

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования

"Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_  
Козорез Д.А.  
27 июня 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (000187141)**

Теория автоматического управления

(указывается наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
Квалификация выпускника	Бакалавр
Профиль подготовки	Автоматизация технологических процессов и производств (в машиностроении)
Форма обучения	очная (очно, очно-заочное, заочное)
Выпускающая кафедра	ТАОМ
Обеспечивающая кафедра	ТАОМ
Кафедра-разработчик рабочей программы	ТАОМ

Семестр	З.Е.	Трудоемкость, час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час	Экзамен-нов, час.	Форма промежуточног о контроля
5	3	108	34	16	8	50	0	Зо
6	4	144	34	16	16	42	36	Э
Итого	7	252	68	32	24	92	36	

Москва  
2022

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## Разделы рабочей программы

1. Цели освоения дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения.
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
3. Структура и содержание дисциплины.
4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.
6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.
8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

## Приложения к рабочей программе дисциплины

Приложение 1. Аннотация рабочей программы

Приложение 2. Прикрепленные файлы

Программа составлена в соответствии с требованиями СУОС МАИ, разработанного на основе ФГОС ВО (3++) по направлению 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Авторы программы:

Мамонов С.А.

---

Заведующий обеспечивающей кафедрой ТАОМ

---

Программа одобрена:

Заведующий выпускающей кафедрой  
ТАОМ

Директор выпускающего филиала СТ

---

---

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ.

Целью освоения дисциплины Теория автоматического управления является достижение следующих результатов освоения(РО):

№	Шифр	Результат обучения
1	З-1(ОПК-5.2)	Знать принципы работы аппаратного обеспечения, используемого в автоматизированных системах управления
2	У-1(ОПК-5.2)	Уметь выбирать системы автоматического управления для производственных предприятий
3	В-1(ОПК-5.2)	Владеть навыками работы с программами для обслуживания, настройки и наладки систем управления
4	У-1(ОПК-13.2)	Уметь соблюдать основные правила оформления результатов работы в офисном программном обеспечении
5	В-1(ОПК-13.2)	Владеть навыками оформления и визуализации проведенных работ
6	З-1(ОПК-13.1)	Знать правила оформления литературных обзоров, результатов научных поисковых исследований
7	У-1(ОПК-13.1)	Уметь публично представлять результаты своей исследовательской работы
8	В-1(ОПК-13.1)	Владеть навыками аргументированного доклада результатов выполненной работы
9	У-1(ОПК-13.3)	Уметь использовать регламентирующие документы при подготовке отчётов о проведённых исследованиях
10	З-1(ОПК-13.3)	Знать стандарты составления отчётов о проведённых исследованиях
11	В-1(ОПК-13.3)	Владеть навыками публичного представления результатов своих работ
12	З-1(ОПК-13.2)	Знать правила оформления результатов работы в офисном программном обеспечении
13	З-1(ОПК-14.1)	Знать методы анализа исходных информационных данных для проектирования средств и систем автоматизации управления процессами
14	У-1(ОПК-14.1)	Уметь участвовать в работах по расчету и проектированию средств и систем автоматизации с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования
15	В-1(ОПК-14.1)	Владеть стандартными методами расчёта при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств
16	З-1(ОПК-14.2)	Знать фундаментальные принципы расчёта и функционирования автоматизированных систем управления
17	У-1(ОПК-14.2)	Уметь составлять математическое описание технологических объектов, оценивать устойчивость линейных, импульсных и нелинейных систем автоматического регулирования
18	В-1(ОПК-14.2)	Владеть математическими методами формализованного описания анализа и синтеза автоматических систем управления

19	З-1(ОПК-14.3)	Знать свойства объектов управления, методы математического описания динамических систем, типовые алгоритмы автоматического управления и методы анализа и параметрического синтеза систем управления
20	У-1(ОПК-14.3)	Уметь выполнять математическое моделирование элементов и систем управления с использованием средств вычислительной техники
21	В-1(ОПК-14.3)	Владеть техникой применения математических пакетов для имитационного моделирования автоматических систем управления

Перечисленные РО являются основой для формирования следующих компетенций:

№	Шифр	Компетенция
1	ОПК-5	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
2	ОПК-14	Способен применять стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств
3	ОПК-13	Способен оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы

Индикаторы достижения компетенций, служащие для проверки сформированности части соответствующей компетенции:

№	Шифр	Индикатор компетенций
1	ОПК-13.1	Знает правила оформления, представления и аргументированного доклада результатов выполненной работы
2	ОПК-13.2	Применяет навыки работы в программах для оформления и визуализации проведенных работ
3	ОПК-13.3	Составляет отчеты о проведенных исследованиях с последующим публичным представлением результатов
4	ОПК-14.1	Обладает знаниями стандартных методов расчета при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств
5	ОПК-14.2	Применяет навыки работы в автоматизированных системах проектирования технологических процессов и производств
6	ОПК-14.3	Демонстрирует стандартные методы расчета при моделировании процессов производства изделий в машиностроении
7	ОПК-5.2	Применяет современные программные продукты для решения задач в профессиональной деятельности

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Дисциплина Теория автоматического управления является предшествующей и последующей для следующих дисциплин:

N	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
1	Информатика	Организация баз данных
2	Введение в авиационную и ракетно-космическую технику	Технологические процессы автоматизированных производств
3	Детали машин и основы конструирования	Итоговая гос. аттестация
4	Ознакомительная практика I	Моделирование систем и процессов
5	Ознакомительная практика II	

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость практики составляет 7 зачетных(ые) едениц(ы), 252 часа(ов).

Модуль	Раздел	Лекции	Практич. занятия	Лаборат. работы	СРС	Всего часов	Всего с экзаменами и курсовыми
Теория автоматического управления (5 семестр)	Основные понятия и задачи теории автоматического управления	2	0	0	14	16	108
	Математическое описание САУ и их характеристики.	4	0	0	2	6	
	Типовые динамические звенья и их характеристики.	4	4	4	8	20	
	Устойчивость систем автоматического управления.	16	8	4	18	46	
	Анализ качества линейных непрерывных САУ.	4	0	0	4	8	
	Синтез линейных непрерывных САУ. Точность и качество САУ. Методы повышения точности. Классические методы синтеза корректирующих устройств.	4	4	0	4	12	
Теория автоматического управления (6 семестр)	Линейные стационарные системы автоматического управления при случайных воздействиях.	10	4	8	2	24	144

	Нелинейные системы автоматического управления.	10	4	0	0	14	
	Дискретные системы автоматического управления.	14	8	8	0	30	
<b>Всего</b>		<b>68</b>	<b>32</b>	<b>24</b>	<b>52</b>	<b>176</b>	<b>252</b>

### 3.1. Лекции

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов	Тема лекции
1	1.1.Основные понятия и задачи теории автоматического управления	2	Общие сведения об автоматическом управлении. Классификация систем авто-матического управления.
2	1.2.Математическое описание САУ и их характеристики.	4	Математические модели САУ. Передаточные функции САУ. Динамические характеристики САУ. Временные характеристики САУ. Частотные характеристики САУ.
3	1.3.Типовые динамические звенья и их характеристики.	4	Динамические звенья САУ. Соединения динамических звеньев. Характеристики типовых динамических звеньев.
4	1.4.Устойчивость систем автоматического управления.	6	Основные понятия теории устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости.
5	1.4.Устойчивость систем автоматического управления.	8	Частотные критерии устойчивости. Принцип аргумента. Критерий устойчивости Михайлова. Критерий устойчивости Найквиста.
6	1.4.Устойчивость систем автоматического управления.	2	Выделение областей устойчивости. Построение области устойчивости по алгебраическим критериям.
7	1.5.Анализ качества линейных непрерывных САУ.	4	Показатели качества САУ. Методы построения переходной функции. Коэффициенты ошибок. Интегральные оценки качества.
8	1.6.Синтез линейных непрерывных САУ. Точность и качество САУ. Методы повышения точности. Классические методы синтеза корректирующих устройств.	4	Задача синтеза и способы коррекции.

9	2.1.Линейные стационарные системы автоматического управления при случайных воздействиях.	2	Случайные функции и их характеристики.
10	2.1.Линейные стационарные системы автоматического управления при случайных воздействиях.	2	Связь между корреляционными функциями и спектральными плотностями на входе и выходе линейной динамической системы.
11	2.1.Линейные стационарные системы автоматического управления при случайных воздействиях.	2	Анализ динамической точности САУ.
12	2.1.Линейные стационарные системы автоматического управления при случайных воздействиях.	2	Формирование сигнала с заданной спектральной плотностью.
13	2.1.Линейные стационарные системы автоматического управления при случайных воздействиях.	2	Синтез оптимальных передаточных функций САУ при случайных воздействиях.
14	2.2.Нелинейные системы автоматического управления.	2	Определение и особенности нелинейных систем.
15	2.2.Нелинейные системы автоматического управления.	2	Метод фазовых портретов.
16	2.2.Нелинейные системы автоматического управления.	2	Метод гармонической линеаризации. Применение метода гармонической линеаризации.
17	2.2.Нелинейные системы автоматического управления.	2	Исследование устойчивости нелинейных систем. Второй метод Ляпунова.
18	2.2.Нелинейные системы автоматического управления.	2	Критерий абсолютной устойчивости В.М. Попова.
19	2.3.Дискретные системы автоматического управления.	2	Определение дискретной САУ. Дискретные и импульсные системы.
20	2.3.Дискретные системы автоматического управления.	2	Квантование сигнала по уровню и по времени.
21	2.3.Дискретные системы автоматического управления.	2	Дискретное преобразование Лапласа и Z - преобразование. Импульсная передаточная функция, её вычисление.
22	2.3.Дискретные системы автоматического управления.	4	Исследование устойчивости дискретных САУ. Критерии устойчивости.

23	2.3.Дискретные системы автоматического управления.	2	Анализ качества дискретных САУ. Точность и методы коррекции импульсных систем.
24	2.3.Дискретные системы автоматического управления.	2	Синтез дискретных САУ. Условие грубости дискретной системы. Методы синтеза дискретных САУ.
<b>Итого:</b>		<b>68</b>	

### 3.2. Содержание лекций

#### 1.1.1. Общие сведения об автоматическом управлении. Классификация систем авто-матического управления. (АЗ: 2, СРС: 0)

Тип лекции: Обзорная лекция

Форма организации: Лекция

#### 1.2.1. Математические модели САУ. Передаточные функции САУ. Динамические характеристики САУ. Временные характеристики САУ. Частотные характеристики САУ. (АЗ: 4, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

#### 1.3.1. Динамические звенья САУ. Соединения динамических звеньев. Характеристики типовых динамических звеньев. (АЗ: 4, СРС: 4)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

#### 1.4.1. Основные понятия теории устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости. (АЗ: 6, СРС: 4)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

**Описание:** Основные понятия теории устойчивости. Исследование устойчивости по уравнениям первого приближения. Алгебраические критерии устойчивости. Необходимое условие устойчивости. Критерий устойчивости Гурвица. Критерий устойчивости Рауса.

#### 1.4.2. Частотные критерии устойчивости. Принцип аргумента. Критерий устойчивости Михайлова. Критерий устойчивости Найквиста. (АЗ: 8, СРС: 4)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

#### 1.4.4. Выделение областей устойчивости. Построение области устойчивости по алгебраическим критериям. (АЗ: 2, СРС: 2)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

#### 1.5.1. Показатели качества САУ. Методы построения переходной функции. Коэффициенты ошибок. Интегральные оценки качества. (АЗ: 4, СРС: 4)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция



**1.6.1. Задача синтеза и способы коррекции. (АЗ: 4, СРС: 2)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Задача синтеза и способы коррекции. Синтез САУ методом ЛЧХ. Особенности синтеза корректирующих обратных связей. Передаточная функция по ошибке и коэффициенты ошибок в стандартной следящей САУ. Астатизм САУ и методы повышения порядка астатизма. Связь устойчивости и точности СУ.

**2.1.1. Случайные функции и их характеристики. (АЗ: 2, СРС: 0)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**Описание:** Случайные функции и их характеристики.

**2.1.2. Связь между корреляционными функциями и спектральными плотностями на входе и выходе линейной динамической системы. (АЗ: 2, СРС: 0)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**2.1.3. Анализ динамической точности САУ. (АЗ: 2, СРС: 0)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**2.1.4. Формирование сигнала с заданной спектральной плотностью. (АЗ: 2, СРС: 0)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**2.1.5. Синтез оптимальных передаточных функций САУ при случайных воздействиях. (АЗ: 2, СРС: 0)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**2.2.1. Определение и особенности нелинейных систем. (АЗ: 2, СРС: 0)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**2.2.2. Метод фазовых портретов. (АЗ: 2, СРС: 0)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

**2.2.3. Метод гармонической линеаризации. Применение метода гармонической линеаризации. (АЗ: 2, СРС: 0)**

**Тип лекции:** Информационная лекция

**Форма организации:** Лекция

- 2.2.4. Исследование устойчивости нелинейных систем. Второй метод Ляпунова. (АЗ: 2, СРС: 0)**  
Тип лекции: Информационная лекция  
Форма организации: Лекция
- 2.2.5. Критерий абсолютной устойчивости В.М. Попова. (АЗ: 2, СРС: 0)**  
Тип лекции: Информационная лекция  
Форма организации: Лекция
- 2.3.1. Определение дискретной САУ. Дискретные и импульсные системы. (АЗ: 2, СРС: 0)**  
Тип лекции: Информационная лекция  
Форма организации: Лекция
- 2.3.2. Квантование сигнала по уровню и по времени. (АЗ: 2, СРС: 0)**  
Тип лекции: Информационная лекция  
Форма организации: Лекция  
Описание: Теорема Котельникова-Шеннона о выборке сигнала (квантование по времени). Спектр квантованного сигнала.
- 2.3.3. Дискретное преобразование Лапласа и Z - преобразование. Импульсная передаточная функция, её вычисление. (АЗ: 2, СРС: 0)**  
Тип лекции: Информационная лекция  
Форма организации: Лекция
- 2.3.4. Исследование устойчивости дискретных САУ. Критерии устойчивости. (АЗ: 4, СРС: 0)**  
Тип лекции: Информационная лекция  
Форма организации: Лекция
- 2.3.5. Анализ качества дискретных САУ. Точность и методы коррекции импульсных систем. (АЗ: 2, СРС: 0)**  
Тип лекции: Информационная лекция  
Форма организации: Лекция
- 2.3.6. Синтез дискретных САУ. Условие грубости дискретной системы. Методы синтеза дискретных САУ. (АЗ: 2, СРС: 0)**  
Тип лекции: Информационная лекция  
Форма организации: Лекция  
Описание: Синтез дискретных САУ. Условие грубости дискретной системы. Методы синтеза дискретных САУ. Операционные методы моделирования дискретно-непрерывных систем.

### 3.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел дисциплины	Объем часов	Наименование практического занятия
1	1.3.Типовые динамические звенья и их характеристики.	4	Структурные схемы САУ, их составление и преобразование. Передаточные функции.
2	1.4.Устойчивость систем автоматического управления.	4	Критерий устойчивости Гурвица. Критерий устойчивости Рауса.Критерий устойчивости Михайлова. Критерий устойчивости Найквиста.
3	1.4.Устойчивость систем автоматического управления.	4	Запасы устойчивости. Оценка ус-тойчивости по ЛЧХ.
4	1.6.Синтез линейных непрерывных САУ. Точность и качество САУ. Методы повышения точности. Классические методы синтеза корректирующих устройств.	4	Синтез последовательных корректирующих устройств с помощью ЛАЧХ. Переходные процессы в линейных САУ. Качество переходных процессов.
5	2.1.Линейные стационарные системы автоматического управления при случайных воздействиях.	4	Синтез оптимальных передаточных функций САУ при случайных воздей-ствиях.
6	2.2.Нелинейные системы автоматического управления.	4	Исследование устойчивости нелиней-ных систем.
7	2.3.Дискретные системы автоматического управления.	8	Оценка устойчивости импульсных систем с использованием z-преобразования и w-преобразования
<b>Итого:</b>		<b>32</b>	

### 3.4. Содержание практических занятий

**1.3.1. Структурные схемы САУ, их составление и преобразование. Передаточные функции. (АЗ: 4, СРС: 2)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**1.4.1. Критерий устойчивости Гурвица. Критерий устойчивости Рауса.Критерий устойчивости Михайлова. Критерий устойчивости Найквиста. (АЗ: 4, СРС: 2)**

**Форма организации:** Практическое занятие

**1.4.3. Запасы устойчивости. Оценка ус-тойчивости по ЛЧХ. (АЗ: 4, СРС: 4)**

**Форма организации:** Практическое занятие

- 1.6.1. Синтез последовательных корректирующих устройств с помощью ЛАЧХ. Переходные процессы в линейных САУ. Качество переходных процессов. (АЗ: 4, СРС: 2)**

**Форма организации:** Практическое занятие

- 2.1.1. Синтез оптимальных передаточных функций САУ при случайных воздействиях. (АЗ: 4, СРС: 0)**

**Форма организации:** Практическое занятие

- 2.2.1. Исследование устойчивости нелинейных систем. (АЗ: 4, СРС: 0)**

**Форма организации:** Практическое занятие

- 2.3.1. Оценка устойчивости импульсных систем с использованием z-преобразования и w-преобразования (АЗ: 8, СРС: 0)**

**Форма организации:** Практическое занятие

### **3.5. Лабораторные работы**

<b>№ п/п</b>	<b>Раздел дисциплины</b>	<b>Объем часов</b>	<b>Наименование лабораторной работы</b>
1	1.3.Типовые динамические звенья и их характеристики.	4	Исследование линейных типовых звеньев. Частотный анализ типовых звеньев.
2	1.4.Устойчивость систем автоматического управления.	4	Построение математической модели системы управления. Исследование устойчивости линейной системы
3	2.1.Линейные стационарные системы автоматического управления при случайных воздействиях.	8	Моделирование линейных стационарных систем управления.
4	2.3.Дискретные системы автоматического управления.	8	Моделирование импульсных систем управления.
<b>Итого:</b>		<b>24</b>	

### **3.6.Содержание лабораторных работ**

- 1.3.1. Исследование линейных типовых звеньев. Частотный анализ типовых звеньев. (АЗ: 4, СРС: 2)**

**Форма организации:** Лабораторная работа

- 1.4.1. Построение математической модели системы управления. Исследование устойчивости линейной системы (АЗ: 4, СРС: 2)**

**Форма организации:** Лабораторная работа

- 2.1.1. Моделирование линейных стационарных систем управления. (АЗ: 8, СРС: 2)**

**Форма организации:** Лабораторная работа

### **2.3.1. Моделирование импульсных систем управления. (АЗ: 8, СРС: 0)**

**Форма организации:** Лабораторная работа

### **3.7. Курсовые работы и проекты по дисциплине**

#### **2.1. Исследование линейной непрерывной системы автоматического управления**

**Тематика:**

**Трудоемкость(СРС):** 40

**Прикрепленные файлы:** Задание на курсовую работу.docx, Задание на курсовую работу.pdf

### **3.8. Промежуточная аттестация**

1. Зачет с оценкой (5 семестр)

**Прикрепленные файлы:** Вопросы к зачету по тау.docx, Вопросы к зачету по тау.pdf

2. Экзамен (6 семестр)

**Прикрепленные файлы:** Экзаменационные билеты по курсу ТАУ.docx,  
Экзаменационные билеты по курсу ТАУ.pdf

## **4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Основная и дополнительная литература по дисциплине
2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
3. Ресурсы научно-технической библиотеки МАИ.
4. Информационные стенды кафедры.

## **5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Описание показателей, критерии оценивания компетенций и описание шкал оценивания осуществляются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки результатов обучения студентов по дисциплине (Приказ №42 от 04.04.2014 «Об утверждении положения «Рейтинг по дисциплине»).

Для оценивания интегрированных и практико-ориентированных заданий обучающихся используются следующие критерии по 100-балльной шкале:

1. Формулирование представленной информации в виде проблемы;
2. Предложение способа решения проблемы;
3. Обоснование способа решения проблемы;
4. Демонстрация способа решения проблемы.

Оценивание осуществляется по следующей шкале:

100-балльная шкала	Результат освоения
менее 40	Критерий не сформирован
41-70	Критерий четко не выражен
71-100	Критерий выражен четко

Для оценивания ситуационных заданий используется следующая шкала:

100-балльная шкала	Результат освоения
менее 30	обучающийся не может сформулировать проблему, представленную в задании
31-50	обучающийся формулирует поставленную задачу, у него сформированы изолированные знания и умения, однако отсутствуют интегрированные понятия и навыки, в результате чего допущены ошибки в решении и задание не выполнено
51-80	задание выполнено, обучающийся применяет знания для решения поставленной проблемы, однако не сформированы компетенции, вследствие чего обучающийся испытывает затруднения в демонстрации способов решения задачи
81-100	задание выполнено как в теоретическом, так и в практическом плане, обучающийся легко демонстрирует свою компетентность по данному вопросу

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения, включают в себя:

- вопросы к промежуточной аттестации.

Перечень компетенций и этапы их формирования приведены в следующей таблице:

<b>N</b>	<b>Шифр</b>	<b>Компетенция</b>	<b>Этапы формирования компетенции</b>
1	ОПК-5	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	Семестр -
2	ОПК-14	Способен применять стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств	<p>Знать методы анализа исходных информационных данных для проектирования средств и систем автоматизации управления процессами</p> <p>Уметь участвовать в работах по расчету и проектированию средств и систем автоматизации с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования</p> <p>Владеть стандартными методами расчёта при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств</p> <p>Знать фундаментальные принципы расчёта и функционирования автоматизированных систем управления</p> <p>Уметь составлять математическое описание технологических объектов, оценивать устойчивость линейных, импульсных и нелинейных систем автоматического регулирования</p> <p>Владеть математическими методами формализованного описания анализа и синтеза автоматических систем управления</p> <p>Знать свойства объектов управления, методы математического описания динамических систем, типовые алгоритмы автоматического управления и методы анализа и параметрического синтеза систем управления</p> <p>Уметь выполнять математическое моделирование элементов и систем управления с использованием средств вычислительной техники</p> <p>Владеть техникой применения математических пакетов для имитационного моделирования автоматических систем управления</p> <p>Семестры - 5, 6</p>
3	ОПК-13	Способен оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы	Семестр -

## Комплект типовых индивидуальных заданий

N	Раздел дисциплины	Объем, часов	Наименование типового задания
1	Основные понятия и задачи теории автоматического управления	14	Контрольная работа
Итого:		14	

### Содержание типовых заданий

#### 1.1.1. Контрольная работа (СРС: 14)

**Тематика:** Устойчивость систем автоматического управления.

**Тип:** Домашнее задание

#### Прикрепленные файлы:

kp1.docx, kp1.pdf

### Вопросы к промежуточной аттестации

"Теория автоматического управления"

#### 1. Зачет с оценкой (5 семестр)

**Прикрепленные файлы:** Вопросы к зачету по тау.docx, Вопросы к зачету по тау.pdf

#### 2. Экзамен (6 семестр)

**Прикрепленные файлы:** Экзаменационные билеты по курсу ТАУ.docx, Экзаменационные билеты по курсу ТАУ.pdf

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

#### а) Основная литература:

- 1. Шишмарев В.Ю. Основы автоматического управления : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.Ю. Шишмарев. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 352 с.
- 2. Рапопорт Э.Я. Оптимальное управление системами с распределенными параметрами: Учеб пособие/Э.Я. Рапопорт. – М.: Высш. шк., 2009. – 677 с.: ил.



**б) Дополнительная литература:**

- 1. Теория автоматического управления. ч.1/ Под ред. А.А. Воронова. -М.: Высш. школа, 1986.
2. Теория автоматического управления. ч.2/ Под ред. А.А. Воронова. -М.: Высш. школа, 1986.
3. Куропаткин П. В. Оптимальные и адаптивные системы. -М.: Высш. школа, 1980.
4. Попов Е.П. Теория линейных систем автоматического регулирования и управления. М.: Наука, 1989.
5. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. СПб.: Питер, 2005.
6. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы – СПб.: Питер, 2003.
7. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления – 4-е изд. СПб.: Профессия, 2003.
8. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления – М.: Бином, Лаборатория базовых знаний, 2004.
9. Гудвин Г.К., Гребен С.Ф., Сальгадо М.Э. Проектирование систем управления. М.: Бином, Лаборатория базовых знаний, 2004.

**7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ  
ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ  
«ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ  
ДИСЦИПЛИНЫ**

Для обеспечения образовательного процесса по дисциплине обучающимся предоставляется возможность круглосуточного дистанционного индивидуального доступа к электронным библиотечным системам из любой точки, в которой имеется доступ к сети «Интернет».

Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
<b>"ZNANIUM.COM"</b>	
Договор № 4855 эбс/027-1-3200-20 от 08.12.2020 с ООО "ЗНАНИУМ" С «18»12.2020 г. по «17»12.2021 г	<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>
Договор № эбс/027-1-3026-21 от 22.12.2021 с ООО "ЗНАНИУМ" С «15»12.2021 г. по «31»12.2022 г	<a href="https://znanium.com/">https://znanium.com/</a>
Договор № эбс/027-1-2586-22 от 07.12.2022 с ООО "ЗНАНИУМ" С «20»12.2022 г. по «31»12.2023 г	
<b>ООО "Издательство Лань"</b>	
Договор № 027-1-0234-21 от 18.02.2021 года с ООО "Издательство Лань" С «22 »_02. 2021г. по « 21» 02.2022 г	<a href="http://e.lanbook.com">e.lanbook.com</a>
Договор № 027-1-0234-21 от 18.02.2021 года с ООО "ЭБС Лань" С «22 »_02. 2021г. по « 21» 02.2022	
Договор № СЭБ 027-0-0400-21 от 15.09.2021 года с ООО "ЭБС Лань" С «15 »_09. 2021г. по « 14» 09.2024	
Договор № 027-1-0169-22 от 07.02.2022 года с ООО "Издательство Лань" С «22 »_02. 2022г. по « 21» 02.2023 г	
Договор № 027-1-0168-22 от 07.02.2022 года с ООО "ЭБС Лань" С «22 »_02. 2022г. по « 21» 02.2023	

<b>ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ"</b>	
Электронная библиотечная система ЮРАЙТ. ЭБС "Легендарные книги"	<a href="http://biblio-online.ru">http://biblio-online.ru</a> , <a href="https://biblio-online.ru/catalog/legendary">https://biblio-online.ru/catalog/legendary</a>
Договор № 027-1-3191-20 от 04.12.2020г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО С «04»12.2020 г. по «03»12.2021	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
Договор № 027-1-3194-20 от 04.12.2020г. с ООО "Электронное издательства ЮРАЙТ" С «04»12.2020 г. по «03»12.2021 г	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
Договор № 027-1-3034-21 от 03.12.2021г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" С «04»12.2021 г. по «03»12.2022 г	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
Договор № 150-1-3269-21 от 10.12.21 ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
Договор № 027-1-2554-22 от 01.12.2022г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" С «04»12.2022 г. по «03»12.2023 г	
Договор № 5537 от 25.11.2022 ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО	
<b>Электронная библиотека МАИ</b>	
Электронная библиотека МАИ (собственность МАИ). Лицензионный договор № 0267-НИЧ-13 от 11.12.2013 г. с ООО "Дата Экспресс "на право использования программы для ЭВМ Автоматизированная интегрированная библиотечная система (АИБС) «МегаПро» (для размещения Электронной библиотеки МАИ)	<a href="https://elibrary.mai.ru/MegaPro/Web">https://elibrary.mai.ru/MegaPro/Web</a>
<b>Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России</b>	
Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России. Соглашение о создании Консорциума вузов России "Национальный объединенный аэрокосмический университет" от 03.09.2012 г. Договор о сетевом взаимодействии от 15.12.2014 г. Соглашение от «03»09.2012 г. бессрочно	
<b>Библиотека РФФИ</b>	
Библиотека РФФИ	<a href="http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library">http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library</a>
<b>Единое окно доступа к образовательным ресурсам</b>	
Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
<b>Polpred.com</b>	
Polpred.com. Обзор СМИ	<a href="http://polpred.com">http://polpred.com</a>
<b>ООО "РУНЭБ"</b>	
Договор № 027-1-3051-20 от 07.12.2020 с ООО "РУНЭБ" С «07»12.2020 г. по «06»12.2028	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
Договор № 027-1-2895-21 от 03.12.2021 с ООО "РУНЭБ" С «03»12.2021 г. по «02»12.2039	
Договор № 027-133215-22 от 20.12.2022 с ООО "НЭБ" С «20»12.2022 г. по «19»12.2030	

<b>ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукопт"</b>	
Договор № РКТ-054/20/027-1-1129-20 от 30.05.2020 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукопт" С «01»06.2020 г. по «31»05.2021 г	<a href="http://text.rucont.ru/">http://text.rucont.ru/</a>
Договор № 027-1-1235-21 от 01.06.2021 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукопт" С «01»06.2021 г. по «31»05.2022 г	<a href="https://text.rucont.ru/">https://text.rucont.ru/</a>
Договор № 027-1-1467-22 от 09.06.2022 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукопт" С «01»06.2022 г. по «31»05.2023 г	<a href="https://text.rucont.ru/">https://text.rucont.ru/</a>
<b>ФГБУ "РГБ"</b>	
Договор о предоставлении доступа к Национальной электронной библиотеке (НЭБ) №101/НЭБ/2139 от 13.11.2018г. с ФГБУ" РГБ" С «13»11. 2018 г. по «12» 11. 2023	<a href="http://нэб.рф">http://нэб.рф</a>



<p><b>Национальная подписка на 2022 г с РФФИ Государственного задания</b></p> <p><b>Springer Nature:</b> 1. eBook Collection: журналы, книги - <a href="https://link.springer.com">https://link.springer.com</a> 2. Коллекция журналов и базы данных Springer Nature: <a href="https://link.springer.com">https://link.springer.com</a></p> <p><b>Begell House Inc.</b> <a href="https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html">https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html</a></p> <p><b>China Academic Journals (CD Edition) Electronic Publishing House Co., Ltd:</b> <a href="https://ar.cnki.net/ACADREF">https://ar.cnki.net/ACADREF</a></p> <p><b>Institute of Electrical and Electronics Engineers:</b> <a href="https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp">https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp</a>; <a href="https://ieeexplore.ieee.org">https://ieeexplore.ieee.org</a></p> <p><b>EBSCO.</b> <a href="https://www.search.ebscohost.com/">https://www.search.ebscohost.com/</a> <b>INSPEC:</b> 1. База данных Academic Search Premier 2. База данных eBook Academic Collection 3. eBook EngineeringCore Collection</p> <p><b>ORBIT Intelligence</b> - база данных QUESTEL: <a href="https://www.orbit.com/">https://www.orbit.com/</a></p> <p><b>SAGE</b> <a href="https://journals.sagepub.com/">https://journals.sagepub.com/</a></p> <p><b>Publication:</b></p> <p><b>Wiley:</b> <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/">https://onlinelibrary.wiley.com/</a></p>	<p><a href="https://link.springer.com">https://link.springer.com</a></p> <p><a href="https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html">https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html</a></p> <p><a href="https://ar.cnki.net/ACADREF">https://ar.cnki.net/ACADREF</a></p> <p><a href="https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp">https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp</a>; <a href="https://ieeexplore.ieee.org">https://ieeexplore.ieee.org</a></p> <p><a href="https://www.search.ebscohost.com/">https://www.search.ebscohost.com/</a></p> <p><a href="https://www.orbit.com/">https://www.orbit.com/</a></p> <p><a href="https://journals.sagepub.com/">https://journals.sagepub.com/</a></p> <p><a href="https://onlinelibrary.wiley.com/">https://onlinelibrary.wiley.com/</a></p>
---	--

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Эффективным способом развития творческих способностей студентов при изучении дисциплины является самостоятельная работа, которая нацелена на проработку студентами материала прошедших контактных занятий и подготовку к предстоящим занятиям.

Самостоятельная работа студентов проводится ими в соответствии с собственными возможностями. Можно, однако, рекомендовать групповое изучение материалов, обеспечивающее совместную работу нескольких студентов, что положительно влияет на качество проработки программы курса.

В то же время высокая степень усвоения изучаемой дисциплины достигается при постоянной работе студентов над текущим материалом. В этой связи желательна проработка лекционного материала в день его прочтения, что позволяет, во-первых, оперативно (на следующей лекции) снимать возникающие вопросы и, во-вторых, создавать багаж знаний по дисциплине задолго до промежуточной аттестации.

При подготовке к практическим занятиям также необходима проработка лекционного материала. Это позволит осознанно работать с предлагаемым материалом преподавателем на практическом занятии, а, следовательно, закладывать базу методик и приемов при решении практических задач.

При изучении материала необходимо делать акцент не на зазубривании материала, а на понимании его физической сути, что развивает мышление и позволяет понять методологию изучаемой дисциплины.

## **9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Дисциплина ориентирована на применение компьютерной техники, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", электронной библиотеки МАИ для поиска, сбора, хранения, обработки и представления информации.

***Программное обеспечение, Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы:***

1. Пакеты программного обеспечения общего назначения (текстовый редактор Word 2007, п
2. Пакеты программного обеспечения специального назначения (программа модели-рования

## **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Лаборатория «ТАУ» (ауд. 116), оснащенная персональными компьютерами (6 шт.), подключенными к Интернету, видеопроектором, экраном.

### **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина "Теория автоматического управления" является частью "Блока 1 Дисциплины" дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 15.03.04 "Автоматизация технологических процессов и производств". Дисциплина реализуется на Ступино институте "Московский авиационного института (национального исследовательского университета)" кафедрой (кафедрами) ТАОМ.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ОПК-5, ОПК-14, ОПК-13.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с: изучением типовых систем автоматического управления технологическим процессом на производстве. Дисциплина является важной составляющей при создании (проектировании), эксплуатации (технического обслуживания) систем автоматического управления производством.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: Лекция, Практическое занятие, Лабораторная работа.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: рубежный контроль в форме и промежуточная аттестация в форме Зачет с оценкой (5 семестр), Экзамен (6 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (68 часов), практические (32 часов), лабораторные (24 часов) занятия и (92 часов) самостоятельной работы студента.

**Приложение 2**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**«Теория автоматического управления»**

**Прикрепленные файлы**

**Задание на курсовую работу.pdf**

**кр1.pdf**

**Экзаменационные билеты по курсу ТАУ.pdf**

**Вопросы к зачету по тау.pdf**



## Задание на курсовую работу

### Введение

Объектом исследования является следящая система, структурная схема которой представлена на рис. 1.

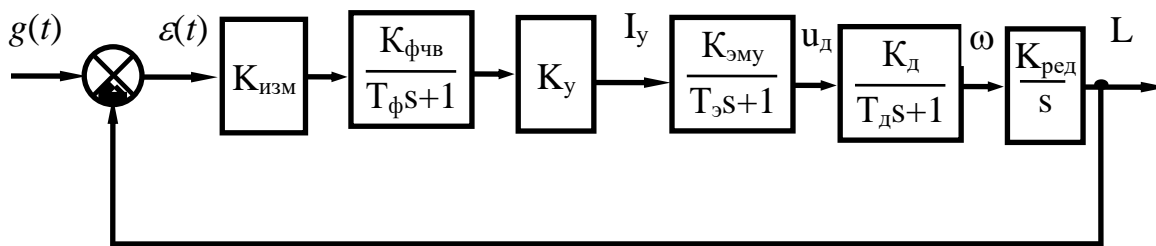


Рис. 1. Структурная схема следящей системы

Здесь:  $K_{\text{изм}}$  - передаточный коэффициент измерительного устройства;  
 $K_{\text{фчв}}$ ,  $T_{\text{ф}}$  - коэффициент передачи и постоянная времени фазочувствительного выпрямителя;  
 $K_y$  коэффициент усиления электронного усилителя;  
 $K_{\text{эму}}$ ,  $T_{\text{э}}$  - коэффициент передачи и постоянная времени электромашинного усилителя;  
 $K_d$ ,  $T_d$  - коэффициент передачи и постоянная времени электрического двигателя;  
 $K_{\text{ред}}$  - коэффициент передачи редуктора.

Исходные данные для моделирования приведены в таблице 1. Каждый студент получает номер варианта исходных данных от преподавателя.

Для полученного варианта задания по практике студент составляет индивидуальный отчет, содержащий полученные результаты исследования системы в виде графиков с необходимым пояснением и выводами.

### Порядок работы

1. Исследовать устойчивость замкнутой системы с помощью критерия Гурвица. Приняв коэффициент усиления электронного усилителя  $K_y=100$ . Определить критическое значение коэффициента усиления  $K_y$ , когда система находится на границе устойчивости.
2. Исследовать устойчивость замкнутой системы с помощью критерия Рауса.
3. Исследовать устойчивость замкнутой системы с помощью критерия Михайлов.

4. Исследовать устойчивость замкнутой системы с помощью критерия Найквиста.
5. Исследовать устойчивость замкнутой системы с помощью логарифмических частотных характеристик, оценить запасы устойчивости по фазе и амплитуде.
6. Построить кривую Д-разбиения по параметру  $K_y$ .
7. С помощью метода коэффициента ошибок с учетом задающего воздействия ( $\dot{g}(t)_{\max}$  и  $\ddot{g}(t)_{\max}$ ) и заданных скоростной и ошибки управления по ускорению рассчитать требуемый коэффициент усиления электронного усилителя  $K_y$ .
8. Для полученного коэффициента усиления методом ЛАХ провести синтез корректирующего устройства, включаемого последовательно между фазочувствительным выпрямителем и электронным усилителем, обеспечивающего в системе следующие показатели качества: время регулирования  $t_{\text{рег}} = 0.5$  сек., величина перерегулирования  $\sigma \leq 5\%$ .
9. Построить ЛАХ и ЛФЧХ скорректированной системы. Оценить запасы устойчивости по фазе и модулю.
10. Для полученной передаточной функции корректирующего устройства  $W_{\text{кy}}(s)$  для заданного вида задающего воздействия ( $\dot{g}(t)_{\max}$  и  $\ddot{g}(t)_{\max}$ ) построить график переходного процесса. Использовать систему MATLAB.
11. Оценить качество управления в синтезированной системе.

Таблица 1

№ зад.	Кизм, В / град	Кэму, В / мА	Тфчв, сек	Тэму, сек	Кд	Тд, сек	Кред	Кфчв	Задающие воздействие		Допустимые ошибки	
									$\dot{g}(t)_{\max}$	$\ddot{g}(t)_{\max}$	$\varepsilon_{\text{ск}}, \text{град}$	$\varepsilon_{\text{уск}}, \text{град}$
1.	30	4,0	0,008	0,025	1	0,1	0,002	1	15	2	0,12	0,06
2.	20	3,0	0,006	0,03	2	0,2	0,001	0,8	20	3	0,21	0,07
3.	18	2,5	0,004	0,01	3	0,1	0,001	0,75	25	4	0,4	0,02
4.	30	3,8	0,005	0,028	4	0,2	0,002	0,9	12	1,5	0,1	0,04
5.	25	3,2	0,007	0,03	5	0,15	0,001	1	20	2	0,1	0,05
6.	15	2,0	0,004	0,02	1	0,13	0,002	0,6	30	5	0,14	0,07
7.	28	3,4	0,008	0,029	1,5	0,17	0,003	1	18	2,5	0,16	0,04
8.	26	3,6	0,004	0,014	2	0,15	0,005	0,5	16	2,5	0,18	0,06
9.	18	2,2	0,008	0,019	2,25	0,2	0,001	0,8	28	4,5	0,25	-
10.	22	2,8	0,007	0,03	2,18	0,25	0,004	0,7	20	3	0,18	-
11.	24	3,3	0,005	0,015	2,14	0,3	0,005	1	22	3,5	0,14	-
12.	14	3,4	0,006	0,018	2,16	0,25	0,001	0,9	26	4,5	0,16	-
13.	28	3,8	0,005	0,02	2,14	0,1	0,002	0,8	17	1,6	0,14	-
14.	15	2,0	0,004	0,015	2,15	0,3	0,003	1	17	2,8	0,1	-
15.	20	4,2	0,007	0,025	2,22	0,15	0,004	0,6	18	4	0,22	-
16.	22	3,2	0,007	0,02	1,5	0,13	0,005	0,7	30	3,8	0,2	-
17.	30	2,8	0,006	0,025	2	0,11	0,001	0,8	32	4,6	0,1	-
18.	28	1,6	0,005	0,015	2,5	0,12	0,002	1	28	2,8	0,14	-
19.	22	1,4	0,004	0,025	3	0,15	0,003	0,75	18	3,2	0,18	-
20.	18	2,2	0,005	0,03	3,5	0,1	0,004	0,5	15	4,5	0,25	-
21.	14	3,4	0,006	0,015	4	0,2	0,005	0,5	30	2,5	0,2	-
22.	16	4,0	0,007	0,025	1,5	0,15	0,001	0,8	26	2	0,16	-
23.	26	2,8	0,008	0,03	2	0,12	0,002	0,9	22	4	0,18	-
24.	32	1,6	0,007	0,01	2,5	0,13	0,003	1	18	3	0,22	-
25.	24	1,8	0,006	0,02	3	0,2	0,004	1	14	5	0,2	-
26.	15	2,6	0,005	0,03	3,5	0,1	0,005	0,7	28	2	0,14	-

## Контрольная работа № 1

На рис.1 представлена структурно-функциональная схема одноконтурной системы управления двигателем постоянного тока с независимым возбуждением.

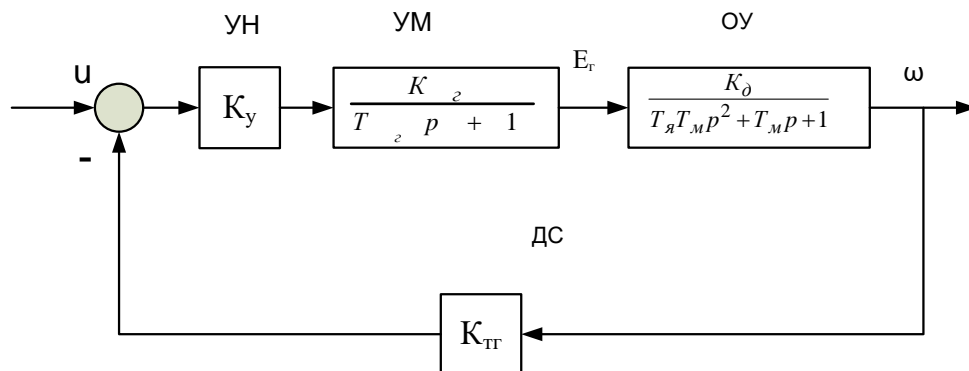


Рис.1

На рис.1 приняты следующие обозначения: ОУ - объект управления (двигатель); УН - полупроводниковый усилитель напряжения; УМ - усилитель мощности (генератор постоянного тока); ДС - датчик скорости (тахогенератор); и - напряжение управления;  $E_g$  - э.д.с. генератора;  $\omega$  - угловая скорость вращения вала двигателя (управляемая переменная);  $T_z$ ,  $T_y$ ,  $T_m$  - постоянные времени обмотки возбуждения генератора, якорной цепи двигателя и электрохимическая постоянная времени двигателя, соответственно.

При выполнении контрольной работы необходимо:

1. По передаточной функции ОУ (рис.1) составить его уравнения состояния в скалярной и векторно-матричной формах; используя численные значения параметров (табл.1), оценить управляемость и наблюдаемость ОУ по критериям Калмана.
2. Вывести в общем виде передаточные функции разомкнутой и замкнутой систем по управляющему воздействию.
3. Определить устойчивость замкнутой системы по критериям Гурвица и Михайлова.
4. Определить численное значение критического коэффициента усиления системы по Гурвицу и Михайлову.

Таблица 1

Параметры системы	Варианты заданий и значения параметров									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$K_z$	0,90	0,70	0,65	0,60	0,50	0,60	0,80	0,55	0,50	0,75
$T_z, c$	0,050	0,024	0,048	0,056	0,072	0,084	0,096	0,095	0,125	0,100
$K_d$	0,65	0,80	0,60	0,75	0,90	0,85	0,50	0,55	0,70	0,65
$T_y, c$	0,012	0,012	0,024	0,024	0,036	0,036	0,048	0,048	0,036	0,024
$T_m, c$	0,056	0,048	0,048	0,036	0,036	0,048	0,036	0,048	0,056	0,056
$K_y$	8	10	6	8	5	7	10	8	10	5
$K_{Tg}$	0,80	0,55	1,80	1,20	1,50	1,00	0,50	1,60	1,00	1,25

*Примечание:* значения  $K_g$ ,  $T_g$  выбираются по первой цифре студенческого шифра, остальные параметры - по последней цифре.

**Экзаменационные билеты по курсу ТАУ.**

**Билет №1**

1. Место теории управления в системе наук об управлении объектами и процессами. Краткий исторический очерк из истории развития теории управления.
2. Основные законы регулирования ПИ- и ПИД-регулирования.
3. Критерии устойчивости линейных САУ. Критерий Рауса-Гурвица.

**Билет №2**

1. Типовые звенья САУ. Инерционное звено.
2. Соединения звеньев автоматики. Последовательное и параллельное соединения.
3. Критерии устойчивости линейных САУ. Критерий Михайлова.

**Билет №3**

1. Математическое описание объектов управления. Математические модели вход-выход. Понятие о передаточной функции. Статические и динамические характеристики. Частотные характеристики.
2. Типовые звенья САУ. Звено 2-го порядка. Случай комплексных сопряженных корней.
3. Метод Z-изображений при расчете импульсных САУ. Основные теоремы Z-преобразований.

**Билет №4**

1. Понятие и определение КЧХ (АЧХ), АЧХ, ФЧХ, МЧХ, ВЧХ, ЛАЧХ, ЛФЧХ.
2. Устойчивость линейных САУ. Критерий Вышнеградского.
3. Выбор типа регуляторов и определение оптимальных параметров настроек.

**Билет №5**

1. Типовые звенья САУ. Пропорциональное и дифференцирующее звенья.
2. Встречно-параллельное соединение звеньев. Обратные связи, их виды, достоинства и недостатки.
3. Импульсные САР. Общие понятия. Импульсные фильтры.

**Билет №6**

1. Типовые звенья САУ. Интегрирующее звено.
2. Одноемкостный объект с самовыравниванием и П-регулятором.
3. Математическое описание импульсных САР. Разностные уравнения и их решение.

**Билет №7**

1. Типовые звенья САУ. Интегро-дифференцирующее звено ( $t > 1$ ,  $t < 1$ ).
2. Критерии устойчивости линейных САУ. Критерий Найквиста.
3. Нелинейные САР. Характеристики нелинейных элементов. Особенности поведения нелинейных САР. Обзор методов расчета нелинейных систем.

**Билет №8**

1. Типовые звенья САУ. Реальное (инерционно-дифференцирующее) дифференцирующее звено.
2. Основные законы регулирования П-, И-, ПИ-регулирования.
3. Критерий абсолютной устойчивости нелинейных систем Попова.

**Билет №9**

1. Типовые звенья САУ. Форсирующее и запаздывающее звенья.
2. Соединения звеньев автоматики. Последовательное, параллельное и встречно-параллельное соединения звеньев.
3. Методы расчета нелинейных САУ. Метод кусочно-линейной аппроксимации.

**Билет №10**

1. Типовые звенья САУ. Апериодическое звено 2-го порядка.
2. Реальные импульсные фильтры. Амплитудно-импульсный модулятор.
3. Случайные сигналы и их характеристики. Прохождение случайных сигналов через линейные звенья.

**Билет №11**

1. Типовые звенья САУ. Звено 2-го порядка (корни вещественные и равные, корни чисто

мнимые).

2. Построение областей устойчивости по одному параметру. Метод D-разбиения.
3. дискретные системы. Импульсные фильтры. Решетчатые функции.

#### **Билет №12**

1. Методы расчета переходных процессов в линейных системах управления. Точные и приближенные методы (обзор с примерами).
2. Законы регулирования П-, И-, ПИ-, ПД- и ПИД-регулирования.
3. Частотные характеристики и критерии устойчивости импульсных САУ.

#### **Билет №13**

1. Основные показатели качества регулирования.
2. Синтез линейных систем управления. Корректирующее звено. Последовательная и параллельная коррекции.
3. Анализ и элементы синтеза стохастических систем при стационарных случайных воздействиях.

#### **Билет №14**

1. Интегральные оценки качества регулирования.
2. Одноемкостный объект с самовыравниванием и И-регулятором.
3. Задачи оптимального управления и критерии оптимальности.

#### **Билет №15**

1. Ошибки регулирования по задающему воздействию.
2. Переходные процессы в импульсных системах управления.
3. Системы управления, оптимальные по быстродействию, по расходам энергии и ресурсов.

#### **Билет №16**

1. Ошибки регулирования по возмущающему воздействию.
2. Методы расчета нелинейных САУ. Метод фазовых портретов.
3. Понятие об адаптивном управлении.

#### **Билет №17**

1. Построение областей устойчивости линейных систем по одному параметру.
2. Методы расчета нелинейных САУ. Метод гармонической линеаризации.
3. Одноемкостный объект с самовыравниванием и ПИ-регулятором (корни вещественные и равные).

#### **Билет №18**

1. Объекты регулирования и их характеристики. Емкость и коэффициент емкости, время разгона, запаздывания. Объекты одно-, двух- и многоемкостные.
2. Реальные импульсные фильтры. Экстраполятор нулевого порядка.
3. методы расчета нелинейных систем. Метод гармонического баланса.

#### **Билет №19**

1. Экспериментальные методы определения параметров передаточных функций объектов управления.
2. Критерии устойчивости импульсных систем.
3. Оценка поведения нелинейных систем по фазовым портретам. Метод изоклин.

#### **Билет №20**

1. Построение кривой разгона по импульсной переходной характеристике.
2. Применение метода гармонической линеаризации при расчете амплитуды и частоты автоколебаний в нелинейной системе управления.
3. Устойчивость импульсных систем. Критерий устойчивости.

#### **Билет №21**

1. Одноемкостный объект с самовыравниванием и ПИ-регулятором (корни комплексные и сопряженные).
2. Законы регулирования П-, И-, ПИ-, и ПИД- регулирования.
3. Критерий абсолютной устойчивости нелинейных систем Попова.

#### **Билет №22**

1. Основные показатели качества регулирования в линейных САУ.

2. Устойчивость линейных систем. Критерий устойчивости. Повышение устойчивости.
3. Задачи оптимального управления. Системы управления, оптимальные по быстродействию, по расходам ресурсов и энергии.

**Билет №23**

1. Переходные процессы в импульсных системах. Качество работы импульсных СУ.
2. Устойчивость нелинейных систем. Первый и второй методы Ляпунова. Частотный метод исследования абсолютной устойчивости.
3. Понятие об адаптивном управлении.

**Билет №24**

1. Показатели качества регулирования в линейных САУ.
2. Фазовые портреты нелинейных систем. Фазовая скорость. Оценка поведения нелинейных систем по фазовому портрету.
3. Критерий устойчивости линейных систем. Критерий Найквиста.

**Билет №25**

1. Устойчивость линейных систем. Критерии устойчивости. Логарифмический критерий устойчивости.
2. Построение переходной функции по вещественной частотной характеристике. Метод трапеций.
3. Методы расчета нелинейных систем. Метод кусочно-линейной аппроксимации (метод припасовок).

## Вопросы к зачету по дисциплине "Теория автоматического управления"

1. Что такое передаточная функция?
2. Свойство передаточной функции.
3. Как из дифференциального уравнения звена получить передаточную функцию?
4. Как по передаточной функции звена или системы составить дифференциальное уравнение?
5. Какие вы знаете типовые динамические звенья? Их передаточные функции и дифференциальные уравнения?
6. Виды частотных характеристик и их определение по передаточной функции.
7. По заданной передаточной функции качественно изобразить заданную функцию ( $h(t)$ ,  $w(t)$ ,  $W(\omega)$ ,  $\varphi(\omega)$ ,  $W(j\omega)$ ,  $L(\omega)$ ).
8. Определить по виду ЛАХ передаточную функцию звена или системы.
9. Необходимый признак устойчивости системы. Необходимый и достаточный признак устойчивости.
10. Критерий Гурвица.
11. Определение критического значения параметра по критерию Гурвица.
12. Критерий Михайлова. Определение количества правых корней в характеристическом уравнении САУ в случае неустойчивости.
13. Где начинается годограф Михайлова, если характеристическое уравнение имеет:
  - a. нулевые корни;
  - b. четное число правых корней, либо правые корни отсутствуют;
  - c. нечетное число правых корней?
14. Критерий устойчивости Найквиста.
15. Какие САУ называются структурно-устойчивыми?
16. Определение устойчивости замкнутой САУ по ЛАХ.
17. Статическая ошибка. Когда она появляется и как вычисляется?
18. Статическая точность в режиме управления и стабилизации. Способы ее повышения.
19. Как определить величину установившейся ошибки в САУ при медленноменяющихся входных воздействиях?
20. Коэффициенты ошибок. Способы их вычисления.
21. Определение установившейся ошибки с помощью коэффициентов ошибок.
22. Доказать, что путем увеличения порядка астатизма можно уменьшить ошибку САУ.
23. Почему при повышении порядка астатизма ухудшается устойчивость САУ?
24. Условие безошибочного воспроизведения входного воздействия типа степенной функции времени.
25. Прямые оценки качества.
26. Приближенная оценка качества по ЛАХ.
27. Запасы устойчивости по модулю и по фазе и их связь с прямыми показателями качества.
28. Частотный показатель колебательности  $M$ , его влияние на характер переходного процесса и величину перерегулирования.
29. Определение времени переходного процесса по амплитудно-частотной характеристике САУ.
30. Свойства ВЧХ и их связь с показателями качества процесса управления.
31. Условие малых перерегулирований, определяемое по  $P(\omega)$ .
32. Условие монотонности переходного процесса, определяемое по  $P(\omega)$ .
33. Определение частоты медленнозатухающих колебаний в САУ по  $P(\omega)$ .
34. Что собой представляет задача синтеза?
35. Методика синтеза последовательного корректирующего устройства по ЛАХ.



36. Формирование желаемой ЛАХ.
37. Определение требуемого коэффициента усиления по заданной точности САУ и формирование низкочастотной части желаемой ЛАХ.
38. Определение коэффициентов ошибок по ЛАХ.
39. Определение частоты среза желаемой ЛАХ.
40. Чем определяется ширина среднечастотной асимптоты желаемой ЛАХ.
41. Особенности выбора высокочастотной части желаемой ЛАХ.