

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Амурский государственный университет»**

Кафедра информационных и управляющих систем

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ**

Основной образовательной программы по специальности 230102.65 – Автоматизированные системы обработки информации и управления

Благовещенск 2012 г.

УМКД разработан д-ром техн. наук, профессором Ерёминим Евгением Леонидовичем, канд. техн. наук, доцентом Чепак Ларисой Владимировной

Рассмотрен и рекомендован на заседании кафедры

Протокол заседания кафедры от «___» _____ 201_ г. №___

Зав. кафедрой _____ / А.В. Бушманов /

УТВЕРЖДЕН

Протокол заседания УМСС 230102.65 – Автоматизированные системы обработки информации и управления

от «___» _____ 201_ г. №___

Председатель УМСС _____ / В.В. Еремина /

СОДЕРЖАНИЕ

1	Рабочая программа учебной дисциплины	4
1.1	Цели и задачи освоения дисциплины	4
1.2	Место дисциплины в структуре ООП ВПО	4
1.3	Структура и содержание дисциплины	4
1.4	Содержание разделов и тем дисциплины	5
1.5	Самостоятельная работа	6
1.6	Образовательные технологии	7
1.7	Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	7
1.8	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	8
1.9	Материально-техническое обеспечение дисциплины	9
1.10	Рейтинговая оценка знаний студентов по дисциплине	9
2	Краткое изложение программного материала	9
3	Методические указания	20
3.1	Методические указания по изучению дисциплины	20
3.2	Методические указания к лабораторным занятиям	22
3.3	Методические указания по самостоятельной работе студентов	23
4	Контроль знаний	24
4.1	Текущий контроль знаний	24
4.2	Итоговый контроль	28
5	Интерактивные технологии и инновационные методы, используемые в образовательном процессе	30

1 РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – изучение современных методов анализа и синтеза систем автоматического управления динамическими объектами.

Задачи дисциплины:

- развить инженерный подход к выбору и применению математических методов исследования систем автоматического управления;
- сформировать устойчивые навыки в формулировке постановок и решения задач анализа и синтеза систем управления.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

- 1) Знать: принципы организации систем автоматического управления; математическое описание систем автоматического управления; методы анализа и синтеза систем автоматического управления.
- 2) Уметь: решать задачи анализа и синтеза систем автоматического управления.
- 3) Владеть: навыками по формированию математического описания системы управления, нахождению ее временных и частотных характеристик; осуществлению анализа качества полученных систем управления.

1.2 Место дисциплины в структуре ООП ВПО

Дисциплина «Основы теории управления» является дисциплиной, входящей в блок общепрофессиональных дисциплин федерального компонента ОПД Ф.06 для специальности 230102.65 «Автоматизированные системы обработки информации и управления» (квалификация «инженер»).

Для успешного освоения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, приобретенные в результате освоения дисциплин циклов общих математических и естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по специальности 230102.65 «Автоматизированные системы обработки информации и управления» (квалификация «инженер»): алгебра и геометрия, математический анализ, электротехника и электроника.

Знания, умения и навыки, приобретенные в результате освоения данной дисциплины необходимы для освоения цикла специальных дисциплин специальности 230102.65 «Автоматизированные системы обработки информации и управления» (квалификация «инженер»).

1.3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 132 часа.

При изучении данной дисциплины рассматриваются следующие дидактические единицы: управление и информатика; общие принципы системной организации; устойчивость, управляемость и наблюдаемость; инвариантность и чувствительность систем управления; математические модели объектов и систем управления; формы представления моделей; методы анализа и синтеза систем управления; цифровые системы управления; использование микропроцессоров и микро-ЭВМ в системах управления; особенности математического описания цифровых систем управления, анализа и синтеза систем управления с ЭВМ в качестве управляющего устройства; программная реализация алгоритмов управления в цифровых системах.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах				Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации
				Лек	Пр	Лаб	Сам	

1	Управление и информатика. Общие принципы системной организации	5	1	2	0	2	2	Защита лаб. работы
			1-2	2	0	0	0	
2	Математические модели объектов и систем управления	5	2	2	0	2	0	Защита лаб. работы
			3	2	0	2	2	Защита лаб. работы
			3-4	2	0	0	0	
			4	2	0	2	2	Защита лаб. работы
			5	2	0	2	2	Защита лаб. работы
			5-6	2	0	0	0	
			6	2	0	2	2	Защита лаб. работы
			7	2	0	2	2	Защита лаб. работы
			7-8	2	0	0	0	
			8	2	0	2	2	Защита лаб. работы
3	Устойчивость. Методы анализа и синтеза систем управления	5	9-10	2	0	0	2	Защита лаб. работы
			10	2	0	2	2	Защита лаб. работы
			11	2	0	2	2	Защита лаб. работы
			11-12	2	0	0	2	Защита лаб. работы
			12	2	0	2	2	Защита лаб. работы
			13	2	0	2	2	Защита лаб. работы
			13-14	2	0	0	2	Защита лаб. работы
4	Цифровые системы управления	5	14	2	0	2	2	Защита лаб. работы
			15	2	0	2	2	Защита лаб. работы
			15-16	2	0	0	0	
			16	2	0	2	2	Защита лаб. работы
			17	2	0	2	2	Защита лаб. работы
			17-18	2	0	0	2	Защита лаб. работы
			18	2	0	2	2	Защита лаб. работы
5	Всего по разделам	5	1-18	54	0	36	42	Экзамен

1.4 Содержание разделов и тем дисциплины

1.4.1 Лекции

1.4.1.1 Раздел 1. Управление и информатика. Общие принципы системной организации.

Тема 1. Краткая история развития автоматического управления. Основным понятия и определения.

Тема 2. Этапы системной деятельности. Характеристика алгоритмов анализа и синтеза систем управления. Функциональные и обеспечивающие подсистемы систем управления.

1.4.1.2 Раздел 2. Математические модели объектов и систем управления.

Тема 1. Математическое моделирование процессов в автоматических системах.

Тема 2. Способы линеаризации. Линейные дифференциальные уравнения.

Тема 3. Передаточные функции. Переходная матрица.

Тема 4. Импульсная переходная функция. Переходная характеристика. Частотная характеристика.

Тема 5. Статические типовые динамические звенья.

Тема 6. Интегрирующие типовые динамические звенья.

Тема 7. Дифференцирующие типовые динамические звенья.

Тема 8. Структурные преобразования. Область применимости.

Тема 9. Количественные оценки процессов.

Тема 10. Свойства объектов управления. Пространство состояний.

Тема 11. Анализ процессов в системах низкого порядка. Частотный метод анализа.

1.4.1.3 Раздел 3. Устойчивость. Методы анализа и синтеза систем управления.
 Тема 1. Понятия и определения. Условие устойчивости линейных систем.
 Тема 2. Критерий Раусса-Гурвица. Критерии Михайлова. Критерий Найквиста.
 Тема 3. Области и запасы устойчивости, метод Д- разбиения. Системы с запаздывани-
 ем.

Тема 4. Условия управляемости и стабилизируемости. Условия наблюдаемости и об-
 наруживаемости.

Тема 5. Метод корневого годографа. Модальный метод синтеза. Частотный метод
 синтеза. Синтез систем с запаздыванием.

Тема 6. Динамические характеристики нелинейных систем. Устойчивость. Основные
 понятия и определения.

Тема 7. Второй метод Ляпунова. Применение второго метода Ляпунова.

1.4.1.4 Раздел 4. Цифровые системы управления.

Тема 1. Основные понятия. Динамические характеристики импульсных систем. Раз-
 ностные уравнения.

Тема 2. Дискретное преобразование Лапласа и Z-преобразование. Импульсные пере-
 даточные функции.

Тема 3. Устойчивость импульсных систем. Расчет переходных процессов в импульс-
 ных системах.

Тема 4. Синтез импульсных систем.

Тема 5. Условия реализуемости, управляемости, стабилизируемости. Оценка состоя-
 ний импульсных систем.

Тема 6. Дискретное моделирование непрерывных систем на основе метода непрерыв-
 ных моделей.

Тема 7. Цифровое моделирование автоматических систем управления.

1.4.2 Лабораторные занятия

1.4.2.1 Лабораторная работа 1. Вводное занятие. Знакомство с интерфейсом, структу-
 рой и назначением программного комплекса ОТУ.

1.4.2.2 Лабораторная работа 2. Исследование характеристик звеньев 1-го порядка.

1.4.2.3 Лабораторная работа 3. Исследование характеристик звеньев 2-го порядка и
 типовых соединений в линейных системах управления.

1.4.2.4 Лабораторная работа 4. Исследование частотных характеристик линейных сис-
 тем управления.

1.4.2.5 Лабораторная работа 5. Исследование устойчивости систем управления с об-
 ратной связью.

1.4.2.6 Лабораторная работа 6. Исследование статических и скоростных ошибок замк-
 нутых систем.

1.4.2.7 Лабораторная работа 7. Изучение типовых законов регулирования.

1.4.2.8 Лабораторная работа 8. Исследование влияния корректирующих звеньев на
 процессы управления в замкнутых системах.

1.4.2.9 Лабораторная работа 9. Исследование динамики нелинейных систем первого
 типа.

1.5 Самостоятельная работа

№ п/п	Раздел дисциплины	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоемкость в часах
1	Управление и информатика. Общие принципы системной организации	Выполнение лабораторной ра- боты	2
2	Математические модели объектов и систем управления	Выполнение трех лабораторных работ	14
3	Устойчивость. Методы анализа и	Выполнение трех лабораторных	14

	синтеза систем управления	работ	
4	Цифровые системы управления	Выполнение двух лабораторных работ	12

1.6 Образовательные технологии

В качестве образовательных технологий при изучении дисциплины используются мультимедийные лекции. Защита лабораторных работ происходит в виде устной беседы по выполненным студентом заданиям и контрольным вопросам. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет не менее 18 часов аудиторных занятий:

№ п/п	Раздел дисциплины	Форма (вид) образовательных технологий	Количество часов
1	Управление и информатика. Общие принципы системной организации	Мультимедийные лекции	4
		Беседа по лабораторной работе № 1	1
2	Математические модели объектов и систем управления	Мультимедийные лекции	22
		Беседа по лабораторным работам № 2 – 4	3
3	Устойчивость. Методы анализа и синтеза систем управления	Мультимедийные лекции	14
		Беседа по лабораторным работам № 5 – 7	3
4	Цифровые системы управления	Мультимедийные лекции	14
		Проверка индивидуальных заданий, беседа по лабораторным работам № 8 – 9	2
5	Всего по разделам		63

1.7 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

1.7.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

1.7.1.1 Индивидуальные задания для лабораторных работ.

1.7.2 Оценочные средства для промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену:

1.7.2.1 Основные понятия теории управления. Принципы управления в системах автоматического управления. Примеры.

1.7.2.2 Линеаризация систем автоматического управления. Первая форма записи.

1.7.2.3 Интегральные преобразования Лапласа. Вторая форма записи.

1.7.2.4 Модели систем автоматического управления в пространстве состояний.

1.7.2.5 Частотная передаточная функция систем автоматического управления и ее характеристики

1.7.2.6 Типовые соединения и передаточные функции систем автоматического управления.

1.7.2.7 Структурные преобразования линейных систем автоматического управления.

1.7.2.8 Классификация динамических звеньев систем автоматического управления.

Типовые временные характеристики.

1.7.2.9 Инерционное звено 1-ого порядка.

1.7.2.10 Инерционное звено 2-ого порядка.

1.7.2.11 Идеальное интегрирующее звено.

1.7.2.12 Реальное дифференцирующее звено.

1.7.2.13 Звено с чистым запаздыванием.

1.7.2.14 Устойчивость систем автоматического управления. Необходимые и доста-

точные условия устойчивости.

1.7.2.15 Граница устойчивости и ее типы.

1.7.2.16 Критерий устойчивости Рауса-Гурвица.

1.7.2.17 Критерий устойчивости Михайлова.

1.7.2.18 Критерий устойчивости Найквиста

1.7.2.19 Оценка установившейся точности в режимах стабилизации и слежения.

1.7.2.20 Качество систем автоматического управления. Прямые показатели качества.

Оценка быстродействия и запаса устойчивости.

1.7.2.21 Корневой и интегральные методы оценки качества систем автоматического управления.

1.7.2.22 Частотный критерий оценки качества систем автоматического управления.

1.7.2.23 Типовые регуляторы и коррекция систем автоматического управления.

1.7.2.24 Математические модели дискретных систем автоматического управления

1.7.2.25 Основные понятия и определения дискретных систем автоматического управления. Экстраполятор нулевого порядка.

1.7.2.26 Анализ устойчивости и качества дискретных систем автоматического управления.

1.7.2.27 Особенности нелинейных систем автоматического управления.

1.7.2.28 Метод фазовой плоскости.

1.7.2.29 Прямой метод Ляпунова и его применение.

1.7.3 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

1.7.3.1 Карточки с индивидуальными заданиями для лабораторных работ.

1.8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1.8.1 Первозванский А. А. Курс теории автоматического управления: учеб. пособие / А. А. Первозванский. - 2-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2010. - 616 с.

1.8.2 Теория автоматического управления : учеб. : доп. Мин. обр. РФ / под ред. В. Б. Яковлева. - 3-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2009. - 568 с.

1.8.3 Юревич Е. И. Теория автоматического управления : учеб.: рек. Мин. обр. РФ / Е.И. Юревич. - 3-е изд. - СПб. : БХВ-Петербург, 2007. - 540 с.

б) дополнительная литература:

1.8.4 Еремин Е. Л. Основы теории управления: практикум на ПЭВМ : учеб. пособие / Е. Л. Еремин, И. Е. Еремин, Л. В. Ильина ; АмГУ, ФМиИ. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2002. - 92 с.

1.8.5 Ерофеев А. А. Теория автоматического управления: учебник: Рек Мин. обр. РФ / А.А. Ерофеев. - 2-е изд., доп. и перераб. - СПб. : Политехника, 2003. - 303 с.

1.8.6 Ротач В. Я. Теория автоматического управления: учеб.: рек. Мин. обр. РФ / В. Я. Ротач. - 4-е изд., стер. - М. : Изд-во Моск. энергет. ин-та, 2007. - 400 с.

в) периодические издания:

1.8.7 IEEE Transactions on Control Systems Technology.

1.8.8 Автоматика и телемеханика.

1.8.9 Известия РАН. Теория и системы управления.

1.8.10 Мехатроника, автоматизация и управление.

г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1.8.11 Программный комплекс ОТУ.

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1	http://www.iqlib.ru	Интернет библиотека образовательных изданий, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым

словам, отдельным темам и отраслям знаний.

1.9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1.9.1 Лекционная аудитория, оборудованная мультимедийными средствами.

1.9.2 Лаборатории, оборудованные рабочими местами пользователей ЭВМ.

1.10 Рейтинговая оценка знаний студентов по дисциплине

Семестровый модуль дисциплины						
№ п/п	Раздел дисциплины	Виды контроля	Сроки выполнения (недели)	Максимальное кол-во баллов	Посещение, активность на практических занятиях	Максимальное кол-во баллов за модуль
1	Управление и информатика. Общие принципы системной организации	Сдача лабораторной работы № 1	1-2	3	3	6
2	Математические модели объектов и систем управления	Сдача лабораторных работ № 2 – 4	3-7	12	7	19
3	Устойчивость. Методы анализа и синтеза систем управления	Сдача лабораторных работ № 5 – 7	8-14	12	11	23
4	Цифровые системы управления	Сдача лабораторных работ № 8 – 9	15-18	6	6	12
5	Промежуточная аттестация	Экзамен	1-18	40	0	60
Итого						100

2 КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ ПРОГРАММНОГО МАТЕРИАЛА

2.1 Раздел 1. Управление и информатика. Общие принципы системной организации.

Лекция 1: Краткая история развития автоматического управления. Основные понятия и определения.

План:

1. История развития автоматического управления.

2. Основные понятия и определения.

Цели, задачи: Ввести основные понятия и определения курса, указать место дисциплины в сфере теории управления и в учебном процессе. Ознакомить студентов со структурой курса, содержанием лабораторных занятий, требованиями Государственного образовательного стандарта. Рекомендовать основную и дополнительную литературу, дать методические указания по изучению дисциплины и организации самостоятельной работы студентов, ознакомить студентов с формами текущего и итогового контроля по дисциплине.

Ключевые вопросы: 1) Что такое информация? 2) Что такое информатика? 3) Что такое кибернетика? 4) Что такое управление? 5) На какие два класса делятся все автоматические системы?

Ссылки на литературные источники:

1.8.1 – 1.8.3, 1.8.5, 1.8.6

Лекция 2: Этапы системной деятельности. Характеристика алгоритмов анализа и синтеза систем управления. Функциональные и обеспечивающие подсистемы систем управления.

План:

1. Этапы системной деятельности.
2. Характеристика алгоритмов анализа и синтеза систем управления.
3. Функциональные и обеспечивающие подсистемы систем управления.

Цели, задачи: Ознакомить студентов с основными этапами системной деятельности. Рассмотреть алгоритмы анализа и синтеза систем управления. Пояснить студентам особенности и основные характеристики функциональных и обеспечивающих подсистем систем управления.

Ключевые вопросы: 1) Назовите основные этапы системной деятельности. 2) Цель анализа системы управления. 3) Цель синтеза системы управления. 4) Алгоритм анализа системы управления. 5) Алгоритм синтеза системы управления. 6) Дайте характеристику функциональных подсистем системы управления. 7) Дайте характеристику обеспечивающих подсистем системы управления.

Ссылки на литературные источники:

1.8.1 – 1.8.3, 1.8.5, 1.8.6

2.2 Раздел 2. Математические модели объектов и систем управления.

Лекция 3: Математическое моделирование процессов в автоматических системах.

План:

1. Методика составления уравнений.
2. Структурные схемы.

Цели, задачи: Познакомить студентов с математическими моделями систем автоматического управления. Рассмотреть методики составления уравнений, описывающих процессы в системах управления, правила построения структурных схем автоматических систем.

Ключевые вопросы: 1) Назовите первый пример системы автоматического управления. 2) Какими уравнениями могут описываться процессы в автоматических системах? 3) Поясните модели непрерывных систем с сосредоточенными параметрами. 4) Используя какую информацию о системе можно построить ее структурную схему? 5) Что отражает

структурная схема системы?

Ссылки на литературные источники:

1.8.1 – 1.8.3, 1.8.5, 1.8.6

Лекция 4: Способы линеаризации. Линейные дифференциальные уравнения.

План:

1. Линеаризация уравнений.
2. Линейные дифференциальные уравнения.

Цели, задачи: Рассмотреть линеаризацию уравнений. Познакомить студентов с двумя основными формами записи уравнений.

Ключевые вопросы: 1) Какие допущения используются при линеаризации уравнений? 2) Каким уравнением описывается установившееся состояние звена? 3) Чем отличается линеаризованное уравнение звена от исходного уравнения? 4) Поясните первую форму записи линейного уравнения. 5) Сформулируйте принцип суперпозиции. 6) Поясните вторую форму записи уравнений динамических звеньев.

Ссылки на литературные источники:

1.8.1 – 1.8.3, 1.8.5, 1.8.6

Лекция 5: Передаточные функции. Переходная матрица.

План:

1. Аппарат передаточных функций.
2. Переходная матрица.

Цели, задачи: Изучить аппарат передаточных функций. Разъяснить студентам основные понятия передаточных функций и матриц. Закрепить изучаемый материал практически примерами.

Ключевые вопросы: 1) Напишите преобразование Лапласа. 2) Определение передаточной функции. 3) Поясните на примерах нахождение передаточной функции и передаточной матрицы.

Ссылки на литературные источники:

1.8.1 – 1.8.3, 1.8.5, 1.8.6

Лекция 6: Импульсная переходная функция. Переходная характеристика. Частотная характеристика.

План:

1. Импульсная переходная функция.
2. Переходная характеристика.
3. Частотная характеристика.

Цели, задачи: Ввести для студентов понятия основных характеристик, используемых

для изучения процессов в динамических системах. Рассмотреть изучаемый материал на практических примерах.

Ключевые вопросы: 1) Дайте определение импульсной переходной функции. 2) Дайте определение d -функции. 3) Дайте определение переходной характеристики. 4) Докажите зависимость между импульсной переходной функцией и переходной характеристикой. 5) Назовите основные частотные характеристики. 6) Напишите формулы для нахождения основных частотных характеристик. 7) Поясните на примерах нахождение основных временных и частотных характеристик динамических звеньев.

Ссылки на литературные источники:

1.8.1 – 1.8.3, 1.8.5, 1.8.6

Лекция 7: Статические типовые динамические звенья.

План:

1. Безынерционное звено.
2. Инерционное звено 1-го порядка.
3. Инерционное звено 2-го порядка.
4. Колебательное звено.

Цели, задачи: Рассмотреть четыре типовых статических динамических звена: временные и частотные характеристики, привести примеры.

Ключевые вопросы: 1) Запишите уравнение безынерционного звена. 2) Запишите передаточную функцию инерционного звена 1-го порядка. 3) Постройте график переходного процесса инерционного звена 1-го порядка. 4) Запишите уравнение весовой функции инерционного звена 2-го порядка. 5) Постройте график амплитудно-частотной характеристики инерционного звена 1-го порядка. 6) Приведите физический пример колебательного звена. 7) Постройте график амплитуднофазочастотной характеристики колебательного звена.

Ссылки на литературные источники:

1.8.1 – 1.8.6

Лекция 8: Интегрирующие типовые динамические звенья.

План:

1. Идеальное интегрирующее звено.
2. Интегрирующее звено с замедлением.

Цели, задачи: Рассмотреть типовые интегрирующие динамические звенья, их временные и частотные характеристики, привести примеры.

Ключевые вопросы: 1) Запишите уравнение идеального интегрирующего звена. 2) Запишите передаточную функцию интегрирующего звена с замедлением. 3) Постройте график переходного процесса идеального интегрирующего звена. 4) Запишите уравнение весовой

функции интегрирующего звена с замедлением. 5) Постройте график амплитудно-частотной характеристики идеального интегрирующего звена. 6) Приведите физический пример интегрирующего звена с замедлением. 7) Постройте график амплитуднофазочастотной характеристики интегрирующего звена с замедлением.

Ссылки на литературные источники:

1.8.1 – 1.8.6

Лекция 9: Дифференцирующие типовые динамические звенья.

План:

1. Идеальное дифференцирующее звено.
2. Реальное дифференцирующее звено.

Цели, задачи: Рассмотреть типовые дифференцирующие динамические звенья, их временные и частотные характеристики, привести примеры.

Ключевые вопросы: 1) Запишите уравнение идеального дифференцирующего звена. 2) Запишите передаточную функцию реального дифференцирующего звена. 3) Постройте график переходного процесса идеального дифференцирующего звена. 4) Запишите уравнение весовой функции реального дифференцирующего звена. 5) Постройте график амплитудно-частотной характеристики идеального дифференцирующего звена. 6) Приведите физический пример реального дифференцирующего звена. 7) Постройте график амплитуднофазочастотной характеристики реального дифференцирующего звена.

Ссылки на литературные источники:

1.8.1 – 1.8.6

Лекция 10: Структурные преобразования. Область применимости.

План:

1. Типовые соединения.
2. Структурные преобразования линейных систем автоматического управления.

Цели, задачи: Ввести основные типовые соединения. Рассмотреть области применения различных соединений. Привести все структурные преобразования линейных систем автоматического управления.

Ключевые вопросы: 1) Какие известны типовые соединения динамических звеньев? 2) Как определяется передаточная функция последовательного соединения? 3) Как определяется передаточная функция параллельного соединения? 4) Как определяется передаточная функция соединения с обратной связью? 5) Какие фрагменты структурных схем являются эквивалентными? 6) Правило переноса узла с выхода сумматора на его вход. 7) Правило переноса сумматора с выхода звена на его вход.

Ссылки на литературные источники:

1.8.1 – 1.8.6

Лекция 11: Количественные оценки процессов.

План:

1. Время регулирования.
2. Перерегулирование.
3. Колебательность.

Цели, задачи: Ввести понятия количественных оценок качества систем управления.

Для каждого показателя подробно разобрать примеры использования.

Ключевые вопросы: 1) Понятие времени регулирования. 2) По какой характеристике определяется время регулирования? 3) Определение перерегулирования. 4) Формула нахождения перерегулирования. 5) Определение колебательности.

Ссылки на литературные источники:

1.8.1 – 1.8.3, 1.8.5, 1.8.6

Лекция 12: Свойства объектов управления. Пространство состояний.

План:

1. Моделирование в переменных состояниях.
2. Решение уравнений состояния.

Цели, задачи: Познакомить студентов с пространством состояний. Сформировать устойчивые навыки решения уравнений в пространстве состояний.

Ключевые вопросы: 1) Уравнение линейной системы в пространстве состояний. 2) Решение уравнения в пространстве состояний. 3) Суть метода преобразования Лапласа. 4) Метод разложения в бесконечный ряд.

Ссылки на литературные источники:

1.8.1 – 1.8.3.

Лекция 13: Анализ процессов в системах низкого порядка. Частотный метод анализа.

План:

1. Анализ процессов в системах низкого порядка.
2. Частотный метод анализа.

Цели, задачи: Сформировать у студентов основные знания по анализу систем автоматического управления. Изучить методику частотного анализа систем управления.

Ключевые вопросы: 1) Назовите обобщенные частотные характеристики замкнутых систем управления. 2) Связь частотных характеристик и характеристик переходного процесса. 3) Поясните суть метода определения вещественных и мнимых частотных характеристик замкнутых систем по амплитудно-фазовым и логарифмическим частотным характеристикам разомкнутых систем. 4) Поясните оценку переходных процессов по виду вещественной час-

тотной характеристики.

Ссылки на литературные источники:

1.8.1 – 1.8.3, 1.8.5, 1.8.6.

2.3 Раздел 3. Устойчивость. Методы анализа и синтеза систем управления.

Лекция 14: Понятия и определения. Условие устойчивости линейных систем.

План:

1. Общие сведения.
2. Границы устойчивости.

Цели, задачи: Ввести для студентов основные понятия устойчивости. Рассмотреть границы устойчивости.

Ключевые вопросы: 1) Поясните понятие устойчивости. 2) Сформулируйте необходимые и достаточные условия устойчивости линейных систем. 3) Кем сформулирована математическая теория устойчивости. 4) Назовите границы устойчивости. 5) Поясните аperiodическую границу устойчивости. 6) Поясните колебательную границу устойчивости. 7) Поясните границу устойчивости бесконечного корня.

Ссылки на литературные источники:

1.8.1 – 1.8.6

Лекция 15: Критерий Раунса-Гурвица. Критерии Михайлова. Критерий Найквиста.

План:

1. Критерий Раунса-Гурвица.
2. Критерии Михайлова.
3. Критерий Найквиста.

Цели, задачи: Рассмотреть критерии устойчивости линейных систем. Сформировать у студентов навыки по применению рассмотренных критериев устойчивости.

Ключевые вопросы: 1) Что такое матрица Гурвица? 2) Сформулируйте критерий устойчивости Раунса-Гурвица. 3) Необходимые и достаточные условия устойчивости для линейной системы второго порядка. 4) Сформулируйте критерий устойчивости Михайлова. 5) Следствие критерия Михайлова. 6) Нарисуйте годограф Михайлова устойчивой системы 4-го порядка. 7) Сформулируйте критерий устойчивости Найквиста. 8) Определение минимально-фазовой передаточной функции. 9) Определение гурвицевой передаточной функции. 10) Сформулируйте критерий устойчивости Найквиста для минимально-фазовой гурвицевой передаточной функции. 11) Сформулируйте критерий устойчивости Найквиста для минимально-фазовой негурвицевой передаточной функции.

Ссылки на литературные источники:

1.8.1 – 1.8.6.

Лекция 16: Области и запасы устойчивости, метод Д- разбиения. Системы с запаздыванием.

План:

1. Области и запасы устойчивости.
2. Метод Д- разбиения.
3. Системы с запаздыванием.

Цели, задачи: Ввести для студентов основные понятия областей и запасов устойчивости. Сформировать устойчивые навыки по применению метода Д-разбиения. Дать характеристику систем с запаздыванием.

Ключевые вопросы: 1) Понятие области устойчивости. 2) Дайте определение запаса устойчивости по амплитуде. 3) Дайте определение запаса устойчивости по фазе. 4) Правила нахождения запасов устойчивости по амплитуде и по фазе. 5) Поясните суть метода Д-разбиения. 6) Что такое запаздывание? 7) Как наличие запаздывания в системе влияет на устойчивость?

Ссылки на литературные источники:

1.8.1, 1.8.3.

Лекция 17: Условия управляемости и стабилизируемости. Условия наблюдаемости и обнаруживаемости.

План:

1. Управляемость и стабилизируемость.
2. Наблюдаемость и обнаруживаемость.

Цели, задачи: Сформировать у студентов устойчивые навыки по определению управляемости и наблюдаемости линейных систем автоматического управления.

Ключевые вопросы: 1) Определение управляемости. 2) Как строится матрица управляемости? 3) Сформулируйте критерий управляемости. 4) Определение стабилизируемости. 5) Определение наблюдаемости. 6) Как строится матрица наблюдаемости? 7) Сформулируйте критерий наблюдаемости. 8) Понятие обнаруживаемости.

Ссылки на литературные источники:

1.8.1, 1.8.3.

Лекция 18: Метод корневого годографа. Модальный метод синтеза. Частотный метод синтеза. Синтез систем с запаздыванием.

План:

1. Метод корневого годографа.
2. Модальный метод синтеза.
3. Частотный метод синтеза.

4. Синтез систем с запаздыванием.

Цели, задачи: Сформировать у студентов устойчивые навыки по применению различных методов синтеза.

Ключевые вопросы: 1) Поясните суть метода корневого годографа. 2) Поясните суть модального метода синтеза. 3) Поясните суть частотного метода синтеза. 4) Поясните суть синтеза систем с запаздыванием.

Ссылки на литературные источники:

1.8.1 – 1.8.3, 1.8.5, 1.8.6.

Лекция 19: Динамические характеристики нелинейных систем. Устойчивость. Основные понятия и определения.

План:

1. Нелинейные системы.
2. Устойчивость нелинейных систем.

Цели, задачи: Ввести понятия нелинейных систем. Рассмотреть основные типы устойчивости нелинейных систем.

Ключевые вопросы: 1) Какая нелинейность называется существенной? 2) Дайте определение нелинейной системы управления. 3) Назовите основные типы существенных нелинейностей. 4) Какие системы относят к нелинейным системам первого типа? 5) Дайте определение нелинейной системы устойчивой в малом. 6) Дайте определение нелинейной системы устойчивой в большом. 7) Дайте определение нелинейной системы устойчивой в целом.

Ссылки на литературные источники:

1.8.1 – 1.8.3, 1.8.5, 1.8.6.

Лекция 20: Второй метод Ляпунова. Применение второго метода Ляпунова.

План:

1. Понятие устойчивости по Ляпунову.
2. Прямой метод Ляпунова.

Цели, задачи: Сформировать у студентов понятие устойчивости нелинейных систем по Ляпунову и навык применения второго метода Ляпунова для исследования устойчивости нелинейных систем.

Ключевые вопросы: 1) Понятие устойчивости по Ляпунову. 2) Каков геометрический образ устойчивости по Ляпунову в фазовом пространстве? 3) Дайте определение знакоопределенной функции. 4) Дайте определение функции Ляпунова. 5) Сформулируйте теорему Ляпунова об устойчивости нелинейных систем. 6) Дайте определение асимптотической устойчивости. 7) Приведите пример использования второго метода Ляпунова.

Ссылки на литературные источники:

1.8.1 – 1.8.3, 1.8.5, 1.8.6.

2.4 Раздел 4. Цифровые системы управления.

Лекция 21: Основные понятия. Динамические характеристики импульсных систем. Разностные уравнения.

План:

1. Основные понятия цифровых систем управления.
2. Динамические характеристики импульсных систем.
3. Разностные уравнения.

Цели, задачи: Формирование основных понятий цифровых систем управления.

Ключевые вопросы: 1) Что такое дискретизация сигнала? 2) Понятие квантования сигнала по времени. 3) Понятие квантования сигнала по уровню. 4) Понятие цифровой системы управления. 5) Понятие линейной импульсной системы. 6) Понятие разностного уравнения. 7) Понятие простейшего импульсного элемента. 8) Понятие экстраполятора. 9) Понятие решетчатой функции. 10) Основные математические операции над решетчатыми функциями.

Ссылки на литературные источники:

1.8.1 – 1.8.3, 1.8.5, 1.8.6.

Лекция 22: Дискретное преобразование Лапласа и Z-преобразование. Импульсные передаточные функции.

План:

1. Дискретное преобразование Лапласа и Z-преобразование.
2. Импульсные передаточные функции.

Цели, задачи: Рассмотреть дискретное преобразование Лапласа и Z-преобразование. Научить студентов получать импульсные передаточные функции.

Ключевые вопросы: 1) Понятие дискретного преобразования Лапласа. 2) Понятие Z-преобразования. 3) Сформулируйте основные правила и теоремы Z-преобразования. 4) Понятие импульсной автоматической системы. 5) Формула для нахождения передаточной функции приведенной части. 6) Частотная передаточная функция импульсных систем.

Ссылки на литературные источники:

1.8.1 – 1.8.3, 1.8.5, 1.8.6.

Лекция 23: Устойчивость импульсных систем. Расчет переходных процессов в импульсных системах.

План:

1. Устойчивость импульсных систем.
2. Расчет переходных процессов в импульсных системах.

Цели, задачи: Сформировать у студентов понятие устойчивости импульсных систем.

Ключевые вопросы: 1) Понятие конформного преобразования. 2) Критерий устойчивости импульсной системы управления. 3) Понятие аperiodической границы устойчивости импульсной системы. 4) Понятие колебательной границы устойчивости импульсной системы. 5) Понятие u -преобразования. 6) Понятие псевдочастоты. 7) Приведите пример исследования устойчивости импульсной системы управления.

Ссылки на литературные источники:

1.8.1 – 1.8.3, 1.8.5, 1.8.6.

Лекция 24: Синтез импульсных систем.

План:

1. Типовые законы управления.
2. Синтез систем с фиксированной структурой.

Цели, задачи: Сформировать у студентов понятия типовых законов управления и навык синтеза дискретных систем управления.

Ключевые вопросы: 1) Понятие П-регулятора. 2) Понятие пропорционально-суммарного закона. 3) Понятие пропорционально-разностного закона. 4) Понятие пропорционально-суммарно-разностного закона. 5) Постановка задачи синтеза систем с фиксированной структурой. 6) Из каких требований определяются параметры регулятора?

Ссылки на литературные источники:

1.8.1, 1.8.2, 1.8.5, 1.8.6.

Лекция 25: Условия реализуемости, управляемости, стабилизируемости. Оценка состояний импульсных систем.

План:

1. Условия реализуемости, управляемости, стабилизируемости.
2. Оценка состояний импульсных систем.

Цели, задачи: Рассмотреть условия реализуемости, управляемости, стабилизируемости дискретных систем.

Ключевые вопросы: 1) Понятие реализуемости дискретной системы. 2) Понятие управляемости дискретной системы. 3) Понятие стабилизируемости дискретной системы. 4) Уравнение состояния в импульсной системе. 5) Поясните методику получения дискретной модели состояния по известной модели объекта в непрерывных переменных состояния.

Ссылки на литературные источники:

1.8.1, 1.8.2, 1.8.5, 1.8.6.

Лекция 26: Дискретное моделирование непрерывных систем на основе метода непрерывных моделей.

План:

1. Построение дискретных моделей на основе непрерывных моделей при малом времени квантования.

2. Реализация регуляторов в системах реального времени.

Цели, задачи: Сформировать навык по получению дискретных и дискретно-непрерывных систем на основе метода непрерывных моделей.

Ключевые вопросы: 1) Какой метод используется для получения дискретной модели из непрерывной при малом времени квантования? 2) Поясните суть метода Тастина. 3) Поясните метод непрерывных моделей. 4) Этапы метода непрерывных моделей. 5) Сформулируйте теорему о близости процессов в исходной системе и ее детерминированной модели.

Ссылки на литературные источники:

1.8.1, 1.8.2, 1.8.5, 1.8.6.

Лекция 27: Цифровое моделирование автоматических систем управления.

План:

1. Системы автоматического регулирования с управляющими цифровыми вычислительными машинами (ЦВМ).

2. Способы реализации алгоритмов в управляющих ЦВМ.

Цели, задачи: Рассмотреть способы реализации алгоритмов систем управления в управляющих ЦВМ.

Ключевые вопросы: 1) Что появляется в результате реализации программ на управляющей ЦВМ? 2) Поясните метод Эйлера. 3) Поясните метод трапеций. 4) Назначение методов простой и центральной разностей. 5) Поясните метод прямого программирования. 6) В чем отличия методов последовательного и параллельного программирования?

Ссылки на литературные источники:

1.8.1, 1.8.2, 1.8.5, 1.8.6.

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

3.1 Методические указания по изучению дисциплины

Для оптимальной организации изучения дисциплины студентам рекомендуется следовать следующим методическим указаниям.

Студенты обязаны присутствовать на занятиях и выполнять все предусмотренные учебно-методическим комплексом дисциплины формы учебной работы; проходить промежуточный и итоговый контроль в виде защит лабораторных работ, аттестации в форме письменного опроса; сдачи экзамена в предлагаемой преподавателем форме.

Дисциплина «Основы теории управления» изучается студентами в 5 семестре обуче-

ния. Курс предусматривает 54 часа лекционных занятий, 36 часов лабораторных занятий и заканчивается экзаменом. На самостоятельную работу студентов отводится 42 часа.

Изучение теоретической части курса предусматривает рассмотрение следующих разделов (в скобках указан объем, затрачиваемый на изучение раздела в часах).

Раздел 1. Управление и информатика. Общие принципы системной организации. (4 часа)

Тема 1. Краткая история развития автоматического управления. Основным понятия и определения.

Тема 2. Этапы системной деятельности. Характеристика алгоритмов анализа и синтеза систем управления. Функциональные и обеспечивающие подсистемы систем управления.

Раздел 2. Математические модели объектов и систем управления. (22 часа)

Тема 1. Математическое моделирование процессов в автоматических системах.

Тема 2. Способы линеаризации. Линейные дифференциальные уравнения.

Тема 3. Передаточные функции. Переходная матрица.

Тема 4. Импульсная переходная функция. Переходная характеристика. Частотная характеристика.

Тема 5. Статические типовые динамические звенья.

Тема 6. Интегрирующие типовые динамические звенья.

Тема 7. Дифференцирующие типовые динамические звенья.

Тема 8. Структурные преобразования. Область применимости.

Тема 9. Количественные оценки процессов.

Тема 10. Свойства объектов управления. Пространство состояний.

Тема 11. Анализ процессов в системах низкого порядка. Частотный метод анализа.

Раздел 3. Устойчивость. Методы анализа и синтеза систем управления. (14 часов)

Тема 1. Понятия и определения. Условие устойчивости линейных систем.

Тема 2. Критерий Раусса-Гурвица. Критерии Михайлова. Критерий Найквиста.

Тема 3. Области и запасы устойчивости, метод Д- разбиения. Системы с запаздыванием.

Тема 4. Условия управляемости и стабилизируемости. Условия наблюдаемости и обнаруживаемости.

Тема 5. Метод корневого годографа. Модальный метод синтеза. Частотный метод синтеза. Синтез систем с запаздыванием.

Тема 6. Динамические характеристики нелинейных систем. Устойчивость. Основные понятия и определения.

Тема 7. Второй метод Ляпунова. Применение второго метода Ляпунова.

Раздел 4. Цифровые системы управления. (14 часов)

Тема 1. Основные понятия. Динамические характеристики импульсных систем. Разностные уравнения.

Тема 2. Дискретное преобразование Лапласа и Z-преобразование. Импульсные передаточные функции.

Тема 3. Устойчивость импульсных систем. Расчет переходных процессов в импульсных системах.

Тема 4. Синтез импульсных систем.

Тема 5. Условия реализуемости, управляемости, стабилизируемости. Оценка состояний импульсных систем.

Тема 6. Дискретное моделирование непрерывных систем на основе метода непрерывных моделей.

Тема 7. Цифровое моделирование автоматических систем управления.

Каждая лекция содержит необходимый объем теоретического материала, изучение которого предусмотрено государственным образовательным стандартом дисциплины. В дополнение к лекционному материалу, студентам рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу согласно перечню, приведенному в п.1.8.

Студенты в рамках аудиторных занятий должны, в целом, владеть понятийным аппаратом, основанном на ранее изученных дисциплинах, воспринимать теоретический материал основного содержания лекции, видеть причинно-логические связи в лекции, понимать схему решения примеров, приводимых в лекции. Для освоения темы каждой лекции на более глубоком уровне требуется дополнительная работа с теоретическим материалом в форме прочтения основной и дополнительной литературы, самостоятельной работы с лекцией.

Для выполнения лабораторной работы необходимо освоить теоретические основы соответствующего раздела, ответить на контрольные вопросы, выполнить задания лабораторной работы.

3.2 Методические указания к лабораторным занятиям

Курс предусматривает лабораторные занятия по следующим темам (в скобках указан объем в часах, отводимый на выполнение каждой работы).

Лабораторные занятия:

1. Вводное занятие. Знакомство с интерфейсом, структурой и назначением программного комплекса ОТУ. (2 часа)

2. Исследование характеристик звеньев 1-го порядка. (4 часа)

3. Исследование характеристик звеньев 2-го порядка и типовых соединений в линейных системах управления. (2 часа)
4. Исследование частотных характеристик линейных систем управления. (4 часа)
5. Исследование устойчивости систем управления с обратной связью. (8 часов)
6. Исследование статических и скоростных ошибок замкнутых систем. (4 часа)
7. Изучение типовых законов регулирования. (4 часа)
8. Исследование влияния корректирующих звеньев на процессы управления в замкнутых системах. (4 часа)
9. Исследование динамики нелинейных систем первого типа. (4 часа)

Лабораторные работы выполняются и сдаются парами (работа в команде).

Лабораторный курс методически поддержан пособием, указанном в п.1.8.4. В практикуме, ориентированном на пакет ОТУ, изложены принципы работы с системами автоматического управления, методы исследования и анализа линейных и нелинейных систем. Все инструкции изложены подробно, на примерах, с использованием справочных материалов. К каждой лабораторной работе приводится список заданий для самостоятельного выполнения и контрольные вопросы.

Кроме того, студентам рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу согласно перечню, приведенному в п.1.8, обращая внимание на практические аспекты использования пакета ОТУ. После выполнения по каждой работе, кроме первой, готовится отчет и каждая лабораторная работа подлежит защите. Преподаватель проверяет правильность выполнения заданий, ответы на контрольные вопросы и может студенту предложить дополнительное индивидуальное задание по теме лабораторной работы.

Сроки защиты лабораторных работ ограничены отведенным на выполнение практикума аудиторным временем – 36 час. Необходимым условием допуска студента на экзамен является сдача всех лабораторных работ.

3.3 Методические указания по самостоятельной работе студентов

На самостоятельную работу студента по дисциплине «Основы теории управления» отводится 42 часа.

Схема самостоятельной работы студентов, перечень тем, рекомендации по работе с литературой, рекомендации по подготовке к аттестации:

Неделя семестра	Тема и/или форма самостоятельной работы, рекомендация по работе с литературой	Кол-во часов, отведенных на самостоятельную работу
-----------------	-------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------

1-2	Управление и информатика. Общие принципы системной организации. Самостоятельная работа по подготовке к лабораторной работе. Рекомендуется использование лекций по этой теме, литературных источников 1.8.1 – 1.8.6, указанных в перечне основной и дополнительной литературы; Интернет-ресурсов http://www.iqlib.ru , http://elibrary.ru , периодических изданий 1.8.7 – 1.8.10	2
3-7	Математические модели объектов и систем управления. Самостоятельная работа по подготовке к лабораторным работам. Рекомендуется использование лекций по этой теме, литературных источников 1.8.1 – 1.8.6, указанных в перечне основной и дополнительной литературы; Интернет-ресурсов http://www.iqlib.ru , http://elibrary.ru , периодических изданий 1.8.7 – 1.8.10	14
8-14	Устойчивость. Методы анализа и синтеза систем управления. Самостоятельная работа по подготовке к лабораторным работам. Рекомендуется использование лекций по этой теме, литературных источников 1.8.1 – 1.8.6, указанных в перечне основной и дополнительной литературы; Интернет-ресурсов http://www.iqlib.ru , http://elibrary.ru , периодических изданий 1.8.7 – 1.8.10	14
15-18	Цифровые системы управления. Самостоятельная работа по подготовке к лабораторным работам. Рекомендуется использование лекций по этой теме, литературных источников 1.8.1 – 1.8.6, указанных в перечне основной и дополнительной литературы; Интернет-ресурсов http://www.iqlib.ru , http://elibrary.ru , периодических изданий 1.8.7 – 1.8.10	12

4 КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ

4.1 Текущий контроль знаний

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и для промежуточной аттестации: зачетная система оценки знаний учащихся.

Текущий контроль за аудиторной и самостоятельной работой обучаемых осуществляется во время проведения лабораторных занятий посредством устного опроса по контрольным вопросам соответствующего занятия, а также проверки заданий лабораторных работ. Промежуточный контроль осуществляется четыре раза в семестр в виде письменного опроса по основным понятиям и определениям изучаемых разделов лекционного курса. Перечень вопросов приведен в ключевых вопросах лекций п. 2. Последний промежуточный контроль может быть проведен в качестве тестирования.

Примерный вариант теста

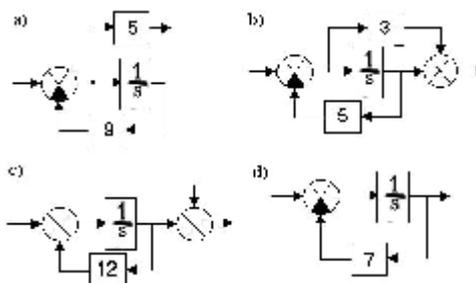
1. Укажите передаточную функцию реально дифференцирующего звена:

a) $W(p) = \frac{2p+1}{3p+8}$	b) $W(p) = \frac{3}{2p+7}$	c) $W(p) = \frac{p}{p+6}$	d) $W(p) = \frac{2p}{p^2+9}$
-------------------------------	----------------------------	---------------------------	------------------------------

2. Сигнал, обладающий свойством $\int_{-\infty}^{\infty} d(t)dt = 1$ называется:

a) Дельта-функцией	b) функцией Дирака	c) весовой функцией	d) функция Ляпунова
--------------------	--------------------	---------------------	---------------------

3. Укажите структурную схему аperiodического звена первого порядка:



4. Укажите уравнение переходного процесса для звена: $W(s) = \frac{T_1 s}{T_2 s + 1}$

a) $h(t) = T_1 \left(T_2 - e^{-\frac{t}{T_2}} \right)$	b) $h(t) = \frac{T_1}{T_2} \cdot e^{-\frac{t}{T_2}}$	c) $h(t) = \frac{T_2}{T_1} \cdot e^{-\frac{t}{T_1}}$	d) $h(t) = 1 - e^{-\frac{T_1}{T_2} t}$
---------------------------------------------------------	------------------------------------------------------	------------------------------------------------------	----------------------------------------

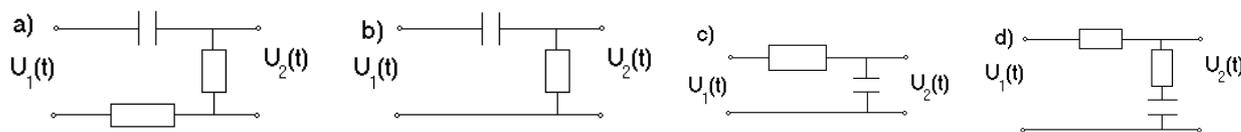
5. Интервалом времени от момента подачи единичной ступени на вход до момента, начиная с которого переходной процесс попадает в зону заданной точности и больше ее не покидает называется:

a) время настройки	b) время регулирования	c) время адаптации	d) время реакции
--------------------	------------------------	--------------------	------------------

6. Уравнение переходного процесса для интегрирующего звена с замедлением имеет вид

a) $h(t) = k \left[1 - e^{-\frac{t}{T}} \right]$	b) $h(t) = k \left[e^{-\frac{t}{T}} - 1 - t \right]$	c) $h(t) = k \left[t - T + T e^{-\frac{t}{T}} \right]$	d) $h(t) = k \left[1 - T \cdot t - T e^{-\frac{t}{T}} \right]$
---------------------------------------------------	-------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------

7. Укажите схему реально дифференцирующего звена

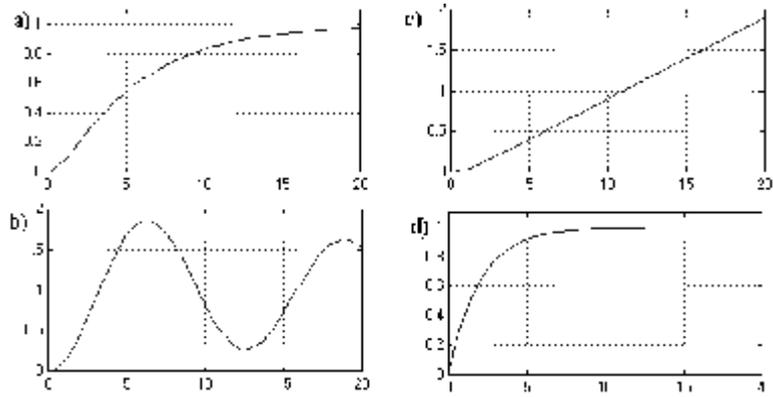


8. Если передаточная функция звена представлена уравнением

$W(p) = \frac{k}{T_2^2 p^2 + T_1 p + 1}$, $T_1^2 - 4T_2^2 < 0$, то величина $\chi = \frac{T_1}{2T_2}$ называется

a) степенью устойчивости	b) коэффициентом затухания	c) степенью затухания	d) собственной частотой колебаний
--------------------------	----------------------------	-----------------------	-----------------------------------

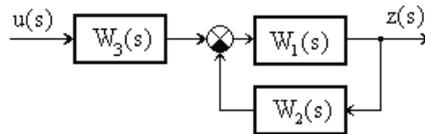
9. Укажите переходной процесс интегрирующего звена с замедлением



10. Переходной процесс колебательного звена имеет вид

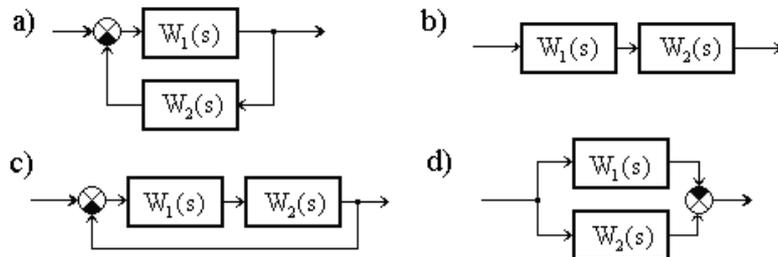
a) $h(t) = 1 + \frac{g}{x \cdot I} \cdot e^{-g \cdot t} \cdot \sin(1t + j)$	b) $h(t) = k \cdot \left[1 - \frac{g}{x \cdot I} \cdot e^{-g \cdot t} \cdot \sin(1t + j) \right]$	c) $h(t) = -\frac{g}{x \cdot I} \cdot e^{-g \cdot t} \cdot \sin(1t - j)$	d) $h(t) = k + 1 + \frac{g}{x \cdot I} \cdot e^{-g \cdot t} \cdot \sin(1t + j)$
--------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

11. Общая передаточная функция звена, представленного на рисунке, имеет вид

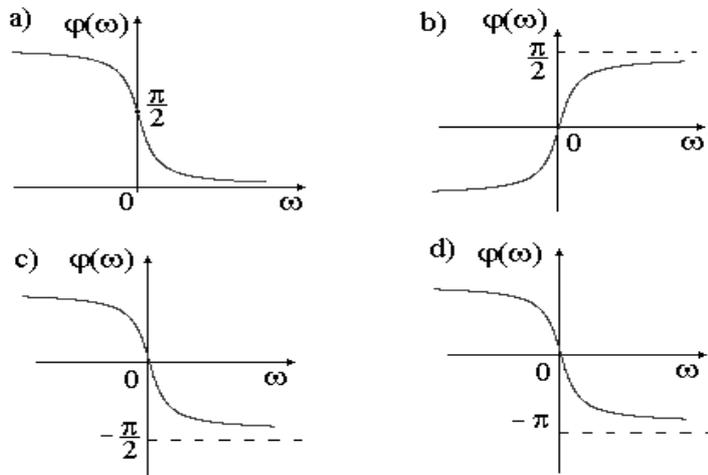


a) $W(s) = \frac{W_1(s) \cdot W_2(s) \cdot W_3(s)}{1 - W_1(s) \cdot W_2(s)}$	b) $W(s) = \frac{W_1(s) \cdot W_3(s)}{1 + W_1(s) \cdot W_2(s)}$	c) $W(s) = \frac{W_1(s) \cdot W_2(s)}{1 + W_1(s) \cdot W_2(s) \cdot W_3(s)}$	d) $W(s) = \frac{1 + W_1(s) \cdot W_2(s)}{W_1(s) \cdot W_2(s) \cdot W_3(s)}$
---------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------

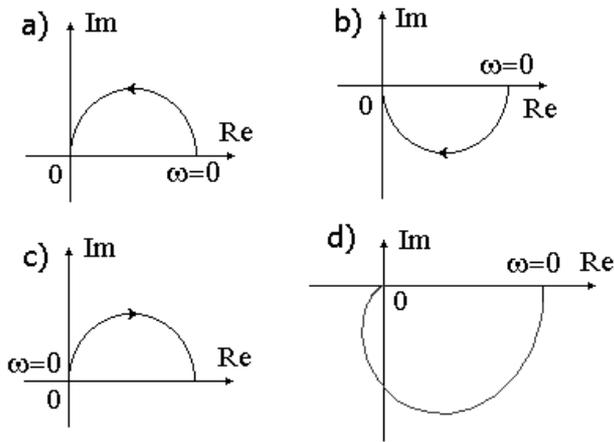
12. Укажите схему, на которой представлено параллельное соединение звеньев



13. Укажите график фазовой частотной характеристики апериодического звена первого порядка



14. Укажите годограф реально-дифференцирующего звена ($\omega > 0$)



15. Укажите уравнение, по которому можно вычислить фазовую частотную характеристику звена с передаточной функцией

$$W(j\omega) = k \cdot \frac{\operatorname{Re} Q(j\omega) + j \operatorname{Im} Q(j\omega)}{\operatorname{Re} R(j\omega) + j \operatorname{Im} R(j\omega)}$$

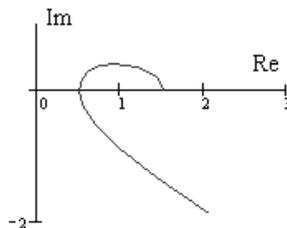
$$\varphi(\omega) = \operatorname{arctg} \frac{\operatorname{Re} R(j\omega)}{\operatorname{Re} Q(j\omega)} - \operatorname{arctg} \frac{\operatorname{Im} R(j\omega)}{\operatorname{Im} Q(j\omega)},$$

$$\varphi(\omega) = -\operatorname{arctg} \frac{\operatorname{Im} Q(j\omega)}{\operatorname{Re} Q(j\omega)} + \operatorname{arctg} \frac{\operatorname{Im} R(j\omega)}{\operatorname{Re} R(j\omega)},$$

$$\varphi(\omega) = \operatorname{arctg} \frac{\operatorname{Im} Q(j\omega)}{\operatorname{Im} R(j\omega)} - \operatorname{arctg} \frac{\operatorname{Re} Q(j\omega)}{\operatorname{Re} R(j\omega)},$$

$$\varphi(\omega) = \operatorname{arctg} \frac{\operatorname{Im} Q(j\omega)}{\operatorname{Re} Q(j\omega)} - \operatorname{arctg} \frac{\operatorname{Im} R(j\omega)}{\operatorname{Re} R(j\omega)}.$$

16. Если годограф Михайлова исследуемой системы имеет вид, представленный на рисунке

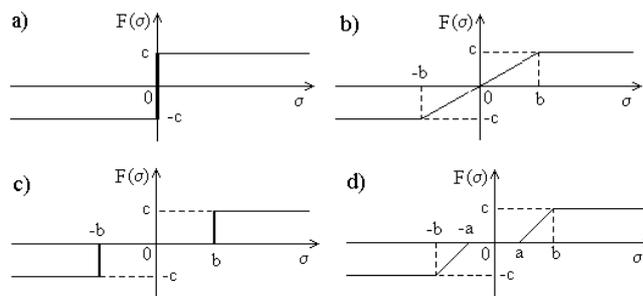


то система является

а) абсолютно устойчивой	б) устойчивой	в) неустойчивой	г) условно устойчивой
-------------------------	---------------	-----------------	-----------------------

17. Укажите, какой нелинейный элемент описывается уравнением

$$F(s) = \begin{cases} c, & s > b, \\ \frac{c}{b} \cdot s, & -b \leq s \leq b, \\ -c, & s < -b. \end{cases}$$



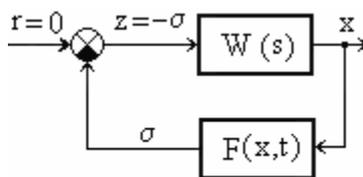
18. Если функция сохраняет один и тот же знак, но может обращаться в нуль не только в начале координат, но и в других точках области, то она в данной области является

a) знакоопределенной	b) знакопостоянной,	c) знакопеременной,	d) функцией Ляпунова
----------------------	---------------------	---------------------	----------------------

19. Если характеристическое уравнение исследуемой системы имеет вид $D(p) = a_0 p^5 + a_1 p^4 + a_2 p^3 + a_3 p^2 + a_4 p + a_5$, то укажите верную матрицу Рауса-Гурвица

a) $\begin{vmatrix} a_1 & a_3 \\ a_0 & a_2 \end{vmatrix}$, b) $\begin{vmatrix} a_1 & a_3 & a_5 & 0 & 0 \\ a_0 & a_2 & a_4 & 0 & 0 \\ 0 & a_1 & a_3 & a_5 & 0 \\ 0 & a_0 & a_2 & a_4 & 0 \\ 0 & 0 & a_1 & a_2 & a_5 \end{vmatrix}$, c) $\begin{vmatrix} a_1 & a_3 & a_5 \\ a_0 & a_2 & a_4 \\ 0 & a_1 & a_3 \end{vmatrix}$, d) $\begin{vmatrix} a_1 & a_3 & a_5 & 0 & 0 \\ a_0 & a_2 & a_4 & 0 & 0 \\ a_1 & a_2 & a_3 & a_4 & a_5 \\ a_0 & a_1 & a_2 & a_3 & a_4 \\ 0 & 0 & a_1 & a_2 & a_5 \end{vmatrix}$

20. Укажите верное интегральное неравенство В.М. Попова, которое должно выполняться $\forall t \geq 0$, согласно критерию гиперустойчивости, чтобы нелинейная система, изображенная на рисунке, была асимптотически гиперустойчивой



a) $h(0,t) = -\int_0^t z(s)x(s)ds > -g_0^2 = const,$

b) $h(0,t) = \int_0^t z(s)x(s)ds < -g_0^2 = const,$

c) $h(0,t) = -\int_0^t z(s)x(s)ds \geq -g_0^2 = const,$

d) $h(0,t) = -\int_{x(0)}^{x(t)} z(s)x(s)ds \geq g(t) .$

4.2 Итоговый контроль знаний

Итоговый контроль осуществляется после успешного прохождения студентами текущего и промежуточного контроля в виде экзамена.

Экзамен сдается в конце пятого семестра. Форма сдачи экзамена – устная. Необходимым условием допуска на экзамен является сдача всех лабораторных работ. В предлагаемый

билет входят два вопроса. Студент должен дать развернутые ответы на оба вопроса.

Перечень вопросов к экзамену:

1. Основные понятия теории управления. Принципы управления в системах автоматического управления. Примеры.
2. Линеаризация систем автоматического управления. Первая форма записи.
3. Интегральные преобразования Лапласа. Вторая форма записи.
4. Модели систем автоматического управления в пространстве состояний.
5. Частотная передаточная функция систем автоматического управления и ее характеристики
6. Типовые соединения и передаточные функции систем автоматического управления.
7. Структурные преобразования линейных систем автоматического управления.
8. Классификация динамических звеньев систем автоматического управления. Типовые временные характеристики.
9. Инерционное звено 1-ого порядка.
10. Инерционное звено 2-ого порядка.
11. Идеальное интегрирующее звено.
12. Реальное дифференцирующее звено.
13. Звено с чистым запаздыванием.
14. Устойчивость систем автоматического управления. Необходимые и достаточные условия устойчивости.
15. Граница устойчивости и ее типы.
16. Критерий устойчивости Рауса-Гурвица.
17. Критерий устойчивости Михайлова.
18. Критерий устойчивости Найквиста
19. Оценка установившейся точности в режимах стабилизации и слежения.
20. Качество систем автоматического управления. Прямые показатели качества. Оценка быстродействия и запаса устойчивости.
21. Корневой и интегральные методы оценки качества систем автоматического управления.
22. Частотный критерий оценки качества систем автоматического управления.
23. Типовые регуляторы и коррекция систем автоматического управления.
24. Математические модели дискретных систем автоматического управления
25. Основные понятия и определения дискретных систем автоматического управления. Экстраполятор нулевого порядка.
26. Анализ устойчивости и качества дискретных систем автоматического управления.

27. Особенности нелинейных систем автоматического управления.
28. Метод фазовой плоскости.
29. Прямой метод Ляпунова и его применение.

5 ИНТЕРАКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Используемые образовательные технологии изложены в п. 1.6.