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 «Теория автоматического управления»

Направления подготовки
«27.03.04 Управление в технических системах»

Основная профессиональная образовательная программа
«Управление и информатика в технических системах»

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Балаково

Цель освоения дисциплины

Подготовка к научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности, связанной с использованием методов автоматического управления для повышения эффективности производства продукции с оптимальными техническими показателями путем применения средств автоматизации.

Задачи профессиональной деятельности ООП ВО, к решению которых готовятся студенты в рамках освоения дисциплины:

- постановка, проведение и обработка экспериментальных исследований над объектами профессиональной деятельности (Профессиональный стандарт «40.011. Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»);
- участие в расчетах и проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием (Профессиональный стандарт «24.121. Специалист по проектированию автоматизированных систем управления технологическими процессами объектов использования атомной энергии»);

Задачи изучения дисциплины:

- изучить теоретические основы автоматического управления и принципов построения систем автоматического управления (САУ);
- освоить методы математического формализации статических и динамических характеристик САУ и элементов систем, методы анализа и синтеза САУ;
- сформировать компетенции у обучающихся согласно ОС НИЯУ МИФИ.

Место дисциплины в структуре ООП ВО

Для изучения дисциплины «Теория автоматического управления» студент должен: знать основные законы естественнонаучных дисциплин, 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: Моделирование процессов и систем / Основы моделирования систем, Математика, Физика, Математические основы общей теории и конечных автоматов / Математическое описание сигналов и систем, Элементы и устройства автоматики, Метрология и измерительная техника.

Знания, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении дисциплин «Проектирование систем управления и контроля» (7,8 семестр), «Цифровые системы автоматического управления» (7 семестр), при выполнении выпускной квалификационной работы, а также при прохождении производственной (технологической и преддипломной) практики.

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

- Профессиональный стандарт «40.011. Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам» В/02.6. Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований
- Профессиональный стандарт «24.121. Специалист по проектированию автоматизированных систем управления технологическими процессами объектов использования атомной энергии» А/02.6. Разработка РД АСУ ТП для ОИАЭ.

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-1	Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики	З-ОПК-1 Знать: принципы построения систем управления У-ОПК-1 Уметь: анализировать задачи управления в технических системах В-ОПК-1 Владеть: базовыми знаниями о типовых технических средствах автоматики и управления
ОПК-2	Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических и естественно-научных дисциплин (модулей)	З-ОПК-2 Знать: основные принципы и методы построения (формализации) и исследования математических моделей систем управления, их формы представления и преобразования для целей управления У-ОПК-2 Уметь: демонстрировать навыки использования знаний физики и математики для решения задач теоретического и прикладного характера В-ОПК-2 Владеть: аналитическими и числовыми методами для расчета технических параметров систем
ОПК-3	Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности	З-ОПК-3 Знать: устройство основных типовых технических средств автоматики и управления, аппаратные и программные средства систем управления У-ОПК-3 Уметь: выполнять проект технического обеспечения систем управления на базе типовых программно-аппаратных комплексов В-ОПК-3 Владеть: Навыками работы с современными аппаратными и программными средствами исследования и проектирования систем управления
ОПК-4	Способен осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов	З-ОПК-4 Знать: типовые критерии оценки эффективности как технических систем, так и производственного процесса У-ОПК-4 Уметь: правильно интерпретировать результаты анализа эффективности полученных результатов В-ОПК-4 Владеть: методиками анализа устройств и систем по техническим и экономическим критериям

профессиональные

Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
Постановка, проведение и обработка экспериментальных исследований	Системы и средства автоматизации, управления, контроля,	ПК-1 Способен осуществлять постановку и выполнять эксперименты по	З-ПК-1 Знать: методы исследования систем и элементов систем У-ПК-1 Уметь: систематизировать полученные данные, составлять описание проводимых исследований,

над объектами профессиональной деятельности	технического диагностирования и информационного обеспечения	проверке корректности и эффективности работы систем управления	подготавливать данные для составления обзоров и отчетов, обосновывать принимаемые проектные решения, выполнять эксперименты по проверке корректности решений В-ПК-1 Владеть: навыками построения моделей объектов профессиональной деятельности с использованием инструментальных средств, навыками тестирования, отладки и верификации
Участие в расчетах и проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием	Системы и средства автоматизации, управления, контроля, технического диагностирования и информационного обеспечения	ПК-3 Способен осуществлять сбор и анализ данных для расчета, производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления.	З-ПК-3 Знать: принципы работы типовых программно-аппаратных комплексов и устройств У-ПК-3 Уметь: осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления В-ПК-3 Владеть: современными компьютерными средствами автоматизации и управления для проведения проектно-конструкторских изысканий

Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины реализуются следующие задачи воспитания

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, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду **(В14)**	Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного 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	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

		посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием 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 преподается студентам в 5-ом и 6-ом семестрах. Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единицы, 252 ак. часа.

Календарный план

№ Раздела	№ Темы	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)					Аттестация раздела (форма)	Максимальный балл за раздел
			Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС		
5 семестр									
1 раздел. Основные понятия и математическое описание линейных САУ									
1	1	Основные понятия и определения ТАУ	6	2		4			
1	2	Классификация САУ	12	2			10		
1	3	Математическое описание САУ	26	2		4	20		
1	4	Типовые звенья САУ	20	2/2	4/4	4/4	10	Т1 (10б)	30 б.
2 раздел. Анализ систем автоматического управления									
2	5	Устойчивость САУ. Алгебраические критерии устойчивости	11	2	2/2	2	5		
2	6	Частотные критерии устойчивости	11	2	2	2/2	5		
2	7	Показатели качества переходных процессов	15	2/2	8		5		
2	8	Показатели качества в статическом режиме	7	2/2			5	Т2 (10б)	30 б.
Вид промежуточной аттестации			**108**	**16/6**	**16/6**	**16/6**	**60**	**Зачет**	**40 б.**
6 семестр									
3 раздел. Синтез систем автоматического управления									
3	9	Задачи синтеза систем управления	16	2	4		10		

3	10	Повышение точности регулирования. Инвариантность к воздействиям	16	2	4		10		
3	11	Синтез систем методом желаемой ЛАЧХ. Корректирующие устройства	24	2/2	4	8/6	10		
3	12	Расчет параметров ПИД-регулятора	16	2/2	4/2		10	Т3 (5б)	25 б.
4 раздел. Каскадные и нелинейные САУ									
3	13	Каскадные системы регулирования	20	2	4/2	4	10		
3	14	САР со скоростным импульсом от промежуточной регулируемой величины. Системы связанного регулирования	16	2	4/2		10		
3	15	Нелинейные системы управления.	20	2/2	4/2	4	10		
3	16	Метод гармонической линеаризации.	16	2	4/2		10	Т4 (5б)	25 б.
Вид промежуточной аттестации			**144**	**16/6**	**32/10**	**16/6**	**80**	**Экзамен**	**50 б.**

Содержание лекционного курса

Темы лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	**Всего часов**	**Учебно-методическое обеспечение**
1	**2**	**3**
Основные понятия и определения Определения. Объект управления, его статическая и динамическая характеристика. Типовая функциональная схема САУ.	2	1-18
Классификация систем автоматического управления Классификация по характеру динамических процессов (непрерывность, линейность). Классификация по характеристикам управления (по принципу управления, по управляющему воздействию, по свойствам в установившемся режиме). Классификация по другим признакам	2	1-18
Математическое описание систем автоматического управления Основные типовые управляющие воздействия. Передаточные функции. Частотные характеристики. Временные характеристики. Структурные схемы линейных систем и их преобразования	2	1-18
Типовые звенья САУ. Безынерционное звено. Апериодическое звено. Колебательное звено (колебательное, апериодическое 2 порядка, консервативное). Идеальное интегрирующее звено. Реальное интегрирующее звено. Изодромное интегрирующее звено. Звено чистого запаздывания.	2	1-18
Устойчивость САУ. Алгебраические критерии устойчивости. Понятие устойчивости. Определение устойчивости по Ляпунову. Алгебраические критерии устойчивости: Рауса, Гурвица.	2	1-18
Частотные критерии устойчивости. Критерий устойчивости Михайлова. Критерий устойчивости Найквиста.	2	1-18

Анализ устойчивости по логарифмическим характеристикам. Запасы устойчивости по фазе и амплитуде.		
Показатели качества переходных процессов. Прямые показатели качества по задающему воздействию. Прямые показатели качества по возмущающему воздействию. Корневые методы оценки качества. Частотные показатели качества. Интегральные показатели качества.	2	1-18
Показатели качества в статическом режиме Регулировочная и внешняя статическая характеристика. Ошибки в статическом режиме.	2	1-18
Задачи синтеза систем управления Обзор основных задач синтеза систем автоматического управления.	2	1-18
Повышение точности регулирования. Инвариантность к воздействиям. Увеличение коэффициента усиления разомкнутой цепи. Повышение точности увеличением порядка астатизма. Последовательная компенсация воздействия. Параллельная компенсация воздействия. Обеспечение инвариантности за счет обратной связи. Корректирующие устройства по задающему воздействию.	2	1-18
Синтез систем методом желаемой ЛАЧХ. Корректирующие устройства. Построение желаемой ЛАЧХ в области низких, средних и высоких частот. Вычисление передаточных функций корректирующих устройств Последовательное, параллельное корректирующее устройство и устройство в обратной связи. Техническая реализация аналоговых линейных регуляторов. Активные и пассивные четырехполюсники	2	1-18
Расчет параметров ПИД-регулятора Обзор типовых регуляторов САУ: И-регулятор, П-регулятор, ПИ-регулятор, ПИД-регулятор, ПД-регулятор, фильтр. Принцип расчета. Типовые настройки контуров управления. Расчет регулятора для апериодического объекта управления. Расчет регулятора для объекта в виде апериодического звена 2 порядка.	2	1-18
Каскадные системы регулирования Структура каскадных систем. Пример каскадной системы. Последовательность расчета регулятора	2	1-18
САР со скоростным импульсом от промежуточной регулируемой величины. Системы связанного регулирования Структура системы. Последовательность расчета регулятора. Структурная схема многосвязного объекта. Пример. Принцип автономности Вознесенского. Последовательность расчета регулятора. Системы с запаздыванием	2	1-18
Нелинейные системы управления. Основные виды нелинейностей. Модели нелинейных элементов. Структурные схемы нелинейных систем. Методы анализа нелинейных систем. Метод фазовой плоскости. Анализ релейных систем управления. Построение уравнений фазовой плоскости. Решение уравнений графическим методом. Метод изоклин. Анализ фазовых траекторий и получение выводов по работе системы.	2	1-18
Метод гармонической линеаризации. Идея метода. Определение коэффициентов гармонической линеаризации для различных нелинейностей. Выявление наличия предельного цикла.	2	1-18

Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	**2**	**3**
5 семестр		
Составление функциональных схем систем автоматического управления.	4	1-18
Расчет временных и частотных характеристик	4	1-18
Построение асимптотических ЛАЧХ	4	1-18
Анализ устойчивости алгебраическими и частотными критериями	4	1-18
6 семестр		
Синтез желаемой ЛАЧХ. Расчет последовательного и параллельного корректирующего устройства	4	1-18
Расчет активных и пассивных четырехполюсников	4	1-18
Расчет параметров регуляторов каскадной системы управления	4	1-18
Анализ нелинейной системы на фазовой плоскости	4	1-18

Перечень лабораторных работ

Тема лабораторной работы.	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	**2**	**3**
5 семестр		
Типовые звенья систем автоматического управления	4	19
Анализ устойчивости системы автоматического управления	4	20
Анализ качества систем автоматического управления	4	24
Интегральные оценки качества САУ	4	25
6 семестр		
Исследование точности САУ в статическом режиме. Повышение точности САУ	4	21
Синтез систем, инвариантных к воздействиям	4	23
Изучение статических характеристик датчиков расхода, уровня и давления	4	1-18
Настройка и исследование системы автоматического регулирования расхода с применением метода дросселирования напора	4	1-18
Настройка и исследование системы автоматического регулирования расхода с применением метода частотного регулирования привода насоса	4	1-18
Настройка и исследование системы автоматического регулирования уровня жидкости (двухпозиционное регулирование)	4	1-18
Настройка и исследование системы автоматического регулирования уровня жидкости (ПИД-регулирование)	4	1-18
Настройка и исследование системы автоматического регулирования давления	4	1-18

Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1	**2**	**3**
5 семестр		

Типовые звенья САУ. Реальное интегрирующее звено. Изодромное интегрирующее звено. Звено чистого запаздывания.	10	1-18
Линеаризация нелинейных моделей объектов управления. Основные положения линеаризации нелинейных объектов систем автоматического управления.	10	1-18
Различные формы представления линейных математических моделей. Представления линейных математических моделей объектов управления в виде дифференциальных уравнений, матриц, экспериментальных исследований.	10	1-18
Нестационарные линейные системы. Основные понятия нестационарных линейных систем, методы исследования нестационарных систем автоматического управления.	10	1-18
Устойчивость систем с запаздыванием и систем с иррациональными звеньями. Основные способы оценки устойчивости систем автоматического управления с запаздыванием.	10	1-18
Оценка качества САУ. Корневые методы оценки качества. Частотные показатели качества.	10	1-18
6 семестр		
SimInTech: возможности, принципы работы	10	1-18
Системы связанного регулирования Структурная схема многосвязного объекта. Пример. Принцип автономности Вознесенского. Последовательность расчета регулятора	10	1-18
Регулирование объектов с чистым запаздыванием. Структурная схема. Упредитель Смита.	10	1-18
Вибрационная линеаризация нелинейных систем. Создание автоколебаний в нелинейной системе. Анализ релейной системы, линеаризованной методом вибрационной линеаризации.	10	1-18
Метод статистической линеаризации. Прохождение случайного сигнала через нелинейное звено. Преобразование функции распределения нелинейным звеном. Преобразование среднего значения, дисперсии. Исследование нелинейных систем методом статистической линеаризации.	10	1-18
Статистические системы управления. Характеристики случайных сигналов. Модели стохастических сигналов. Определение характеристик случайных сигналов по экспериментальным данным. Закономерности прохождения случайных сигналов через динамические звенья. Постановка и решение задачи синтеза оптимальной системы с заданной структурой.	10	1-18
Оптимальные САУ. Модели пространства состояния. Задачи оптимального управления. Задача аналитического синтеза регуляторов. Модальное управление. Задача синтеза ЛКГ-регулятора. Синтез ЛКГ-регулятора для детерминированного объекта управления.	10	1-18
Экстремальные и самонастраивающиеся системы: составление структурных схем экстремальных и самонастраивающихся систем и исследование их устойчивости; качество систем экстремального управления.	10	1-18

Расчетно-графическая работа не предусмотрена учебным планом

Курсовая работа

Курсовая работа выполняется в 6 семестре. Основной целью выполнения курсовой работы является закрепление на практике знаний, полученных студентами при изучении дисциплины «Теория автоматического управления», развитие навыков математического анализа систем управления на конкретных примерах и задачах.

В процессе выполнения курсовой работы студент должен продемонстрировать способность самостоятельно выполнять типовые задачи анализа и синтеза систем управления, применять различные критерии устойчивости систем, определять показатели качества управления, выполнять эквивалентные преобразования структурных схем, осуществлять синтез желаемой системы методом ЛАЧХ и расчет последовательного корректирующего устройства с рекомендациями по технической реализации КУ, определения параметров ПИД-регулятора и навыки моделирования в специализированных программных средах.

Курсовая работа оценивается отдельно, исходя из 100 баллов.

Шкалы оценивания курсовой работы

Баллы (рейтинговой оценки)	**Оценка Курсовой работы** (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 работы, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение
70-89	*«хорошо»*	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	*«удовлетво-рительно»*	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	*«неудовле-творительно»*	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.

Варианты заданий для курсовой работы

1. Система автоматического регулирования температуры в помещении.

2. Система автоматического регулирования температуры в печи.

3. Система автоматического регулирования угловой скорости электропривода постоянного тока.

4. Система атематического регулирования температуры теплоносителя зерносушилки.

5. Система автоматического регулирования частоты синхронного генератора.

6. Система автоматического регулирования температуры воздуха в теплице.

7. Система автоматического регулирования температуры воздуха, подаваемого в зерносушилку.

8. Система автоматического регулирования температуры в атмосфере теплицы.

9. Система автоматического регулирования давления в ресивере.

10. Система автоматического регулирования угловой скорости гидротурбины.

11. Система автоматического регулирования глубины вспашки.

12. Система автоматического регулирования температуры в камере для инкубации яиц.

13. Система автоматического управления загрузки зернодробилки.

14. Система автоматического регулирования уровня в баке.

15. Система автоматического регулирования расхода в трубопроводе.

16. Система управления рукой робота.

17. Система управления углом крена самолета.

18. Дистанционная следящая система с синусно-косинусными вращающими трансформаторами.

19. Гидравлический серводвигатель.

20. Система управления напряжением генератора постоянного тока с ЭМУ.

21. Система управления курсом корабля с жесткой обратной связью.

22. Система управления напряжением генератора постоянного тока с электромагнитом.

23. Система управления углом курса самолета.

План выполнения курсовой работы.

Неделя	Выполненная работа
1	Техническое задание на курсовую работу.
2	Описание системы автоматического регулирования … (указывается наименование системы согласно полученному варианту). В этой главе описывается принципиальная схема выданной САР, на основании чего разрабатывается функциональная схема САР.
3-5	Выбор и расчет элементов САР. В главе осуществляется выбор и расчет элементов системы, описываются их дифференциальные уравнения, составляются их передаточные функции и разрабатывается структурная схема САР.
6	Анализ устойчивости системы. В данной главе дается определение устойчивости и проводится обзор известных алгебраических и частотных критериев. Далее, разделяя на подпункты, проводят исследование с помощью: - критерия устойчивости по Ляпунову; - критерия Гурвица; - критерия Михайлова; - критерия Найквиста; - логарифмических критериев с определением запасов устойчивости по амплитуде и фазе.
7	Анализ качества системы. Определяются прямые показатели качества по переходному процессу и косвенные показатели по амплитудно-частотной характеристике. В случае неустойчивой системы переходный процесс и АЧХ строятся, но показатели не определяются.
8,9	Синтез желаемой системы методом логарифмических характеристик. Дается определение желаемой системы, приводятся известные методы ее построения. Для выбранных желаемых параметров строится желаемая ЛАЧХ: в низкочастотной области с использованием метода запретных зон, в среднечастотной области – по номограммам Солодовникова, в высокочастотной области – исходя из наклонов

	реальной системы.
10,11	Расчет корректирующего устройства. Выполняется построение ЛАЧХ последовательного корректирующего устройства путем графического вычитания из ЖЛАЧХ исходной ЛАЧХ системы. Записывается передаточная функция корректирующего устройства. Выполняется расчет параметров RC-цепи, с помощью которой технически реализуется корректирующее устройство.
12,13	Анализ скорректированной системы. Проводится исследование скорректированной системы с использованием среды моделирования Simintech или математического редактора. Выполняется сравнение заданных при синтезе желаемой системы показателей и полученных в результате моделирования. По графику переходного процесса определяются прямые показатели качества, по АЧХ – косвенные, по ЛАЧХ – запасы устойчивости.
14	Заключительная часть курсовой работы представляется выводами, которые в сжатом виде отражают содержание всей работы.
15	Оформление пояснительной записки и графической части
16	Защита курсовой работы

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 лекций с использованием ПК и компьютерного проектора, практических и лабораторных занятий, с использованием ПК при проведении расчетов и моделировании. Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке к контрольным работам, выполнении домашних заданий

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			
5 семестр			
2	Основные понятия и математическое описание линейных САУ	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, В-ОПК-3, З-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, У-ПК-3, В-ПК-3	Практическая работа 1 Практическая работа 2 Практическая работа 3 Лабораторная работа 1 Тест 1 (письменно)
3	Анализ систем автоматического управления	З-ОПК-1, У-ОПК-1, З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, В-ОПК-3, З-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4,	Практическая работа 4 Лабораторная работа 2 Лабораторная работа 3 Лабораторная работа 4

		З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, У-ПК-3, В-ПК-3	Тест 2 (письменно)
Промежуточная аттестация			
4	Зачет	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, В-ОПК-3, З-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4,З-ПК-1	Вопросы к зачету (устно)
6 семестр			
2	Синтез систем автоматического управления	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, В-ОПК-3, З-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, У-ПК-3, В-ПК-3	Практическая работа 1 Практическая работа 2 Лабораторная работа 1 Лабораторная работа 2 Лабораторная работа 3 Лабораторная работа 4 Тест 3 (письменно)
3	Каскадные и нелинейные САУ	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, В-ОПК-3, З-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, У-ПК-3, В-ПК-3	Практическая работа 3 Практическая работа 4 Лабораторная работа 5 Лабораторная работа 6 Лабораторная работа 7 Лабораторная работа 8 Тест 4 (письменно)
Промежуточная аттестация			
4	Экзамен	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, З-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3	Вопросы к экзамену (письменно)

Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в письменной форме, а также ряд типовых задач.

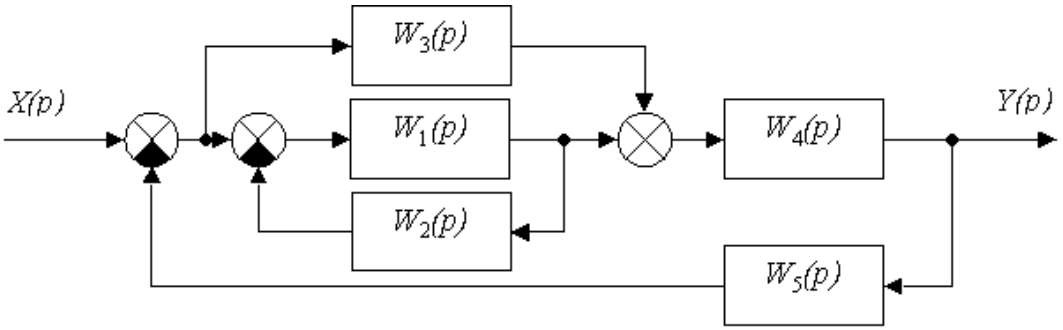
В качестве оценочного средства текущего контроля используются выполнение практических и лабораторных заданий и устный опрос по результатам их выполнения.

В качестве оценочного средства аттестации разделов используются тесты 1, 2, 3, 4 соответственно, а для промежуточной аттестации предусмотрены теоретические вопросы.

По итогам обучения в 5 семестре выставляется зачет, в 6 семестре проводится экзамен в письменном виде.

Вопросы входного контроля

1. Найти передаточную функцию САУ между входом *X(p)* и выходом *Y(p)*, заданной структурной схемой.



2. Определить передаточные функции в операторной форме систем управления, которые

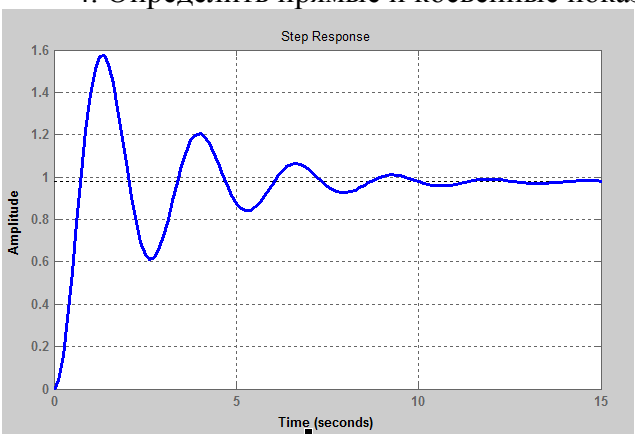
описываются следующими уравнениями (y – выход, u – вход):

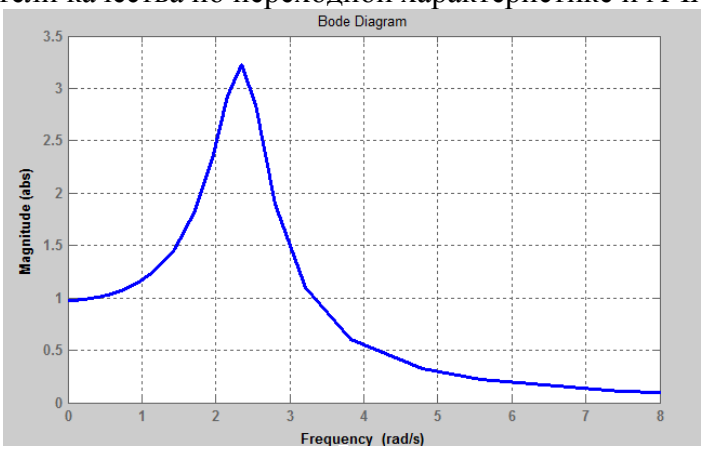
$$\dddot{y} + 5\ddot{y} + 3y = 7\ddot{u} + 5\dot{u} + 4u$$

3. Записать дифференциальные уравнения систем управления с одним выходом y и двумя входами u и v, передаточные функции которых имеют следующий вид:

$$W_u(p) = \frac{3p^2 + 2p + 1}{p^3 + 4p^2 + 5p + 1}, \quad W_u(p) = \frac{3p}{p^3 + 4p^2 + 5p + 1},$$

4. Определить прямые и косвенные показатели качества по переходной характеристике и АЧХ:

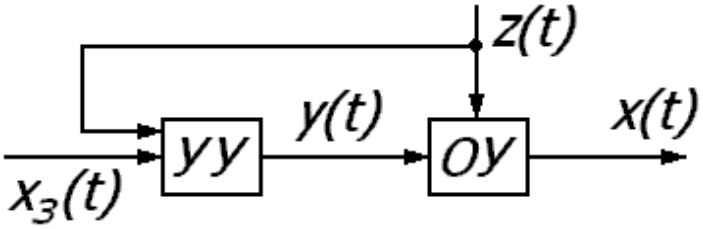




5 семестр

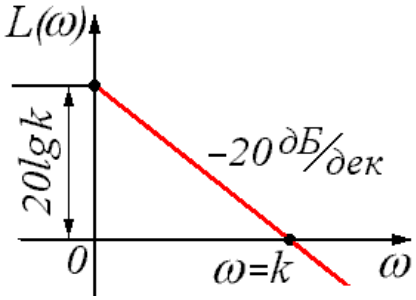
Тестовые задания 1 (Т1)

1. На рисунке представлена…



А) Система управления по отклонению
Б) Система управления по возмущению
В) Комбинированная система
Г) Замкнутая система управления

2. Назвать характеристику и определить какому звену она соответствует.

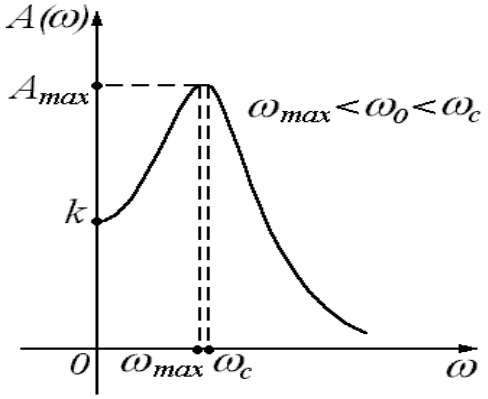


А) ЛАЧХ интегрирующего звена;
Б) ЛАЧХ апериодического звена 2 порядка;
В) АЧХ усилительного звена;
Г) переходный процесс колебательного звена.

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

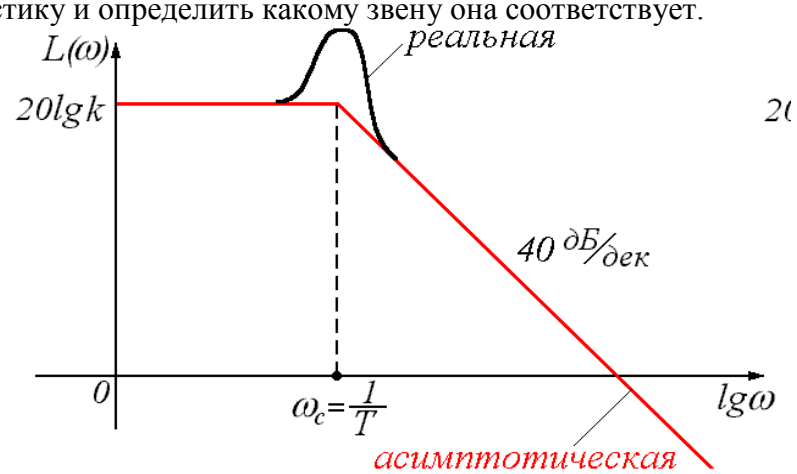
А) следящая
Б) стабилизирующая
В) адаптивная
Г) экстремальная

4. Назвать характеристику и определить какому звену она соответствует.



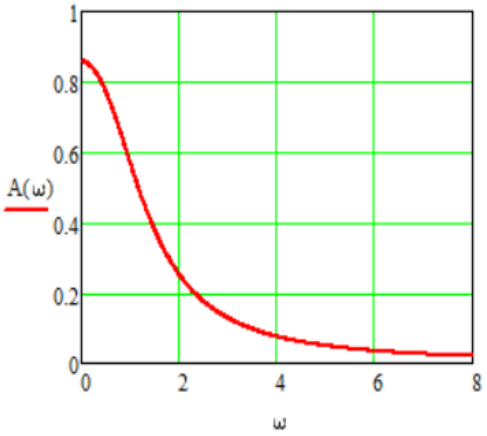
А) ЛАЧХ интегрирующего звена;
Б) АЧХ колебательного звена;
В) АЧХ усилительного звена;
Г) переходный процесс колебательного звена.

5. Назвать характеристику и определить какому звену она соответствует.



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

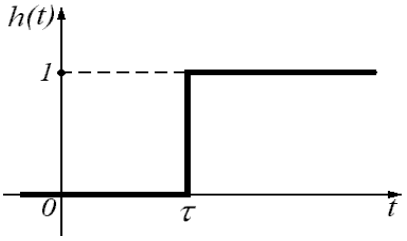
6. Чему равен коэффициент усиления апериодического звена 1 порядка, если его АЧХ имеет вид:



А) 0,8;

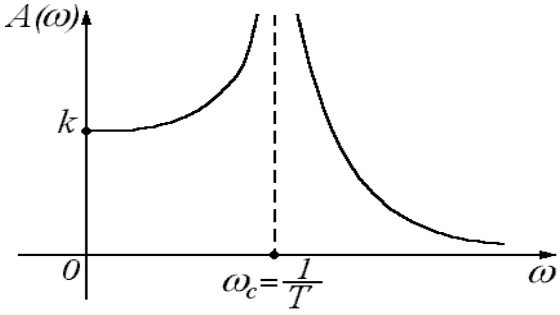
Б) 0,85;
В) 1;
Г) 8.

7. Назвать характеристику и определить какому звену она соответствует.



А) импульсная характеристика интегрирующего звена;
Б) ЛАЧХ апериодического звена 2 порядка;
В)) переходный процесс звена с запаздыванием;
Г) переходный процесс колебательного звена.

8. Назвать характеристику и определить какому звену она соответствует.



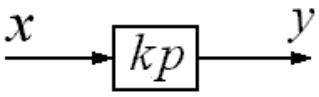
А) АЧХ интегрирующего звена;
Б) ЛАЧХ апериодического звена 2 порядка;
В) АЧХ усилительного звена;
Г) АЧХ консервативного звена.

9.Если в дифференциальном уравнении ξ>1, то оно описывает ….. звено

$$T^2 \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + 2T\xi \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = kx(t)$$

А) интегрирующее звено;
Б) апериодическое звено 2 порядка;
В) апериодическое звено 1 порядка;
Г) колебательное звено.

10. Назвать звено, структурная схема которого представлена на рисунке.



А) идеальное интегрирующее звено;
Б) идеальное дифференцирующее звено;
В) апериодическое звено 1 порядка;
Г) колебательное звено.

Критерии оценки тестового задания 1:
Количество правильных ответов равно количеству 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 Лабораторная работа 1 – 5 баллов	Тест 1 - 10 б.	30 баллов / 18 баллов

Тестовые задания 2 (Т2)

1. Недостатком линейной интегральной оценки является
А) Возможность применения только для монотонных (апериодических) процессов
Б) Возможность применения только для колебательных процессов
В) Отсутствие недостатков
Г) Возможность применения для систем с колебательностью менее 20%

2. Что описывает данная формула?

$$J_3 = \int_0^\infty \left\{ \left[\varepsilon(t)\right]^2 + T^2 \left(\frac{d\varepsilon}{dt} \right)^2 \right\} dt.$$

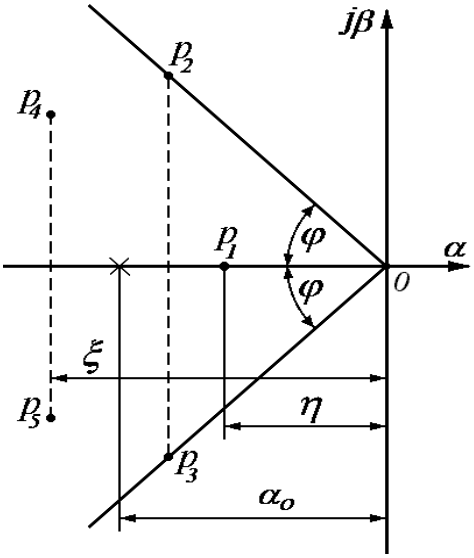
А) линейная интегральная оценка;
Б) интеграл ошибки;
В) улучшенная квадратичная интегральная оценка;
Г) кубическая интегральная оценка

3. Что описывает данная формула?

$$? = \frac{2}{\pi} \int_0^\infty \frac{P(\omega)}{\omega} \sin \omega t d\omega$$

А) h(t);
Б) A(ω);
В) L(ω);
Г) P(ω).

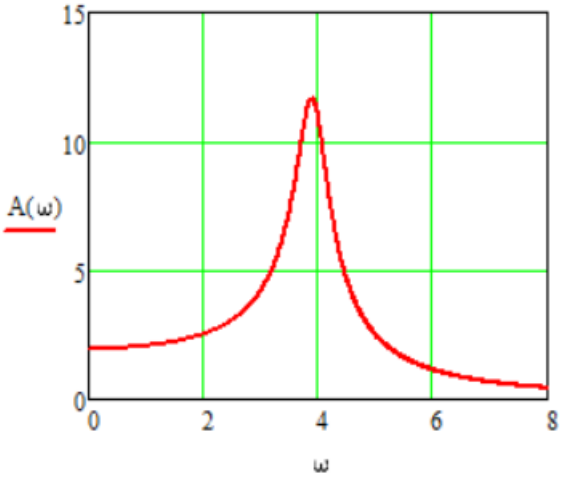
4. Какие корни на приведенном графике отвечают за колебательность системы?



А) никакой;
Б) p_1;
В) p_2, p_3;

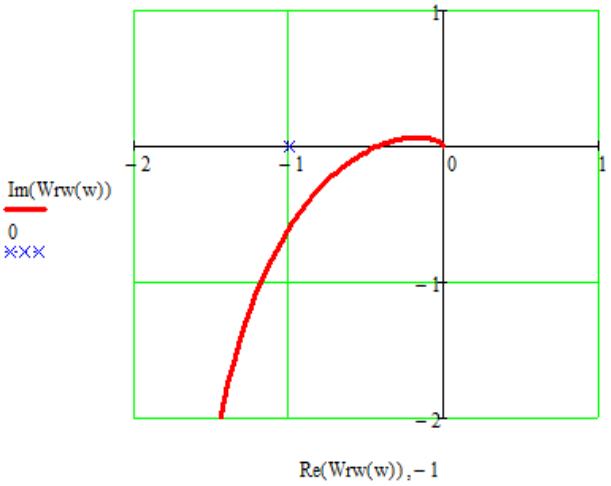
Г) p_4, p_5.

5. Чему равен показатель колебательности?



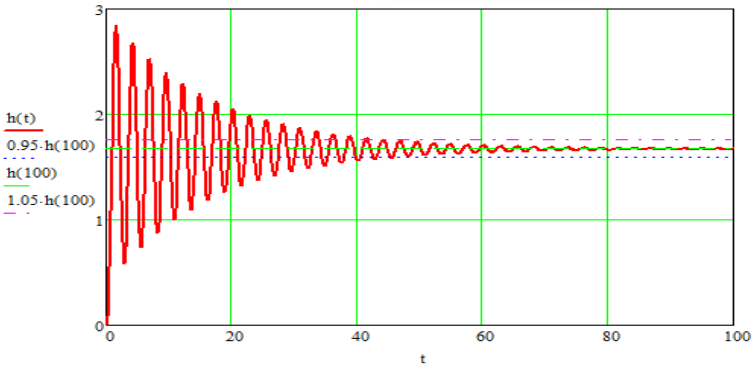
А) 2,5;
Б) 12;
В) 8;
Г) 5.

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



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

7. Чему равно перерегулирование и время регулирования системы?

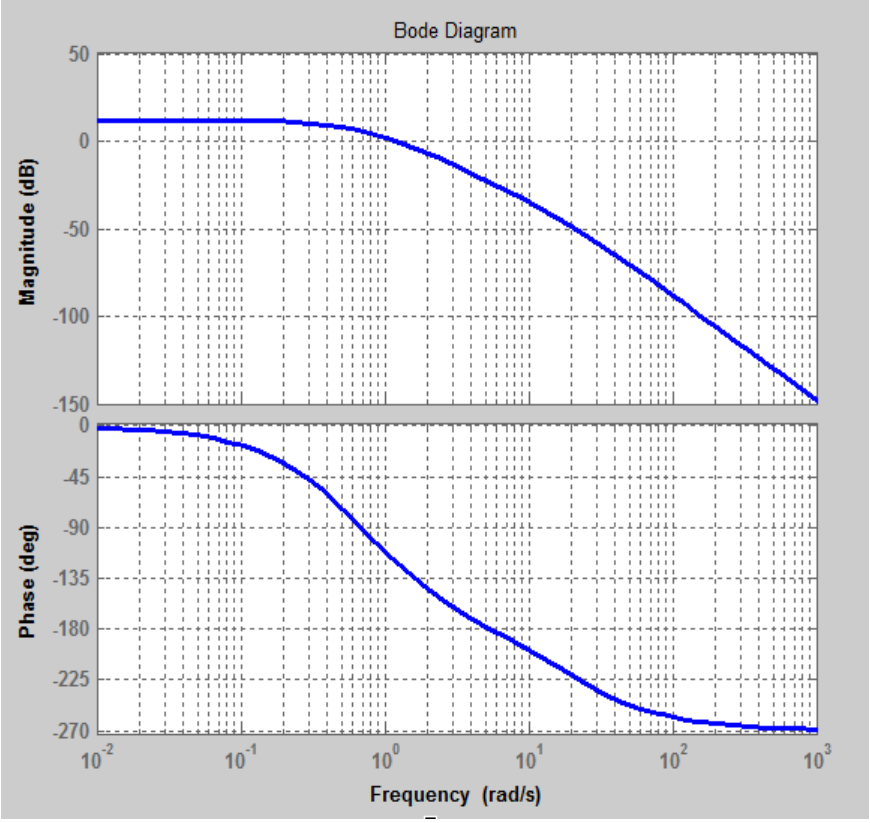


А) tp=60 с, σ=60%;
Б) tp=100 с, σ=28%;
В) tp=80 с, σ=40%;
Г) tp=42 с, σ=65%.

8. 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 nπ/2 не обращаясь при этом в нуль.
А) логарифмический критерий;
Б) критерий Михайлова;
В) критерий Найквиста;
Г) критерий Гурвица.

9. 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.

10. 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.

Критерии оценки тестового задания 2:
Количество правильных ответов равно количеству баллов.

Шкала оценивания раздела 2

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

Теоретические вопросы на зачет (5 семестр)

1. Основные понятия и определения теории автоматического управления.
2. Основные характеристики объекта управления.
3. Типовая функциональная схема системы автоматического управления.
4. Классификация по характеру динамических процессов в системе (Непрерывность и линейность)
5. Классификация по характеристикам управления по принципу управления.
6. Классификация по характеристикам управления. По управляющему воздействию (задающее воздействие). Свойства в установившемся режиме.
7. Классификация САУ по другим признакам. Временные характеристики САУ
8. Уравнения динамики и статики. Линеаризация
9. Основные свойства преобразования Лапласа
10. Формы записи линейных дифференциальных уравнений. Передаточные функции
11. Структурные схемы линейных систем и их преобразования
12. Основные (типовые) управляющие воздействия САУ.
13. Частотные динамические характеристики (передаточная функция, АЧХ, ФЧХ, АФХ, логарифмические характеристики).
14. Безынерционное звено
15. Апериодическое звено 1 порядка
16. Колебательное звено (обзор четырех типов). Колебательное звено.
17. Колебательное звено (обзор четырех типов). Апериодическое звено II порядка.
18. Колебательное звено (обзор четырех типов). Консервативное звено.
19. Идеальное интегрирующее звено
20. Идеальное дифференцирующее звено
21. Понятие устойчивости. Устойчивость по Ляпунову.
22. Критерий Гурвица
23. Критерий Михайлова
24. Критерий Найквиста
25. Логарифмический критерий устойчивости. Запасы устойчивости.
26. Прямые показатели качества.
27. Частотный косвенный метод оценки качества.
28. Интегральный метод оценки показателей качества
29. Показатели качества управления в статическом режиме работы САУ.

Зачет проводится в устной форме, путем ответа на 4 вопроса из вышеприведенного перечня вопросов. При этом оценивается правильность и полнота ответа. Максимальный балл за зачет – 40 баллов (10 баллов за каждый вопрос).

Шкалы оценки образовательных достижений

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	Оценка (балл за ответ на зачете)	Требования к знаниям

60-100	*«зачтено»* *24 - 40 баллов*	– Оценка «зачтено» если студент имеет знания основного материала, 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 - 24 баллов*	– 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 демонстрировали не высокую степень овладения программным материалом по минимальной планке.

6 семестр

Тестовые задания 3 (Т3)

1. Какой из перечисленных способов не повысит точность системы при наличии возмущающего воздействия.

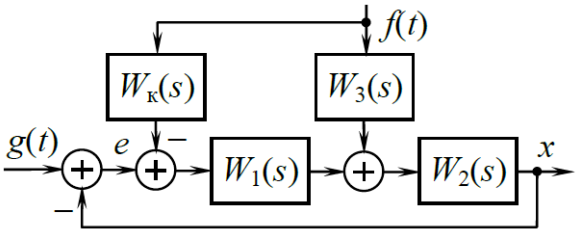
А) увеличение коэффициента усиления разомкнутой системы;

Б) ввод интегрирующего звена между точками приложений задающего и возмущающего воздействий;

В) ввод интегрирующего звена после точки приложения возмущающего воздействия;

Г) включение изодромного звена.

2. На рисунке представлена структурная схема системы



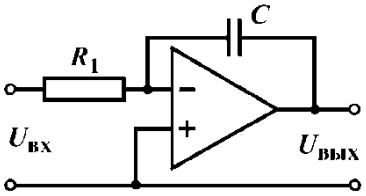
А) с параллельной компенсацией возмущений;

Б) с последовательной компенсацией возмущений;

В) с компенсацией по задающему воздействию;

Г) с инвариантностью за счет обратной связи.

3. На рисунке представлен активный четырехполюсник, представляющий собой



А) ПИД-регулятор;

Б) П-регулятор;

В) И-регулятор;

Г) ПД-регулятор.

4. Передаточная функция ПИ-регулятора имеет вид:

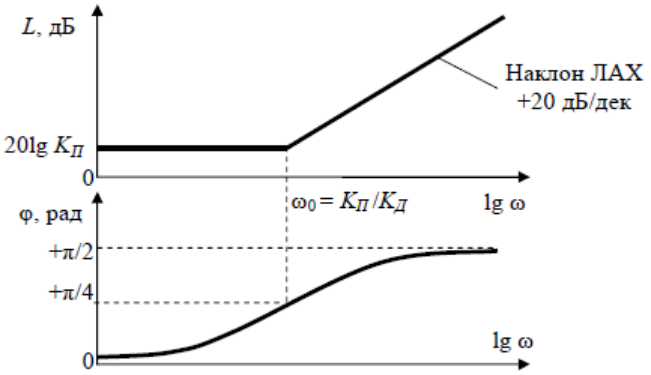
А) $K_{П}(1 + T_0 p)$

Б) $K_П(1+\frac{K_Д}{K_П}p)$

В) $K_П+\frac{K_И}{p}$

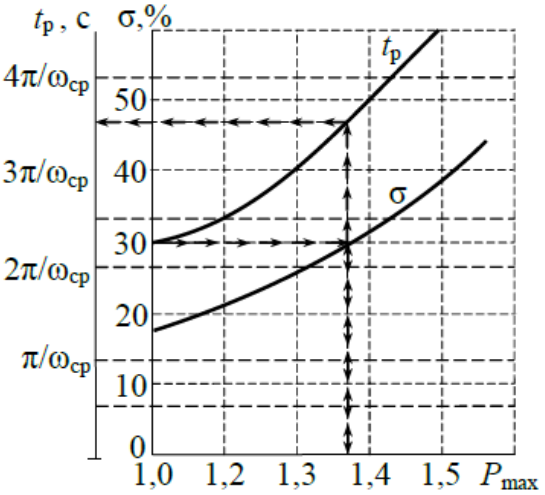
Г) $\left(K_П+K_Д p\right)\cdot\frac{1}{T_{ПД}p+1}$

5. На рисунке представлены логарифмические характеристики



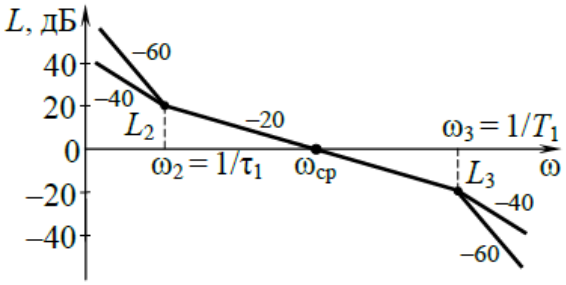
А) ПД-регулятора;
Б) ПИД-регулятора;
В) ПИ-регулятора;
Г) П-регулятора.

6. Согласно номограмме Солодовникова для перерегулирования σ=30% и времени регулирования *t*р =10 с, частота среза составит.



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

7. Участок ЛАЧХ, расположенный между частотами ω2 и ω3, отвечает за



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

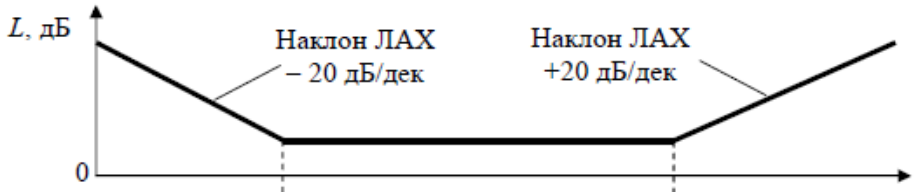
8. По формулам рассчитывается:

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

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

9. 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.

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



А) $W_{ПИ}(p) = \frac{K_И}{p}\left(\frac{K_П}{K_И}p + 1\right) = K_И \cdot \frac{T_0 p + 1}{p}$;

Б) $W_{ПИ}(p) = \left(K_П + \frac{K_И}{p}\right) \cdot \frac{1}{T_{ПИ} p + 1}$;

В) $W_{ПД}(p) = K_П\left(1 + \frac{K_Д}{K_П}p\right) = K_П(1 + T_0 p)$;

Г) $W_{ПИД}(p) = \frac{K_И}{p}(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)$.

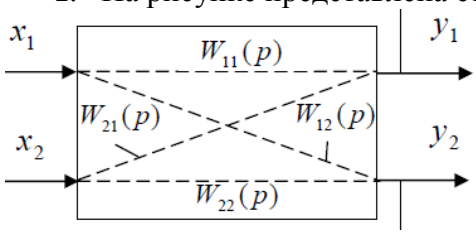
Критерии оценки тестового задания 3:
Каждый правильный ответ равен 0,5 баллам.

Шкала оценивания раздела 3

Текущий контроль успеваемости	Аттестация раздела	Максимальный / минимальный балл для аттестации раздела
Практическая работа 1 - 4 балла Практическая работа 2 - 4 балла Лабораторная работа 1 - 3 балла Лабораторная работа 2 – 3 балла Лабораторная работы 3 – 3 балла Лабораторная работа 4 – 3 балла	Тест 3 - 5 баллов	25 баллов / 15 баллов

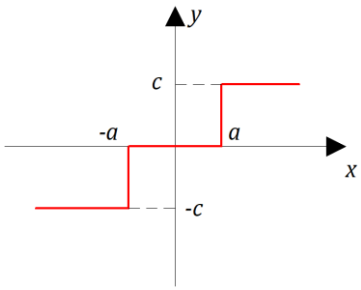
Тестовые задания 4 (Т4)

1. На рисунке представлена структурная схема



А) четырехмерного объекта;
Б) каскадного объекта;
В) двумерного объекта;
Г) нелинейного объекта.

2. Дать название нелинейности по виду характеристики, представленной на рисунке



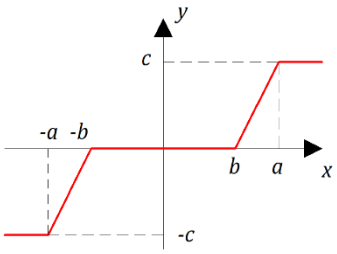
А) релейная с зоной нечувствительности;
Б) релейная с гистерезисом;
В) линейная с насыщением;
Г) люфт.

3. Выражением описывается нелинейный элемент

$$y = \begin{cases} c, \text{ если } x \geq a \\ кx, \text{ если } -a \leq x \leq x \\ -c, \text{ если } x < -a \end{cases}$$

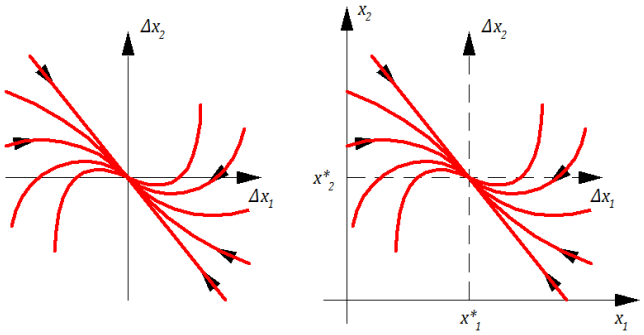
А) релейная с зоной нечувствительности;
Б) релейная с гистерезисом;
В) линейная с насыщением;
Г) люфт.

4. Какую зону содержит нелинейный элемент



А) зону нечувствительности;
Б) зону насыщения;
В) зону нечувствительности и зону насыщения;
Г) гистерезис.

5. Особая точка «устойчивый фокус» соответствует
А) двум комплексно-сопряженным корням уравнения с отрицательной вещественной частью;
Б) двум чисто мнимым корням характеристического уравнения;
В) двум чисто вещественным отрицательным корням уравнения;
Г) двум комплексно-сопряженным корням уравнения с положительной вещественной частью.
6. На рисунке представлена особая точка

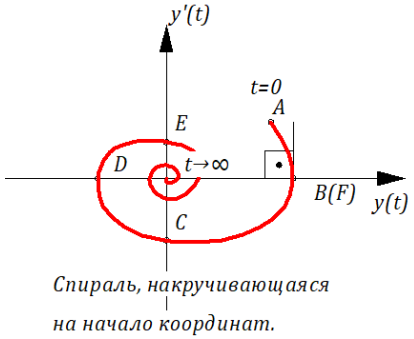


А) типа «устойчивый узел»;
Б) типа «неустойчивый узел»;
В) «седло»;
Г) типа «устойчивый фокус».

7. Сколько разновидностей особых точек у нелинейных САР?
А) 6;
Б) 4;
В) 2;
Г) 10.

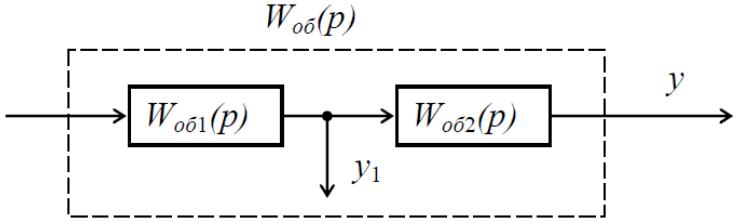
8. К точным методами оценки устойчивости нелинейных САР не относится
А) метод фазовых траекторий;
Б) метод припасовывания;
В) метод абсолютной (критерий) устойчивости В.М. Попова;
Г) метод гармонического баланса.

9. На рисунке представлен фазовый портрет, который соответствует



А) затухающему колебательному процессу;
Б) затухающему апериодическому процессу;
В) незатухающему колебательному процессу;
Г) метод гармонического баланса.

10. На рисунке представлен объект регулирования



А) каскадной САР;
Б) нелинейной САР;
В) цифровой САР;
Г) релейной САР.

Критерии оценки тестового задания 4:
Каждый правильный ответ равен 0,5 баллам.

Шкала оценивания раздела 4

Текущий контроль успеваемости	Аттестация раздела	Максимальный / минимальный балл для аттестации раздела
Практическая работа 3 - 4 балла Практическая работа 4 - 4 балла Лабораторная работа 5 - 3 балла Лабораторная работа 6 – 3 балла Лабораторная работа 7 – 3 балла Лабораторная работа 8 – 3 балл	Тест 4 - 5 баллов	25 баллов / 15 баллов

Теоретические вопросы на экзамен (6 семестр)

1. Задачи синтеза систем управления. Цель, средства. Задачи проектирования. Синтез управляющих воздействий.
2. Задачи синтеза систем управления. Синтез компенсаторов возмущений. Синтез систем управления из условия подавления непосредственно неизмеряемых возмущений.
3. Задачи синтеза систем управления. Синтез следящих систем управления. Коррекция систем управления.
4. Синтез регуляторов для неустойчивых объектов. Расчет настроек типовых регуляторов. Синтез систем управления в условиях неполной определенности моделей.
5. Синтез систем управления, инвариантных к воздействиям. Последовательная компенсация воздействия.
6. Синтез систем управления, инвариантных к воздействиям. Параллельная компенсация воздействия. Обеспечение инвариантности за счет обратной связи. Корректирующие устройства по задающему воздействию.
7. Повышение точности системы. Увеличение коэффициента усиления k_p разомкнутой цепи.
8. Повышение точности системы. Повышение точности систем увеличением порядка астатизма.
9. Обзор типовых регуляторов САУ.
10. Расчет настроек типовых регуляторов.
11. Техническая реализация аналоговых линейных регуляторов. Активные и пассивные четырехполюсники.
12. Четырёхполюсники основных типов регуляторов.
13. Расчёт параметров ПИД-регулятора. Типовые настройки контуров управления.
14. Расчёт параметров ПИД-регулятора для апериодического объекта управления
15. Синтез системы методом желаемой ЛАЧХ. Общий алгоритм

16. Синтез системы методом желаемой ЛАЧХ в области низких частот (астатические и статические системы).
17. Синтез системы методом желаемой ЛАЧХ в области средних частот.
18. Синтез корректирующих устройств. Определение передаточной функции последовательного корректирующего звена.
19. Синтез корректирующих устройств. Определение ПФ КУ в виде отрицательной местной ОС.
20. Каскадные системы регулирования.
21. САР со скоростным импульсом от промежуточной регулируемой величины.
22. Системы связанного регулирования.
23. Структурная схема многосвязного объекта. Принцип автономности Вознесенского.
24. Системы с запаздыванием
25. Нелинейные системы управления. Основные виды нелинейностей.
26. Модели нелинейных элементов.
27. Структурные схемы нелинейных систем. Методы анализа нелинейных систем.
28. Метод фазовой плоскости.
29. Анализ релейных систем управления. Построение уравнений фазовой плоскости.
30. Решение уравнений графическим методом.
31. Метод изоклин.
32. Анализ фазовых траекторий и получение выводов по работе системы.
33. Метод гармонической линеаризации. Идея метода.
34. Определение коэффициентов гармонической линеаризации для различных нелинейностей. Выявление наличия предельного цикла.

Экзамен проводится в письменной форме, путем ответа на 2 вопроса из вышеприведенного перечня вопросов. При этом оценивается правильность и полнота ответа. Максимальный балл за экзамен – 50 баллов (25 баллов за каждый вопрос).

Шкала оценивания экзамена
по дисциплине «Теория автоматического управления»

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	**Оценка (балл за ответ на экзамене)**	**Требования к знаниям**
90-100	*«отлично»* 45-50	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он ответил на 95% вопросов экзаменационного билета, в которых показал глубокие и прочные знания по разделам теории автоматического управления. При этом не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы.
70-89	*«хорошо»* 35-44	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он ответил на 75% вопросов экзаменационного билета, в которых показал глубокие и прочные знания по разделам теории автоматического управления. При этом не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос.
60-69	*«удовлетво-рительно»* 30-34	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он ответил на 60% вопросов экзаменационного билета, в которых показал глубокие и прочные знания по разделам теории автоматического управления. При этом не усвоил всех деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала.
Менее 60	*«неудовле-творительно»* менее 30	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который ответил менее 60% вопросов экзаменационного билета, в которых не показал глубокие и прочные знания по разделам теории автоматического управления.

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

Основная литература:

1. Коновалов, Б. И. Теория автоматического управления : учебное пособие / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 220 с.— URL: https://e.lanbook.com/book/145842
2. Певзнер, Л. Д. Теория автоматического управления. Задачи и решения : учебное пособие / Л. Д. Певзнер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 604 с.— URL: https://e.lanbook.com/book/75516

Дополнительная литература:

3. 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.— URL: https://e.lanbook.com/book/122190.
4. 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.— URL: https://e.lanbook.com/book/125741
5. 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.— URL: https://e.lanbook.com/book/139293
6. Журомский, В. М. Нелинейные системы автоматического управления. Метод гармонического баланса. Инженерно-физические основы : учебное пособие / В. М. Журомский. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2012. — 56 с.— URL: https://e.lanbook.com/book/75709
7. Захахатнов, В. Г. Технические средства автоматизации : учебное пособие / В. Г. Захахатнов, В. М. Попов, В. А. Афонькина. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 144 с.— URL: https://e.lanbook.com/book/130159
8. Кудинов, Ю. И. Теория автоматического управления (с использованием MATLAB — SIMULINK) : учебное пособие / Ю. И. Кудинов, Ф. Ф. Пащенко. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 312 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/111198
9. 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.— URL: https://e.lanbook.com/book/133926.
10. Малышенко, А. М. Сборник тестовых задач по теории автоматического управления : учебное пособие / А. М. Малышенко, О. С. Вадутов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 368 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/72991
11. Музылева, И. В. Элементарная теория линейных систем в задачах и упражнениях : учебное пособие / И. В. Музылева. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 428 с.— URL: https://e.lanbook.com/book/93773
12. 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.. — URL: https://e.lanbook.com/book/118276
13. Нос, О. В. Теория автоматического управления. Теория управления особыми линейными и нелинейными непрерывными системами : учебное пособие / О. В. Нос. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 166 с.— URL: https://e.lanbook.com/book/152232
14. 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. — URL: https://e.lanbook.com/book/106785.
15. 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.— URL: https://e.lanbook.com/book/104954
16. Первозванский, А. А. Курс теории автоматического управления : учебное пособие / А. А. Первозванский. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 624 с.— URL: https://e.lanbook.com/book/68460
17. Смирнов, Ю. А. Управление техническими системами : учебное пособие / Ю. А. Смирнов. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 264 с. — URL: https://e.lanbook.com/book/126913
18. Хаустов, И. А. Системы управления технологическими процессами : учебное пособие / И. А. Хаустов, Н. В. Суханова. — Воронеж : ВГУИТ, 2018. — 139 с.— URL: https://e.lanbook.com/book/117815

Методические указания:

19. Мефедова Ю.А. Типовые звенья систем автоматического управления. – Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2017 – 24с.
20. Мефедова Ю.А. Анализ устойчивости системы автоматического управления. – Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2017 – 20с.
21. Мефедова Ю.А. Исследование точности САУ в статическом режиме. Повышение точности САУ. – Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2017 – 20с.
22. Мефедова Ю.А. Теория автоматического управления. Методические указания к выполнению курсовой работы. – Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2018. – 24с.
23. Мефедова Ю.А. Синтез систем управления, инвариантных к воздействиям. – Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2019 – 20с.
24. Мефедова Ю.А. Анализ качества системы автоматического регулирования. – Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2019 – 24с.
25. Мефедова Ю.А. Интегральные оценки качества САУ. – Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2019. – 16с.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. «SimInTech».
2. http://tau-predmet.narod.ru/ - сайт о ТАУ.
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

Занятия проводятся в учебной аудитории, предназначенной для проведения занятий лекционного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория оснащена необходимым оборудованием.

Лабораторные занятия проводятся в лаборатории, оснащенной стандартными комплексами отечественных и зарубежных приборов и установок.

В распоряжении обучающихся студентов имеются электронно-библиотечные системы.

Учебно-методические рекомендации для студентов

1. Указания для прослушивания лекций

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний

студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

2. Указания для участия в практических и лабораторных занятиях

Перед посещением уяснить тему практического или лабораторного занятия и самостоятельно изучить теоретические вопросы.

В конце занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

3. Самостоятельная работа студентов обычно складывается из нескольких составляющих:

- работа с текстами: учебниками, дополнительной литературой, в том числе материалами интернета, а также проработка конспектов лекций;
- написание докладов, рефератов;
- подготовка к практическим, лабораторным занятиям;
- выполнение курсовой работы;
- подготовка к зачету и экзамену непосредственно перед ними.

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

Методические рекомендации для преподавателей

1. Указания для проведения лекций

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя, категориальный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к занятию. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить с докладами и рефератами.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

2. Указания для проведения практических/лабораторных занятий

Четко обозначить тему практической / лабораторной работы.

Обсудить основные понятия, связанные с темой работы.

В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях.

В конце занятия задать аудитории несколько контрольных вопросов, проконтролировать ход выполнения практической работы.

3.Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах.

Рабочую программу составил: доцент Мефедова Ю.А.

Рецензент: доцент Ефремова Т.А.

Программа одобрена на заседании УМКН 27.03.04 Управление в технических системах.

Председатель учебно-методической комиссии Мефедова Ю.А.