

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Суслин А. В.
(подпись) ФИО
«___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОНОМНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

Направление/специальность подготовки	27.03.04 Управление в технических системах
Специализация/профиль/программа подготовки	Автономные информационные и управляющие системы
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	7	3	108	68	34	17	17	40	0	0	40	ЭКЗ.
4	8	3	108	52	26	0	26	56	0	0	56	зач.
ВСЕГО		6	216	120	60	17	43	96	0	0	96	

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

27.03.04 Управление в технических системах

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ
Романов Игорь Владимирович, старший преподаватель

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ**

Заведующий кафедрой Егоренков Л.С., к.т.н., снс

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Заведующий кафедрой Егоренков Л.С., к.т.н., снс

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОНОМНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-3 — способность использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности
ОПК-4 — способность осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов
ОПК-7 — способность производить необходимые расчёты отдельных блоков и устройств систем контроля, автоматизации и управления, выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники при проектировании систем автоматизации и управления

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-3

знания:

теории линейных непрерывных систем как основы теории автоматического управления;

математического аппарата, составляющего основу теории управления;

современного спектра задач, принципов построения и математических моделей систем управления с учетом специфики профессиональной области;;

умения:

применять общие принципы организации автоматических систем;;

навыки:

применения методов анализа систем автоматического управления, синтеза законов управления и корректирующих устройств;.

ОПК-4

знания:

значения информационных технологий в системах управления;

системного подхода к построению автоматических систем;;

умения:

строить и использовать основные виды математических моделей систем и формы их представления: структурно-динамические схемы, передаточные функции и др.;;

навыки:

применения методов анализа систем автоматического управления, синтеза законов управления и корректирующих устройств;.

ОПК-7

знания:

владеть методами исследования устойчивости и качества систем;

методов и расчетных схем анализа и синтеза систем автоматического управления;

принципов, методов и средств классической и современной теории управления;

принципов, математических схем, средств описания элементов и систем управления;;

умения:

определять основные характеристики систем управления: временные, частотные, логарифмические частотные;;

навыки:

построения математических моделей систем автоматического управления;.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОНОМНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 27.03.04 *Управление в технических системах*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВРЕМЕННЫЕ УСТРОЙСТВА, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА, ЦИФРОВИЗАЦИЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, РАДИОФИЗИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИОТЕХНИКИ, СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ И МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики
- ОПК-10 — Способен разрабатывать (на основе действующих стандартов) техническую документацию (в том числе в электронном виде) для регламентного обслуживания систем и средств контроля, автоматизации и управления
- ОПК-11 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ОПК-2 — Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний, профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)
- ОПК-3 — Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен решать задачи развития науки, техники и технологии в области управления в технических системах с учетом нормативно-правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности
- ОПК-7 — Способен производить необходимые расчёты отдельных блоков и устройств систем контроля, автоматизации и управления, выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники при проектировании систем автоматизации и управления
- ПК-94 — способен к управлению информацией и данными, поиску источников информации и данных, восприятию, анализу, запоминанию и передаче информации с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач
- ПСК-1.1 — Способен разрабатывать и исследовать электромеханические и электронные автономные системы управления действием высокودинамичных объектов в условиях повышенных внешних воздействий
- ПСК-1.3 — Способен разрабатывать информационно-измерительные компоненты автономных информационных и управляющих систем
- УК-6 — Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-3	ОПК-4	ОПК-7
4	7	Раздел 1. Основные понятия теории управления. 1.1 Понятия автоматического и автоматизированного управления. Примеры объектов и систем управления. Общая структура системы управления. 1.2 Фундаментальные принципы управления. Классификация систем управления (СУ). 1.3 Общая характеристика задач анализа и синтеза систем управления.	2	2	2	0	0	0	5	5	5
4	7	Раздел 2. Математические модели объектов и систем управления. Формы представления моделей. 2.1 Понятие динамического звена. Линеаризация, уравнение и передаточная функция динамического звена. 2.2 Понятие структурно-динамической схемы системы. Построение и преобразование структурных схем. 2.3 Передаточные функции системы. 2.4 Общие дифференциальные уравнения систем и их связь с передаточными функциями. 2.5 Модели систем в пространстве состояний: форма Коши, векторно-матричная форма. 2.6 Моделирование динамических систем в среде MatLab или Scilab/Scicos.	14	8	6	0	2	6	10	10	10
4	7	Раздел 3. Временные и частотные характеристики динамических звеньев и систем. 3.1 Переходная характеристика, способы ее получения. 3.2 Функция веса, способы ее получения. Уравнение свертки. 3.3 Частотные характеристики. Амплитудно-фазовая характеристика. 3.4 Логарифмические частотные характеристики, правила построения. Асимптотическая логарифмическая амплитудно-частотная характеристика. 3.5 Типовые динамические звенья, классификация, характеристики и свойства. 3.6 Минимально-фазовые и неминимально-фазовые звенья, звенья чистого запаздывания.	17	9	6	0	3	8	10	10	10
4	7	Раздел 4. Устойчивость линейных стационарных систем. 4.1 Понятия свободного и вынужденного процессов в системе управления. Понятие устойчивости системы. Асимптотическая устойчивость. 4.2 Связь устойчивости с корнями характеристического полинома системы. Необходимое условие устойчивости. 4.3 Критерий устойчивости Гурвица. Абсолютная и условная устойчивость линейных систем. 4.4 Критерий устойчивости Михайлова. 4.5 Критерий устойчивости Найквиста. Применение амплитудно-фазовой и логарифмических частотных характеристик. Обобщение критерия Найквиста на системы нейтрально устойчивые в разомкнутом состоянии. 4.6 Запасы устойчивости по амплитуде и по фазе и способы их определения. 4.7 Построение областей устойчивости в плоскости двух параметров. Понятие о D-разбиении.	20	12	8	0	4	8	10	10	10
4	7	Раздел 5. Методы анализа линейных систем управления. 5.1 Оценка качества системы по временным характеристикам. 5.2 Оценка качества по корням характеристического полинома замкнутой системы. 5.3 Оценка качества системы по частотным характеристикам. Показатель колебательности. Оценка точности при гармонических воздействиях. 5.4 Оценка точности СУ при степенных воздействиях. Понятия астатизма и порядка астатизма, структурные признаки астатизма системы. Инвариантность систем управления. Коэффициенты ошибок. 5.5 Чувствительность систем управления. Построение моделей чувствительности. Оценка чувствительности показателей качества к значениям параметров систем и внешних воздействий.	22	14	6	4	4	8	10	10	10
4	7	Раздел 6. Методы синтеза систем управления. 6.1 Понятие закона управления. Основные виды законов управления и их свойства. 6.2 Методы повышения точности СУ. Комбинированное регулирование. 6.3 Постановка задачи синтеза СУ. Обзор методов синтеза. 6.4 Основные этапы синтеза корректирующего устройства по логарифмическим частотным характеристикам.	33	23	6	13	4	10	10	10	10
Всего за 7 семестр			108	68	34	17	17	40	55	55	55
4	8	Раздел 7. Теория дискретных систем управления. 7.1 Особенности цифровых и дискретных систем управления. Квантование сигнала. Модель импульсного элемента. Применение математического аппарата решетчатых функций и разностных уравнений для описания процессов в дискретных системах. 7.2 Дискретное преобразование Лапласа. Z-преобразование и его основные свойства. Дискретная передаточная функция. 7.3 Дискретные передаточные функции непрерывной части системы с экстраполяторами нулевого и первого порядка. 7.4 Частотные характеристики дискретных СУ. Приближенная методика построения псевдочастотных характеристик. 7.5 Анализ устойчивости и качества дискретных систем. Оценка запаса устойчивости. Расчет установившихся ошибок. 7.6 Постановка задачи синтеза цифровых систем. Коррекция с помощью цифрового корректирующего устройства. 7.7 Синтез и исследование качества цифровой системы в среде MatLab или Scilab/Scicos.	50	24	12	0	12	26	15	15	15
4	8	Раздел 8. Анализ процессов в нелинейных системах. 8.1 Классификация нелинейностей. 8.2 Особенности процессов в нелинейных системах, задачи и методы теории нелинейных систем. 8.3 Расчет процессов в нелинейных системах. Метод припасовывания.	6	4	2	0	2	2	10	10	10
4	8	Раздел 9. Частотные методы анализа нелинейных систем. 9.1 Метод гармонической линеаризации: основные положения, способы вычисления коэффициентов гармонической линеаризации. 9.2 Уравнение гармонического баланса. 9.3 Алгебраический способ определения параметров периодических режимов и исследования их устойчивости. 9.4 Частотный способ определения параметров периодических режимов и исследования их устойчивости. 9.5 Понятие абсолютной устойчивости нелинейной системы. Критерий абсолютной устойчивости В.М. Попова. 9.6 Исследование автоколебаний и абсолютной устойчивости в среде MatLab или Scilab/Scicos.	40	18	8	0	10	22	10	10	10
4	8	Раздел 10. Расчет случайных процессов в системах управления. 10.1 Понятие и основные формы описания непрерывного случайного процесса. 10.2 Спектральный метод расчета установившегося случайного процесса в линейной стационарной системе. 10.3 Статистическая линеаризация нелинейной стационарной системы.	12	6	4	0	2	6	10	10	10
Всего за 8 семестр			108	52	26	0	26	56	45	45	45
Всего по дисциплине			216	120	60	17	43	96	100	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Математические модели объектов и систем управления. Формы представления моделей.	Составление уравнений и передаточных динамических звеньев. Разбор д/з № 1.	1
2		Преобразование структурных схем. Передаточные функции разомкнутых, замкнутых и замкнутых по ошибке систем. Разбор д/з № 2. Приём д/з № 1.	1
3	Раздел 3. Временные и частотные характеристики динамических	Получение временных характеристик динамических звеньев. Разбор д/з № 1.	1
4		Получение частотных характеристик звеньев. Построение амплитудно-фазовой	1

	звеньев и систем.	характеристики. Разбор д/з № 1.	
5		Логарифмические частотные характеристики. Построение асимптотических ЛАХ. Разбор д/з № 1.	1
6	Раздел 4. Устойчивость линейных стационарных систем.	Анализ устойчивости алгебраическими методами. Разбор д/з № 2. Приём д/з № 1.	2
7		Анализ устойчивости частотными методами. Разбор д/з № 2. Приём 2 д/з № 1.	2
8	Раздел 5. Методы анализа линейных систем управления.	Оценка качества систем по корням характеристического полинома и на основе использования временных характеристик. Приём д/з № 1, 2.	1
9		Оценка качества систем на основе использования частотных характеристик. Приём д/з № 1, 2.	2
10		Расчет установившихся ошибок.	1
11	Раздел 6. Методы синтеза систем управления.	Параметрический синтез линейных систем. Расчет последовательного корректирующего звена и анализ его влияния на систему (устойчивости и качества скорректированной системы). Разбор д/з № 3. Приём д/з № 1, 2.	3
12		Приём д/з № 1 - 3.	1
Всего за 7 семестр			17
13	Раздел 7. Теория дискретных систем управления.	Приём д/з № 1 и д/з № 2.	3
14		Расчет процессов в дискретных системах. Разбор д/з № 1.	4
15		Анализ устойчивости и качества дискретной системы. Разбор д/з №1.	3
16		Параметрический синтез дискретных систем (подбор корректирующего устройства и его анализ). Разбор д/з № 2. Приём д/з № 1.	2
17	Раздел 8. Анализ процессов в нелинейных системах.	Расчет процессов в нелинейных системах методом припасовывания.	2
18	Раздел 9. Частотные методы анализа нелинейных систем.	Расчет параметров автоколебаний и анализ их устойчивости алгебраическим способом. Разбор д/з № 3.	3
19		Расчет параметров автоколебаний и анализ их устойчивости частотным способом. Разбор д/з № 3.	3
20		Анализ абсолютной устойчивости нелинейных систем. Разбор д/з №4.	2
21		Приём д/з № 3 и д/з № 4.	2
22	Раздел 10. Расчет случайных процессов в системах управления.	Расчет установившегося случайного процесса в нелинейной стационарной системе.	2
Всего за 8 семестр			26

3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 5. Методы анализа линейных систем управления.	Л/р № 1 "Определение показателей качества САУ". Защита л/р № 1.	4
2	Раздел 6. Методы синтеза систем управления.	Л/р № 2 "Синтез систем управления (исследование влияния корректирующего звена на САУ). Защита л/р № 2.	4
3		Л/р № 3 "Исследование основных методов повышения точности САУ". Защита л/р № 3.	9
Всего за 7 семестр			17
Всего за 8 семестр			0

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 2. Математические модели объектов и систем управления. Формы представления моделей.	Выполнение домашнего задания № 1.	2
2		Выполнение домашнего задания № 2.	2
3		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемом литературе	2
4	Раздел 3. Временные и частотные характеристики динамических звеньев и систем.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемом литературе.	2
5		Выполнение домашнего задания № 1.	6
6	Раздел 4. Устойчивость линейных стационарных систем.	Выполнение домашнего задания № 2.	6
7		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемом литературе.	2
8	Раздел 5. Методы анализа линейных систем управления.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе для подготовки к л/р № 1 "Определение показателей качества САУ".	5
9		Выполнение д/з № 1 - 2, подготовка отчёта по л/р № 1.	3
10	Раздел 6. Методы синтеза систем управления.	Выполнение домашнего задания № 3.	2
11		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе для подготовки к л/р № 2 "Синтез систем управления (исследование влияния корректирующего звена на САУ). Подготовка отчёта по л/р № 2.	3
12		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе для подготовки к л/р № 3 "Исследование основных методов повышения точности САУ". Подготовка отчёта по л/р № 3.	5
Всего за 7 семестр			40
13	Раздел 7. Теория дискретных систем управления.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемом литературе.	4
14		Выполнение домашнего задания № 1.	14
15		Выполнение домашнего задания № 2.	8

16	Раздел 8. Анализ процессов в нелинейных системах.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	2
17		Выполнение домашнего задания № 3.	9
18	Раздел 9. Частотные методы анализа нелинейных систем.	Выполнение домашнего задания № 4.	9
19		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	4
20	Раздел 10. Расчет случайных процессов в системах управления.	Изучение предусмотренных программ о и дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	6
Всего за 8 семестр			56

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		14	15	16	17	
7				ДЗ		ДР	ДЗ		ЛР	ДР		ДЗ, ЛР			ЛР		ДР	Вопр. Экз, Тест	
8			ДЗ		ДЗ	ДР			ДЗ	ДР	ДЗ		Тест, Вопр. Зач, зач.						

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену;
- Тест – тест;
- ЛР – лабораторная работа;
- Вопр. Зач – вопросы к зачету;
- зач. – зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- вопросы к экзамену;
- тест;
- лабораторная работа;
- вопросы к зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен;
- зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Методические указания к практическим занятиям по курсу "Теория автоматического управления". Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1989, 95 экз.
2. А. А. Иванов, С. Л. Торохов. . Управление в технических системах. М.: Форум, 2012, 30 экз.
3. А. Б. Андриевский, Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. Использование системы Scilab. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 181 экз.
4. А. В. Пантелеев, А. С. Борताковский. . Теория управления в примерах и задачах. Москва: ИНФРА-М, 2016, эл. рес.
5. Б. П. Родин. . Непрерывные и дискретные линейные стационарные управляемые системы. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 166 экз.
6. Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. . Элементы математического моделирования в программных средах MATLAB 5 и Scilab. СПб.: Наука, 2001, 20 экз.
7. Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. . Теория управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2001, 107 экз.
8. Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. Теория управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 169 экз.
9. В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления. СПб.: Профессия, 2003, 169 экз.
10. В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 142 экз.
11. В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 75 экз.
12. В. Ю. Лавров, А. З. Копылов. . Управление в технических системах. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 66 экз.
13. И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы. М.: Питер, 2006, 19 экз.
14. И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы. М.: Питер, 2005, 19 экз.
15. И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, 106 экз.
16. И. Л. Коробова, Б. П. Родин. . Теория автоматического управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 157 экз.
17. И. Л. Коробова, В. Н. Щерба. Применение преобразования Лапласа для решения инженерных задач. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, 214 экз.
18. И. Л. Коробова, В. Т. Шароватов. . Прикладные методы в статистической динамике автоматических систем. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 49 экз.
19. И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Анализ и синтез дискретных систем автоматического управления летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 36 экз.
20. И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Теория автоматического управления дискретных и цифровых систем летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 44 экз.
21. Л. В. Полонская ; Ленингр. мех. ин-т. Теория автоматического управления. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, , 74 экз.
22. Л. В. Полонская ; Ленингр. мех. ин-т. Теория автоматического управления. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, , 70 экз.
23. Л. С. Исаков, Е. А. Курилова. . Основы теории систем радиоавтоматики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, 75 экз.
24. Н. П. Деменков. . Статистическая динамика систем управления. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017, 35 экз.
25. Ю. В. Загашвили, А. А. Пугач. . Теория цифрового управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, 125 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://www.scilab.org/download/scilab-2024.0.0> — Scilab 2024.0.0 | Scilab;
2. <https://www.scilab.org/tutorials> — Tutorials | Scilab;
3. <http://www.emis.de/ELibM.html> — The Electronic Library of Mathematics;
4. <http://scholar.google.ru/> — Академия Google;
5. <http://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
6. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
7. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
8. <http://www.tnt-ebook.ru> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
9. <http://ibooks.ru> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
10. <https://www.scilab.org/download/scilab-2024.0.0>;
11. <http://scholar.google.ru/>.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Google Chrome;

2. Matlab 2015a SP1;
3. 7-Zip;
4. Scilab;
5. Microsoft Office;
6. DjVuReader;
7. PTC Mathcad Prime 5.0.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. Google Chrome;
4. Matlab 2015a SP1;
5. 7-Zip;
6. PTC Mathcad Prime 5.0;
7. Scilab;
8. Microsoft Office;
9. DjVuReader.

6.3. Лабораторные занятия:

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. Google Chrome;
4. Matlab 2015a SP1;
5. 7-Zip;
6. Scilab;
7. Microsoft Office;
8. DjVuReader;
9. PTC Mathcad Prime 5.0.

6.4. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОНОМНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 27.03.04 *Управление в технических системах*. Дисциплина реализуется на факультете *Е* Оружие и системы вооружения БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-3 способность использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности;
ОПК-4 способность осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов;
ОПК-7 способность производить необходимые расчёты отдельных блоков и устройств систем контроля, автоматизации и управления, выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники при проектировании систем автоматизации и управления.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основными понятиями, принципами, математическим аппаратом, общими и специальными методами анализа и синтеза линейных, нелинейных, дискретных и стохастических систем управления техническими объектами.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- вопросы к экзамену;
- тест;
- лабораторная работа;
- вопросы к зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен;
- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 6 з.е., **216 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**60 ч.**), практические занятия (**43 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**96 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 ч., из них 120 ч. аудиторных занятий, и 96 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 2. Математические модели объектов и систем управления. Формы представления моделей.		
Выполнение домашнего задания № 1.	В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Лекции 2 - 4) В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (Главы 3, 5) И. Л. Коробова, Б. П. Родин. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Занятие 1)	2
Выполнение домашнего задания № 2.	Л. В. Полонская ; Ленингр. мех. ин-т. Теория автоматического управления: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (Глава 2) И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Лекции 2 - 4, 13) И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы: М.: Питер, 2005 (Главы 2, 3)	2
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Л. С. Исаков, Е. А. Курилова. . Основы теории систем радиоавтоматики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (Подраздел 1.2) И. Л. Коробова, В. Н. Щерба. Применение преобразования Лапласа для решения инженерных задач: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (Глава 1) А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (Подраздел 1.1) . Методические указания к практическим занятиям по курсу "Теория автоматического управления": Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1989 (Указания к д/з №1 и д/з №2) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Занятие 1, 5)	2
Итого по разделу 2		6
Раздел 3. Временные и частотные характеристики динамических звеньев и систем.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Лекции 2 - 9)	2
Выполнение домашнего задания № 1.	В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (Глава 4) И. Л. Коробова, Б. П. Родин. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Занятие 1) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Занятия 1 - 3) И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Лекции 3, 5 - 7) Л. В. Полонская ; Ленингр. мех. ин-т. Теория автоматического управления: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (Главы 2, 3) . Методические указания к практическим занятиям по курсу "Теория автоматического управления": Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1989 (Указания к д/з	6

	<p>№1 и д/з №2)</p> <p>Л. С. Исаков, Е. А. Курилова. . Основы теории систем радиоавтоматики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (Подраздел 1.2)</p> <p>И. Л. Коробова, В. Н. Щерба. Применение преобразования Лапласа для решения инженерных задач: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (Все)</p>	
Итого по разделу 3		8
Раздел 4. Устойчивость линейных стационарных систем.		
Выполнение домашнего задания № 2.	<p>Л. В. Полонская ; Ленингр. мех. ин-т. Теория автоматического управления: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (Глава 4)</p> <p>И. Л. Коробова, Б. П. Родин. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Занятия 6 - 7)</p> <p>А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (П. 1.4.1)</p>	6
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	<p>В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Лекции 9 -15)</p> <p>В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Занятия 6, 7)</p> <p>И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Лекции 8 - 11)</p> <p>В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (П. 6.1 - 6.6)</p> <p>В. Ю. Лавров, А. З. Копылов. . Управление в технических системах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (П. 5.1, 5.2)</p> <p>. Методические указания к практическим занятиям по курсу "Теория автоматического управления": Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1989 (Указания к д/з №3 - д/з №5)</p>	2
Итого по разделу 4		8
Раздел 5. Методы анализа линейных систем управления.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе для подготовки к л/р № 1 "Определение показателей качества САУ".	<p>В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Лекции 16 - 17)</p> <p>И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Лекция 12)</p> <p>Л. В. Полонская ; Ленингр. мех. ин-т. Теория автоматического управления: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (Глава 1)</p> <p>Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2001 (Л/р №1)</p> <p>Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. . Элементы математического моделирования в программных средах MATLAB 5 и Scilab: СПб.: Наука, 2001 (Глава 1)</p> <p>В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Занятие 8)</p> <p>В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (Глава 8)</p>	5
Выполнение д/з № 1 - 2, подготовка отчёта по л/р № 1.	<p>И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы: М.: Питер, 2005 (П. 3, 6.1 - 6.4)</p> <p>И. Л. Коробова, Б. П. Родин. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Занятие 9)</p>	3
Итого по разделу 5		8
Раздел 6. Методы синтеза систем управления.		
Выполнение домашнего задания № 3.	Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (Занятие № 1)	2
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе для подготовки к л/р № 2 "Синтез систем управления (исследование влияния корректирующего звена на САУ). Подготовка отчёта по л/р № 2.	В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Занятия 8 - 10)	3
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе для подготовки к л/р № 3 "Исследование основных методов повышения точности САУ". Подготовка отчёта по л/р № 3.	В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (Главы 8 - 10)	5
	Л. В. Полонская ; Ленингр. мех. ин-т. Теория	

	<p>автоматического управления: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (Глава 2)</p> <p>И. Л. Коробова, Б. П. Родин. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Занятие 9)</p> <p>. Методические указания к практическим занятиям по курсу "Теория автоматического управления": Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1989 (Указания к д/з №9 и №10)</p> <p>Л. С. Исаков, Е. А. Курилова. . Основы теории систем радиоавтоматики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (Лекция 12)</p> <p>А. Б. Андриевский, Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. Использование системы Scilab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (Раздел 1)</p> <p>Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2001 (Занятие №1)</p> <p>В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Лекции 18, 19)</p> <p>И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы: М.: Питер, 2005 (Лекция 12)</p> <p>Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. . Элементы математического моделирования в программных средах MATLAB 5 и Scilab: СПб.: Наука, 2001 (Глава 1)</p>	
Итого по разделу 6		10
Раздел 7. Теория дискретных систем управления.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	<p>В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (Главы 14, 15)</p> <p>А. В. Пантелеев, А. С. Бортакоский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (П. 5.1)</p> <p>И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы: М.: Питер, 2005 (П. 9.1)</p> <p>А. Б. Андриевский, Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. Использование системы Scilab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (Раздел 1)</p> <p>Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2001 (Занятие 2)</p> <p>Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. . Элементы математического моделирования в программных средах MATLAB 5 и Scilab: СПб.: Наука, 2001 (Раздел 1)</p>	4
Выполнение домашнего задания № 1.	<p>Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (Занятие 2)</p> <p>Ю. В. Загашвили, А. А. Пугач. . Теория цифрового управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (П. 1.1 - 1.8, 2.2 - 2.4, раздел 3)</p> <p>И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Анализ и синтез дискретных систем автоматического управления летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Практ. занятия №1 - №3)</p>	14
Выполнение домашнего задания № 2.	<p>Б. П. Родин. . Непрерывные и дискретные линейные стационарные управляемые системы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Занятия 1 - 5, п. 6.1)</p> <p>И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Теория автоматического управления дискретных и цифровых систем летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Практ. занятия №1 - №3)</p>	8
Итого по разделу 7		26
Раздел 8. Анализ процессов в нелинейных системах.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	<p>И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Лекция 25)</p> <p>А. В. Пантелеев, А. С. Бортакоский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (П. 7.1, 7.2)</p> <p>В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Лекция 6)</p> <p>В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003</p>	2

	(Глава 16, п. 17.1, 17.2) И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы: М.: Питер, 2006 (П. 1.2, 2.1, 3.1) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Занятие №2)	
Итого по разделу 8		2
Раздел 9. Частотные методы анализа нелинейных систем.		
Выполнение домашнего задания № 3.	В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Занятия №3, 6, 7)	9
Выполнение домашнего задания № 4.	В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Лекции 7, 11 - 13)	9
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Лекции 28, 29) В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (П. 17.3, глава 18) А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (П. 8.2, 8.3)	4
Итого по разделу 9		22
Раздел 10. Расчет случайных процессов в системах управления.		
Изучение предусмотренных программ о и дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Лекции 22 - 24) Н. П. Деменков. . Статистическая динамика систем управления: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017 (Раздел 1) В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (Главы 11, 22) А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (П. 1.3, 2.3, 4.2, 8.4) И. Л. Коробова, В. Т. Шароватов. . Прикладные методы в статистической динамике автоматических систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Раздел 1)	6
Итого по разделу 10		6

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы к экзамену;
- тест;
- домашнее задание;
- лабораторная работа;
- вопросы к зачету;
- экзамен;
- зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Вопросы к экзамену

Перечень выносимых на экзамен вопросов приведён в материалах учебно-методического комплекса.

Тест

Для студентов в 7-м семестре, обладающих задолженностью по предмету, т.е. не сдавших экзамен в установленные сроки, допускается сдача экзамена в форме тестирования при условии выполнения всех домашних заданий. Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент правильно ответил на 60% вопросов теста.

Для студентов в 8-м семестре, обладающих задолженностью по предмету, т.е. не сдавших зачёт в установленные сроки, допускается сдача зачёта в форме тестирования при условии выполнения всех домашних заданий. Зачёт ставится, если студент правильно ответил на 60% вопросов теста.

Перечень тестовых вопросов приведён в материалах учебно-методического комплекса. Допустимо использовать тестовые вопросы для диагностических работ.

Домашнее задание

Решения домашних заданий № 1 - 3 в 7-м семестре, № 1 в 8-м семестре представляются в рукописной форме. Все остальные домашние задания – в печатной форме. Допускается выполнение расчетов «вручную» или с использованием систем автоматизации математических расчетов (рекомендуется Matlab или Scilab/Scicos).

Каждое домашнее задание содержит набор задач по исследованию динамического звена или системы управления в соответствии с темой домашнего задания и индивидуальным вариантом.

Темы домашних заданий в 7 семестре:

1. Исследование линейных электрических цепей (составление математической модели и получение характеристик динамического звена).
2. Анализ устойчивости линейной системы управления.
3. Синтез линейной системы управления.

Темы домашних заданий в 8 семестре:

1. Анализ динамических свойств цифровой следящей системы (оценка её выходного сигнала, устойчивости и качества).
2. Исследование САУ с дискретной коррекцией.
3. Исследование автоколебаний в нелинейной системе.
4. Исследование устойчивости нелинейной САУ с неединственным состоянием равновесия.

Критерии оценивания:

Домашние задания № 1 - 3 в 7-м семестре, № 1 в 8-м семестре считаются выполненными успешно (принимаются) при следующих условиях:

- правильное выполнение всех пунктов (задач), предусмотренных заданием;
- правильное построение и оформление в соответствии с требованиями государственных стандартов ЕСКД графиков для всех получаемых в ходе выполнения задания характеристик звена или системы.

Домашние задания № 2 – 4 в 8-м семестре считаются выполненными успешно (принимаются) при следующих условиях:

- правильное выполнение всех пунктов (задач), предусмотренных заданием;
- правильное построение и оформление в соответствии с требованиями государственных стандартов ЕСКД графиков для всех получаемых в ходе выполнения задания характеристик звена или системы;
- успешная защита домашних заданий, заключающаяся в ответе на вопросы преподавателя (4 ответа из 5 правильные).

Перечень домашних заданий приведён в материалах учебно-методического комплекса.

Лабораторная работа

На первом занятии для всей группы проводится инструктаж на рабочем месте, сообщаются порядок допуска, выполнения и защиты лабораторных работ.

Допуск к ЛР:

- допуск к выполнению первой ЛР не предусмотрен;
- для допуска к выполнению следующих ЛР необходима защита первой ЛР.

Требования к выполнению ЛР:

По всем ЛР необходимо успешное решение задач при проведении моделирования в среде Matlab/Simulink на компьютере. Допускается использование бесплатного аналога Scilab/Scicos.

Отчет по ЛР: отчет предоставляется в печатной форме.

Защита ЛР предусматривает обсуждение порядка решения предусмотренных ее тематикой задач, включая проверку усвоения студентом соответствующих сведений из теории. Для успешной защиты ЛР необходимо правильно ответить на 80% вопросов (не менее 5 вопросов).

Контрольное мероприятие считается пройденным при наличии у обучающегося отметок "сдано" за все лабораторные работы.

Вопросы к зачету

Перечень вопросов, выносимых на зачет, приведён в материалах учебно-методического комплекса. Вопросы, выносимые на зачет, оформляются в виде билета.

Экзамен

Экзаменационный билет включает в себя два теоретических вопроса. Результаты оцениваются по четырехбалльной шкале («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно»).

Оценка выставляется:

а) по желанию студента, по сумме набранных в семестре баллов, согласно текущему действующему "Положению о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации

обучающихся, осваивающих образовательные программы высшего образования – программы бакалавриата, программы специалитета, программы магистратуры";

б) при проведении экзамена по билетам, согласно следующим критериям:

б.1) «отлично» - глубокое усвоение материала - полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении вопроса, правильно обоснованные решения, владение разносторонними навыками и приемами;

б.2) «хорошо» - знание программного материала - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач;

б.3) «удовлетворительно» - усвоение основного материала - при ответе допускаются неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении материала, затруднения в выполнении практических заданий, однако ответы должны быть даны по существу вопроса;

б.4) «неудовлетворительно» - незнание материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ.

Зачет

По решению преподавателя, основанием для получения зачёта является успешное и своевременное прохождение обучающимся всех видов контрольных мероприятий, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Для студентов, планомерно и успешно освоивших содержание учебной дисциплины, предусматривается возможность оформления зачёта по результатам работы в семестре при следующих условиях:

– выполнение в установленный графиком срок всех домашних заданий;

- выполнение в установленный графиком срок всех диагностических работ;

– получение допуска к зачёту до начала экзаменационной сессии.

В этом случае зачёт ставится автоматом.

Зачёт включает в себя два теоретических вопроса.

Для получения зачёта необходимо:

а) по желанию студента, набрать необходимую сумму баллов в семестре, согласно текущему действующему "Положению о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации

обучающихся, осваивающих образовательные программы высшего образования – программы бакалавриата, программы специалитета, программы магистратуры";

б) при проведении зачёта по билетам ответить на оба вопроса: при ответе допускаются неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении материала, затруднения в выполнении практических заданий, однако ответы должны быть даны по существу вопроса.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %			НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-3	ОПК-4	ОПК-7	
4	7	Раздел 1. Основные понятия теории управления.	2	2	2	0	0	0	5	5	5	Тест, Вопросы к экзамену
4	7	Раздел 2. Математические модели объектов и систем управления. Формы представления моделей.	14	8	6	0	2	6	10	10	10	Домашнее задание, Тест, Вопросы к экзамену
4	7	Раздел 3. Временные и частотные характеристики динамических звеньев и систем.	17	9	6	0	3	8	10	10	10	Домашнее задание, Тест, Вопросы к экзамену
4	7	Раздел 4. Устойчивость линейных стационарных систем.	20	12	8	0	4	8	10	10	10	Домашнее задание, Тест, Вопросы к экзамену
4	7	Раздел 5. Методы анализа линейных систем управления.	22	14	6	4	4	8	10	10	10	Домашнее задание, Тест, Вопросы к экзамену, Лабораторная работа
4	7	Раздел 6. Методы синтеза систем управления.	33	23	6	13	4	10	10	10	10	Домашнее задание, Вопросы к экзамену, Тест, Лабораторная работа
Всего за 7 семестр			108	68	34	17	17	40	55	55	55	
4	8	Раздел 7. Теория дискретных систем управления.	50	24	12	0	12	26	15	15	15	Домашнее задание, Тест, Вопросы к зачету
4	8	Раздел 8. Анализ процессов в нелинейных системах.	6	4	2	0	2	2	10	10	10	Домашнее задание, Тест, Вопросы к зачету
4	8	Раздел 9. Частотные методы анализа нелинейных систем.	40	18	8	0	10	22	10	10	10	Домашнее задание, Тест, Вопросы к зачету
4	8	Раздел 10. Расчет случайных процессов в системах управления.	12	6	4	0	2	6	10	10	10	Домашнее задание, Вопросы к зачету, Тест
Всего за 8 семестр			108	52	26	0	26	56	45	45	45	
Всего по дисциплине			216	120	60	17	43	96	100	100	100	

Критерии оценивания

ОПК-3

Вопросы открытого типа:

№ 1

Чему равна амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) системы с передаточной функцией вида $W(s) = (T_1 \cdot s + 1) / (s \cdot (T_2 \cdot s + 1))$ при $T_1 = 0,7$ и $T_2 = 0,5$ и частоте $\omega \rightarrow +\infty$?

№ 2

Чему равна фазочастотная характеристика (ФЧХ) системы в градусах с передаточной функцией вида $W(s) = k / ((T_1 \cdot s + 1) \cdot (T_2 \cdot s + 1))$ при $T_1 = 0,1$ и $T_2 = 0,01$, $k = 5$ и частоте $\omega \rightarrow +\infty$?

№ 3

Чему будет равна амплитуда выходного сигнала, если входной сигнал $U_{вх} = 5 \cdot \sin(4 \cdot t + 30 \text{ град.})$ проходит через звено с передаточной функцией $W(s) = 3 / (5 \cdot s + 1)$? Ответ указывается с двумя знаками после запятой.

№ 4

Дайте определение устойчивости по корням характеристического полинома.

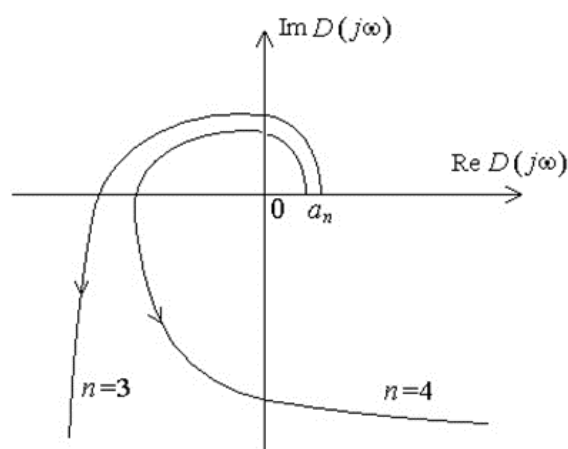
Замкнутая система будет устойчива, если _____.

№ 5

Пусть есть полином вида $D(s) = 5 \cdot s^4 + s^3 + 4 \cdot s^2 + 3 \cdot s + 2$. Посчитайте **первый** определитель матрицы Гурвица.

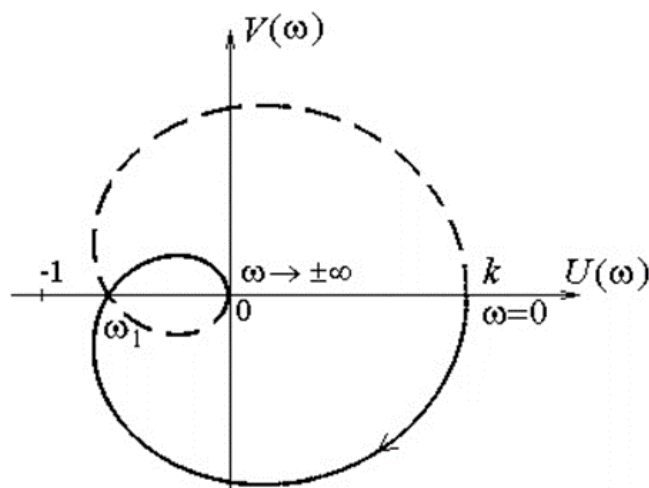
№ 6

Определите угол $\Delta \varphi_D$ по критерию Михайлова, исходя из графика годографа на рисунке при $n=3$.
Ответ – в градусах.



№ 7

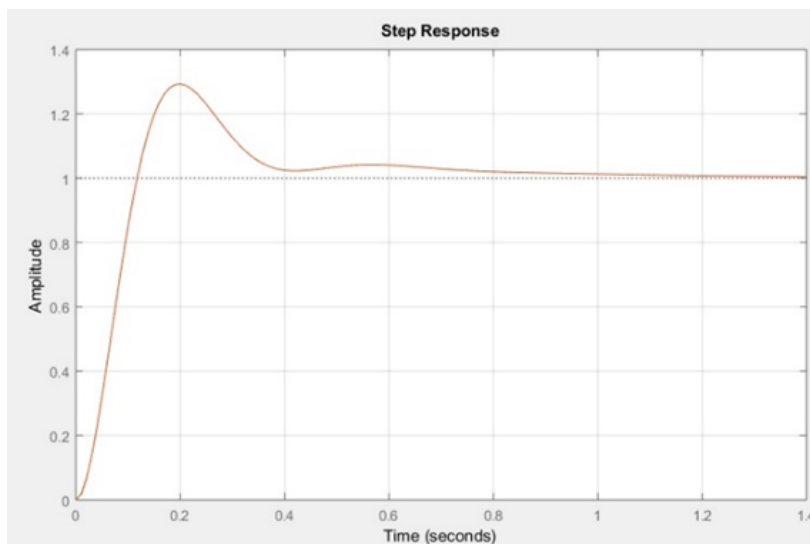
Определите, применив критерий устойчивости Найквиста, в каком состоянии находится замкнутая система с передаточной функцией вида $W(s) = k / ((T_1 \cdot s + 1) \cdot (T_2 \cdot s + 1) \cdot (T_3 \cdot s + 1))$ и ЧПФ, изображённой на рисунке.



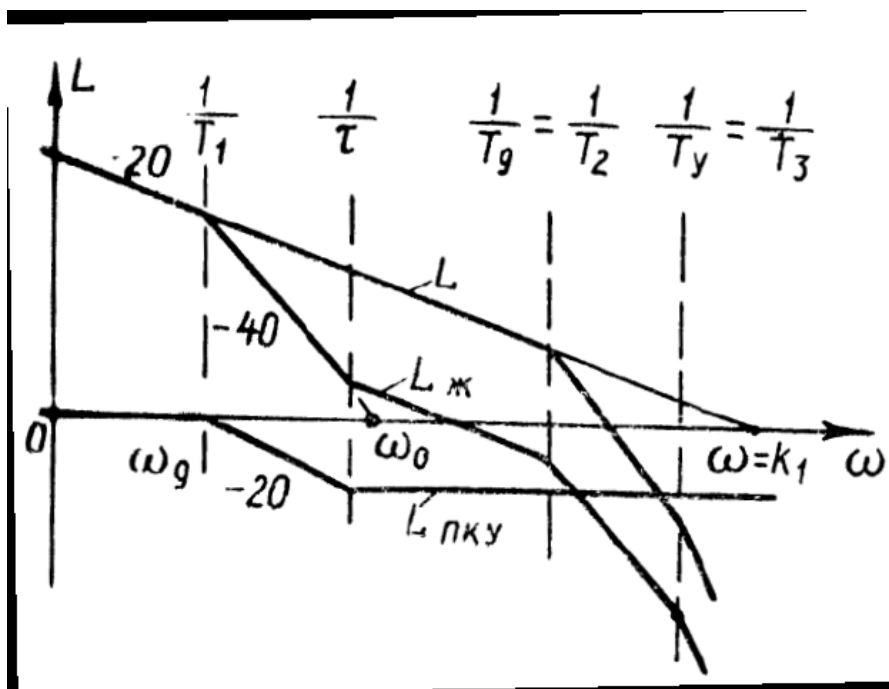
Замкнутая система _____.

№ 8

Снимите с графика величину перерегулирования σ или η в %, количество колебаний переходного процесса n и время окончания переходного процесса t_p в сек.



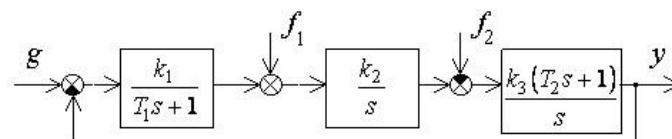
№ 9 При выполнении требований по запасам устойчивости и быстродействию был выбран следующий вариант желаемой ЛАЧХ, представленный на рисунке.



Разностная ЛАЧХ (ЛПКУ) соответствует включению _____.

№ 10 Рассчитать установившуюся ошибку по задающему воздействию $g(t)$ для структурной схемы, приведённой на рисунке, при следующих параметрах: $g(t)=2 \cdot t^{2/2} \cdot 1(t)$, $f_1(t)=3 \cdot t^{2/2} \cdot 1(t)$, $f_2(t)=4 \cdot t^{2/2} \cdot 1(t)$, $T_1=0,1\text{с}$, $T_2=0,05\text{с}$, $k_1=2$, $k_2=4$, $k_3=5$.

Ответ указать с двумя знаками после запятой. В случае если ответ равен $+\infty$ или $-\infty$, то в ответе писать $+\text{inf}$ или $-\text{inf}$ соответственно.



Вопросы закрытого типа:

№ 1 Автоматическое управление – это:

- а) автоматическое воздействие на объект, приводящее к улучшению его состояния;
- б) заданное воздействие на объект, приводящее к целенаправленному изменению его состояния;
- в) постоянное воздействие на объект, приводящее к улучшению состояния;
- г) целенаправленное воздействие на объект, приводящее к заданному изменению его состояния.

№ 2 Формы математического описания, применяемые в ТАУ:

- а) структурно-динамическая схема;
- б) передаточные функции;

- в) общие дифференциальные уравнения;
- г) система дифференциальных уравнений;
- д) векторно-матричная форма.

№ 3

При получении АЧХ и ФЧХ на вход звена подаётся входной сигнал вида:

- а) $1(t)$;
- б) $\delta(t)$;
- в) $\sin(\omega \cdot t)$;
- г) $\sin^2(\omega \cdot t)$.

№ 4

Последовательное соединение звеньев находится по следующей формуле:

- а) $W(s) = \Pi W_i(s)$;
- б) $W(s) = \Sigma W_i(s)$;
- в) $W(s) = W_1(s) / (1 + W_{oc}(s) \cdot W_1(s))$;
- г) $W(s) = W_1(s) / (1 - W_{oc}(s) \cdot W_1(s))$.

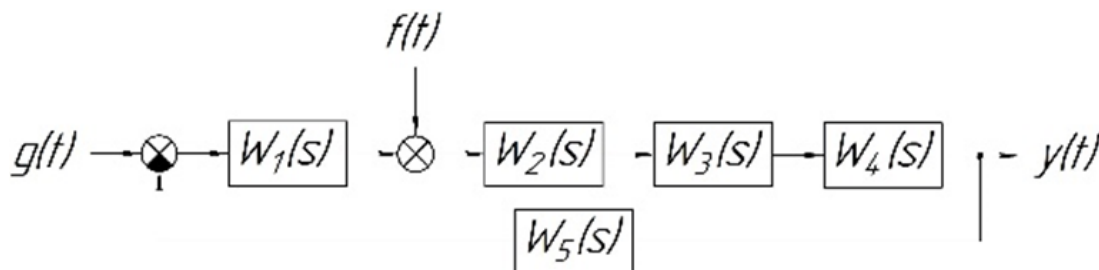
№ 5

Передаточная функция разомкнутой системы по задающему воздействию – это:

- а) $W(s) = Y(s) / G(s)$ при $W_{oc}(s) = 0$;
- б) $\Phi(s) = Y(s) / G(s) = W(s) / (1 + W_{oc}(s) \cdot W(s))$;
- в) $\Phi_x(s) = X(s) / G(s) = 1 - \Phi(s)$;
- г) $Wf(s) = Y(s) / F(s)$ при $W_{oc}(s) = 0$;
- д) $\Phi f(s) = Y(s) / F(s) = Wf(s) / (1 + W_{oc}(s) \cdot W(s))$;
- е) $\Phi_x f(s) = X(s) / F(s) = -\Phi f(s)$.

№ 6

Определить передаточную функцию **разомкнутой** системы по **задающему** воздействию, исходя из схемы на рисунке



- а) $W_1(s) \cdot W_2(s) \cdot W_3(s) \cdot W_4(s)$;
- б) $W_2(s) \cdot W_3(s) \cdot W_4(s)$;
- в) $W_3(s) \cdot W_4(s)$;
- г) $W_4(s)$;
- д) $W_1(s) \cdot W_2(s) \cdot W_3(s) \cdot W_4(s) \cdot W_5(s)$;
- е) $W_1(s) \cdot W_2(s) \cdot W_3(s)$;
- ё) $W_1(s) \cdot W_2(s)$.

№ 7

Критерий устойчивости Найквиста предусматривает анализ устойчивости замкнутой системы по:

- а) ЛАЧХ и ЛФЧХ разомкнутой системы;
- б) АФЧХ (годографу) разомкнутой системы;
- в) АЧХ и ФЧХ замкнутой системы;
- г) АФЧХ (годографу) замкнутой системы;
- д) временным характеристикам (переходной и весовой функциям) разомкнутой системы;

- № 8 е) временным характеристикам (переходной и весовой функциям) замкнутой системы. Поставьте в соответствие показатель качества и группу, к которой он относится.

Показатели качества:

- 1) максимальная амплитуда сигнала ошибки x_{\max} ;
- 2) установившаяся ошибка $x_{\text{уст}}$;
- 3) величина перерегулирования σ или η ;
- 4) количество колебаний n переходного процесса;
- 5) время переходного процесса t_p ;
- 6) степень устойчивости η ;
- 7) колебательность μ ;
- 8) затухание за период ξ ;
- 9) запасы устойчивости по амплитуде LA ;
- 11) показатель колебательности M ;
- 12) полоса пропускания АЧХ замкнутой системы $\Delta\omega$ или частота максимума (резонанса) АЧХ ω_m ;
- 13) частота среза АЧХ разомкнутой системы ω_c .

Группы:

- а) критерии (показатели) запасов устойчивости;
- б) критерии (показатели) быстродействия;
- в) критерии (показатели точности);
- г) комплексные критерии (показатели) качества;
- д) интегральные показатели качества.

№ 9

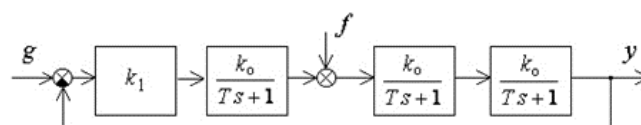
Установившейся (статической) ошибкой называют:

- а) постоянное значение сигнала ошибки $x(t)$, т.е. $x_{\text{уст}} = \lim_{t \rightarrow \infty} x(t)$;
- б) значение сигнала ошибки $x(t) = g(t) - y(t)$;
- в) передаточную функцию замкнутой системы по ошибке $\Phi x(s)$ по задающему воздействию;
- г) передаточную функцию замкнутой системы по ошибке $\Phi x f(s)$ по возмущающему воздействию;
- д) максимальную амплитуду сигнала ошибки $x_{\max} \approx g_{\max} / A(\omega g)$.

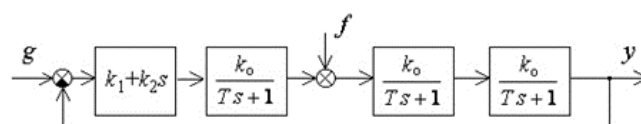
- № 10 Поставьте в соответствие структурные схемы и соответствующие им регуляторы или фильтры.

Структурные схемы:

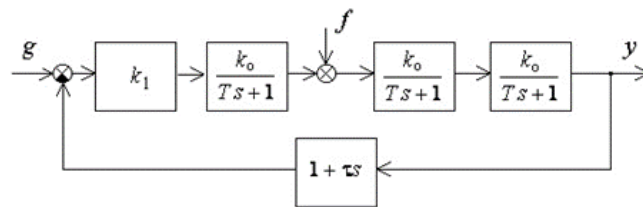
1)



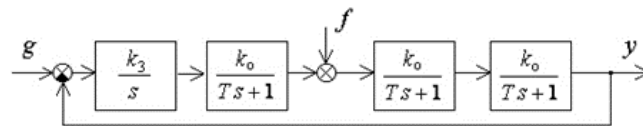
2)



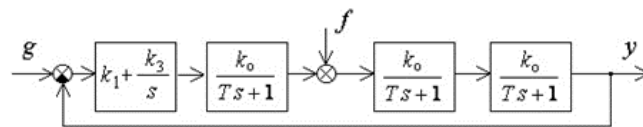
3)



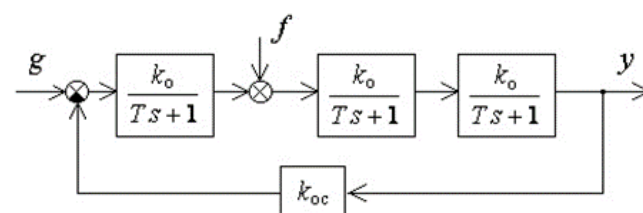
4)



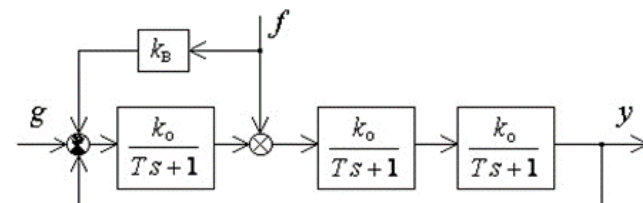
5)



6)



7)



Регуляторы или фильтры

- а) П-регулятор (пропорциональный регулятор);
- б) ПД-регулятор (пропорционально-дифференциальный) в прямой цепи;
- в) ПД-регулятор (пропорционально-дифференциальный) в виде гибкой обратной связи;
- г) И-регулятор (интегральный);
- д) ПИ-регулятор (пропорционально-интегральный, иначе изодромный);
- е) регулирование с помощью неединичной обратной связи;
- е) комбинированное регулирование (теория инвариантности);
- ж) фильтр Калмана;
- з) фильтр Чебышева;
- и) фильтр Маджвика.

ОПК-4

Вопросы открытого типа:

№ 1

Чему равна амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) системы с передаточной функцией вида $W(s)=k/((T_1 \cdot s+1) \cdot (T_2 \cdot s+1))$ при $T_1=0,7$ и $T_2=0,5$, $k=5$ и частоте $\omega \rightarrow +\infty$?

№ 2

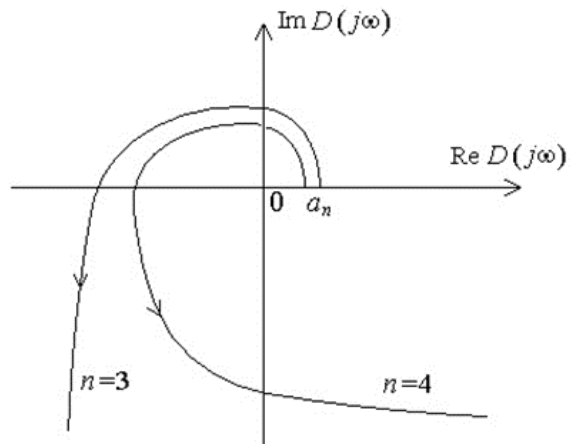
Чему равна фазочастотная характеристика (ФЧХ) системы **в градусах** с передаточной функцией вида $W(s)=(T_1 \cdot s+1)/(s \cdot (T_2 \cdot s+1))$ при $T_1=0,1$ и $T_2=0,01$ и частоте $\omega \rightarrow +\infty$?

№ 3 Чему будет равна фаза выходного сигнала, если входной сигнал $U_{вх}=5 \cdot \sin(4 \cdot t+30 \text{ град.})$ проходит через звено с передаточной функцией $W(s)=3/(5 \cdot s+1)$? Ответ указывается в градусах с двумя знаками после запятой.

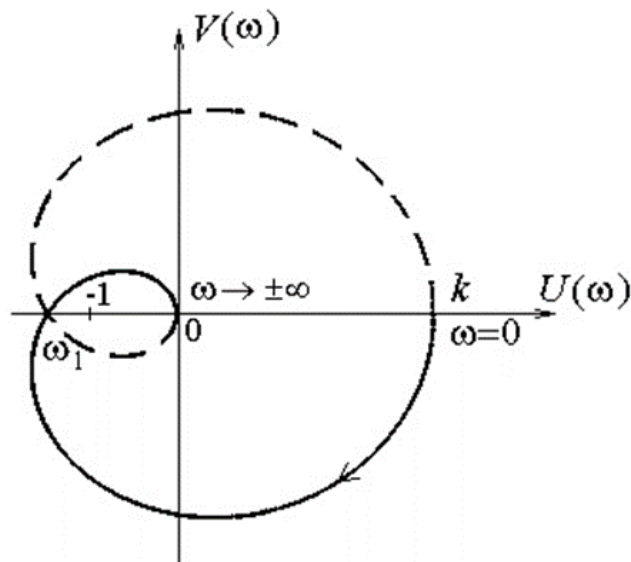
№ 4 Дайте формулировку критерия устойчивости Гурвица.

№ 5 Пусть есть полином вида $D(s)=2 \cdot s^4+4 \cdot s^3+9 \cdot s^2+1 \cdot s+7$. Посчитайте **первый** определитель матрицы Гурвица.

№ 6 Определите угол $\Delta \varphi$ по критерию Михайлова, исходя из графика годографа на рисунке при $n=4$. Ответ – в градусах.



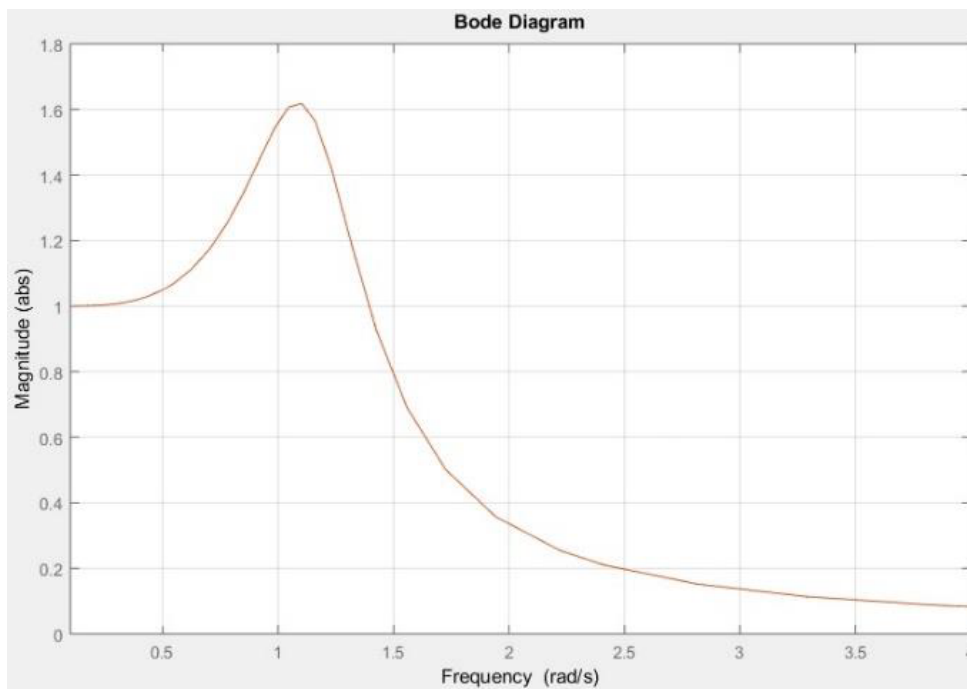
№ 7 Определите, применив критерий устойчивости Найквиста, в каком состоянии находится замкнутая система с передаточной функцией вида $W(s)=k/((T_1s+1) \cdot (T_2s+1) \cdot (T_3s+1))$ и ЧПФ, изображённой на рисунке.



Замкнутая система _____.

№ 8

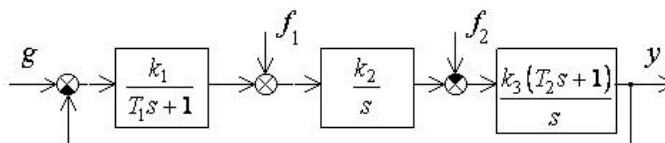
Снимите с графика показатель колебательности M и полосу пропускания $\Delta \omega$ в рад/с.



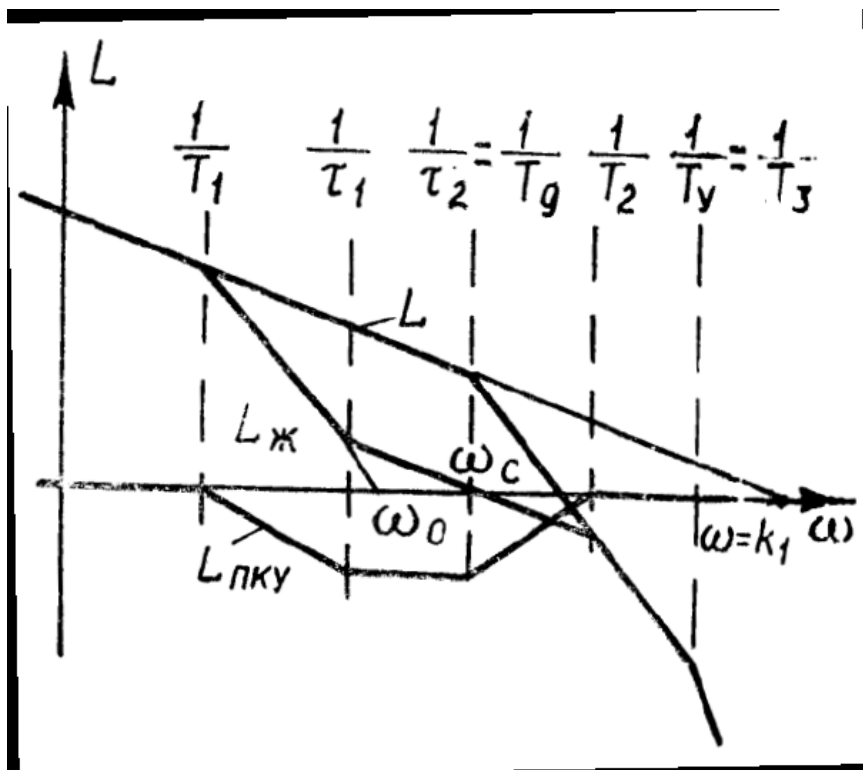
№ 9

Рассчитать максимальную амплитуду ошибки по задающему воздействию $g(t)$ для структурной схемы, приведённой на рисунке, при следующих параметрах: $g(t)=2 \cdot \sin(\omega \cdot t)$, $f_1(t)=3 \cdot \sin(2 \cdot \omega \cdot t)$, $f_2(t)=4 \cdot \sin(3 \cdot \omega \cdot t)$, $T_1=0,1$ с, $T_2=0,05$ с, $k_1=2$, $k_2=4$, $k_3=5$.

Ответ указать с двумя знаками после запятой. В случае если ответ равен $+\infty$ или $-\infty$, то в ответе писать $+\text{inf}$ или $-\text{inf}$ соответственно.



№ 10 При выполнении требований по запасам устойчивости и быстродействию был выбран следующий вариант желаемой ЛАЧХ, представленный на рисунке.



Разностная ЛАЧХ (ЛПКУ) соответствует включению _____.

Вопросы закрытого типа:

№ 1 Основные задачи анализа в ТАУ:

- а) исследование свойств системы, прежде всего, устойчивости;
- б) оценка показателей качества системы;
- в) корректировка существующей системы;
- г) построение новой системы в соответствии с требованиями к ее свойствам и качеству.

№ 2 Основной формой математического описания, применяемой в ТАУ, является (ются):

- а) структурно-динамическая схема;
- б) передаточные функции;
- в) общие дифференциальные уравнения;
- г) система дифференциальных уравнений;
- д) векторно-матричная форма.

№ 3 АЧХ может быть найдена из следующих соотношений:

- а) $A(\omega) = |W(j \cdot \omega)|$;
- б) $A(\omega) = \arg(W(j \cdot \omega))$;
- в) $A(\omega) = \sqrt{U(\omega)^2 + V(\omega)^2}$;
- г) $A(\omega) = \arctg(V(\omega)/U(\omega))$.

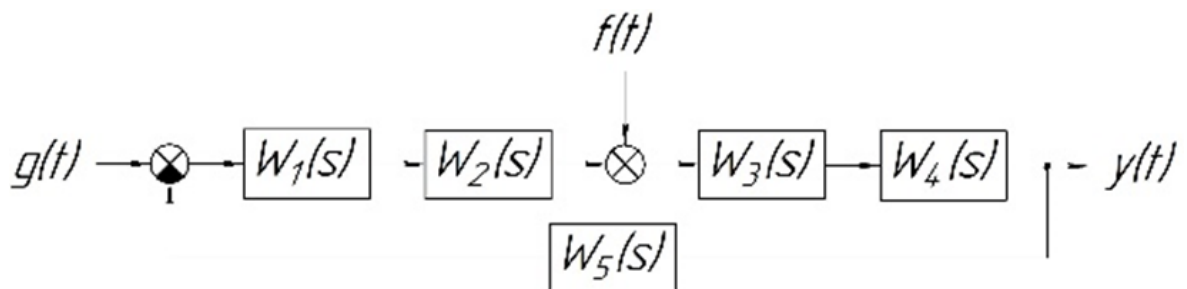
№ 4 Параллельное соединение звеньев находится по следующей формуле:

- а) $W(s) = \Pi W_i(s)$;
- б) $W(s) = \Sigma W_i(s)$;
- в) $W(s) = W_1(s) / (1 + W_{oc}(s) \cdot W_1(s))$;
- г) $W(s) = W_1(s) / (1 - W_{oc}(s) \cdot W_1(s))$.

№ 5 Передаточная функция замкнутой системы по задающему воздействию – это:

- а) $W(s) = Y(s)/G(s)$ при $W_{oc}(s) = 0$;
- б) $\Phi(s) = Y(s)/G(s) = W(s) / (1 + W_{oc}(s) \cdot W(s))$;
- в) $\Phi_x(s) = X(s)/G(s) = 1 - \Phi(s)$;
- г) $Wf(s) = Y(s)/F(s)$ при $W_{oc}(s) = 0$
- д) $\Phi f(s) = Y(s)/F(s) = Wf(s) / (1 + W_{oc}(s) \cdot W(s))$;
- е) $\Phi_x f(s) = X(s)/F(s) = -\Phi f(s)$.

№ 6 Определить передаточную функцию **разомкнутой** системы по **возмущающему** воздействию, исходя из схемы на рисунке



- а) $W_1(s) \cdot W_2(s) \cdot W_3(s) \cdot W_4(s)$;
- б) $W_2(s) \cdot W_3(s) \cdot W_4(s)$;
- в) $W_3(s) \cdot W_4(s)$;
- г) $W_4(s)$;
- д) $W_1(s) \cdot W_2(s) \cdot W_3(s) \cdot W_4(s) \cdot W_5(s)$;
- е) $W_1(s) \cdot W_2(s) \cdot W_3(s)$;
- ё) $W_1(s) \cdot W_2(s)$.

№ 7 Критерий устойчивости Найквиста наиболее широко используется на практике по следующим причинам:

- а) передаточная функция и частотные характеристики для разомкнутой системы могут быть получены проще, чем для замкнутой;
- б) помимо анализа устойчивости обеспечивается определение ряда показателей качества системы;
- в) для анализа устойчивости и качества системы в принципе не требуется математическая модель, так как критерий допускает работу с экспериментально полученными частотными характеристиками;
- г) критерий Найквиста положен в основу достаточно простых и удобных процедур синтеза систем;
- д) «классический» вариант критерия разработан для случая единичной отрицательной обратной связи, но легко распространяется и на общий случай.

№ 8 Поставьте в соответствие показатель качества и ту функцию, с которой он снимается или которая на вход системы подаётся.

Показатели качества:

- 1) максимальная амплитуда сигнала ошибки x_{\max} ;
- 2) установившаяся ошибка $x_{уст}$;
- 3) величина перерегулирования σ или η ;
- 4) количество колебаний n переходного процесса;
- 5) время переходного процесса t_p ;
- 6) степень устойчивости η ;
- 7) колебательность μ ;
- 8) затухание за период ξ ;
- 9) запасы устойчивости по амплитуде LA ;
- 10) запасы устойчивости по фазе $\mu\varphi$;
- 11) показатель колебательности M ;
- 12) полоса пропускания АЧХ замкнутой системы $\Delta\omega$ или частота максимума (резонанса) АЧХ ω_m ;
- 13) частота среза АЧХ разомкнутой системы ω_c .

Функции:

- а) гармонический входной сигнал;
- б) входной сигнал вида степенного ряда (единичная ступенчатая функция и т.д.);
- в) переходная функция;
- г) ЛАЧХ разомкнутой системы;
- д) ЛФЧХ разомкнутой системы;
- е) АЧХ замкнутой системы;
- ё) ФЧХ замкнутой системы;
- ж) ЛАЧХ замкнутой системы;
- з) ЛФЧХ замкнутой системы;
- и) корневая плоскость с обозначением нулей и полюсов передаточной функции замкнутой системы;
- й) корневая плоскость с обозначением нулей и полюсов передаточной функции разомкнутой системы.

№ 9 Структурный признак астатизма по задающему воздействию в системе с единичной отрицательной обратной связью состоит в:

- а) наличии нулевых корней в знаменателе передаточной функции разомкнутой системы, или интегрирующих звеньев в прямой цепи системы;
- б) наличии нулевых корней в знаменателе передаточной функции участка системы до точки приложения воздействия, или интегрирующих звеньев на том же участке;
- в) наличии нулевых корней в числителе передаточной функции разомкнутой системы, или дифференцирующих звеньев в прямой цепи системы;
- г) наличии нулевых корней в числителе передаточной функции участка системы до точки приложения воздействия, или дифференцирующих звеньев на том же участке.

№ 10 Укажите основные способы повышения точности:

- а) повышение общего коэффициента усиления разомкнутой системы или применение П-регулятора;
- б) введение производной в закон управления или применение ПД-регулятора;
- в) применение ПД-регулятора в виде гибкой обратной связи;
- г) обеспечение астатизма путём введения интеграла в закон управления или применение И-регулятора;
- д) обеспечение астатизма путём применения пропорционально-интегрального закона управления (изотропного), или ПИ-регулятора;
- е) обеспечение астатизма путём введения жёсткой неединичной обратной связи;
- ё) обеспечение астатизма по задающему воздействию с помощью комбинированного регулирования;
- ж) обеспечение астатизма по возмущающему воздействию с помощью комбинированного регулирования;
- з) понижение общего коэффициента усиления разомкнутой системы или применение П-регулятора;
- и) обеспечение астатизма путём введения производной в закон управления или применение ПД-регулятора;
- й) обеспечение астатизма путём введения гибкой обратной связи.

ОПК-7

Вопросы открытого типа:

№ 1

Чему равна амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) системы с передаточной функцией вида $W(s) = (T_1 \cdot s + 1) / (T_2 \cdot s + 1)$ при $T_1 = 0,1$ и $T_2 = 0,01$ и частоте $\omega \rightarrow +\infty$?

№ 2

Чему равна фазочастотная характеристика (ФЧХ) системы в **градусах** с передаточной функцией вида $W(s) = (T_1 \cdot s + 1) / (T_2 \cdot s + 1)$ при $T_1 = 0,7$ и $T_2 = 0,5$ и частоте $\omega \rightarrow +\infty$?

№ 3

Чему будет равна фаза выходного сигнала, если входной сигнал $U_{вх} = 4 \cdot \sin(5 \cdot t + 20 \text{ град.})$ проходит через звено с передаточной функцией $W(s) = (3 \cdot s + 1) / (5 \cdot s + 1)$?

№ 4

Дайте формулировку критерия устойчивости Михайлова.

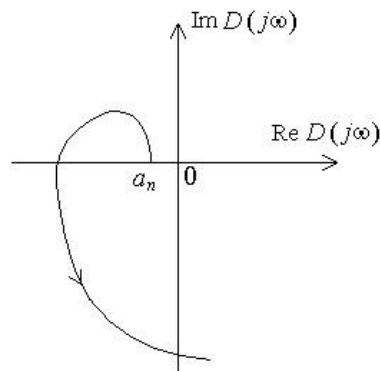
№ 5

Пусть есть полином вида $D(s) = 5 \cdot s^4 + s^3 + 4 \cdot s^2 + 3 \cdot s + 2$. Посчитайте второй определитель матрицы Гурвица.

№ 6

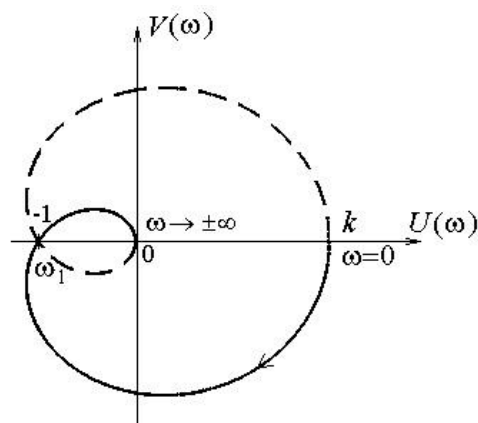
Определите угол $\Delta \varphi$ по критерию Михайлова, исходя из графика годографа на рисунке ($n=4$).

Ответ – в градусах.



№ 7

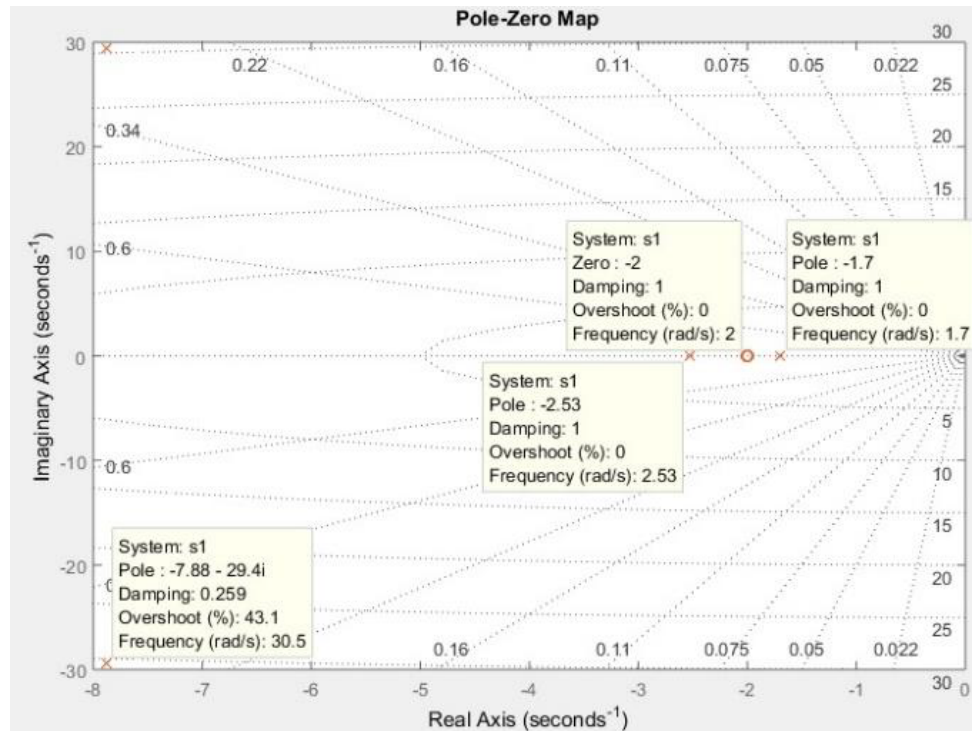
Определите, применив критерий устойчивости Найквиста, в каком состоянии находится замкнутая система с передаточной функцией вида $W(s) = k / ((T_1 \cdot s + 1) \cdot (T_2 \cdot s + 1) \cdot (T_3 \cdot s + 1))$ и ЧПФ, изображённой на рисунке.



Замкнутая система _____.

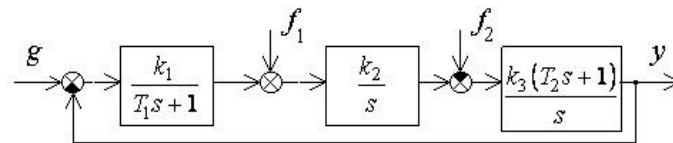
№ 8

Снимите с корневой плоскости степень устойчивости η и колебательность μ , посчитайте затухание за период ξ в %.

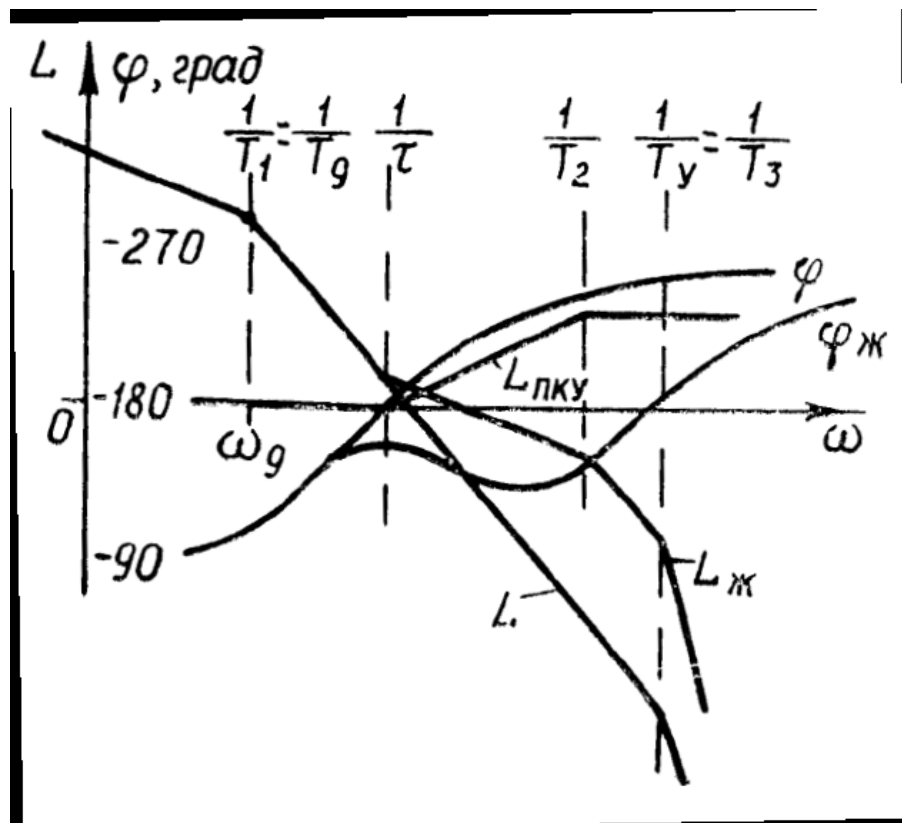


№ 9 Рассчитать установившуюся ошибку по возмущающему воздействию $f_1(t)$ для структурной схемы, приведённой на рисунке, при следующих параметрах: $g(t)=2 \cdot 1(t)$, $f_1(t)=3 \cdot 1(t)$, $f_2(t)=4 \cdot 1(t)$, $T_1=0,1$ с, $T_2=0,05$ с, $k_1=2$, $k_2=4$, $k_3=5$.

Ответ указать с одним знаком после запятой. В случае если ответ равен $+\infty$ или $-\infty$, то в ответе писать $+\text{inf}$ или $-\text{inf}$ соответственно.



№ 10 При выполнении требований по запасам устойчивости и быстродействию был выбран следующий вариант желаемой ЛАЧХ, представленный на рисунке.



Разностная ЛАЧХ (ЛПКУ) соответствует включению _____.

Вопросы закрытого типа:

№ 1 Основные задачи синтеза в ТАУ:

- а) исследование свойств системы, прежде всего, устойчивости;
- б) оценка показателей качества системы;
- в) корректировка существующей системы;
- г) построение новой системы в соответствии с требованиями к ее свойствам и качеству.

№ 2 Передаточная функция звена или системы – это:

- а) отношение изображений по Лапласу его выходного и входного сигналов при нулевых начальных условиях и отсутствии других входных сигналов;
- б) сумма изображений по Лапласу его выходного и входного сигналов при нулевых начальных условиях и отсутствии других входных сигналов;
- в) разность изображений по Лапласу его выходного и входного сигналов;
- г) отношение изображений по Лапласу его выходного и входного сигналов при ненулевых начальных условиях;
- д) умножение изображений по Лапласу его выходного и входного сигналов при нулевых начальных условиях и отсутствии других входных сигналов.

№ 3 ФЧХ может быть найдена из следующих соотношений:

- а) $\varphi(\omega) = |W(j \cdot \omega)|$;
- б) $\varphi(\omega) = \arg(W(j \cdot \omega))$;
- в) $\varphi(\omega) = \sqrt{U(\omega)^2 + V(\omega)^2}$;
- г) $\varphi(\omega) = \arctg(V(\omega)/U(\omega))$.

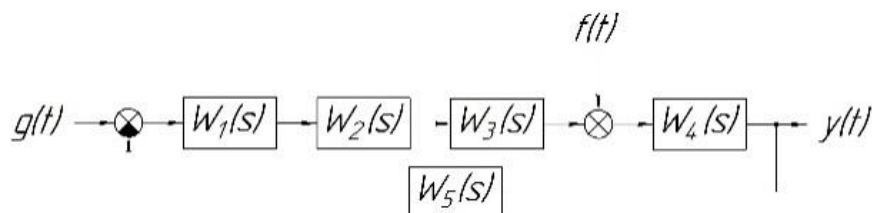
№ 4 Соединение звеньев в цепь с отрицательной обратной связью находится по следующей формуле:

- а) $W(s) = \Pi W_i(s)$;
- б) $W(s) = \Sigma W_i(s)$;
- в) $W(s) = W_1(s)/(1 + W_{oc}(s) \cdot W_1(s))$;
- г) $W(s) = W_1(s)/(1 - W_{oc}(s) \cdot W_1(s))$.

№ 5 Передаточная функция замкнутой системы по ошибке от задающего воздействия – это:

- а) $W(s) = Y(s)/G(s)$ при $W_{oc}(s) = 0$;
- б) $\Phi(s) = Y(s)G(s) = W(s)/(1 + W_{oc}(s) \cdot W(s))$;
- в) $\Phi_x(s) = X(s)/G(s) = 1 - \Phi(s)$;
- г) $Wf(s) = Y(s)/F(s)$ при $W_{oc}(s) = 0$
- д) $\Phi f(s) = Y(s)/F(s) = Wf(s)/(1 + W_{oc}(s) \cdot W(s))$;
- е) $\Phi_x f(s) = X(s)/F(s) = -\Phi f(s)$.

№ 6 Определить передаточную функцию разомкнутой системы по возмущающему воздействию, исходя из схемы на рисунке



- а) $W_1(s) \cdot W_2(s) \cdot W_3(s) \cdot W_4(s)$;
- б) $W_2(s) \cdot W_3(s) \cdot W_4(s)$;
- в) $W_3(s) \cdot W_4(s)$;
- г) $W_4(s)$;
- д) $W_1(s) \cdot W_2(s) \cdot W_3(s) \cdot W_4(s) \cdot W_5(s)$;

е) $W_1(s) \cdot W_2(s) \cdot W_3(s)$;

ё) $W_1(s) \cdot W_2(s)$.

№ 7

Выберите правильные формулировки критерия устойчивости Найквиста:

а) для устойчивости замкнутой системы необходимо и достаточно, чтобы при изменении частоты от 0 до $+\infty$ угол поворота изображающего вектора ЧПФ разомкнутой системы $W(j\omega)$ относительно точки с координатами $(-1; 0j)$ в положительном направлении (против часовой стрелки) составил $\pi \cdot l$, где l – количество корней знаменателя передаточной функции разомкнутой системы, лежащих в правой полуплоскости (с положительными вещественными частями);

б) для устойчивости разомкнутой системы необходимо и достаточно, чтобы при изменении частоты от 0 до $+\infty$ угол поворота изображающего вектора ЧПФ замкнутой системы $W(j\omega)$ относительно точки с координатами $(-1; 0j)$ в положительном направлении (против часовой стрелки) составил $2 \cdot \pi \cdot l$, где l – количество корней знаменателя передаточной функции разомкнутой системы, лежащих в правой полуплоскости (с положительными вещественными частями);

в) для устойчивости замкнутой системы необходимо и достаточно, чтобы при изменении частоты от 0 до $+\infty$ сумма переходов ЛФЧХ разомкнутой системы через «критический отрезок» была равна $l/2$, где l – количество корней знаменателя передаточной функции разомкнутой системы, лежащих в правой полуплоскости (с положительными вещественными частями);

г) для устойчивости замкнутой системы необходимо и достаточно, чтобы при изменении частоты от $-\infty$ до $+\infty$ сумма переходов ЛФЧХ замкнутой системы через «критический отрезок» была равна $l/2$, где l – количество корней знаменателя передаточной функции разомкнутой системы, лежащих в правой полуплоскости (с положительными вещественными частями).

№ 8

Для построения (определения) границ области устойчивости используются:

а) необходимый критерий (условие) устойчивости ($a_0 > 0$ и $a_n > 0$);

б) дополнительный критерий $\Delta =$

$\partial X / \partial A$	$\partial X / \partial B$
$\partial Y / \partial A$	$\partial Y / \partial B$

в) критерий устойчивости Гурвица;

г) критерий устойчивости Найквиста;

д) критерий устойчивости Попова.

№ 9

Структурный признак астатизма по **возмущающему** воздействию в системе с единичной отрицательной обратной связью состоит в:

а) наличии нулевых корней в знаменателе передаточной функции разомкнутой системы, или интегрирующих звеньев в прямой цепи системы;

б) наличии нулевых корней в знаменателе передаточной функции участка системы до точки приложения воздействия, или интегрирующих звеньев на том же участке;

в) наличии нулевых корней в числителе передаточной функции разомкнутой системы, или дифференцирующих звеньев в прямой цепи системы;

г) наличии нулевых корней в числителе передаточной функции участка системы до точки приложения воздействия, или дифференцирующих звеньев на том же участке.

№ 10

Введение в систему производной или пропорционально-дифференциального закона управления (ПД-регулятора) с передаточной функцией $W(s) = k_1 + k_2 \cdot s$ ($k_1 > 1$) приводит к:

а) уменьшению установившихся ошибок (повышению точности системы);

б) повышению установившихся ошибок (уменьшению точности системы);

в) уменьшению запасов устойчивости, т.е. приближению к колебательной границе устойчивости;

г) повышению запасов устойчивости, т.е. удалению системы от колебательной границы устойчивости;

д) увеличению критического значения коэффициента передачи и соответственно расширению границы изменения коэффициента усиления регулятора;

- е) реализации данного способа в виде включения гибкой обратной связи;
- ё) необходимости обеспечить измерение как самой регулируемой величины, так и скорости ее изменения;
- ж) появлению астатизма в системе по задающему и, в зависимости от места расположения звена в структурной схеме, возмущающему воздействиям;
- з) в части случаев, структурной неустойчивости системы управления;
- и) обеспечению астатизма первого порядка путем введения в систему жесткой неединичной обратной связи;
- й) обеспечению астатизма по задающему и возмущающему воздействиям с помощью дополнения структуры системы цепями компенсации воздействий;
- к) значительному усилению высокочастотной части спектра входного сигнала, что обычно способствует увеличению влияния помех.