию Найквиста для систем с астатизмом 1 и 2 порядков.
5. Запасы устойчивости по логарифмическим критериям.
6. Прямые показатели качества СУ.
7. Косвенные показатели качества СУ.
8. Синтез желаемой системы методом ЛАЧХ. Требования к низкочастотной области.
9. Синтез желаемой системы методом ЛАЧХ. Требования к среднечастотной области.
10. Графические построения асимптотических ЛАЧХ, вычитания и сложения, запись ПФ по ЛАЧХ..
11. Последовательное корректирующее устройство.
12. Пассивные четырехполюсники.
13. Активные четырехполюсники.
14. Влияние параметров ПИД-регулятора на работу СУ.

Теоретические вопросы на зачет (А семестр)

1. Автоматическое регулирование плотности нейтронного потока.
2. Автоматическое регулирование уровня воды в прогенераторе.
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 редуционно-охладительных 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 оценкой (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. Пашенко, 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

ми 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 - справочная система SimInTech.
4. Тренажер-симулятор "Система автоматического управления технологических параметров". ТС-САУ-ТП

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 «Виртуальные комплексы» (ауд.218), с использованием тренажера-симулятора «Система автоматического управления технологических параметров» ТС-САУ-ТП-Л8.

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

Рецензент: доцент

Мефедова Ю.А.

Ефремова Т.А.

Программа одобрена на заседании УМКС 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг от 04.07.2023 года, протокол № 6.

Председатель учебно-методической комиссии

Магеррамов Р. А.