

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

_____ Левихин А.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ РАКЕТНЫМИ СИСТЕМАМИ

| | |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Направление/специальность подготовки | 27.05.01 Специальные организационно-технические системы |
| Специализация/профиль/программа подготовки | Внешнее проектирование и эффективность авиационных и ракетных организационно-технических систем |
| Уровень высшего образования | Специалитет |
| Форма обучения | Очная |
| Факультет | А Ракетно-космической техники |
| Выпускающая кафедра | А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ |
| Кафедра-разработчик рабочей программы | А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ |

| 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 | 4 | 144 | 68 | 34 | 0 | 34 | 76 | 0 | 0 | 76 | диф. зач. |

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

27.05.01 Специальные организационно-технические системы

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

Степанов Михаил Михайлович, к.т.н., старший научный сотрудник,
доцент

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ**

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

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ РАКЕТНЫМИ СИСТЕМАМИ

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-2 — Способен формулировать задачи управления в специальных организационно-технических системах и обосновывать методы их решения

ПК-3 — Способен производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств специальных ОТС в соответствии с техническим заданием и контролировать соответствие разрабатываемой технической документации требованиям нормативных документов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-2

знания:

знания:

на уровне представлений:

- роль место автоматических систем в задаче автоматизации технических объектов и производства, основные принципиальные схемы автоматического управления, историю этой науки, роль российских ученых в ее становлении и развитии ;
- основные положения теории управления, модели и методы исследования автоматических систем, различных по направлениям и применениям;
- об использовании основных положений теории управления в науке и технике, в информатике.

на уровне воспроизведения:

- основные типы систем автоматического управления (САУ), их математическое описание и основные задачи исследования ;
- роль, содержание и методы линейной теории систем автоматического управления и регулирования.

на уровне понимания:

- основные принципы проектирования систем автоматического управления движущимися объектами.;

умения:

умения:

- теоретические знания использовать для проектирования, изготовления и эксплуатации САУ, различных по направлениям и применениям;
- практические знания использовать для решения конкретных задач расчёта систем, в том числе составления передаточных функций и проведения анализа линейных систем автоматического управления и регулирования.;

навыки:

навыки:

- владеть методиками составления передаточных функций и их исследования;
- владеть методами анализа линейных САУ, уметь выполнять расчетные работы по анализу устойчивости, точности и качества систем, синтезу параметров и корректирующих звеньев по заданным требованиям к качеству функционирования систем..

ПК-3

знания:

знания:

на уровне представлений:

- роль место автоматических систем в задаче автоматизации технических объектов и производства, основные принципиальные схемы автоматического управления, историю этой науки, роль российских ученых в ее становлении и развитии ;
- основные положения теории управления, модели и методы исследования автоматических систем, различных по направлениям и применениям;
- об использовании основных положений теории управления в науке и технике, в информатике.

на уровне воспроизведения:

- основные типы систем автоматического управления (САУ), их математическое описание и основные задачи исследования ;
- роль, содержание и методы линейной теории систем автоматического управления и регулирования.

на уровне понимания:

- основные принципы проектирования систем автоматического управления движущимися объектами.;

умения:

умения:

-теоретические знания использовать для проектирования, изготовления и эксплуатации САУ, различных по направлениям и применениям;
-практические знания использовать для решения конкретных задач расчёта систем, в том числе составления передаточных функций и проведения анализа линейных систем автоматического управления и регулирования.;

навыки:

навыки:

- владеть методиками составления передаточных функций и их исследования;
- владеть методами анализа линейных САУ, уметь выполнять расчетные работы по анализу устойчивости, точности и качества систем, синтезу параметров и корректирующих звеньев по заданным требованиям к качеству функционирования систем..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ РАКЕТНЫМИ СИСТЕМАМИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 27.05.01 *Специальные организационно-технические системы*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, РЯДЫ ФУРЬЕ, ОПЕРАЦИОННОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ И ТЕОРИЯ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **МОДЕЛИРОВАНИЕ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ, ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫМИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен анализировать и выявлять естественно-научную сущность проблем управления в технических системах на основе приобретенных знаний
- УК-1 — Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
- УК-6 — Способен определять и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни

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-2 | ПК-3 |
| | | | | | | | | | |
| 4 | 7 | Раздел 1. Введение в теорию управления. 1.1. История вопроса. Предмет науки Цели и задачи ТАУ и ТАР . 1.2. Понятия об управлении. Роль информации в управлении. Объект автоматического управления. Основные понятия и определения. Основные сведения о САУ и САР. 1.3. Принципы автоматического управления. 1.4. Функциональная схема САУ , САР. 1.5. Примеры функциональных схем. 1.6. Классификация САУ и САР. | 10 | 6 | 2 | 4 | 4 | 10 | 10 |
| 4 | 7 | Раздел 2. Раздел 2. Математическое описание САУ, САР. 2.1. Моделирование САУ и САР. 2.2. Разбиение САУ и САР на звенья. 2.3. Статические и динамические характеристики звеньев САУ. Уравнение звеньев. 2.4 Типы звеньев. 2.5. Структурная схема САУ и САР. 2.6.Составление уравнений (в т. ч. дифференциальных) САУ. Примеры. | 10 | 6 | 2 | 4 | 4 | 10 | 10 |
| 4 | 7 | Раздел 3. Раздел 3. Линейные САУ (ЛСАУ). 3.1.Понятие ЛСАУ. Методы линеаризации систем автоматического управления. Свойства ЛСАУ. Передаточная функция ЛСАУ. Разомкнутые ЛСАУ и ЛСАУ с обратной связью. 3.2.Переходная функция. 3.3.Весовая функция. 3.4.Частотные (амплитудно-частотная и фазо-частотная, логарифмические АЧХ и ФЧХ, АФЧХ - годограф ЧХ) характеристики ЛСАУ. 3.5.Типовые звенья ЛСАУ (ТЗ ЛСАУ) и их свойства. 1. ТЗ, описывающиеся линейными алгебраическими уравнениями относительно выходного сигнала: а)пропорциональное; б)запаздывающие; в)дифференцирующее. 2. ТЗ, описывающиеся ДУ 1-го порядка: а)инерционно-дифференцирующее; б)инерциальное; в)интегрирующее; г)интегро-дифференцирующее. 3. ТЗ описывающиеся ДУ 2-го порядка: а)колебательное; б)апериодическое. 3.6. Соединение звеньев и преобразование структурных схем ЛСАУ: а)последовательное; б)параллельное; в)параллельное с обратной связью; г)комбинированное. | 50 | 20 | 12 | 8 | 30 | 20 | 20 |
| 4 | 7 | Раздел 4. Раздел 4. Устойчивость ЛСАУ. 4.1.Понятие устойчивости ЛСАУ. 4.2.Связь устойчивости с весовой функцией. 4.3.Связь устойчивости с корнями характеристического уравнения. 4.4.Критерии устойчивости. 4.4.1.Алгебраические критерии: а) критерии Гурвица и Рауса. 4.4.2.Частотные критерии: а) критерий Михайлова б) критерий Найквиста. 4.4.3.Логарифмические критерии устой-чивости. | 44 | 18 | 12 | 6 | 26 | 20 | 20 |
| 4 | 7 | Раздел 5. Раздел 5. Качество ЛСАУ. 5.1. Запас устойчивости по фазе и амплитуде. 5.2. Показатели качества переходного процесса а) статическая точность; б) время переходного процесса и др. 5.3. Интегральные оценки качества ЛСАУ. | 10 | 6 | 2 | 4 | 4 | 20 | 20 |
| 4 | 7 | Раздел 6. Раздел 6. Введение в синтез САУ и САР. 6.1. Выбор последовательных корректирующих устройств 6.2. Выбор параллельных корректирующих устройств в виде обратных связей 6.3. Построение желаемой ЛАЧХ скорректированной системы 6.4. Корректирующие звенья. | 10 | 6 | 2 | 4 | 4 | 10 | 10 |
| 4 | 7 | Раздел 7. Раздел 7. Понятие о нелинейных системах управления (НСАУ). 7.1. Типовые нелинейности. Линеаризация НСАУ. 7.2. Структурные схемы НСАУ. 7.3. Изображение процесса регулирования на фазовой плоскости 7.4. Устойчивость НСАУ (теоремы Ляпунова). 7.5. Автоколебания НСАУ. | 10 | 6 | 2 | 4 | 4 | 10 | 10 |
| Всего за 7 семестр | | | 144 | 68 | 34 | 34 | 76 | 100 | 100 |
| Всего по дисциплине | | | 144 | 68 | 34 | 34 | 76 | 100 | 100 |

3.2. Аудиторный практикум

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины | Тема практического занятия | Объем, ауд. часов |
|-------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 1 | Раздел 1. Введение в теорию управления. | Изучение конкретных примеров и решение задач на тему: 1. Принципы автоматического управления. 2. Функциональная схема САУ, САР. 3. Примеры функциональных схем. 4. Классификация САУ и САР | 4 |
| 2 | Раздел 2. Раздел 2. Математическое описание САУ, САР. | Изучение конкретных примеров и решение задач на тему: 1. Структурная схема САУ и САР. 2. Составление уравнений (в т. ч. дифференциальных) САУ. Примеры. 3. Примеры функциональных и структурных схем конкретных технических систем (СУ БР 8К-99, ЗУР В750 и С-300, ПТУР «Малютка», РВВ Р 3-С и др.) | 4 |
| 3 | Раздел 3. Раздел 3. Линейные САУ (ЛСАУ). | Изучение конкретных примеров и решение задач на тему: Типовые звенья ЛСАУ (ТЗ ЛСАУ). 1. ТЗ, описываемые линейными алгебраическими уравнениями относительно выходного сигнала: а) пропорциональное; б) запаздывающее; в) дифференцирующее. 2. ТЗ, | 8 |

| | | | |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| | | описываемые ДУ 1-го порядка: а)инерционно-дифференцирующее; б)инерциальное; в)интегрирующее; г)интегро-дифференцирующее. 3.ТЗ описываемые ДУ 2-го порядка: а)колебательное; б)апериодическое. 4. Соединение звеньев и преобразование структурных схем ЛСАУ: а)последовательное; б)параллельное; в)параллельное с обратной связью; г)комбинированное | |
| 4 | Раздел 4. Раздел 4. Устойчивость ЛСАУ. | Изучение конкретных примеров и решение задач на тему: 1. Алгебраические критерии устойчивости. 2. Частотные критерии устойчивости | 6 |
| 5 | Раздел 5. Раздел 5. Качество ЛСАУ. | Изучение конкретных примеров и решение задач на тему: Характеристики качества ЛСАУ, ЛСАУ 1. Запас устойчивости по фазе и амплитуде. 2. Показатели качества переходного процесса 3. Интегральные оценки качества ЛСАУ | 4 |
| 6 | Раздел 6. Раздел 6. Введение в синтез САУ и САУ. | 1. Основные сведения о методах синтеза САУ и САУ. 2. Выбор последовательных корректирующих устройств 3. Выбор параллельных корректирующих устройств в виде обратных связей 4. Построение желаемой ЛАЧХ скорректированной системы | 4 |
| 7 | Раздел 7. Раздел 7. Понятие о нелинейных системах управления (НСАУ). | 1.Понятие о нелинейных системах. Типовые нелинейности. 2. Структурные схемы НСАУ. 3. Фазовое пространство. 4. Изображение процесса регулирования на фазовой плоскости. 5. Устойчивость НСАУ (теоремы Ляпунова) | 4 |
| Всего за 7 семестр | | | 34 |

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины | Содержание учебного задания | Объем, часов |
|-------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1 | Раздел 1. Введение в теорию управления. | 1. Принципы автоматического управления. 2. Функциональная схема САУ , САУ. 3. Примеры функциональных схем. 4. Классификация САУ и САУ. | 2 |
| 2 | | 1. История вопроса. Предмет науки Цели и задачи ТАУ и ТАУ . 2. Понятия об управлении. Роль информации в управлении. Объект автоматического управления. Основные понятия и определения. Основные сведения о САУ и САУ. | 2 |
| 3 | Раздел 2. Раздел 2. | 1. Моделирование САУ и САУ. 2. Разбиение САУ и САУ на звенья. 3. Статические и динамические характеристики звеньев САУ. Уравнение звеньев. 4. Типы звеньев. 5. Примеры звеньев. | 2 |
| 4 | Математическое описание САУ, САУ. | 1. Структурная схема САУ и САУ. 2. Составление уравнений (в т. ч. дифференциальных) САУ. Примеры. 3. Примеры функциональных и структурных схем конкретных технических систем (СУ БР 8К-99, ЗУР В750 и С-300, ПТУР «Малютка», РВВ Р 3-С и др.). | 2 |
| 5 | Раздел 3. Раздел 3. Линейные САУ (ЛСАУ). | Самостоятельное изучение вопросов: 1. Понятие ЛСАУ. Свойства ЛСАУ. 2. Передаточная функция ЛСАУ. Свойства передаточной функции | 3 |
| 6 | | Изучение теоретического материала, рассмотрение конкретных примеров и решение задач на тему: 1.Преобразование Фурье и Лапласа. 2.Свойства преобразования Лапласа. 3.Описание оригинала по известному изображению. 4.Изображения некоторых элементарных функций. | 3 |
| 7 | | Изучение теоретического материала, рассмотрение конкретных примеров и решение задач на тему: 1.Решение линейных дифференциальных уравнений (ДУ) с постоянными коэффициентами методом операционного исчисления. 2.Решение интегральных уравнений методом операционного исчисления. | 5 |
| 8 | | Изучение теоретического материала, рассмотрение конкретных примеров и решение задач на тему: 1. Весовая функция. Свойства | 3 |

| | | | |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| | | весовой функции 2. Связь передаточной, переходной и весовой функций. | |
| 9 | | Самостоятельное изучение вопросов: 1. Разомкнутые ЛСАУ и ЛСАУ с обратной связью. 2. Переходная функция. Свойства переходной функции | 3 |
| 10 | | Изучение теоретического материала, рассмотрение конкретных примеров и решение задач на тему: 1. Примеры переходных и весовых функций. 2. Интеграл Дюамеля | 4 |
| 11 | | Изучение теоретического материала, рассмотрение конкретных примеров и решение задач на тему: 1. Типовые звенья ЛСАУ (ТЗ ЛСАУ). 1.1. ТЗ, описываемые линейными алгебраическими уравнениями относительно выходного сигнала: а) пропорциональное; б) запаздывающее; в) дифференцирующее. 1.2. ТЗ, описываемые ДУ 1-го порядка: а) инерционно-дифференцирующее; б) инерциальное; в) интегрирующее; г) интегро-дифференцирующее. 1.3. ТЗ описываемые ДУ 2-го порядка: а) колебательное; б) апериодическое. | 3 |
| 12 | | Изучение теоретического материала, рассмотрение конкретных примеров и решение задач на тему: Соединение звеньев и преобразование структурных схем ЛСАУ: а) последовательное; б) параллельное; в) параллельное с обратной связью; г) комбинированное. | 2 |
| 13 | | Изучение теоретического материала, рассмотрение конкретных примеров и решение задач на тему: 1. Частотные характеристики ЛСАУ. 2. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики. 3. Логарифмические амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики. 4. Годограф ЧХ (АФЧХ ЛСАУ). | 4 |
| 14 | Раздел 4. Раздел 4. Устойчивость ЛСАУ. | Самостоятельное изучение вопросов: 1. Понятие устойчивости ЛСАУ | 3 |
| 15 | | Самостоятельное изучение вопросов: 1. Связь устойчивости с весовой функцией | 3 |
| 16 | | Самостоятельное изучение вопросов: 1. Связь устойчивости с корнями характеристического уравнения. | 3 |
| 17 | | Критерии устойчивости: алгебраические и частотные критерии устойчивости: | 2 |
| 18 | | Самостоятельное изучение вопросов: 1. Логарифмические критерии устойчивости. | 2 |
| 19 | | Самостоятельное изучение вопросов: 1. Алгебраические критерии устойчивости: а.) критерий Гурвица. б.) критерий Рауса. | 4 |
| 20 | | Самостоятельное изучение вопросов: 1. Частотные критерии устойчивости: а) критерий Михайлова | 4 |
| 21 | | Самостоятельное изучение вопросов: 1. Частотные критерии устойчивости: б) критерий Найквиста. | 5 |
| 22 | Раздел 5. Раздел 5. Качество ЛСАУ. | Изучение теоретического материала, рассмотрение конкретных примеров и решение задач на тему: Характеристики качества ЛСАУ, ЛСАУ 1. Запас устойчивости по фазе и амплитуде. 2. Показатели качества переходного процесса 3. Интегральные оценки качества ЛСАУ. | 4 |
| 23 | Раздел 6. Раздел 6. Введение в синтез САУ и САУ. | Самостоятельное изучение вопросов: 1. Основные сведения о методах синтеза САУ и САУ. 2. Выбор последовательных корректирующих устройств 3. Выбор параллельных корректирующих устройств в виде обратных связей 4. Построение желаемой ЛАЧХ скорректированной системы | 4 |
| 24 | Раздел 7. Раздел 7. Понятие о нелинейных системах управления (НСАУ). | Самостоятельное изучение вопросов: 1. Понятие о нелинейных системах. Типовые нелинейности. 2. Структурные схемы НСАУ. 3. Фазовое пространство. 4. Изображение процесса регулирования на фазовой плоскости. 5. Устойчивость НСАУ (теоремы Ляпунова). | 4 |
| Всего за 7 семестр | | | 76 |

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 | | | | ТекК, ВПЗ | | ДР | | ТекК, ВПЗ | | ДР | | | | | | ДР | ТекК, Вопр.Диф.Зач, диф. зач. |

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- вопросы/задания по темам ПЗ.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Ерофеев. . Теория автоматического управления. СПб.: Политехника, 2003, 135 экз.
2. Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. . Теория автоматического управления. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
3. В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления. СПб.: Профессия, 2003, 169 экз.
4. Д. П. Ким. . Теория автоматического управления. Москва: Юрайт, 2022, эл. рес.
5. И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
6. И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, 106 экз.
7. С. И. Малафеев, А. А. Малафеева. . Теория автоматического управления. М.: Академия, 2014, 30 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://e.lanbook.com/>; — ЭБС Лань; <https://urait.ru/>; — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.; <https://repository.library.voenmeh.ru/jspui/>; — Репозиторий библиотеки "БГТУ" ВОЕНМЕХ им. Д.Ф. Устинова: Главная страница; <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Современные профессиональные базы данных:

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

Информационные справочные системы:

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

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

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:

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

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 **ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ РАКЕТНЫМИ СИСТЕМАМИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *27.05.01 Специальные организационно-технические системы*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-2 Способен формулировать задачи управления в специальных организационно-технических системах и обосновывать методы их решения;

ПК-3 Способен производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств специальных ОТС в соответствии с техническим заданием и контролировать соответствие разрабатываемой технической документации требованиям нормативных документов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами теории управления, которые необходимы для анализа и синтеза систем управления ракетными системами.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- вопросы/задания по темам ПЗ.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**76 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 76 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 1. Введение в теорию управления. | | |
| 1. Принципы автоматического управления. 2. Функциональная схема САУ, САР. 3. Примеры функциональных схем. 4. Классификация САУ и САР. | Д. П. Ким. . Теория автоматического управления: Москва: Юрайт, 2022 (1) И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1) | 2 |
| 1. История вопроса. Предмет науки Цели и задачи ТАУ и ТАР . 2. Понятия об управлении. Роль информации в управлении. Объект автоматического управления. Основные понятия и определения. Основные сведения о САУ и САР. | С. И. Малафеев, А. А. Малафеева. . Теория автоматического управления: М.: Академия, 2014 (1, 2) | 2 |
| Итого по разделу 1 | | 4 |
| Раздел 2. Математическое описание САУ, САР. | | |
| 1. Моделирование САУ и САР. 2. Разбиение САУ и САР на звенья. 3. Статические и динамические характеристики звеньев САУ. Уравнение звеньев. 4. Типы звеньев. 5. Примеры звеньев. | И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (3) | 2 |
| 1. Структурная схема САУ и САР. 2. Составление уравнений (в т. ч. дифференциальных) САУ. Примеры. 3. Примеры функциональных и структурных схем конкретных технических систем (СУ БР 8К-99, ЗУР В750 и С-300, ПТУР «Малютка», РВВ Р 3-С и др.). | Д. П. Ким. . Теория автоматического управления: Москва: Юрайт, 2022 (1-2) В. А. | 2 |

| | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| | Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (2) | |
| Итого по разделу 2 | | 4 |
| Раздел 3. Раздел 3. Линейные САУ (ЛСАУ). | | |
| Самостоятельное изучение вопросов: 1. Понятие ЛСАУ. Свойства ЛСАУ. 2. Передаточная функция ЛСАУ. Свойства передаточной функции | А. А. Ерофеев. . Теория автоматического управления: СПб.: Политехника, 2003 (2--3) И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (2) Д. П. Ким. . Теория автоматического управления: Москва: Юрайт, 2022 (2-3) | 3 |
| Изучение теоретического материала, рассмотрение конкретных примеров и решение задач на тему: 1.Преобразование Фурье и Лапласа. 2.Свойства преобразования Лапласа. 3.Описание оригинала по известному изображению. 4.Изображения некоторых элементарных функций. | | 3 |
| Изучение теоретического материала, рассмотрение конкретных примеров и решение задач на тему: 1.Решение линейных дифференциальных уравнений (ДУ) с постоянными коэффициентами методом операционного исчисления. 2.Решение интегральных уравнений методом операционного исчисления. | | 5 |
| Изучение теоретического материала, рассмотрение конкретных примеров и решение задач на тему: 1. Весовая функция. Свойства весовой функции 2. Связь передаточной, переходной и весовой функций. | | 3 |
| Самостоятельное изучение вопросов: 1. Разомкнутые ЛСАУ и ЛСАУ с обратной связью. 2. Переходная функция. Свойства переходной функции | | 3 |
| Изучение теоретического материала, рассмотрение конкретных примеров и решение задач на тему: 1. Примеры переходных и весовых функций. 2. Интеграл Дюамеля | | 4 |
| Изучение теоретического материала, рассмотрение конкретных примеров и решение задач на тему: 1.Типовые звенья ЛСАУ (ТЗ ЛСАУ). 1.1. ТЗ, описываемые линейными алгебраическими уравнениями относительно выходного сигнала: а)пропорциональное; б)запаздывающие; в)дифференцирующее. 1.2. ТЗ, описываемые ДУ 1-го порядка: а)инерционно-дифференцирующее; б)инерциальное; в)интегрирующее; г)интегро-дифференцирующее. 1.3. ТЗ описываемые ДУ 2-го порядка: а)колебательное; б)апериодическое. | | 3 |
| Изучение теоретического материала, рассмотрение конкретных примеров и решение задач на тему: Соединение звеньев и преобразование структурных схем ЛСАУ: а)последовательное; б)параллельное; в)параллельное с обратной связью; г)комбинированное. | | 2 |
| Изучение теоретического материала, рассмотрение конкретных примеров и решение задач на тему: 1.Частотные характеристика ЛСАУ. 2. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики. 3. Логарифмические амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики. 4. Годограф ЧХ (АФЧХ ЛСАУ). | | 4 |
| Итого по разделу 3 | | 30 |
| Раздел 4. Раздел 4. Устойчивость ЛСАУ. | | |
| Самостоятельное изучение вопросов: 1. Понятие устойчивости ЛСАУ | И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 | 3 |
| Самостоятельное изучение вопросов: 1. Связь устойчивости с весовой функцией | | 3 |
| Самостоятельное изучение вопросов: 1. Связь устойчивости с корнями характеристического уравнения. | | 3 |
| Критерии устойчивости: алгебраические и частотные критерии устойчивости: | | 2 |

| | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Самостоятельное изучение вопросов: 1. Логарифмические критерии устойчивости. | (2-3) С. И. Малафеев, А. А. Малафеева. . Теория автоматического управления: М.: Академия, 2014 (3) | 2 |
| Самостоятельное изучение вопросов: 1. Алгебраические критерии устойчивости: а.) критерий Гурвица. б.) критерий Рауса. | | 4 |
| Самостоятельное изучение вопросов: 1. Частотные критерии устойчивости: а) критерий Михайлова | | 4 |
| Самостоятельное изучение вопросов: 1. Частотные критерии устойчивости: б) критерий Найквиста. | И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (3) | 5 |
| Итого по разделу 4 | | 26 |
| Раздел 5. Раздел 5. Качество ЛСАУ. | | |
| Изучение теоретического материала, рассмотрение конкретных примеров и решение задач на тему: Характеристики качества ЛСАУ, ЛСАУ 1. Запас устойчивости по фазе и амплитуде. 2. Показатели качества переходного процесса 3. Интегральные оценки качества ЛСАУ. | И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (3) С. И. Малафеев, А. А. Малафеева. . Теория автоматического управления: М.: Академия, 2014 (3-4) | 4 |
| Итого по разделу 5 | | 4 |
| Раздел 6. Раздел 6. Введение в синтез САУ и САР. | | |
| Самостоятельное изучение вопросов: 1. Основные сведения о методах синтеза САУ и САР. 2. Выбор последовательных корректирующих устройств 3. Выбор параллельных корректирующих устройств в виде обратных связей 4. Построение желаемой ЛАЧХ скорректированной системы | И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (2-4) И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (4) С. И. Малафеев, А. А. Малафеева. . Теория автоматического | 4 |

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| | управления: М.: Академия, 2014 (3) | |
| Итого по разделу 6 | | 4 |
| Раздел 7. Раздел 7. Понятие о нелинейных системах управления (НСАУ). | | |
| Самостоятельное изучение вопросов: 1.Понятие о нелинейных системах. Типовые нелинейности. 2. Структурные схемы НСАУ. 3. Фазовое пространство. 4. Изображение процесса регулирования на фазовой плоскости. 5. Устойчивость НСАУ (теоремы Ляпунова). | Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. . Теория автоматического управления: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (3) И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (4) | 4 |
| Итого по разделу 7 | | 4 |

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- 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.

Вопросы для текущего контроля

Вопросы для текущего контроля

Контрольные мероприятия проводятся в виде вопросов по соответствующим темам после прослушивания раздела дисциплины. Студент заранее извещается о дате проведения мероприятия и его теме. Студенту сообщается перечень вопросов, на которые он должен будет дать правильный ответ. Для принятия темы студент должен дать правильный ответ на не менее 50% заданных вопросов (количество задаваемых вопросов 3-5 в зависимости от темы)

Примерный перечень соответствующих вопросов приведен ниже.

Принципы управления

1. Что называется управлением?
2. Что называется автоматическим управлением?
3. Что называется системой автоматического управления?
4. Что является основной задачей автоматического управления?
5. Что называется объектом управления?
6. Что называется управляемой величиной?
7. Что называется управляющим органом?
8. Что называется чувствительным элементом?
9. Что такое входная и выходная величины?
10. Что называется управляющим воздействием?
11. Что называется возмущением?
12. Что называется отклонением от заданной величины?
13. Что называется управляющим устройством?
14. Что называется задающим устройством?
15. Что называется функциональной схемой и из чего она состоит?
16. В чем отличие сигнала от физической величины?
17. В чем суть принципа разомкнутого управления?
18. В чем суть принципа обратной связи?
19. Перечислите достоинства и недостатки принципов управления?
20. Какой частный случай управления называется регулированием?
21. В чем отличие систем прямого и непрямого регулирования?

Статический режим САУ

1. Перечислите и дайте краткую характеристику основных видов САУ?
2. Что называется статическим режимом САУ?
3. Что называется статическими характеристиками САУ?
4. Что называется уравнением статики САУ?
5. Что называется коэффициентом передачи, в чем отличие от коэффициента усиления?
6. В чем отличие нелинейных звеньев от линейных?
7. Как построить статическую характеристику нескольких звеньев?
8. В чем отличие астатических звеньев от статических?
9. В чем отличие астатического регулирования от статического?
10. Как сделать статическую САУ астатической?

11. Что называется статической ошибкой регулятора, как ее уменьшить?
 12. Что называется статизмом САУ?
 13. Назовите достоинства и недостатки статического и астатического регулирования?
- Динамический режим САУ
1. Какой режим САУ называется динамическим?
 2. Что называется регулированием?
 3. Назовите возможные виды переходных процессов в САУ. Какие из них являются допустимыми для нормальной работы САУ?
 4. Что называется уравнением динамики? Каков его вид?
 5. Как провести теоретическое исследование динамики САУ?
 6. Что называется линеаризацией?
 7. В чем геометрический смысл линеаризации?
 8. В чем состоит математическое обоснование линеаризации?
 9. Почему уравнение динамики САУ называется уравнением в отклонениях?
 10. Справедлив ли для уравнения динамики САУ принцип суперпозиции? Почему?
 11. Как звено с двумя и более входами представить схемой, состоящей из звеньев с одним входом?
 12. Запишите линеаризованное уравнение динамики в обычной и в операторной формах?
 13. В чем смысл и какими свойствами обладает дифференциальный оператор p ?
 14. Что называется передаточной функцией звена?
 15. Запишите линеаризованное уравнение динамики с использованием передаточной функции. Справедлива ли эта запись при ненулевых начальных условиях? Почему?
 16. Что называется динамическим коэффициентом усиления звена?
 17. Что называется характеристическим полиномом звена?
 18. Что называется нулями и полюсами передаточной функции?
 19. Что называется динамическим звеном?
 20. Что называется структурной схемой САУ?
 21. Что называется элементарными и типовыми динамическими звеньями?
 22. Как сложную передаточную функцию разложить на передаточные функции типовых звеньев?
- Структурные схемы САУ
1. Перечислите типичные схемы соединения звеньев САУ?
 2. Как преобразовать цепь последовательно соединенных звеньев к одному звену?
 3. Как преобразовать цепь параллельно соединенных звеньев к одному звену?
 4. Как преобразовать обратную связь к одному звену?
 5. Что называется прямой цепью САУ?
 6. Что называется разомкнутой цепью САУ?
 7. Как перенести сумматор через звено по ходу и против движения сигнала?
 8. Как перенести узел через звено по ходу и против движения сигнала?
 9. Как перенести узел через узел по ходу и против движения сигнала?
 10. Как перенести сумматор через сумматор по ходу и против движения сигнала?
 11. Как перенести узел через сумматор и сумматор через узел по ходу и против движения сигнала?
- Временные характеристики
1. Что называется и какие Вы знаете типовые входные воздействия? Для чего они нужны?
 2. Что называется переходной характеристикой?
 3. Что называется импульсной переходной характеристикой?
 4. Что называется временными характеристиками?
 5. Как получить кривую переходного процесса при сложной форме входного воздействия, если известна переходная характеристика звена?
 6. Что называется безинерционным звеном, его уравнение динамики, передаточная функция, вид переходной характеристики?
 7. Что называется интегрирующим звеном, его уравнение динамики, передаточная функция, вид переходной характеристики?
 8. Что называется аperiodическим звеном, его уравнение динамики, передаточная функция, вид переходной характеристики?
 9. Что называется колебательным звеном, его уравнение динамики, передаточная функция, вид переходной характеристики?
 10. Что называется консервативным звеном, его уравнение динамики, передаточная функция, вид переходной характеристики?
 11. Что называется идеальным дифференцирующим звеном? Почему его нельзя реализовать?
 12. Что называется реальным дифференцирующим звеном, его уравнение динамики, передаточная функция, вид переходной характеристики?
- Частотные характеристики
1. Что называется частотными характеристиками?
 2. Как получить частотные характеристики опытным путем?

3. Как получить частотные характеристики теоретическим путем по известной передаточной функции звена?
 4. Что такое и как получить АФЧХ?
 5. Что такое и как получить АЧХ?
 6. Что такое и как получить ФЧХ?
 7. Что такое и как получить ЛАЧХ?
 8. Что такое и как получить ЛФЧХ?
 9. Как построить годограф АФЧХ?
 10. Постройте АФЧХ, ЛАЧХ и ЛФЧХ безынерционного звена.
 11. Постройте АФЧХ, ЛАЧХ и ЛФЧХ интегрирующего звена.
 12. Постройте АФЧХ, ЛАЧХ и ЛФЧХ апериодического звена.
 13. Постройте АФЧХ, ЛАЧХ и ЛФЧХ колебательного звена.
 14. Постройте АФЧХ, ЛАЧХ и ЛФЧХ консервативного звена.
 15. Постройте ЛАЧХ и ЛФЧХ идеального дифференцирующего звена.
 16. Постройте ЛАЧХ и ЛФЧХ идеального форсирующего звена.
 17. Как изменятся ЛАЧХ и ЛФЧХ звена, если коэффициент усиления возрастет в 100 раз?
 18. Для чего служит правило зеркала.
- ЧХ разомкнутых САУ**
1. Что представляет собой разомкнутая одноконтурная САУ?
 2. Почему для построения ЧХ разомкнутых одноконтурных САУ удобно пользоваться логарифмическими характеристиками?
 3. Чем отличается ЛФЧХ от ФЧХ?
 4. Постройте ЛАЧХ и ЛФЧХ САУ с передаточной функцией
 5. Постройте ЛАЧХ и ЛФЧХ САУ с передаточной функцией
 6. Как определить уравнение динамики реального звена, если не известен его механизм, но известно как задать входное воздействие и как померить выходное?
 7. Что называется законом регулирования?
 8. Как реализовать пропорциональный закон регулирования?
 9. Зачем в регулятор добавляют дифференцирующие и форсирующие звенья?
 10. Зачем в регулятор добавляют интегрирующие звенья?
- Алгебраические критерии устойчивости**
1. Что понимают под устойчивостью САУ в малом и в большом?
 2. Какой вид имеет решение уравнения динамики САУ?
 3. Как найти вынужденную составляющую решения уравнения динамики САУ?
 4. Какой вид имеет свободная составляющая решения уравнения динамики САУ?
 5. Что такое характеристическое уравнение?
 6. Какой вид имеют корни характеристического уравнения?
 7. Как связаны корни характеристического уравнения с устойчивостью ЛСАУ?
 8. Чем отличаются правые и левые корни характеристического уравнения?
 9. Сформулируйте условие устойчивости ЛСАУ.
 10. Сформулируйте условие устойчивости систем по Ляпунову.
 11. Что такое граница устойчивости?
 12. Что такое критерии устойчивости?
 13. Сформулируйте условие устойчивости ЛСАУ.
 14. Сформулируйте критерий Рауса.
 15. Сформулируйте критерий Гурвица.
 16. В чем достоинства и недостатки алгебраических критериев устойчивости?
- Частотные критерии устойчивости**
1. Что называется частотными критериями устойчивости САУ?
 2. В чем преимущество частотных критериев устойчивости перед алгебраическими?
 3. Сформулируйте критерий устойчивости Михайлова.
 4. Сформулируйте критерий устойчивости Найквиста.
 5. Сформулируйте логарифмический критерий устойчивости.
- Запас устойчивости**
1. Какие САУ считаются структурно устойчивыми и структурно неустойчивыми?
 2. В каком квадранте уходит в бесконечность АФЧХ разомкнутой САУ если порядок астатизма равен трем? Является ли такая САУ структурно устойчивой в замкнутом состоянии?
 3. Как сделать устойчивой структурно неустойчивую САУ?
 4. Что называется запасом устойчивости по амплитуде (модулю)?
 5. Что называется запасом устойчивости по фазе?
 6. Что называется частотой среза?
 7. Сформулируйте критерий Найквиста для логарифмических характеристик.
- Интегральный методы оценки качества САУ**

1. Как влияет на качество управления близость корня характеристического полинома САУ к мнимой оси комплексной плоскости?
2. Как влияет на качество управления угол раскрытия трапеции области корней?
3. Как определить степень устойчивости САУ?
4. Как определить колебательность САУ?
5. Как можно вычислить время переходного процесса, зная как расположены корни характеристического полинома на комплексной плоскости?
6. Что называется интегральными критериями качества САУ?
7. Как определить линейную и квадратичную оценки качества управления?
8. В чем недостатки линейной и квадратичной оценок качества управления?

Вопросы/задания по темам ПЗ

1. Основные понятия теории автоматического управления. (Понятие об управлении. Роль информации в управлении. Объекты автоматического управления. Задачи теории автоматического управления.).
2. Принципы автоматического управления.
3. Функциональная схема системы автоматического управления.
4. Классификация САУ. Примеры САУ, САР.
5. Математическое описание САУ и САР. Моделирование САУ и САР. Разбиение САУ и САР на звенья. Статические и динамические характеристики звеньев САУ и САР.
6. Математическое описание САУ и САР. Моделирование САУ и САР. Примеры составления дифференциальных уравнений звеньев САУ и САР. Составление дифференциальных уравнений САУ и САР в целом.
7. Линейные системы автоматического управления и регулирования (ЛСАУ и ЛСАР). Общие сведения. Передаточная функция ЛСАУ и ЛСАР.
8. Передаточная функция ЛСАУ и ЛСАР. Свойства передаточной функции. Интеграл Дюамеля.
9. Переходная функция ЛСАУ и ЛСАР и ее свойства.
10. Весовая функция ЛСАУ и ЛСАР и ее свойства.
11. Частотные и логарифмические характеристики ЛСАУ и ЛСАР.
12. Типовые звенья ЛСАУ и ЛСАР. Пропорциональное звено и его характеристики.
13. Типовые звенья ЛСАУ и ЛСАР. Запаздывающее звено и его характеристики.
14. Типовые звенья ЛСАУ и ЛСАР. Дифференцирующее звено и его характеристики.
15. Типовые звенья ЛСАУ и ЛСАР. Инерционно-дифференцирующее звено и его характеристики.
16. Типовые звенья ЛСАУ и ЛСАР. Инерционное звено и его характеристики.
17. Типовые звенья ЛСАУ и ЛСАР. Интегрирующее звено и его характеристики.
18. Типовые звенья ЛСАУ и ЛСАР. Интегро-дифференцирующее звено и его характеристики.
19. Типовые звенья ЛСАУ и ЛСАР. Колебательное звено и его характеристики.
20. Соединения звеньев и преобразование структурных схем ЛСАУ и ЛСАР. Последовательное соединение звеньев.
21. Соединения звеньев и преобразование структурных схем ЛСАУ и ЛСАР. Параллельное соединение звеньев.
22. Соединения звеньев и преобразование структурных схем ЛСАУ и ЛСАР. Параллельное соединение звеньев с обратной связью.
23. Соединения звеньев и преобразование структурных схем ЛСАУ и ЛСАР. Комбинированное соединение звеньев. Правила преобразования структурных схем
24. Устойчивость ЛСАУ и ЛСАР. Основные понятия и определения.
25. Взаимосвязь устойчивости ЛСАУ и ЛСАР с весовой функцией.
26. Связь устойчивости ЛСАУ и ЛСАР с корнями характеристического уравнения.
27. Устойчивость ЛСАУ и ЛСАР. Алгебраические критерии устойчивости ЛСАУ и ЛСАР. Критерий Гурвица.
28. Устойчивость ЛСАУ и ЛСАР. Алгебраические критерии устойчивости ЛСАУ и ЛСАР. Критерий Рауса.
29. Устойчивость ЛСАУ и ЛСАР. Частотные критерии устойчивости ЛСАУ и ЛСАР. Критерий Михайлова.
30. Устойчивость ЛСАУ и ЛСАР. Частотные критерии устойчивости ЛСАУ и ЛСАР. Критерий Найквиста.
31. Устойчивость ЛСАУ и ЛСАР. Логарифмические критерии устойчивости.
32. Исследование качества ЛСАУ и ЛСАР. Показатели качества переходного процесса.
33. Исследование качества ЛСАУ и ЛСАР. Запас устойчивости по фазе и амплитуде.
34. Интегральные характеристики качества ЛСАУ и ЛСАР
35. Нелинейные САУ. Особенности НСАУ. Метод линеаризации. Устойчивость НСАУ. Теоремы Ляпунова.
36. Нелинейные САУ. Фазовое пространство, фазовая траектория и фазовый портрет

37. Синтез систем регулирования. Выбор последовательных корректирующих устройств.
38. Синтез систем регулирования. Выбор параллельных корректирующих устройств в виде обратных связей.
39. Синтез систем регулирования. Построение желаемой ЛАЧХ скорректированной системы.
40. Синтез систем регулирования. Корректирующие звенья. Их типы и реализация.

Вопросы к дифференцированному зачету

1. Основные понятия теории автоматического управления. (Понятие об управлении. Роль информации в управлении. Объекты автоматического управления. Задачи теории автоматического управления.).
2. Принципы автоматического управления.
3. Функциональная схема системы автоматического управления.
4. Классификация САУ. Примеры САУ, САР.
5. Математическое описание САУ и САР. Моделирование САУ и САР. Разбиение САУ и САР на звенья. Статические и динамические характеристики звеньев САУ и САР.
6. Математическое описание САУ и САР. Моделирование САУ и САР. Примеры составления дифференциальных уравнений звеньев САУ и САР. Составление дифференциальных уравнений САУ и САР в целом.
7. Линейные системы автоматического управления и регулирования (ЛСАУ и ЛСАР). Общие сведения. Передаточная функция ЛСАУ и ЛСАР.
8. Передаточная функция ЛСАУ и ЛСАР. Свойства передаточной функции. Интеграл Дюамеля.
9. Переходная функция ЛСАУ и ЛСАР и ее свойства.
10. Весовая функция ЛСАУ и ЛСАР и ее свойства.
11. Частотные и логарифмические характеристики ЛСАУ и ЛСАР.
12. Типовые звенья ЛСАУ и ЛСАР. Пропорциональное звено и его характеристики.
13. Типовые звенья ЛСАУ и ЛСАР. Запздывающее звено и его характеристики.
14. Типовые звенья ЛСАУ и ЛСАР. Дифференцирующее звено и его характеристики.
15. Типовые звенья ЛСАУ и ЛСАР. Интегрирующее звено и его характеристики.
16. Соединения звеньев и преобразование структурных схем ЛСАУ и ЛСАР. Последовательное соединение звеньев.
17. Соединения звеньев и преобразование структурных схем ЛСАУ и ЛСАР. Параллельное соединение звеньев.
18. Соединения звеньев и преобразование структурных схем ЛСАУ и ЛСАР. Параллельное соединение звеньев с обратной связью.
19. Соединения звеньев и преобразование структурных схем ЛСАУ и ЛСАР. Комбинированное соединение звеньев. Правила преобразования структурных схем
20. Устойчивость ЛСАУ и ЛСАР. Основные понятия и определения.
21. Взаимосвязь устойчивости ЛСАУ и ЛСАР с весовой функцией.
22. Связь устойчивости ЛСАУ и ЛСАР с корнями характеристического уравнения.
23. Устойчивость ЛСАУ и ЛСАР. Алгебраические критерии устойчивости ЛСАУ и ЛСАР. Критерий Гурвица.
24. Устойчивость ЛСАУ и ЛСАР. Алгебраические критерии устойчивости ЛСАУ и ЛСАР. Критерий Рауса.
25. Устойчивость ЛСАУ и ЛСАР. Частотные критерии устойчивости ЛСАУ и ЛСАР. Критерий Михайлова.
26. Устойчивость ЛСАУ и ЛСАР. Частотные критерии устойчивости ЛСАУ и ЛСАР. Критерий Найквиста.,
27. Исследование качества ЛСАУ и ЛСАР. Показатели качества переходного процесса.
28. Исследование качества ЛСАУ и ЛСАР. Запас устойчивости по фазе и амплитуде.
29. Интегральные характеристики качества ЛСАУ и ЛСАР

Дифференцированный зачет

Условиями допуска к сдаче дифференцированного зачета являются: успешное прохождение текущего контроля.

Дифференцированный зачет проводится в устной форме. Оценка за дифференцированный зачет выставляется по результатам ответов на вопросы к дифференцированному зачету.

Критерии оценивания:

- Оценка “Зачтено-отлично” выставляется студенту, прочно усвоившему программный материал, исчерпывающе, грамотно и логически стройно его излагающему. При этом студент не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с литературой, правильно обосновывает принятые решения.
- Оценка “Зачтено-хорошо” выставляется студенту, знающему программный материал, грамотно и по существу излагающему его, который не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос,

правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

- Оценка “Зачтено-удовлетворительно” выставляется студенту, который имеет знания только основного материала, но не усвоил деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении программного материала.

- Оценка “Не зачтено” выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями пытается ответить на вопросы.

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-2 | ПК-3 | |
| | | | | | | | | | | |
| 4 | 7 | Раздел 1. Введение в теорию управления. | 10 | 6 | 2 | 4 | 4 | 10 | 10 | Вопросы для текущего контроля |
| 4 | 7 | Раздел 2. Раздел 2. Математическое описание САУ, САР. | 10 | 6 | 2 | 4 | 4 | 10 | 10 | Вопросы для текущего контроля |
| 4 | 7 | Раздел 3. Раздел 3. Линейные САУ (ЛСАУ). | 50 | 20 | 12 | 8 | 30 | 20 | 20 | Вопросы для текущего контроля, Вопросы/задания по темам ПЗ |
| 4 | 7 | Раздел 4. Раздел 4. Устойчивость ЛСАУ. | 44 | 18 | 12 | 6 | 26 | 20 | 20 | Вопросы для текущего контроля, Вопросы/задания по темам ПЗ |
| 4 | 7 | Раздел 5. Раздел 5. Качество ЛСАУ. | 10 | 6 | 2 | 4 | 4 | 20 | 20 | Вопросы для текущего контроля |
| 4 | 7 | Раздел 6. Раздел 6. Введение в синтез САУ и САР. | 10 | 6 | 2 | 4 | 4 | 10 | 10 | Вопросы для текущего контроля |
| 4 | 7 | Раздел 7. Раздел 7. Понятие о нелинейных системах управления (НСАУ). | 10 | 6 | 2 | 4 | 4 | 10 | 10 | Вопросы для текущего контроля, Вопросы к дифференцированному зачету |
| Всего за 7 семестр | | | 144 | 68 | 34 | 34 | 76 | 100 | 100 | |
| Всего по дисциплине | | | 144 | 68 | 34 | 34 | 76 | 100 | 100 | |

Оценочные материалы по дисциплине ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ РАКЕТНЫМИ СИСТЕМАМИ

ОПК-2 - Способен формулировать задачи управления в специальных организационно-технических системах и обосновывать методы их решения

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
В каких системах реализуется принцип управления по возмущению?
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Что такое разомкнутая система автоматического управления?
- № 3 Прочитайте текст и установите соответствие
Установить соответствия между типом системы и принципом управления, который в ней используется
1. замкнутая система;
 2. разомкнутая система;
 3. комбинированная система
- А. принцип управления по возмущению;
- Б. принцип управления по возмущению и принцип управления по отклонению;
- В. принцип управления по отклонению.
- № 4 Прочитайте текст и установите соответствие
Установить соответствия между устойчивостью линейной системы автоматического управления и следующими утверждениями
1. все корни соответствующего характеристического уравнения лежат в левой части комплексной плоскости;
 2. годограф Михайлова начинается на отрицательной части вещественной оси;
 3. весовая функция стремится к бесконечности при стремлении времени к бесконечности;
 4. определитель Гурвица имеет положительными все главный диагональный миноры.
- А. система неустойчива;
- Б. система устойчива.
- № 5 Прочитайте текст и установите последовательность
Установить последовательность быстродействия линейной системы автоматического управления в переходном процессе (увеличения быстродействия системы) для следующих значений времени регулирования (сек):
1. 7 с;
 2. 4 с;
 3. 10 с;
 4. 5 с.
- № 6 Прочитайте текст и установите последовательность
Установить последовательность запаса устойчивости линейной системы автоматического управления (увеличения запаса устойчивости системы).

Если расстояние η от ближайшего к мнимой оси корня характеристического уравнения, лежащего слева от неё (имеющего отрицательную вещественную часть):

1. $\ln I = 7$;

2. $\ln I = 11$;

3. $\ln I = 3$;

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

В соответствии с критерием Рауса система устойчива, если:

1. коэффициенты, стоящие на главной диагонали преобразованного к треугольному виду определителя Гурвица, должны быть положительными;

2. коэффициенты, стоящие на главной диагонали, преобразованного к треугольному виду определителя Гурвица, должны быть отрицательными;

3. коэффициенты, стоящие на главной диагонали преобразованного к треугольному виду определителя Гурвица, должны быть положительными или отрицательными;

4. коэффициенты, стоящие на главной диагонали преобразованного к треугольному виду определителя Гурвица, должны быть положительными или нулевыми.

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

В соответствии с критерием Гурвица система устойчива, если:

1. количество положительных и отрицательных миноров определителя Гурвица одинаково;

2. определитель матрицы Гурвица отрицательный;

3. все главные диагональные миноры определителя Гурвица положительны;

4. все главные диагональные миноры определителя Гурвица отрицательны.

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

Что такое переходная функция линейной системы автоматического управления?

1. сигнал на выходе системы при подаче на ее вход единичной функции (единичного скачка);

2. сигнал на выходе системы при подаче на ее вход линейно растущего сигнала;

3. сигнал на выходе системы при подаче на ее вход гармонической функции;

4. сигнал на выходе системы при подаче на ее вход функции Дирака.

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

Система одинакового опорожнения баков МБР 8К99 это:

1. система стабилизации;

2. следящая система;

3. система программного управления;

4. замкнутая система

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

Что такое интеграл Дюамеля?

1. сигнал на выходе системы при подаче на ее вход единичной функции (единичного скачка);

2. выходной сигнал при нулевых начальных значениях свёртки оригинала передаточной функции и внешнего воздействия;
3. выходной сигнал при нулевых начальных значениях свёртки весовой функции и внешнего воздействия;
4. сигнал на выходе системы при подаче на ее вход функции Дирака.

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

Какой тип системы управления представляет канал боковой стабилизации МБР 8К99

1. система стабилизации;
2. следящая система;
3. система программного управления;
4. замкнутая система

ПК-3 - Способен производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств специальных ОТС в соответствии с техническим заданием и контролировать соответствие разрабатываемой технической документации требованиям нормативных документов

№ 1 Прочитайте текст и установите соответствие

Установить соответствия между типом системы управления и целью управления:

1. стабилизации?
2. программного управления?
3. следящей системе?

А. изменение регулируемой переменной по заранее известному закону

Б. поддержание регулируемой переменной на заданном уровне

В. изменение регулируемой переменной по заранее неизвестному закону

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что такое замкнутая система?

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

Установить соответствия между функцией и определением этой функции:

1. весовая функция;
2. переходная функция;
3. интеграл Дюамеля?;

А. выходной сигнал при нулевых начальных значениях свёртки оригинала передаточной функции и внешнего воздействия;

Б. сигнал на выходе системы при подаче на ее вход функции Дирака;

В. сигнал на выходе системы при подаче на ее вход единичной функции (единичного скачка);

№ 4 Прочитайте текст и установите последовательность

Установить последовательность быстродействия линейной системы автоматического управления в переходном процессе (увеличения быстродействия системы) для следующих значений времён регулирования (сек):

1. 2 с;

2. 5 с;

3. 1 с;

4. 4 с.

№ 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что является целью управления в системе программного управления?

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Установить последовательность запаса устойчивости линейной системы автоматического управления (увеличения запаса устойчивости системы).

Если расстояние η от ближайшего к мнимой оси корня характеристического уравнения, лежащего слева от неё (имеющего отрицательную вещественную часть):

1. $\ln I=3$;

2. $\ln I=10$;

3. $\ln I=5$;

4. $\ln I=15$;

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

Передаточная функция линейной системы автоматического управления определяется:

1. $W(p) = X(p)/Y(p)$;

2. $W(p) = Y(p)/X(p)$ при нулевых начальных условиях;

3. $W(t) = y(t)/x(t)$;

4. $W(t) = y(t)*x(t)$.

Здесь $y(t)$ – выход, $x(t)$ – вход, L – преобразование Лапласа

$X(p)=L\{x(t)\}$, $Y(p)=L\{y(t)\}$

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

Используя критерий Найквиста можно судить об устойчивости:

1. разомкнутой системы по характеристикам замкнутой системы;

2. разомкнутой системы по характеристикам другой разомкнутой системы;

3. замкнутой системы по характеристикам разомкнутой системы;

4. замкнутой системы по характеристикам другой замкнутой системы.

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

Что такое частотная характеристика (ЧХ) линейной системы автоматического управления САУ (частотная передаточная функция) ?

1. $ЧХ = Y(p)/X(p)$;

2. $ЧХ = y(t)+x(t)$;

3. $ЧХ = W(i*\omega)$;

4. $ЧХ = y(t)*x(t)$.

Здесь $y(t)$ – выход, $x(t)$ – вход, L – преобразование Лапласа,

$X(p)=L\{x(t)\}$, $Y(p)=L\{y(t)\}$

$W(p) = Y(p)/X(p)$ – передаточная функция

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

Весовая функция системы равна:

1. производной от переходной функции системы;
2. оригиналу передаточной функции системы;
3. производной от передаточной функции системы;
4. интегралу от переходной функции системы.

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

Канал управления углом тангажа МБР 8К99 (канал управления нормальной скоростью) это:

1. система стабилизации;
2. следящая система;
3. система программного управления;
4. система, основанная на принципе управления по отклонению

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

В соответствии с критерием Михайлова для устойчивой системы необходимо чтобы годограф Михайлова

1. при $\omega=0$ начинался на вещественной положительной полуоси;
2. при $\omega=0$ начинался в начале координат;
3. при $\omega=0$ начинался на вещественной отрицательной полуоси;
4. обходил в положительном направлении последовательно N квадрантов, где N – порядок характеристического уравнения.