

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Знаменский Е.А.

« ____ » _____ 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: 2026

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 Оськин И.А., д.т.н.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Заведующий кафедрой Оськин И.А., д.т.н.

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 — Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности

ОПК-4 — Способен осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов

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;.

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-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-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-1.1 — Способен разрабатывать и исследовать электромеханические и электронные автономные системы управления действием высокودинамичных объектов в условиях повышенных внешних воздействий
- ПК-1.3 — Способен разрабатывать информационно-измерительные компоненты автономных информационных и управляющих систем
- ПК-93 — Способен генерировать новые идеи для решения задач цифровой экономики, абстрагироваться от стандартных моделей, перестраивать сложившиеся способы решения задач, выдвигать альтернативные варианты действий с целью выработки новых оптимальных алгоритмов

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
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
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
4	7	Раздел 3. Временные и частотные характеристики динамических звеньев и систем. 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
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
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
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
Всего за 7 семестр			108	68	34	17	17	40	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 экстраполаторами 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
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
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
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 стационарном системе. 10.3 Статистическая линеаризация нелинейной стационарной системы.	12	6	4	0	2	6	10	10
Всего за 8 семестр			108	52	26	0	26	56	45	45
Всего по дисциплине			216	120	60	17	43	96	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		Получение временных характеристик динамических звеньев. Разбор д/з № 1.	1
4	Раздел 3. Временные и частотные характеристики динамических звеньев и систем.	Получение частотных характеристик звеньев. Построение амплитудно-фазовой характеристики. Разбор д/з № 1.	1
5		Логарифмические частотные характеристики. Построение асимптотических ЛАХ. Разбор д/з № 1.	1
6		Анализ устойчивости алгебраическими методами. Разбор д/з № 2. Приём д/з № 1.	2
7	Раздел 4. Устойчивость линейных стационарных систем.	Анализ устойчивости частотными методами. Разбор д/з № 2. Приём д/з № 1.	2
8		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	Раздел 5. Методы анализа линейных систем управления.	Расчет установившихся ошибок.	1
11		Параметрический синтез линейных систем. Расчет последовательного корректирующего звена и анализ его влияния на систему (устойчивости и качества	3

		скорректированной системы). Разбор д/з № 3. Приём д/з № 1, 2.	
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 рекомендуемом литературе.	2
17	Раздел 9. Частотные методы анализа нелинейных систем.	Выполнение домашнего задания № 3.	9
18		Выполнение домашнего задания № 4.	9
19		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемом литературе.	4
20		Раздел 10. Расчет случайных процессов в системах управления.	Изучение предусмотренных программ о и дидактических единиц по рекомендуемом литературе.
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;
- ЛР – лабораторная работа;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену;
- Тест – тест;
- Вопр. Зач – вопросы к зачету;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- лабораторная работа;
- вопросы к экзамену;
- тест;
- 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. Фрадков. Использование системы Scilab. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 181 экз.
4. А. В. Пантелеев, А. С. Бортакровский. . 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, 2010, 169 экз.
8. Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. . Теория управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2001, 107 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. . Теория автоматического управления дискретных и цифровых систем летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 44 экз.
20. 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.
21. Л. В. Полонская ; Ленингр. мех. ин-т. Теория автоматического управления. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, , 70 экз.
22. Л. В. Полонская ; Ленингр. мех. ин-т. Теория автоматического управления. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, , 74 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/ElLibM.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»;
3. <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. Matlab 2015a SP1;
4. Microsoft Office;
5. 7-Zip;
6. Scilab;
7. Google Chrome;
8. PTC Mathcad Prime 5.0;
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 Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности;

ОПК-4 Способен осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов.

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;
- лабораторная работа;
- вопросы к экзамену;
- тест;
- 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. 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) Л. С. Исаков, Е. А. Курилова. . Основы теории систем радиоавтоматики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (Подраздел 1.2)	2
Выполнение домашнего задания № 2.	И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы: М.: Питер, 2005 (Главы 2, 3) Л. В. Полонская ; Ленингр. мех. ин-т. Теория автоматического управления: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (Глава 2) А. В. Пантелеев, А. С. Борताковский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (Подраздел 1.1)	2
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 - 4) И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Лекции 2 - 4, 13) И. Л. Коробова, В. Н. Щерба. Применение преобразования Лапласа для решения инженерных задач: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (Глава 1) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Занятие 1, 5) . 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)	2
Итого по разделу 2		6
Раздел 3. Временные и частотные характеристики динамических звеньев и систем.		
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)	2
Выполнение домашнего задания № 1.	В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Лекции 2 - 9) 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) . 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) И. Л. Коробова, В. Н. Щерба. Применение преобразования Лапласа для решения инженерных задач: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (Все) И. Л. Коробова, Б. П. Родин. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Занятие 1) В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (Глава 4) Л. В. Полонская ; Ленингр. мех. ин-т. Теория	6

	автоматического управления: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (Главы 2, 3)	
Итого по разделу 3		8
Раздел 4. Устойчивость линейных стационарных систем.		
Выполнение домашнего задания № 2.	А. В. Пантелеев, А. С. Бортакоский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (П. 1.4.1) Л. В. Полонская ; Ленингр. мех. ин-т. Теория автоматического управления: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (Глава 4) И. Л. Коробова, Б. П. Родин. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Занятия 6 - 7) В. Ю. Лавров, А. З. Копылов. . Управление в технических системах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (П. 5.1, 5.2) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Занятия 6, 7) В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Лекции 9 -15)	6
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Лекции 8 - 11) В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (П. 6.1 - 6.6) . 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)	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".	И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы: М.: Питер, 2005 (П. 3, 6.1 - 6.4) И. Л. Коробова, Б. П. Родин. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Занятие 9) В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Лекции 16 - 17) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Занятие 8) Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. . Элементы математического моделирования в программных средах MATLAB 5 и Scilab: СПб.: Наука, 2001 (Глава 1) И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Лекция 12) В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (Глава 8)	5
Выполнение д/з № 1 - 2, подготовка отчёта по л/р № 1.	Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2001 (Л/р №1) Л. В. Полонская ; Ленингр. мех. ин-т. Теория автоматического управления: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (Глава 1)	3
Итого по разделу 5		8
Раздел 6. Методы синтеза систем управления.		
Выполнение домашнего задания № 3.	И. Л. Коробова, Б. П. Родин. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Занятие 9)	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.	. 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)	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.	Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. . Элементы математического моделирования в программных средах MATLAB 5 и Scilab: СПб.: Наука, 2001 (Глава 1) Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (Занятие № 1) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Занятия 8 - 10) Л. С. Исаков, Е. А. Курилова. . Основы теории систем радиоавтоматики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (Лекция 12) В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Лекции 18, 19)	5

	<p>И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы: М.: Питер, 2005 (Лекция 12)</p> <p>Л. В. Полонская ; Ленингр. мех. ин-т. Теория автоматического управления: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (Глава 2)</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>А. Б. Андриевский, Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. Использование системы Scilab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (Раздел 1)</p> <p>В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (Главы 8 - 10)</p>	
Итого по разделу 6		10
Раздел 7. Теория дискретных систем управления.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	<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>А. В. Пантелеев, А. С. Борताковский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (П. 5.1)</p> <p>Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. . Элементы математического моделирования в программных средах MATLAB 5 и Scilab: СПб.: Наука, 2001 (Раздел 1)</p> <p>И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы: М.: Питер, 2005 (П. 9.1)</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>Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (Занятие 2)</p>	4
Выполнение домашнего задания № 1.	<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>В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (Главы 14, 15)</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. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2001 (Занятие 2)</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>В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (Глава 16, п. 17.1, 17.2)</p> <p>В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Лекция 6)</p> <p>А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (П. 7.1, 7.2)</p> <p>И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы: М.: Питер, 2006 (П. 1.2, 2.1, 3.1)</p> <p>В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Занятие №2)</p>	2
Итого по разделу 8		2
Раздел 9. Частотные методы анализа нелинейных систем.		
Выполнение домашнего задания № 3.	В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Лекции 7, 11 - 13)	9
Выполнение домашнего задания № 4.	И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Лекции 28, 29)	9
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003	4

	(П. 17.3, глава 18) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Занятия №3, 6, 7) А. В. Пантелеев, А. С. Бортакровский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (П. 8.2, 8.3)	
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, В. Т. Шароватов. . Прикладные методы в статистической динамике автоматических систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Раздел 1) И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Лекции 22 - 24) А. В. Пантелеев, А. С. Бортакровский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (П. 1.3, 2.3, 4.2, 8.4) 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)	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 приведен 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 зачет в установленные сроки, допускается сдача зачета в форме тестирования при условии выполнения всех домашних заданий. Зачет ставится, если студент правильно ответил на 60% вопросов теста.

Перечень тестовых вопросов приведен 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 приведен 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 (семестр 7)

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 (семестр 8)

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	
4	7	Раздел 1. Основные понятия теории управления.	2	2	2	0	0	0	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	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	Домашнее задание, Тест, Вопросы к экзамену
4	7	Раздел 4. Устойчивость линейных стационарных систем.	20	12	8	0	4	8	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	Домашнее задание, Тест, Вопросы к экзамену, Лабораторная работа
4	7	Раздел 6. Методы синтеза систем управления.	33	23	6	13	4	10	10	10	Домашнее задание, Вопросы к экзамену, Тест, Лабораторная работа
Всего за 7 семестр			108	68	34	17	17	40	55	55	
4	8	Раздел 7. Теория дискретных систем управления.	50	24	12	0	12	26	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	Домашнее задание, Тест, Вопросы к зачету
4	8	Раздел 9. Частотные методы анализа нелинейных систем.	40	18	8	0	10	22	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	Домашнее задание, Вопросы к зачету, Тест
Всего за 8 семестр			108	52	26	0	26	56	45	45	
Всего по дисциплине			216	120	60	17	43	96	100	100	

ОПК-3 - Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Что показывает амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) при подаче гармонического воздействия на вход звена?
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Чему будет равна амплитуда выходного сигнала

$$U_{\text{ВХ}} = 5 \cdot \sin(4 \cdot t + 30^\circ)$$

если входной сигнал проходит через звено с передаточной функцией

$$W(s) = \frac{3}{5 \cdot s + 1}$$

- № 3 Прочитайте текст и установите соответствие
Поставьте в соответствие звенья:

- 1) безынерционное звено;
- 2) апериодическое звено 2-го порядка;
- 3) консервативное звено;
- 4) интегрирующее звено с замедлением;

с соответствующими им передаточными функциями:

а)

$$W(s) = \frac{k}{(T_1 \cdot s + 1) \cdot (T_2 \cdot s + 1)}$$

б)

$$W(s) = \frac{k}{s \cdot (T \cdot s + 1)}$$

в)

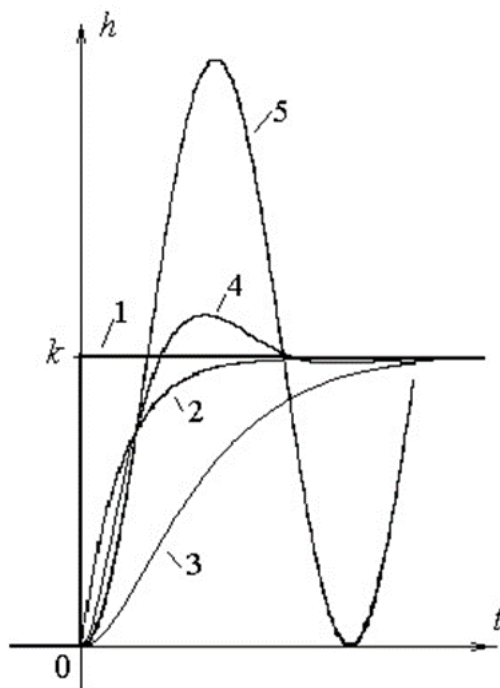
$$W(s) = k$$

г)

$$W(s) = \frac{k}{T^2 \cdot s^2 + 1}$$

- № 4 Прочитайте текст и установите последовательность
Процесс синтеза системы в соответствии с методом логарифмических амплитудных характеристик (ЛАЧХ) включает в себя следующие основные этапы (поставьте их в порядке следования):
- 1) построение желаемой ЛАЧХ $L_{\text{ж}}(w)$ на основе требований к показателям качества системы;
 - 2) построение исходной ЛАЧХ $L_{\text{исх}}(w)$ - асимптотической ЛАЧХ разомкнутой нескорректированной системы;
 - 3) нахождение асимптотической ЛАЧХ последовательного корректирующего устройства $L_{\text{пк}}(w) = L_{\text{ж}}(w) - L_{\text{исх}}(w)$;
 - 4) получение на основе $L_{\text{пк}}(w)$ передаточной функции корректирующего устройства и выбор способа его реализации в структурной схеме;
 - 5) проверочный расчёт системы с построением графика переходного процесса;
 - 6) техническая реализация корректирующего звена.
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Построение **области устойчивости** в плоскости двух параметров основано на:
- 1) критерии устойчивости Михайлова;
 - 2) критерии устойчивости Гурвица;
 - 3) критерии устойчивости Найквиста;

- 4) критерии устойчивости Попова.
- № 6 Прочитайте текст и установите соответствие
- На рисунке показаны переходные характеристики типовых звеньев, поставьте их в соответствие с названием звена.



- а) апериодическое звено 1-го порядка;
- б) безынерционное звено;
- в) консервативное звено;
- г) колебательное звено;
- д) апериодическое звено 2-го порядка.
- № 7 Прочитайте текст и установите последовательность
- Процесс определения устойчивости системы с помощью критерия Гурвица включает в себя следующие этапы:
- 1) применение необходимого критерия устойчивости;
 - 2) нахождение передаточной функции замкнутой системы;
 - 3) получение характеристического полинома $D(s)$;
 - 4) построение матрицы Гурвица;
 - 5) расчёт угловых определителей;
 - 6) проверка требований по критерию Гурвица на величины определителей.
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Структурный признак астатизма по **задающему** воздействию в системе с единичной отрицательной обратной связью состоит в:
- 1) наличии нулевых корней в числителе передаточной функции разомкнутой системы, или дифференцирующих звеньев в прямой цепи системы;
 - 2) наличии нулевых корней в знаменателе передаточной функции участка системы до точки приложения воздействия, или интегрирующих звеньев на том же участке;
 - 3) наличии нулевых корней в знаменателе передаточной функции разомкнутой системы, или интегрирующих звеньев в прямой цепи системы;
 - 4) наличии нулевых корней в числителе передаточной функции участка системы до точки приложения воздействия, или дифференцирующих звеньев на том же участке.
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Структурный признак астатизма по **возмущающему** воздействию в системе с единичной отрицательной обратной связью состоит в:
- 1) наличии нулевых корней в знаменателе передаточной функции разомкнутой системы, или интегрирующих звеньев в прямой цепи системы;
 - 2) наличии нулевых корней в знаменателе передаточной функции участка системы до точки приложения воздействия, или интегрирующих звеньев на том же участке;
 - 3) наличии нулевых корней в числителе передаточной функции разомкнутой системы, или дифференцирующих звеньев в прямой цепи системы;
 - 4) наличии нулевых корней в числителе передаточной функции участка системы до точки приложения воздействия, или дифференцирующих звеньев на том же участке.

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Критерий устойчивости Найквиста предусматривает анализ устойчивости замкнутой системы по:

- 1) ЛАЧХ и ЛФЧХ разомкнутой системы;
- 2) АФЧХ (годографу) замкнутой системы;
- 3) АЧХ и ФЧХ замкнутой системы;
- 4) АФЧХ (годографу) разомкнутой системы;
- 5) временным характеристикам (переходной и весовой функциям) разомкнутой системы;
- 6) временным характеристикам (переходной и весовой функциям) замкнутой системы.

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Выберите правильные формулировки критерия устойчивости Найквиста:

- 1) 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);
- 2) 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 $2\pi \cdot l$, где l – количество корней знаменателя передаточной функции разомкнутой системы, лежащих в правой полуплоскости (с положительными вещественными частями);
- 3) 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);
- 4) 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).

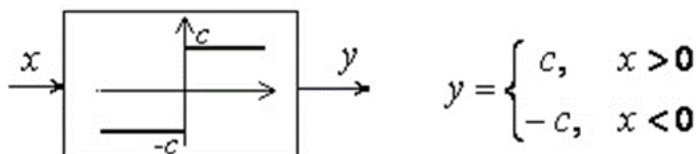
№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Замкнутая система будет неустойчива, если:

- 1) все корни характеристического уравнения (характеристического полинома) лежат в левой полуплоскости комплексной плоскости, т.е. их вещественные части меньше 0;
- 2) один корень находится в правой полуплоскости комплексной плоскости, а остальные – в левой полуплоскости комплексной плоскости;
- 3) имеется один нулевой корень, а остальные – в левой полуплоскости комплексной плоскости;
- 4) имеется два чисто мнимых корня, а остальные – в левой полуплоскости комплексной плоскости;
- 5) все корни характеристического уравнения (характеристического полинома) лежат в правой полуплоскости комплексной плоскости, т.е. их вещественные части больше 0.

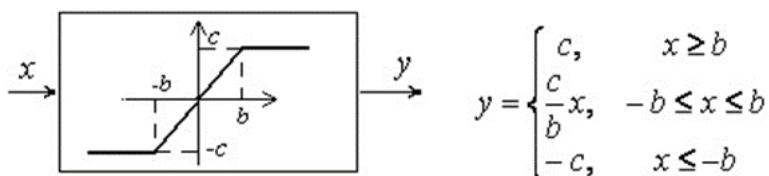
ОПК-4 - Способен осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов

№ 1 Прочитайте текст и установите соответствие
Установите соответствие рисунка и вида нелинейного звена:

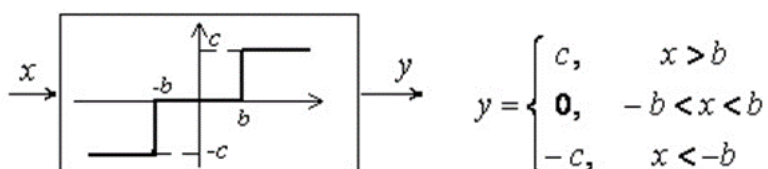
1)



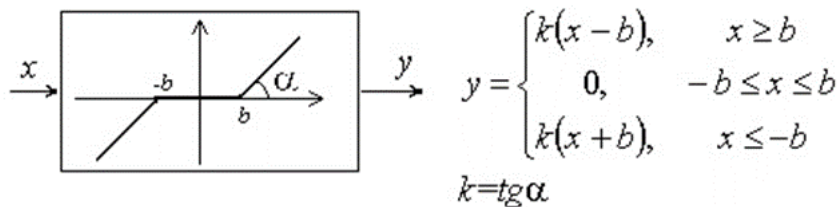
2)



3)



4)



- а) двухпозиционное реле;
- б) двухпозиционное реле с гистерезисом;
- в) звено с насыщением;
- г) трёхпозиционное реле;
- д) двухпозиционное реле с опережением;
- е) звено с зоной нечувствительности.

№ 2 Прочитайте текст и установите соответствие

На рисунке представлена компьютерная система управления движением летательного аппарата. Поставьте в соответствие блоки и вид их дейс

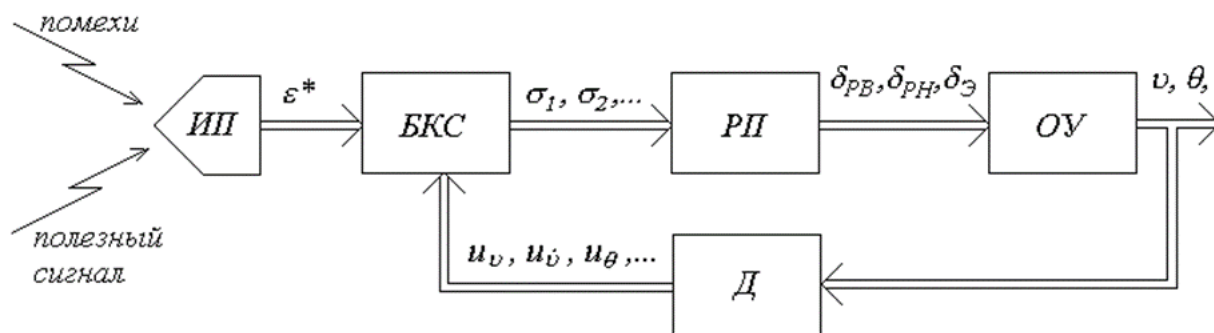


Рисунок 89.

- 1) ИП (информационная подсистема);
- 2) БКС (бортовая компьютерная система управления);
- 3) РП (рулевые приводы);
- 4) ОУ (объект управления (летательный аппарат));
- 5) Д (система датчиков (измерительных устройств)).

- а) непрерывного действия;
- б) дискретного действия;
- в) с фазоимпульсной модуляцией;
- г) с широтно-импульсной модуляцией.

№ 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Нелинейная система - это...

№ 4 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Под предельным циклом в нелинейной системе понимают...

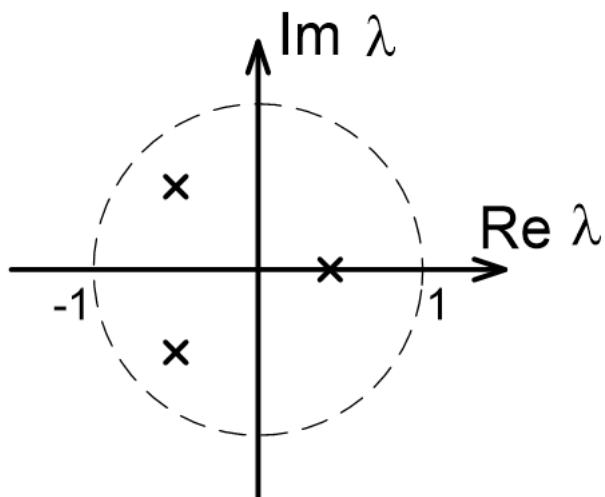
№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность

Составьте правильную последовательность пунктов при определении устойчивости дискретных систем:

- 1) система дифференциальных уравнений относительно переменной t переводится в форму относительно переменной s ;
- 2) составляется система дифференциальных уравнений относительно переменной t ;
- 3) вводится переменная $z = (1+w)/(1-w)$;
- 4) система дифференциальных уравнений по переменной s переводятся в форму относительно переменной z ;
- 5) применяется критерий Гурвица.

№ 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

При расположении корней характеристического уравнения дискретной системы на комплексной плоскости, как показано на рисунке,



замкнутая система будет:

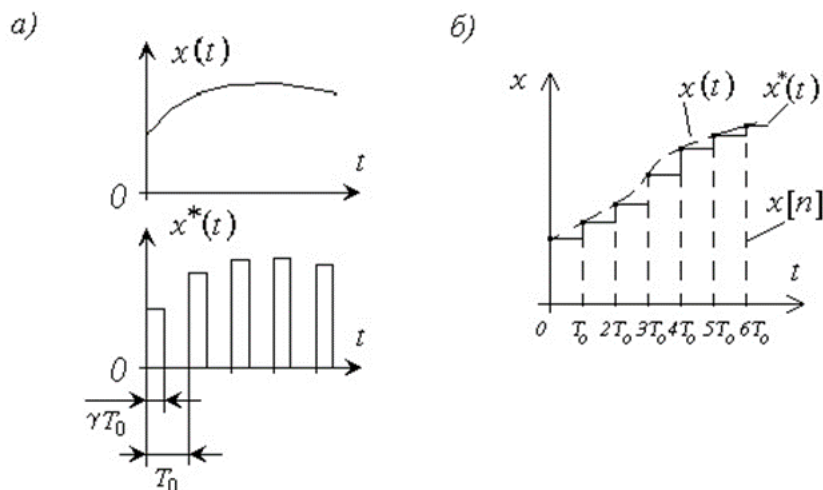
- 1) на колебательной границе устойчивости;
- 2) неустойчива;
- 3) на аperiodической границе устойчивости;
- 4) устойчива.

№ 7 Прочитайте текст и установите последовательность

Составьте правильную последовательность пунктов при применении критерия абсолютной устойчивости Попова:

- 1) вводится модифицированная частотная характеристика линейной части;
- 2) получается передаточная функция линеаризованной разомкнутой системы;
- 3) составляется линеаризация нелинейной модели;
- 4) применяется формулировка критерия Попова;
- 5) строится годограф модифицированной передаточной функции;
- 6) на комплексной плоскости строится прямая с координатами (0; -1/km).

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Входной и выходной сигналы импульсного элемента показаны на рисунке.



Такое преобразование сигнала соответствует:

- 1) амплитудно-импульсной модуляции;
- 2) фазоимпульсной модуляции;
- 3) частотно-импульсной модуляции;
- 4) широтно-импульсной.

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Методы расчёта параметров автоколебаний в нелинейных системах подразделяются на:

- 1) алгебраический метод;
- 2) метод Попова;
- 3) метод Гурвица;

4) частотный метод.

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Основные особенности процессов в нелинейных системах:

- 1) наличие одного состояния равновесия;
- 2) наличие нескольких состояний равновесия;
- 3) зависимость характера процесса от начальных условий;
- 4) независимость характера процесса от начальных условий;
- 5) наличие предельных циклов;
- 6) наличие в фазовом пространстве особых поверхностей (на фазовой плоскости – особых линий), разделяющих области с различным характером процесса – сепаратрис.

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Применение спектрального метода расчета установившегося случайного процесса в линейной стационарной системе основано на использовании следующих свойств линейных систем:

- 1) возможность предсказывать поведение линейных систем на некоторой, пусть небольшой, промежуток времени (свойство прогнозируемости);
- 2) сохранение пропорциональности между входным и выходным сигналами (принцип масштабирования);
- 3) случайный сигнал на выходе физически реализуемого линейного динамического звена имеет закон распределения, близкий к нормальному (фильтра);
- 4) поведение линейной системы не зависит от времени, то есть если на вход системы подается сигнал, то выходной сигнал будет таким же, не того, когда был подан входной сигнал (свойство временной инвариантности);
- 5) реакция линейной системы на совокупность входных воздействий может быть определена как сумма её реакций на каждое из них в отдельности (принцип суперпозиции).

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Дискретная система считается линейной при:

- 1) частотно-импульсной модуляции;
- 2) амплитудно-импульсной модуляции;
- 3) фазоимпульсной модуляции;
- 4) широтно-импульсной.