

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Левихин А.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Направление/специальность подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Специализация/профиль/программа подготовки	Пилотируемые и автоматические космические аппараты и системы
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

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	
3	6	4	144	51	17	0	34	93	0	0	93	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов**

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ  
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Петрова Ирина Леонидовна, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Петрова И.Л., к.т.н., доц.

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ**

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ТЕОРИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

### **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-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ОПК-1**

*знания:*

на уровне представлений:

- знать назначение и задачи систем управления летательных и космических аппаратов;

на уровне воспроизведения и понимания:

- знать назначение и задачи систем управления летательных и космических аппаратов;
- знать принципы и методы построения математических моделей систем автоматического управления (САУ), передаточные функции и частотные характеристики линейных САУ летательных и космических аппаратов;
- знать методы анализа устойчивости и точности линейных САУ при детерминированных и случайных воздействиях, осуществлять синтез корректирующих устройств;

*умения:*

теоретически и практически уметь –

- составлять математические модели САУ летательных и космических аппаратов;
- выполнять анализ линейных САУ частотными методами;
- проводить исследование линейных САУ методами математического и натурного моделирования;
- выполнять анализ устойчивости и качества линейных САУ;
- производить оценку установившихся режимов в линейных системах управления летательными и космическими аппаратами;

*навыки:*

иметь навыки и владеть –

- основными методами анализа и синтеза систем автоматического управления движением объектов;
- математическим аппаратом теории непрерывных линейных САУ;
- методами анализа устойчивости и точности непрерывных линейных САУ..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕОРИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ПРАКТИКУМ ПО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА, ФИЗИКА, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 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	Практические занятия		ОПК-1
3	6	<b>Раздел 1. Основные понятия теории автоматического управления.</b> 1.1.Общее понятие о системе и её составе, типовая функциональная схема САУ. Состав и назначение элементов САУ. Фундаментальные принципы управления. Классификация автоматических систем в зависимости от характера изменения управляющего воздействия. 1.2.Основные способы математического описания систем управления. Дифференциальные уравнения САУ. Использование экспериментальных характеристик. Примеры составления уравнений элементов САУ. 1.3.Понятие о линейной стационарной системе и её передаточной функции. Типовые динамические звенья. 1.4.Временные характеристики: импульсная и переходная функции линейной стационарной системы, способы их получения. Определение импульсной переходной функции моделированием. 1.5.Связь между характеристиками линейных стационарных систем. Определение реакции САУ на произвольное воздействие через временные характеристики. 1.6.Классификация динамических звеньев. 1.7.Передаточная функция линейной стационарной системы. Структурная схема системы. Построение и преобразование структурных схем.	40	14	4	10	26	30
3	6	<b>Раздел 2. Частотные характеристики линейной стационарной системы.</b> 2.1.Физический смысл частотной характеристики. Способы представления частотных характеристик. 2.2.Амплитудно-фазовые и логарифмические частотные характеристики (ЛЧХ) типовых звеньев. 2.3.ЛЧХ разомкнутых одноконтурных систем. Примеры построения ЛЧХ цепочки последовательно соединенных звеньев. 2.4.Алгоритм построения асимптотических ЛЧХ систем. Примеры построения.	46	16	4	12	30	30
3	6	<b>Раздел 3. Показатели устойчивости и качества систем автоматического управления.</b> 3.1. Понятия свободного и вынужденного процессов в системе управления. Понятие об устойчивости линейной стационарной системы, необходимое и достаточное условие асимптотической устойчивости. 3.2. Алгебраические критерии асимптотической устойчивости. 3.3. Принцип аргумента. Критерий устойчивости Михайлова. 3.4.Амплитудно-фазовый критерий устойчивости Найквиста. Запасы устойчивости. Обобщение критерия Найквиста на астатические системы. 3.5. Анализ устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам. Определение запасов устойчивости. 3.6. Оценка качества регулирования по переходной функции. Корневые методы оценки качества регулирования. 3.7.Оценка точности систем управления при степенных воздействиях. Коэффициенты ошибок. Понятие порядка астатизма и структурный признак астатизма системы. 3.8. Оценка точности при гармонических воздействиях. Частотные показатели качества. 3.9.Основные способы коррекции. Классификация корректирующих устройств. 3.10.Постановка задачи синтеза линейных систем.	58	21	9	12	37	40
<b>Всего за 6 семестр</b>			144	51	17	34	93	100
<b>Всего по дисциплине</b>			144	51	17	34	93	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основные понятия теории автоматического управления.	Дифференциальные уравнения и передаточные функции систем автоматического управления.	4
2		Преобразование структурных схем.	1
3		Импульсные и переходные функции звеньев. Вычисление реакции САУ на внешние воздействия.	4
4		Контрольная работа № 1 по разд. 1.3-1.7	1
5	Раздел 2. Частотные характеристики линейной стационарной системы.	Логарифмические частотные характеристики звеньев. Построение амплитудно-фазовых частотных характеристик.	5
6		Построение логарифмических частотных характеристик разомкнутых одноконтурных систем.	6
7		Контрольная работа № 1 по разд. 2.2 - 2.4	1
8	Раздел 3. Показатели устойчивости и качества систем автоматического управления.	Алгебраические и частотные критерии устойчивости. Примеры использования критериев устойчивости Гурвица, Михайлова, Найквиста.	4
9		Анализ устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам. Определение запасов устойчивости по	6

		ЛЧХ. Построение области устойчивости по методу Д-разбиения.	
10		Контрольная работа № 2 по разд. 3.1-3.5	2
<b>Всего за 6 семестр</b>			<b>34</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основные понятия теории автоматического управления.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям № 1-4, контрольной работе № 1, дифференцированному зачету.	26
2	Раздел 2. Частотные характеристики линейной стационарной системы.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям № 5-7, контрольной работе №1, дифференцированному зачету.	30
3	Раздел 3. Показатели устойчивости и качества систем автоматического управления.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям № 8 - 10, контрольной работе № 2, дифференцированному зачету	37
<b>Всего за 6 семестр</b>			<b>93</b>

## 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
6						ДР	Контр.Р.			ДР		Контр.Р.				ДР	Тест, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- Тест – тест;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- контрольная работа;
- тест.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, эл. рес.
2. В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 142 экз.
3. В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 75 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Автоматизация процессов управления;
2. Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук.

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

1. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
2. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
3. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
4. <http://library.voenmeh.ru/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
5. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов..

### 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](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. Matlab 2015a SP1;
2. Microsoft Office;
3. MATLAB R 2015a.

### 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. образцы РКТ;
3. Matlab 2015a SP1;
4. Microsoft Office;
5. MATLAB R 2015a.

### **6.3. 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 СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетеоретические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методами анализа и синтеза комплексов и систем управления ракет и космических аппаратов, позволяющими определять основные параметры систем автоматического управления, обеспечивающие требуемую точность и качество управления.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- контрольная работа;
- тест.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**93 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 93 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.
<b>Раздел 1. Основные понятия теории автоматического управления.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям № 1-4, контрольной работе № 1, дифференцированному зачету.	В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Практические занятия №№ 1 – 5) В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Лекции №№ 1 - 6)	26
Итого по разделу 1		26
<b>Раздел 2. Частотные характеристики линейной стационарной системы.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям № 5-7, контрольной работе №1, дифференцированному зачету.	В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Лекции №№ 7 - 9) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Практические занятия №№ 3 - 4, Лабораторные работы №№ 1 - 4)	30
Итого по разделу 2		30
<b>Раздел 3. Показатели устойчивости и качества систем автоматического управления.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям № 8 - 10, контрольной работе № 2, дифференцированному зачету	В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Лекции №№ 10 - 17) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Практические занятия №№ 1, 6 - 9. Лабораторные работы №№ 4, 6, 7. Домашнее задание №2)	37
Итого по разделу 3		37

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- тест;
- контрольная работа;
- дифференцированный 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.

#### Тест

Тестовое задание состоит из 5 вопросов.

Верный ответ на один вопрос оценивается в "1" балл. Успешное написание Тестового задания подразумевает правильный ответ не менее чем на три вопроса (3 балла).

Тестовые задания по дисциплине приведены в УМК по дисциплине.

Контрольные вопросы для подготовки к Тестовому заданию:

1. Общее понятие о системе и её составе, типовая функциональная схема САУ.
2. Состав и назначение элементов САУ.
3. Фундаментальные принципы управления. Классификация автоматических систем в зависимости от характера изменения управляющего воздействия.
4. Основные способы математического описания систем управления. Дифференциальные уравнения САУ.
5. Линеаризация уравнений. Использование экспериментальных характеристик.
6. Примеры составления и линеаризации уравнений элементов САУ.
7. Понятие о линейной стационарной системе и её передаточной функции.
8. Типовые динамические звенья.
9. Временные характеристики: импульсная и переходная функции линейной стационарной системы, способы их получения.
10. Связь между характеристиками линейных стационарных систем. Определение реакции САУ на произвольное воздействие через временные характеристики.
11. Классификация динамических звеньев.
12. Передаточная функция линейной стационарной системы.
13. Структурная схема системы. Построение и преобразование структурных схем.
14. Физический смысл частотной характеристики. Способы представления частотных характеристик.
15. Амплитудно-фазовые и логарифмические частотные характеристики (ЛЧХ) типовых звеньев.
16. ЛЧХ разомкнутых одноконтурных систем. Примеры построения ЛЧХ цепочки последовательно соединенных звеньев.
17. Алгоритм построения асимптотических ЛЧХ систем. Примеры построения.
18. Понятия свободного и вынужденного процессов в системе управления.
19. Понятие об устойчивости линейной стационарной системы, необходимое и достаточное условие асимптотической устойчивости.
20. Алгебраические критерии асимптотической устойчивости.
21. Принцип аргумента. Критерий устойчивости Михайлова.
22. Амплитудно-фазовый критерий устойчивости Найквиста. Запасы устойчивости. Обобщение критерия Найквиста на астатические системы.
23. Анализ устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам. Определение запасов устойчивости.
24. Оценка качества регулирования по переходной функции. Корневые методы оценки качества регулирования.
25. Оценка точности систем управления при степенных воздействиях. Коэффициенты ошибок. Понятие

- порядка астатизма и структурный признак астатизма системы.
26. Оценка точности при гармонических воздействиях. Частотные показатели качества.
27. Основные способы коррекции.
28. Классификация корректирующих устройств. Корректирующие обратные связи.
29. Постановка задачи синтеза линейных систем.

### **Контрольная работа**

Контрольные работы состоят в решении задач по учебным материалам соответствующих разделов дисциплины. Каждая из контрольных работ состоит из 5 задач. Верное решение одной задачи оценивается в "1" балл. Успешное написание контрольной работы подразумевает правильное решение хотя бы трех задач (3 балла). Типовые задачи для выполнения контрольной работы приведены в УМК по дисциплине.

### **Дифференцированный зачет**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме дифференцированного зачета, который оформляется при условии выполнения всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий по результатам работы в семестре.

Оценка за дифференцированный зачет выставляется, как среднее арифметическое суммарных оценок, полученных обучающимся за выполнение 2 контрольных работ и Тестового задания.

Критерии оценивания дифференцированного зачета :

- оценка «зачтено - отлично» выставляется обучающемуся, если среднее арифметическое оценок, полученных им за выполнение трех контрольных работ и Тестового задания равно 4.5 баллов и выше;
- оценка «зачтено - хорошо» выставляется обучающемуся, если среднее арифметическое оценок, полученных им за выполнение трех контрольных работ и Тестового задания находится в пределах 3.5 - 4.4 балла;
- оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если среднее арифметическое оценок, полученных им за выполнение трех контрольных работ и Тестового задания находится в пределах 2.4 балла и ниже;
- во всех других случаях обучающемуся выставляется оценка «зачтено - удовлетворительно»

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-1	
3	6	Раздел 1. Основные понятия теории автоматического управления.	40	14	4	10	26	30	Контрольная работа, Тест
3	6	Раздел 2. Частотные характеристики линейной стационарной системы.	46	16	4	12	30	30	Контрольная работа, Тест
3	6	Раздел 3. Показатели устойчивости и качества систем автоматического управления.	58	21	9	12	37	40	Контрольная работа, Тест
Всего за 6 семестр			144	51	17	34	93	100	
Всего по дисциплине			144	51	17	34	93	100	

## Оценочные материалы по дисциплине ТЕОРИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

**ОПК-1 - Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности**

- № 1 Прочитайте текст и установите соответствие  
Дан рисунок структурно-динамической схемы системы.

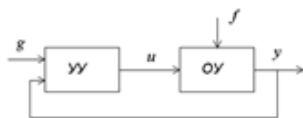


Рисунок 3.

Подберите верный ответ для каждого пункта из левого столбца, выбрав соответствующую позицию из списка.

По цели управления различают.....

1.  $g = \text{const}$
2.  $g = g(t)$
3.  $g = \text{var}$

- А. Следящие системы
- Б. Системы программного управления
- В. Системы стабилизации
- Г. Системы терминального управления

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

Для какой системы приведен годограф Михайлова, представленный на рисунке?

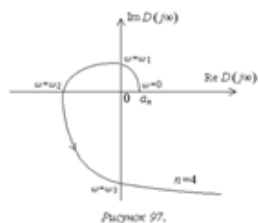
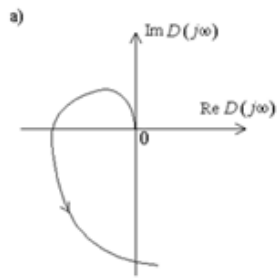


Рисунок 97.

1. Неустойчивой
2. Устойчивой
3. Находящейся на колебательной границе устойчивости
4. Находящейся на апериодической границе устойчивости

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

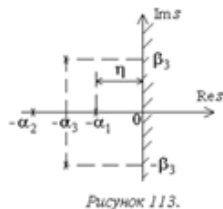
Для какой системы приведен годограф Михайлова, представленный на рисунке?



1. Неустойчивой
2. Устойчивой
3. Находящейся на колебательной границе устойчивости
4. Находящейся на аperiодической границе устойчивости

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

На рисунке представлен пример возможных расположений корней характеристического полинома, по которым можно установить показатели критериев качества.



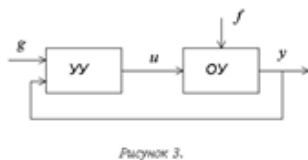
Какой параметр характеризует показатель быстродействия?

1. Перерегулирование
2. Колебательность
3. Степень устойчивости
4. Затухание за период

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

Из представленных вариантов выберите все системы, относящиеся к системам стабилизации:

1.



2.



3.

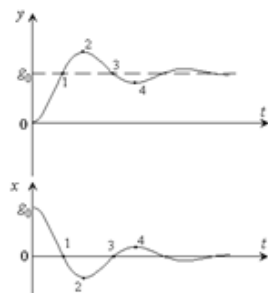


Рисунок 10.

4.

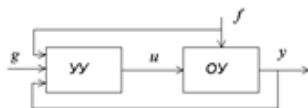


Рисунок 8.

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

Из представленных вариантов, выберите все передаточные функции соответствующие интегрирующим звеньям.

1.  $W(s) = \frac{ks}{Ts + 1}$
2.  $W(s) = \frac{k}{s}$
3.  $W(s) = \frac{k(\tau s + 1)}{s}$
4.  $W(s) = \frac{k}{T^2 s^2 + 2T\zeta s + 1}$

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

Из представленных вариантов выберите верные утверждения:

Критерий Найквиста наиболее широко используется на практике по следующим причинам:

1. передаточная функция и частотные характеристики для разомкнутой системы могут быть получены проще, чем для замкнутой;
2. помимо анализа устойчивости обеспечивается определение ряда показателей качества системы, определение ее статистических свойств;
3. для анализа устойчивости и качества системы в принципе не требуется математическая модель;
4. критерий Найквиста предусматривает работу с характеристическим полиномом замкнутой системы.

№ 8 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Запишите матрицу выходов для следующей следящей системы:

$$\begin{aligned}\frac{dx_1}{dt} &= -kx_3 + ku_1 - k_f u_2, \\ \frac{dx_2}{dt} &= x_1 - x_3 - k_f T_M u_2, \\ \frac{dx_3}{dt} &= \frac{1}{T_E T_M} x_2 - \frac{1}{T_E} x_3, \\ y &= x_3.\end{aligned}$$

- № 9 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Запишите матрицы состояния и входов для следующей следящей системы:

$$\begin{aligned}\frac{dx_1}{dt} &= -kx_3 + ku_1 - k_f u_2, \\ \frac{dx_2}{dt} &= x_1 - x_3 - k_f T_M u_2, \\ \frac{dx_3}{dt} &= \frac{1}{T_E T_M} x_2 - \frac{1}{T_E} x_3, \\ y &= x_3.\end{aligned}$$

- № 10 Прочитайте текст и установите последовательность  
Установите последовательность определения величин при нахождении логарифмической частной характеристики.

1.  $W(s)$
2.  $L(\omega)$
3.  $A(\omega)$
4.  $W(j\omega)$

- № 11 Прочитайте текст и установите последовательность  
Установите последовательность при построения асимптотических ЛАХ для следующей передаточной функции:

$$W(s) = \frac{k(T_1 s + 1)(T_2 s + 1)^2}{s(T_3 s + 1)^3(T_4 s + 1)}$$

с параметрами:  $k=40\text{с}^{-2}$ ,  $T_1=0,5\text{с}$ ,  $T_2=2,5\text{с}$ ,  $T_3=20\text{с}$ ,  $T_4=0,01\text{с}$ .

(Далее принимаем, что величины

$T_i$  и  $T_i$

равнозначны).

1. Определяются сопрягающие частоты, соответствующие отдельным слагаемым, и записываются в порядке возрастания

$$\frac{1}{T_3} = 0,05\text{с}^{-1}; \quad \frac{1}{T_2} = 0,4\text{с}^{-1}; \quad \frac{1}{T_1} = 2\text{с}^{-1}; \quad \frac{1}{T_4} = 100\text{с}^{-1}.$$

2. Первый участок расположен левее всех сопрягающих частот. Следовательно, его уравнение, получаемое по условию

$$\omega \ll 1/T_i \quad (i=1,2,\dots,n).$$

3. Выбирается масштаб для оси частот так, чтобы крайние сопрягающие частоты располагались на расстоянии от 0,5 до 1 декады от краев видимой горизонтальной оси.

4. Следующий участок расположен правее сопрягающей частоты  $1/T3$ , которой в выражении для ЛАХ соответствует коэффициент  $-60$ .

5. Четвертый участок разделен с третьим сопрягающей частотой  $1/T1$ .

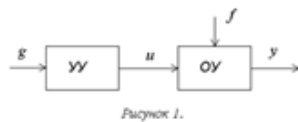
6 Следующий участок разделен со вторым сопрягающей частотой  $1/T2$ .

7 Следующий участок разделен с четвертым сопрягающей частотой  $1/T4$ .

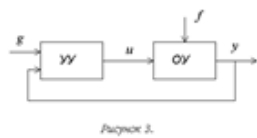
№ 12 Прочитайте текст и установите соответствие

Даны рисунки структурно-динамических схем систем. К каждому рисунку подберите соответствующую позицию из списка

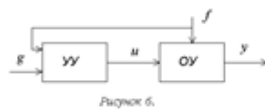
1.



2.



3.



А. Замкнутая система

Б. Система с компенсацией возмущения

В. Разомкнутая система

Г. Адаптивная система