Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 02.11.2023 17:51:28
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования**

**«Московский политехнический университет»**

УТВЕРЖДАЮ

Декан транспортного факультета

_____ /М.Н. Лукьянов/

«01» 08 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**

# «ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»

специальность
23.05.01 **Наземные транспортно-технологические средства**

Профиль
**Перспективные транспортные средства**

Квалификация (степень) выпускника
**инженер**

Форма обучения
**Заочная**

**Москва 2022**

## 1. Цели освоения дисциплины

**Целью** преподавания теории автоматического управления (ТАУ) является формирование у студентов теоретических представлений о законах функционирования систем автоматического управления и умения практически использовать методы ТАУ в будущей инженерной деятельности.

**Задачами** преподавания дисциплины ТАУ являются:

-дать студентам знания о классификации систем автоматического управления, принципах их построения и показателях качества их функционирования;
-обучить студентов методам анализа и синтеза автоматических систем;
-обучить студентов основам работы с современными программными пакетами моделирования систем автоматического управления.

Изучение теории автоматического управления требует от студента хорошей подготовки по высшей математике, в особенности по разделам.

## 2. Место дисциплины в структуре специалитета

Дисциплина «Теория автоматического управления» относится к дисциплинам обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» (Б1) основной образовательной программы специалитета.
Дисциплина имеет методическую взаимосвязь с дисциплинами линейная алгебра, численные метод.
Требованиями к «входным» знаниям и умениям обучающегося, необходимым для освоения дисциплины, являются:
- базовые знания основ математического анализа;
- знания специальных глав высшей математики: дифференциальное исчисление, решение систем линейных дифференциальных уравнений, операции с комплексными числами;
- знания основ математической статистики и теории вероятностей;
- навыки работы с пакетами прикладных программ математической статистики (MATLAB).

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| **Код компетенции** | **В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать** | **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине** |
|---|---|---|
| ПК-8 Способен разработать и обосновать логику работы электронных систем АТС | ИПК-8.1. Обладает знаниями об алгоритмах работы электронных систем АТС, принципах работы и условиях эксплуатации проектируемых конструкций АТС и их компонентов для разработки и обоснования 28 логики работы электронных систем АТС;<br>ИПК-8.2. Умеет применять знания об алгоритмах работы электронных систем АТС, | ***Знать:***<br>- принципы управления и классификацию систем управления, типовые динамические звенья и их характеристики;<br>- типовые нелинейные элементы.<br>***Уметь:***<br>- выполнять структурные преобразования; оценить устойчивость линейной стационарной системы;<br>- строить фазовый портрет системы.<br>***Владеть:***<br>- различными приёмами составления и описания математических моделей систем;<br>- аппаратом преобразования Лапласа. |

| | | |
|---|---|---|
| | принципах работы и условиях эксплуатации проектируемых конструкций АТС и их компонентов для разработки и обоснования логики работы электронных систем АТС; ИПК-8.3. Владеет навыками разработки и обоснования логики работы электронных систем АТС. | |

**4. Структура и содержание дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, т.е. 108 академических часа (из них 98 часов – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Теория автоматического управления» изучаются на 3 курсе в 6 семестре.

Структура и содержание дисциплины «Теория автоматического управления» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

**Содержание разделов дисциплины**

**1) Математические модели и динамические характеристики линейных стационарных систем автоматического регулирования • Введение. Аппарат теории автоматического управления. Понятия: оптимизация, регулирование, коррекция.**

- Общая структурная схема САУ.
- Классификация САР, в том числе статические и астатические.
- Получение математических моделей. Методика составления уравнений "вход-выход". Входные сигналы.
- Линеаризация уравнений САР. Принцип суперпозиции.
- Преобразование Фурье. Понятие частотной характеристики. Использование частотных характеристик для определения реакции САР. Экспериментальное определение.
- Преобразование Лапласа. Свойства преобразования Лапласа.
- Понятие передаточной функции. Понятие ЛАХ. Связь ЧХ и ПФ ("s", "jw", "p").
- Типовые структурные звенья САР. Пример вывода ПФ апериодического звена
- Структурные преобразования схем ЛСС. Примеры. Виды ПФ (замкнутая, по ошибке).
- Колебательное звено - свойства. Общая таблица свойств типовых ПФ.
- Построение ЧХ, ЛАХ соединений типовых структурных звеньев.
- Интеграл Дюамеля. Связь ИПФ с ЧХ и ПФ.
- Описание САР в пространстве состояний. Матрица перехода, свойства. Канонические формы,
- Управляемость, наблюдаемость.

**2) Устойчивость линейных систем • Понятие устойчивости САР. Необходимое и достаточное условие устойчивости. Свойства. Принцип аргумента.**

- Частотные критерии устойчивости. Критерий Михайлова. Критерий Найквиста-Михайлова.

- Модификация критерия Найквиста-Михайлова для астатических систем.
- Границы применимости методов оценки с помощью частотных критериев.
- Запас устойчивости.
- Аналитические критерии устойчивости: критерий Гурвица, Рауса, Зубова
- Границы применимости методов оценки с помощью аналитических критериев..
- Влияние параметров САР на устойчивость: D-разбиение, корневой годограф.

**3) Качество систем автоматического регулирования • Понятие качества САР. Первичные показатели качества.**

- Частотные и интегральные методы оценки качества.
- Связь частотных характеристик с переходной функцией.
- Способность отработки сигналов как оценка качества САР. Коэффициенты ошибки. Способы вычисления коэффициентов ошибки. Влияние астатизма на коэффициенты ошибки и установившуюся ошибку.

**4) Коррекция систем автоматического регулирования• Синтез САР. Основы синтеза.**

- Виды синтеза САР (структурный, параметрический).
- Подходы к коррекции САР.
- Метод желаемой ЛАХ Солодовникова. Алгоритм синтеза, связь частотной характеристики и первичных показателей качества для минимальнофазовых звеньев.
- ПИД-регулятор. Типовые звенья коррекции.
- Теория чувствительности. Понятие инвариантности.

**5) Математические модели нелинейных детерминированных систем • Понятие нелинейных систем. Типовая структурная схема нелинейной системы. Виды нелинейных элементов.**

- Понятие фазовой плоскости. Построение фазовых диаграмм, метод припасовывания.
- Построение линий переключения. Скользящий режим. Метод изоклин. Влияние обратной связи на линии переключения в релейной системе.
- Мнимые линии переключения, правило построения. Учёт чистого запаздывания.
- Понятие автоколебаний, оценка параметров автоколебаний.
- Гармоническая линеаризация. Ряд Фурье. Пример прохождения сигналов через нелинейный элемент. Гипотеза фильтра.
- Вывод уравнения линеаризации. Расчёт коэффициентов линеаризации на примере.

**6) Устойчивость нелинейных систем • Понятие устойчивости нелинейных систем. Особые режимы движения нелинейных систем.**

- Методы оценки устойчивости цикла автоколебаний: алгебраические, графические.
- Диаграммы Ламерея. Проверка цикла автоколебаний на устойчивость.
- Методы оценки устойчивости автоколебаний: использование частотных критериев Михайлова, Найквиста-Михайлова. Аналогии с устойчивостью линейных систем.
- Фазовая граница устойчивости. Алгоритм построения.
- Вынужденное движение нелинейных систем при гармоническом воздействии. Функция смещения. Расширение методики на поиск вынужденного движения произвольного детерминированного сигнала.
- Общие подходы к оценке устойчивости систем. Устойчивость по Ляпунову. Первая метода Ляпунова. Понятие устойчивости в большом, в малом, асимптотической устойчивости.
- Уравнение Ляпунова. Теорема об устойчивости и теорема о неустойчивости.
- Критерии гиперустойчивости (абсолютной устойчивости). Частотный критерий В.М. Попова.

**7) Исследование случайных процессов в системах автоматического регулирования • Понятие случайных величин. Приложение основных характеристик в задачах исследования САР: математическое ожидание, дисперсия, спектральная плотность, корреляция.**

- Свойства характеристик случайных величин, понятие сигнала "белый шум".
- Прохождение случайного сигнала через линейную стационарную систему автоматического регулирования. Вывод уравнения связи спектральных плотностей.
- Математические модели стохастических САР в пространстве состояний. Дисперсионные уравнения.
- Формирующий фильтр. Примеры применения.
- Методы исследования нелинейных САР при случайных воздействиях. Подходы к статистической линеаризации.
- Сравнение методов статистической линеаризации. Экселби, Бутон (Казаков), Пупков.

**8) Синтез систем автоматического управления. Оптимизация. • Модальное управление. Методы назначения корней.**

- Наблюдающие устройства.
- Методы оптимизации систем автоматического управления. Понятие функционала качества.
- Классическое вариационное исчисление. Применение уравнений Лагранжа для оптимизации.
- Принцип максимума Понтрягина.
- Применение подходов при фиксированном и не фиксированном времени управления. Уравнение трансверсальности.
- Пример оптимизации управления (Брахистохрона).
- Метод динамического программирования. Уравнение Гамильтона-Якоби-Беллмана.
- Методы стохастической оптимизации. Задача Винера. Фильтра Калмана. Принцип разделимости.
- Задача АКОР (аналитическое конструирование оптимальных регуляторов).

**9) Исследование дискретных систем автоматического управления • Дискретные САУ. Типы квантования: квантование по уровню, по значению**

- Пространство состояний и модели непрерывно-дискретных систем.
- Типовые звенья дискретных САУ. Влияние экстраполятора. Сравнение реакции на типовые воздействия непрерывных и дискретных систем.
- Особенности математического моделирования дискретных систем. Различие импульсных и дискретных систем.
- Теорема Котельникова. Эффект транспонирования частот.
- Передаточная функция дискретных систем.
- Прямое и обратное Z-преобразование.
- Прямое и обратное w-преобразование.
- Применение методов исследования линейных стационарных непрерывных систем для случая дискретных САУ: оценка устойчивости, коррекция, оптимизация.

**10) Нестационарные системы, общие сведения. Нестационарные системы автоматического регулирования. Методы описания, подходы к исследованию.**

- Построение динамических характеристик нестационарных систем.

.

**5. Образовательные технологии**

Методика преподавания дисциплины «Теория автоматического управления»» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения аудиторных и внеаудиторных занятий:

- при проведении лекций используются презентации PowerPoint и тестовые интерактивные задания, которые демонстрируются через стационарно установленную мультимедийную систему.

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;

- по дисциплине организован рейтинг-контроль с использованием фонда контрольных тестовых заданий по основным разделам курса

**6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

В процессе обучения, на восьмом семестре используются оценочные средства текущего контроля успеваемости( студенты выполняют лабораторные работы и защищают их, по каждой теме проводится тестовый контроль.

Образцы тестовых заданий и вопросов к зачету приведены в учебно–методическом комплексе дисциплины.

**6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).**

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

| **Код компетенции** | **В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать** |
|---|---|
| ПК-8 | Способен разработать и обосновать логику работы электронных систем АТС |

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

**6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.**

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

| ПК-8- Способен разработать и обосновать логику работы электронных систем АТС | | |
|---|---|---|
| **Показатель** | **Критерии оценивания** | |
| | **Не зачтено** | **Зачтено** |

| | | |
|---|---|---|
| ***Знать:***<br>- принципы управления и классификацию систем управления, типовые динамические звенья и их характеристики;<br>- типовые нелинейные элементы. | Обучающийся не знает что такое типовые звенья в ТАУ,<br>Обучающийся не знает методы расчета типовых звеньев,<br>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний о том как применять методы расчета типовых звеньев в ТАУ,<br>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие знаний о том как применять методы расчета передаточных функций, описывающих узлы транспортно-технологических средств в ТАУ. | Обучающийся знает, что такое типовые звенья в ТАУ,<br>Обучающийся знает методы расчета типовых звеньев,<br>Обучающийся знает как применять методы расчета типовых звеньев в ТАУ,<br>Обучающийся знает применять методы расчета передаточных функций, описывающих узлы транспортно-технологических средств в ТАУ. |
| ***Уметь:***<br>- выполнять структурные преобразования;<br>оценить устойчивость линейной стационарной системы;<br>- строить фазовый портрет системы. | · Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выполнять структурные преобразования;<br>· Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет оценивать устойчивость линейной стационарной системы;<br>· Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет строить фазовый портрет системы; | · Обучающийся умеет выполнять структурные преобразования;<br>· Обучающийся умеет оценивать устойчивость линейной стационарной системы;<br>· Обучающийся умеет применять фазовый портрет для анализа транспортно-технологических систем. |
| ***Владеть:***<br>- различными приёмами составления и описания математических моделей систем;<br>- аппаратом преобразования Лапласа. | · Обучающийся не владеет способностью составления и описания математических моделей узлов транспортно-технологических средств;<br>· Обучающийся не владеет готовностью к самостоятельной, индивидуальной работе, принятию решений в рамках своей профессиональной компетенции;<br>· Обучающийся не владеет способностью и готовностью владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, использовать компьютер как средство работы с информацией;<br>Обучающийся не владеет способностью и готовностью анализировать математические модели системы;<br>Обучающийся не владеет способностью разрабатывать простые модели узлов транспортно-технологических средств;<br>· Обучающийся не владеет готовностью понимать существо задач анализа и синтеза объектов транспортно-технологических средств. | · Обучающийся владеет способностью к обобщению, анализу, восприятию параметров моделей узлов транспортно-технологических средств;<br>· Обучающийся владеет готовностью к самостоятельной, индивидуальной работе, принятию решений в рамках своей профессиональной компетенции;<br>· Обучающийся владеет способностью и готовностью владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, использовать компьютер как средство работы с информацией;<br>Обучающийся владеет способностью и готовностью применять аппарат преобразования Лапласа;<br>Обучающийся владеет способностью разрабатывать простые моделей узлов транспортно-технологических средств;<br>· Обучающийся владеет готовностью понимать существо задач анализа и синтеза объектов транспортно-технологических средств |

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

**Форма промежуточной аттестации: тестирование.**

Промежуточная аттестация обучающихся в форме тестирования проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам итоговой аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

*К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «*Промышленные контроллеры и системы ЧПУ*»*

| Шкала оценивания | Описание |
|---|---|
| Зачтено | Обучающийся **знает,** что такое типовые звенья в ТАУ; методы расчета типовых звеньев, как применять методы расчета типовых звеньев в ТАУ, как применять методы расчета передаточных функций, описывающих узлы транспортно-технологических средств в ТАУ, как применять методы исследования систем автоматического управления, как применять методы оценки устойчивости систем, как применять методы теории автоматического управления, как применять математические методы исследования систем автоматического управления, основы теории автоматического управления, и задач, связанных с проектированием и эксплуатацией узлов транспортно-технологических средств.<br>Обучающийся **умеет** выполнять структурные преобразования; оценивать устойчивость линейной стационарной системы; обучающийся умеет применять фазовый портрет для анализа транспортно-технологических систем, синтезировать системы автоматического регулирования с заданными параметрами, применять для решения задач численные методы с использованием ЭВМ, на основе проведенного математического анализа выработать практические рекомендации.<br>Обучающийся **владеет** способностью к обобщению, анализу, восприятию параметров моделей узлов транспортно-технологических средств; готовностью к самостоятельной, индивидуальной работе, принятию решений в рамках своей профессиональной компетенции; способностью и готовностью владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, использовать компьютер как средство работы с информацией; способностью и готовностью применять аппарат преобразования Лапласа; способностью разрабатывать простые моделей узлов транспортно-технологических средств;·<br>готовностью понимать существо задач анализа и синтеза объектов транспортно-технологических средств, способностью в условиях развития науки и изменяющейся социальной практики к переоценке накопленного опыта, анализу своих возможностей, готовностью приобретать новые знания, использовать различные средства и технологии обучения, способностью и готовностью к практическому анализу логики различного рода рассуждений, к публичным выступлениям, аргументации, ведению дискуссии и полемики;· готовностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и способностью привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат; готовностью работать над проектами по анализу узлов транспортно-технологических средств; способностью использовать методы анализа и моделирования линейных узлов транспортно-технологических средств;· способностью оценивать параметры устойчивости узлов транспортно-технологических средств; способностью рассчитывать схемы и элементы основного оборудования, вторичных цепей, устройств защиты и узлов транспортно-технологических средств; способностью рассчитывать режимы работы узлов транспортно-технологических средств; обучающийся владеет готовностью разрабатывать технологические узлы транспортно-технологических средств;· готовностью участвовать в исследовании объектов и систем транспортно-технологических средств. |
| Не зачтено | Обучающийся **не знает** что такое типовые звенья в ТАУ, методы расчета типовых звеньев, как применять методы расчета типовых звеньев в ТАУ, как применять методы расчета передаточных функций, описывающих узлы транспортно-технологических средств в ТАУ, как применять методы исследования систем автоматического управления, основы теории автоматического управления, и задач, связанных с проектированием и эксплуатацией электротехнического оборудования, как применять методы теории дифференциальных уравнений, как применять методы теории функций комплексного переменного, как применять методы теории вероятностей и математической статистики.<br>Обучающийся **не умеет** или в недостаточной степени умеет выполнять структурные преобразования;· оценивать устойчивость линейной стационарной системы; · строить фазовый портрет системы; · синтезировать системы автоматического регулирования с заданными параметрами; применять для решения задач численные методы с использованием ЭВМ; на основе проведенного математического анализа выработать практические рекомендации.<br>Обучающийся **не владеет** способностью составления и описания математических моделей узлов транспортно-технологических средств; готовностью к самостоятельной, индивидуальной работе, принятию решений в рамках своей профессиональной компетенции; способностью и готовностью владеть основными методами, способами и средствами получения, методами хранения, переработки информации, использовать компьютер как средство работы с информацией; способностью и готовностью анализировать математические модели системы; способностью разрабатывать простые модели узлов транспортно-технологических средств; навыками анализа и синтеза объектов транспортно-технологических средств; способностью в условиях развития науки и изменяющейся социальной практики к переоценке накопленного опыта, анализу своих возможностей, готовностью приобретать новые знания, использовать различные средства и технологии обучения; готовностью к практическому анализу логики различного рода рассуждений, к публичным выступлениям, аргументации, ведению дискуссии и полемики; готовностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и способностью привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат; готовностью работать над проектами транспортно-технологических систем и и их компонентов; способностью использовать методы анализа и моделирования узлов транспортно-технологических средств;· способностью оценивать устойчивость параметров узлов транспортно-технологических средств и конструкций; способностью рассчитывать схемы и элементы основного оборудования, вторичных цепей, устройств защиты и автоматики узлов транспортно-технологических средств; способностью рассчитывать режимы работы узлов транспортно-технологических средств, определять состав оборудования и его параметры, схемы узлов транспортно-технологических средств; готовностью разрабатывать технологические узлы транспортно-технологических средств;· готовностью участвовать в исследовании объектов и узлов транспортно-технологических средств. |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

**Основная литература**, которой студенты должны пользоваться при самостоятельной работе и при курсовом проектировании:

**1. Бесекерский В.А.** Теория систем автоматического управления. / Попов Е.П. СПб, 2004 - 752с.
**2. Востриков А.С.** Теория автоматического регулирования. / Французова Г.А. М.:Высш. шк., 2004 - 365с.
**3. Ерофеев А.А.** Теория автоматического управления. СПб.:Политехника, 2003
**4. Под ред. Воронова А.А.** Теория автоматического управления в 2-х ч. / Менский Б.М. М.:Высш.шк, 1986
**5. Макаров И.М.** Линейные автоматические системы. М.:Машиностроение, 1982 - 504с.
**6. Мартяков А.И.** Начала теории линейных систем автоматического управления. М.: МГИУ, 2010 - 246с.

**Дополнительная литература**.

**7. Попов Е.П.** Теория линейных систем автоматического регулирования и управления. М.:Наука, 1978
**8. Фатеев А.В.** Расчет автоматических систем. М.:Высш. шк., 1973
**9. Дорф Р.** Современные системы управления. / Бишоп Р. М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002 - 832с.
**10. Мирошник И.В.** Теория автоматического управления в 2-х ч. СПб.:Питер, 2005
**11. Мартяков А.И.** Теория автоматического управления: сборник задач и упражнений. М.:МГИУ, 2008 - 147с.

**в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:**

Программное обеспечение ПП MATLAB САПР Autocad и Accel Eda

**г) электронно-образовательные ресурсы**

ЭОР находится в разработке.

### *8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.*

Специализированная учебная лаборатория НОЦ «Киберфизические системы» Ауд. 2614, 2618 АВ4379 оснащенные программами МВТУ 3.5 и Matlab.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по специальности **23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».**

### 9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов направлена на решение следующих задач:

а) усвоение и закрепление теоретических знаний по основным вопросам теории автоматических систем в наземных транспортных средствах;

б) формирование аналитических способностей применительно к анализу качества и устойчивости управления наземными транспортно-технологическими системами.

в) развитие способностей к логически аргументированному анализу и обоснованию правильного решения по выбору параметров систем управления в узлах наземных транспортно-технологических средств..

Перечень вопросов для самостоятельной работы рассмотрен в приложении Б.

### 10. Методические рекомендации для преподавателя

## ПРИЛОЖЕНИЯ к рабочей программе

А. Структура и содержание дисциплины
Б. Фонд оценочных средств
В. Тематика лабораторных работ

Приложение А.

**Структура и содержание дисциплины «Теория автоматического управления» по специальности 23.05.01 « Наземные транспортно-технологические средства» (Специалист)**

| n/n | Раздел | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах | | | | | Виды самостоятельной работы студентов | | | | | Формы аттестации | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Л | П/С | Лаб | СРС | КСР | К.Р. | К.П. | РГР | Реферат | К/р | Э | З |
| | **восьмой семестр** | | | | | | | | | | | | | | |
| **1.1** | **Математические модели и динамические характеристики линейных стационарных систем автоматического регулирования• Введение. Аппарат теории автоматического управления. Понятия: оптимизация, регулирование, коррекция** | **6** | 1 | **1** | | | **5** | | | | | | | | |
| 1.2 | **Лабораторная работа №1** Вводное занятие. Техника безопасности. Знакомство с лабораторным оборудованием | 6 | 2 | | 1 | | 6 | | | | | | | | |
| **1.3** | **Устойчивость линейных систем. Понятие устойчивости САР. Необходимое и достаточное условие устойчивости. Свойства. Принцип аргумента.** | **6** | **3** | | | | **5** | | | | | | | | |
| 1.4 | **Лабораторная работа №2** Изучение статических и динамических свойств элементарных ли- | 6 | 4 | 1 | 1 | | 6 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | нейных звеньев САУ по их математическим моделям на ПК. | | | | | | | | | | | | | | |
| **1.5** | **Качество систем автоматического регулирования. Понятие качества САР. Первичные показатели качества.** | **6** | **5** | | | | **5** | | | | | | | | |
| 1.6 | **Лабораторная работа №3** Изучение статических и динамических свойств элементарных линейных звеньев САУ по их математическим моделям на ПК. | 6 | 6 | | | | 6 | | | | | | | | |
| **1.7** | **Коррекция систем автоматического регулирования. Синтез САР. Основы синтеза.** | **6** | **7** | **1** | | | 5 | | | | | | | | |
| 1.8 | **Лабораторная работа №4** Изучение статических и динамических свойств элементарных линейных звеньев САУ по их математическим моделям на ПК. | 6 | 8 | | 1 | | 6 | | | | | | | | |
| **1.9** | **Математические модели нелинейных детерминированных систем. Понятие нелинейных систем. Типовая структурная схема нелинейной системы. Виды нелинейных элементов.** | **6** | **9** | | | | **5** | | | | | | | | |
| 1.10 | **Лабораторная работа №5** Исследование типовых звеньев систем и построение их переходных характеристик. | 6 | 10 | 1 | | | 6 | | | | | | | | |
| **1.11** | **Устойчивость нелинейных систем . Понятие устойчивости нелинейных систем. Особые режимы движения нелинейных систем** | **6** | **11** | | | | **5** | | | | | | | | |
| 1.12 | **Лабораторная работа №6** | 6 | 12 | | | | 6 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Экспериментальное исследование статических и астатических систем автоматического регулирования. | | | | | | | | | | | | | | |
| **1.13** | **Исследование случайных процессов в системах автоматического регулирования. Понятие случайных величин. Приложение основных характеристик в задачах исследования САР: математическое ожидание, дисперсия, спектральная плотность, корреляция.** | **6** | **13** | **1** | | | **5** | | | | | | | | |
| 1.14 | **Лабораторная работа №7** Исследование нелинейных систем | 6 | 14 | | | | 6 | | | | | | | | |
| **1.15** | **Синтез систем автоматического управления. Оптимизация. Модальное управление. Методы назначения корней. Исследование дискретных систем автоматического управления. Дискретные САУ. Типы квантования: квантование по уровню, по значению** | **6** | **15** | | | | **5** | | | | | | | | |
| 1.16 | **Лабораторная работа №8** *Автоматические регуляторы* | 6 | 16 | 1 | | | 5 | | | | | | | | |
| **1.17** | **Нестационарные системы, общие сведения. Нестационарные системы автоматического регулирования. Методы описания, подходы к исследованию.** | **6** | **17** | | | | **5** | | | | | | | | |
| 1.18 | **Лабораторная работа №9** *Автоматические регуляторы. Устойчивость* | | **18** | | **1** | | **6** | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ***Форма аттестации*** | | 19-21 | | | | | | | | | | | | **З** |
| | Всего часов по дисциплине | | | 6 | 4 | | 98 | | | | | | | | |
| | **Всего часов по дисциплине** | 108 | | 108 | | | | | | | | | | | |

Приложение Б

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
Московский политехнический университет

Направление подготовки:
**23.05.**01 «**Наземные транспортно-технологические средства»**

# ФОНД
# ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**
**«Теория автоматического управления»**

---

**Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств**
**2. Описание оценочных средств**

**2. Описание оценочных средств содержит:**

**- Перечень вопросов по темам (УО)**
**- Перечень кейс-задач для защиты лабораторных (К-З)**
**- Перечень тестовых заданий для промежуточного контроля (Т)**
**- Перечень вопросов к зачету**
**-Тематика лабораторных работ**

Москва 2022

## 1. Паспорт ФОС по дисциплине «Теория автоматического управления»

| Код компетенции | Перечень компонентов | Виды контроля* | Способы контроля | Средства контроля |
|---|---|---|---|---|
| ПК-8. Способен разработать и обосновать логику работы электронных систем АТС | ***Знать:*** - принципы управления и классификацию систем управления, типовые динамические звенья и их характеристики;<br>- типовые нелинейные элементы. | УО,<br>К-З,<br>Т,<br>зачет | Устно<br>Письменно | Задания для участия в устном опросе коллоквиуме, решение кейс-задач, вопросы теста, вопросы к зачету |
| | ***Уметь:*** - выполнять структурные преобразования;<br>оценить устойчивость линейной стационарной системы;<br>- строить фазовый портрет системы. | УО,<br>К-З,<br>Т,<br>зачет | Устно<br>Письменно | Задания для участия в устном опросе коллоквиуме, решение кейс-задач, вопросы теста, вопросы к зачету |
| | ***Владеть:*** - различными приёмами составления и описания математических моделей систем;<br>- аппаратом преобразования Лапласа. | УО,<br>К-З,<br>Т,<br>зачет | Устно,<br>Письменно | Задания для участия в устном опросе коллоквиуме, решение кейс-задач, вопросы теста, вопросы к зачету |

*- Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к РП.

## 2. Описание оценочных средств**:

| Тема | УО | К-З | Тесты | Вопросы к зачету |
|---|---|---|---|---|
| Математические модели и динамические характеристики линейных стационарных систем автоматического регулирования | Вопросы 1-6 | Задача 1,2 | Вопросы 1-3 | Вопросы 1-8 |
| Устойчивость линейных систем. | Вопросы 7-13 | Задача 3 | Вопросы 4-6 | Вопросы 9-18 |
| Качество систем автоматического регулирования. | Вопросы 14-20 | Задача 4,5 | Вопросы 7-9 | Вопросы 19-27 |
| Коррекция систем автоматического регулирования. | Вопросы 21-27 | Задача 6 | Вопросы 10-12 | Вопросы 28-30 |
| Математические модели нелинейных детерминированных | Вопросы 22-28 | Задача 7,8 | Вопросы 13-15 | Вопросы 31-36 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| систем. | | | | |
| Устойчивость нелинейных систем | Вопросы 29-35 | Задача 9,10 | Вопросы 16-18 | Вопросы 37-45 |
| Исследование случайных процессов в системах автоматического регулирования | Вопросы 36-42 | Задача 11, 12 | Вопросы 19-21 | Вопросы 46-53 |
| Синтез систем автоматического управления. | Вопросы 43-49 | Задача 13, 14 | Вопросы 22-24 | Вопросы 53-57 |
| Нестационарные системы, общие сведения. | Вопросы 50-60 | Задача 15, 16 | Вопросы 25-30 | Вопросы 58-60 |

**- Содержание разделов и тем см. в пункте 9 данной Рабочей программы: Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Теория автоматического управления»

**Перечень оценочных средств по дисциплине «Теория автоматического управления»**

| № ОС | Наименование оценочногосредства | Краткая характеристика оценочного средства | Представление оценочного средства в ФОС |
|---|---|---|---|
| 1 | Устный опроссобеседование, (УО) | Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. | Вопросы по темам/разделам дисциплины |
| 2 | Кейс-задача | Проблемное задание, в котором обучающемуся предлагают осмыслить реальную профессионально- ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы. | Задания для решения кейс-задачи |
| 3 | Тест (Т) | Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. | Фонд тестовых заданий |

## Перечень вопросов по темам (УО)

по дисциплине **«Теория автоматического управления»**
(наименование дисциплины)

1. Что такое управление?
2. Какова цель любого управления?
3. Какое управление называется автоматическим?
4. Дайте определение объекта управления.
5. Приведите примеры управляемых координат механических, электротехнических систем.
6. Что такое регулятор?
7. Что называется системой автоматической управления?
8. Назовите основные принципы построения САУ и дайте им сравнительную оценку.
9. Какова главная задача управления?
10. Что такое обратная связь?
11. Каков смысл отрицательной обратной связи?
12. Какая обратная связь называется единичной?
13. Запишите уравнение ошибки. Что оно означает физически?
14. Каково назначение корректирующих устройств?
15. Приведите примеры исполнительных элементов САУ.
16. Приведите примеры объектов управления и назовите их управляемые координаты.
17. Какие признаки могут быть положены в основу классификации САУ?
18. По какому признаку классифицируются системы стабилизации, программного управления, следящие системы? Дайте им определение
19. Приведите примеры САУ различного назначения, с которыми вам приходилось сталкиваться в вашей практике.
20. Что называется передаточной функцией?
21. Какие условия должны быть соблюдены для получения передаточной функции?
22. Как по дифференциальному уравнению получить передаточную функцию?
23. Как выглядит передаточная функция двигателя постоянного тока при управлении по цепи якоря, если:
24. а) выходной величиной считать угловую скорость вала;
25. б) выходной величиной считать угол поворота вала двигателя?
26. Какой физический смысл имеет аргумент временных функций?
27. Какое воздействие называют единичным скачком? Приведите его график и математическое описание как функции времени.
28. Чему равно изображение единичного скачка?
29. Что называется переходной функцией?
30. Какое воздействие называется единичной δ-функцией?
31. Дайте геометрическое представление и математическое описание δ- функции как функции времени.
32. Какое изображение имеет δ(t)?
33. Что называется импульсной переходной функцией?
34. Что такое частотная передаточная функция и как она получается?
35. Назовите виды частотных характеристик, дайте им определение, в каких координатах строится каждая из них?
36. Дайте оценку с точки зрения информативности, удобства пользования АЧХ, ФЧХ, АФЧХ, ЛАЧХ, ЛФЧХ.
37. Что такое децибел?
38. Что такое декада?
39. Какие формы представления частотных передаточных функций вы знаете?
40. Что называется звеном?

41. Перечислите и воспроизведите для себя передаточные функции известных вам звеньев.
42. Запишите уравнения АЧХ, ФЧХ и АФЧХ идеального дифференцирующего звена.
43. Какой наклон имеет ЛАЧХ идеального дифференцирующего звена?
44. Запишите уравнения АЧХ, ФЧХ и АФЧХ интегрирующего звена.
45. С каким наклоном проводится ЛАЧХ интегрирующего звена?
46. Что представляет собой геометрически АФЧХ апериодичского звена?
47. Как выглядит асимптотическая ЛАЧХ апериодического звена?
48. Какие фазовые сдвиги имеет апериодическое звено на частотах: а) $\omega = 0$; б) $\omega = \omega_{conp}$; в) $\omega \rightarrow \infty$.
49. Какими параметрами характеризуется колебательное звено?
50. Какой характерный вид имеет семейства АЧХ и ФЧХ колебательного звена при различных коэффициентах демпфирования $d$?
51. Как строится асимптотическая ЛАЧХ колебательного звена?
52. Какие звенья называются форсирующими?
53. Что называют структурной схемой САУ?
54. Какие виды соединений звеньев различают?
55. Как получить передаточные функции соединений звеньев:
    - последовательного;
    - параллельного;
    - встречно-параллельного?
56. Какой формулой определяется передаточная функция замкнутой системы?
57. Какой формулой определяется передаточная функция ошибки?
58. Какими формулами устанавливается связь между передаточными функциями ошибки и замкнутой системы?
59. Каков физический смысл понятия «устойчивость»?
60. Напишите общую формулу решения дифференциального уравнения.

## Перечень кейс-задач для защиты лабораторных (К-З)

по дисциплине **«Теория автоматического управления»**

(наименование дисциплины)

**1.** Определите устойчивость разомкнутых систем по их передаточным функциям:

**а)** $W(s) = \dfrac{20}{8 \cdot 10^{-3} s^2 + 0{,}16s - 1}$;

**б)** $W(s) = \dfrac{20}{8 \cdot 10^{-3} s^2 - 0{,}16s - 1}$;

**в)** $W(s) = \dfrac{4}{0{,}05s^2 + 0{,}2s + 1}$;

**г)** $W(s) = \dfrac{4}{0{,}05s^2 - 0{,}2s + 1}$;

**д)** $W(s) = \dfrac{4}{0{,}05s^2 - 0{,}2s - 1}$;

**е)** $W(s) = \dfrac{10}{0{,}04s^2 + 1}$;

**ж)** $W(s) = \dfrac{0{,}2}{0{,}25s^2 - 1}$.

**2.** Определите соотношения между параметрами К и Т системы, представленной на рис.6, чтобы система была:

**а)** нейтрально устойчивой;

**б)** устойчивой.

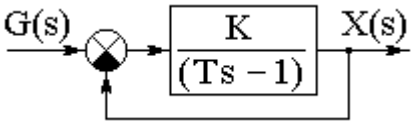



Рис. к кейс-задаче задаче 2

**3.** Можно ли сделать систему с передаточной функцией

$W(s) = \dfrac{0{,}2}{0{,}25s^2 - 1}$ устойчивой?

**4.** Используя критерий Гурвица определить устойчивость замкнутой системы по ее характеристическому уравнению:

$s^5 + 7s^4 + 33s^3 + 88s^2 + 122s + 60 = 0$.

**5**. Используя критерий Гурвица определить при каких значениях коэффициента α характеристического уравнения:

$s^5 + 2s^4 + 13s^3 + 28s^2 + 50s + \alpha = 0$

замкнутая система будет устойчивой?

**6.** Используя критерий Гурвица определить при каком значении параметра $T_0$ (рис. 9) замкнутая система будет:

а) устойчивой;

б) находиться на границе устойчивости?

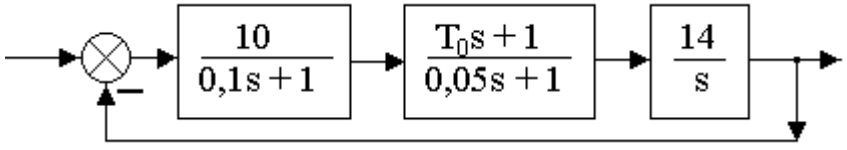



Рис. к кейс-задаче задаче 6

*Напоминание. Система будет находиться на границе устойчивости, если какой- либо определитель равен 0.*

7.Определить устойчивость замкнутой системы по ее характеристическому уравнению:

$$2\cdot10^{-6}s^6 + 6\cdot10^{-4}s^5 + 5\cdot10^{-3}s^4 + \cdot10^{-2}s^3 + 0{,}8s^2 + 7s + 50 = 0.$$

**8.** Определить устойчивость замкнутой системы по ее характеристическому уравнению:

$$4\cdot10^{-3}s^5 + 10^{-1}s^4 + 1{,}05s^3 + 2{,}8s^2 + 4{,}3s + 1{,}6 = 0$$

9. Определить устойчивость замкнутой системы по ее характеристическому уравнению:

$$10^{-2}s^6 + 0{,}212s^5 + 2{,}42s^4 + 36{,}5s^3 + 22{,}8s^2 + 1400 = 0.$$

**7**.Определить устойчивость замкнутой системы по уравнению ее свободного движения:

$$(2\cdot10^{-9}s^4 + 2\cdot10^{-5}s^3 + 3\cdot10^{-3}s^2 + 0{,}13s + 100)\cdot X(s) = 0$$

10. Определить устойчивость системы по ее характеристическому уравнению: $10^{-1}s^6 + 0{,}6s^5 + 2s^4 + 4{,}4s^3 + 7s^2 + 5s + 40 = 0.$

**11.** Определить добротность «К» разомкнутой системы с передаточной функцией:

$$W(s) = \frac{K(0{,}5s+1)}{(0{,}05s+1)(0{,}001s+1)s^2},$$

чтобы замкнутая система была устойчивой?

**12.** Используя критерий Найквиста, определить устойчивость замкнутой системы по передаточной функции разомкнутой системы:

**а)** $W(s) = \dfrac{400(0{,}16s+1)}{(2{,}5s+1)(0{,}01s+1)s}$ ;

**б)** $W(s) = \dfrac{40(s+1)}{(2s+1)(0{,}1s+1)(0{,}5s+1)s}$;

**в)** $W(s) = \dfrac{630(0{,}1s+1)}{(1{,}5s+1)(0{,}005s+1)s}$;

**г)** $W(s) = \dfrac{316(0{,}012s+1)}{(4s+1)(0{,}02s+1)s}$;

**д)** $W(s) = \dfrac{46(0{,}063s+1)}{(0{,}4s+1)(0{,}02s+1)s}$.

**13.** Определить с помощью критерия Найквиста, при каком значении добротности «К» замкнутая САУ будет устойчивой, если передаточная функция разомкнутой системы имеет вид:

$$W(s) = \frac{K}{(0{,}5s+1)(0{,}1s+1)(0{,}02s+1)}.$$

**14.** На основе критерия Найквиста рассчитайте критическое значение добротности К, если передаточная функция разомкнутой САУ равна:

$$W(s) = \frac{K(0{,}012s+1)}{(4s+1)(0{,}02s+1)s}.$$

**15.** Определить запас устойчивости по амплитуде ΔК в децибелах, если передаточная функциия разомкнутой системы равна

$$W(s) = \frac{50}{(0{,}1s+1)(0{,}01s+1)s}$$

**16.** Определить устойчивость замкнутой системы методом ЛЧХ по передаточной функции разомкнутой системы:

**а)** $W(s) = \dfrac{140}{(0{,}2s+1)[(0{,}02s)^2 + 2\cdot0{,}9\cdot0{,}02s+1)]s}$;

**б)** $W(s) = \dfrac{100}{(10s+1)(0{,}5s+1)s}$ ;

**в)** $W(s) = \dfrac{40(s+1)}{(5s+1)(0{,}5s+1)(0{,}2s+1)s}$;

**г)** $W(s) = \dfrac{142(0{,}1s+1)}{(0{,}5s+1)(0{,}01s+1)(0{,}005s+1)s}$;

**д)** $W(s) = \dfrac{631(0{,}1s+1)}{(1{,}5s+1)(0{,}004s+1)(0{,}001s+1)s}$.

## Перечень тестовых заданий для промежуточного контроля (Т)

по дисциплине _«Теория автоматического управления»_
(наименование дисциплины)

**1. К какому классу относятся САУ в режиме уменьшения возмущающей ошибки?**

1. Программа управления
2. Следящие
3. Стабилизации
4. Автономные
5. Непрерывные

**2. Какие САР относятся к линейным?**

1. Описываемые линейными алгебраическими уравнениями
2. Описываемые линейными дифференциальными уравнениями
3. Описываемые непрерывными функциями
4. Состоящие из линейных звеньев

**3. К какому классу относятся САУ, в которых управление определяется зарание известными функциями?**

1. Не имеющие регулятор
2. Содержащие регулятор
3. Характеризуемые одной управляемой величиной
4. Работающие без дополнительных источников энергии
5. Работающие с дополнительными источниками энергии

**4. Какой наибольший наклон имеет логарифмическая амплитудно-частотная характеристика интегрирующего звена**

1. 0 дб/дек
2. 10дб/дек
3. 20дб/дек
4. 45 градусов
5. 40 дб/дек

**5. Задача использования методов оптимального управления в теории автоматического управления динамическими системами.**

1. Анализ управляемости систем автоматического управления.
2. Анализ устойчивости систем автоматического управления.
3. Анализ точности систем автоматического управления.
4. Построение оптимального закона управления системами автоматического управления.

**6.По виду управляющего сигнала, вырабатываемого автоматическим регулятором АСР бывают**

1.релейные
2.непрерывные
3.дискретные

**7. Частотные характеристики можно получить из:**

1.функции Хевисайда
2.дельта-функции
3.передаточной функции

**8. Если объект подчиняется принципу суперпозиции, то он считается:**

1.стационарным
2.линейным
3.нелинейным

**9. Замкнутая АСР с обратной связью реализует принцип регулирования:**

1.по возмущению
2.по отклонению
3.по заданию

**10. Целью регулирования является**

1.поддержание регулируемого параметра на заданном значении

2.определение ошибки регулирования

3.выработка управляющих воздействий

**11. Передаточной функцией системы называется**

1.отношение выходного сигнала ко входному сигналу

2. отношение преобразованного по Лапласу выходного сигнала к преобразованному по Лапласу входному сигналу

3.отношение преобразованного по Лапласу входного сигнала к преобразованному по Лапласу выходному сигналу

**12. Зависимость выходного параметра объекта от времени при подаче на вход дельта-функции называется:**

1.статической характеристикой

2.импульсной характеристикой

3.частотной характеристикой

**13.Зависимость выходного параметра объекта от входного называется:**

1.статической характеристикой

2.импульсной характеристикой

3.динамической характеристикой

4.частотной характеристикой

**14.Целью функционирования следящей АСР является**

1.поддержание регулируемого параметра на заданном постоянном значении с помощью управляющих воздействий на объект

2.изменение регулируемой величины в соответствии с заранее неизвестной величиной на входе АСР

3.изменение регулируемой величины в соответствии с заранее заданной функцией

**15. W(iw) обозначают:**

1.передаточную функцию

2.переходную функцию

3.Амплитудно-фазовую характеристику

**16. В матрично-векторной форме записи** $\begin{cases} \dot{x} = Ax + Bu + Gv \\ y = Cx + Du + Hv \end{cases}$ **, матрица А называется**:

1. Система матрицей
2. Матрицей управляющих входов
3. Матрицей входных возмущающих воздействий
4. Матрицей взаимосвязей переменных состояний с выходами

**17. Какие переменные при построении математического описания системы принято называть входными:**

1. характеризующие реакцию системы на входное воздействие
2. генерируемые системами, внешними по отношению к исследуемой
3. характеризующие внутреннее состояние системы

**18. Какой метод применяется при построении передаточной матрицы:**

1. Калмана
2. Леверье-Фадеева
3. Вандермонда

**19. Какова размерность матрицы А, в матрично-векторной форме записи систем управления:**

1. n x n (n-размерность объекта)
2. n x m (n-размерность объекта, m-количество управляющих входов)
3. n x r (n-размерность объекта, r-количество возмущений)

4. p x n (p-количество выходов, n-размерность объекта)

**20. Система с 1 входом, 2 выходами и 5 переменными состояния описывается в пространстве состояния матрицами:**

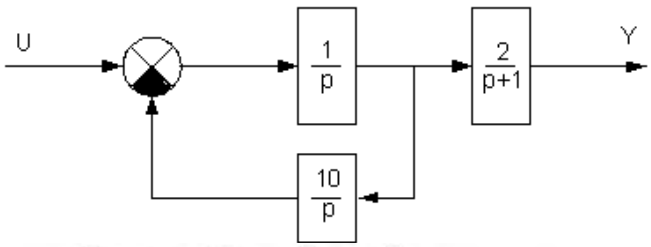
1.A[2X5], B[5X1], C[5X5]
2. A[5X5], B[5X1], C[2X5]
3. A[5X5], B[1X2], C[2X1]

**21. Дан объект управления во вход-выходной форме записи, переведите в матрично-векторную форму записи и найдите системную матрицу**:

$$W(p)=\frac{6}{3p^3+9p^2+12p+6}$$

1. $A=\begin{bmatrix}0\\0\\2\end{bmatrix}$
2. $A=\begin{bmatrix}0 & 1 & 0\\0 & 0 & 1\\-2 & -4 & -3\end{bmatrix}$
3. $A=\begin{bmatrix}1 & 1 & 0\\0 & 0 & 1\\6 & 4 & 7\end{bmatrix}$
4. $A=\begin{bmatrix}1 & 0\\0 & 3\end{bmatrix}$

**22. Постройте матрично-векторную модель по приведенной структурной схеме системы управления:**




1. $A=\begin{bmatrix}1 & 1 & 0\\0 & 0 & 1\\6 & 4 & 7\end{bmatrix}\ B=\begin{bmatrix}0\\0\\2\end{bmatrix}\ C=[1\ 0\ 0]$
2. $A=\begin{bmatrix}0 & 0 & -1\\2 & -1 & 0\\10 & 0 & 0\end{bmatrix}\quad B=\begin{bmatrix}1\\0\\0\end{bmatrix}\ C=\begin{bmatrix}0 & 1 & 0\end{bmatrix}$
3. $A=\begin{bmatrix}0 & 1 & 0\\0 & 0 & 1\\7 & 4 & 0\end{bmatrix}\ B=\begin{bmatrix}1\\0\\2\end{bmatrix}\ C=[1\ 0\ 1]$
4. $A=\begin{bmatrix}0 & 1 & 0\\0 & 0 & 1\\-7 & -4 & -1\end{bmatrix}\ B=\begin{bmatrix}0\\0\\1\end{bmatrix}\ C=[1\ 0\ 0]$

**23. Дана передаточная функция во вход-выходной форме записи. Определить полноту объекта:**

$$W(p)=\frac{p^2+11p+10}{p^3+9p^2+23p+15}$$

1. Объект является полным
2. Объект является неполным

**24. Какой будет система, данная в матрично-векторной форме записи:**

$$A=\begin{bmatrix}-1 & 0 & 0\\ 0 & -5 & 0\\ 0 & 0 & -3\end{bmatrix}\ B=\begin{bmatrix}1\\ 2\\ 1\end{bmatrix}\ C=[0\ 1\ 1]$$

1. Полностью наблюдаемой и полностью управляемой
2. Частично наблюдаемой и полностью управляемой
3. Полностью наблюдаемой и частично управляемой
4. Частично наблюдаемой и частично управляемой

**25. В какой форме записи представлена системная матрица:**

$$A=\begin{bmatrix}0 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 1\\ -5 & -4 & -1\end{bmatrix}$$

1. Основная нормальная форма (ОН-форма)
2. Транспонированная основная нормальная форма (ТОН-форма)
3. Дополнительная нормальная форма
4. Обратная нормальная форма

**26. Что является целью управления в системе автоматического регулирования?**

1. изменение регулируемой переменной по заранее известному закону;
2. поддержание регулируемой переменной на заданном уровне;
3. повышение эффективности использования потенциальных возможностей объекта управления;
4. обеспечение стремления регулируемой переменной к нулю при $t \to \infty$ .

**27. Характеристическое уравнение системы это:**

1) числитель передаточной функции, приравненный к нулю;
2) знаменатель передаточной функции, приравненный к нулю;
3) уравнение, которое описывает частное вынужденное движение системы;
4) уравнение, которое описывает систему в общем виде.

**28.Что такое ЛЧХ?**

1. лиинейная частотная характеристика;
2) логарифмическая частотная характеристика;
3) логарифмическая частная характеристика;

**29. Что необходимо сделать для определения устойчивости системы?**

1.выполнить её линеаризацию
2. преобразовать переменные по Лапласу
3. изучить малые отклонения от равновесия
4. исследовать обратные связи

**30. Что определяется при помощи теорем Ляпунова?**

1.устойчивость установившегося движения
2.способы обеспечения устойчивости
3. тип переходного процесса в САУ
4.корни характеристического уравнения

## Перечень вопросов к зачету

по дисциплине _**«Теория автоматического управления»**

(наименование дисциплины)

| Вопрос |
|---|
| 1. Цели и задачи предмета ТАУ. Понятие автоматических устройств. Основные понятия ТАУ: система, звенья, схемы и др. |
| 2. Понятие звена системы. Функции звена системы. Объект управления и регулятор. Виды воздействий на объект управления. |
| 3. Понятие системы управления. Общий вид функциональной схемы системы управления. Виды воздействий. Типы связей. |
| 4. Типы связей между звеньями в системах. Прямые и обратные связи и их виды. Передаточная функция звена, охваченного обратной связью. |
| 5. Общая структурная схема системы управления. Элементы, входящие в общую структурную схему системы регулирования. Основные типы звеньев и выполняемые ими функции. |
| 6. Звенья, формирующие задающее воздействие. Чувствительные элементы в системах управления и их виды. Классификация чувствительных элементов по виду измеряемых величин. |
| 7. Типовая принципиальная схема САУ. Принцип работы отдельных элементов. |
| 8. Принципы управления Преимущества и недостатки каждого принципа. |
| 9. Цели управления. Разновидности систем по целям управления. Примеры. |
| 10. Понятие ошибки регулирования. Место формирования ошибки при реализации различных принципов управления. Виды систем по величине ошибки регулирования. |
| 11. Законы управления. Понятие закона управления. Виды законов управления. Понятие линейных и нелинейных законов. |
| 12. Законы управления. Понятие закона управления. Виды регуляторов, работающих по линейным законам управления. |
| 13. Законы управления. Понятие закона управления. Виды регуляторов, работающих по нелинейным законам управления. |
| 14. Понятие звена системы. Линейные и нелинейные звенья. Линейные и нелинейные системы управления. Примеры линейных и нелинейных регуляторов. |
| 15. Классификация воздействий на систему управления по виду и по характеру. |
| 16. Методы математического моделирования систем управления. Сравнительный анализ методов. |
| 17. Принципы математического моделирования динамических процессов во временной области с помощью дифференциальных уравнений. |
| 18. Функциональная схема и принцип действия замкнутой системы автоматического регулирования частоты вращения двигателя. |
| 19. Принцип действия и математическое моделирование посредством дифференциальных уравнений замкнутой системы автоматического регулирования частоты вращения двигателя. |
| 20. Общий вид дифференциального уравнения звена системы. Праметры, входящие в дифференциальное уравнения звена. Преобразования Лапласа. Цели преобразования уравнения к виду Лапласа. |
| 21. Передаточная функция системы. Пример вывода передаточной функции. |
| 22. Цели и методы преобразования структурных схем систем управления, состоящих из звеньев с заданными предаточными функциями. |
| 23. Понятие предаточной функции системы и комплексного коэффициента передачи. Методы получения этих характеристик. |
| 24. Понятие КПД. Правило Муавра. |
| 25. Единичное воздействие и воздействие в виде дельта-функции. Их назначение для определения характеристик систем. |
| 26. Классификация систем по принципам управления. Структурные схемы реализации основных принципов управления и их сравнительный анализ. |
| 27. Понятие автоматических устройств. Основные понятия ТАУ. Линейные и нелинейные звенья.Линейные и нелинейные системы управления. |
| 28. Общий вид дифференциального уравнения звена системы. Применение преобразований Лапласа и получение передаточной функции и комплексного коэффициента усиления. |
| 29. Моделирование динамических процессов систем управления в частотной области. Операции с комплексными переменными. Понятие комплексного коэффициента усиления, амплитудночастотной и фазочастотной характеристик. |
| 30. Понятие амплитудночастотной и фазочастотной характеристик системы. Методы экспериментального снятия АЧХ и ФЧХ. |

| |
|---|
| 31. Понятие амплитудночастотной и фазочастотной характеристик системы, методы расчета собственной и резонансной частоты системы. |
| 32. Переходная характеристика системы. Методы экспериментального снятия переходных характеристик. Виды переходных характеристик. |
| 33. Импульсная характеристика системы. Методы экспериментального снятия импульсных характеристик. Виды импульсных характеристик. |
| 34. Понятие импульсной характеристики. Расчет импульсной характеристики системы. Классификация систем по виду импульсной характеристики. |
| 35. Понятие устойчивости систем. Теория устойчивости и ее значение в методах расчета систем управления. |
| 36. Характеристическое уравнение системы, метод его получения. Параметры системы, определяемые по характеристическому уравнению. |
| 37. Теорема Ляпунова и ее применение. Виды переходных процессов в системах с различной степенью устойчивости. |
| 38. Критерий Гурвица и его применение в задачах расчета систем управления. |
| 39. Частотной метод определения областей устойчивости систем управления и его применение в расчетах систем управления. |
| 40. Теорема Хевисайда. Анализ качества систем управления по переходным процессам. |
| 41. Методы повышения точности, устойчивости и качественных показателей автоматических систем. |
| 42. Понятие статизма системы. Статические и астатические системы Пример статической системы автоматического управления. |
| 43. Понятие статизма системы. Статические и астатические системы. Пример астатической системы автоматического управления. |
| 44. Типовые звенья систем автоматики. Понятие динамического звена. Требования к типовым звеньям. Методы разбиения систем на типовые звенья. Классификация типовых звеньев. |
| 45. Понятие и классификация типовых звеньев систем автоматики. Пропорциональное звено и его характеристики. |
| 46. Понятие и классификация типовых звеньев систем автоматики. Апериодическое звено 1-го порядка и его характеристики. |
| 47. Понятие и классификация типовых звеньев систем автоматики. Звенья: апериодическое 2-го порядка и колебательное, их характеристики. |
| 48. Понятие и классификация типовых звеньев систем автоматики. Идеальное интегрирующее звено и его характеристики. |
| 49. Понятие и классификация типовых звеньев систем автоматики. Идеальное дифференцирующее звено и его характеристики. |
| 50. Понятие и классификация типовых звеньев систем автоматики. Звено запаздывания и его характеристики. |
| 51. Астатическая система регулирования уровня жидкости. Принцип деиствия и закон управления. |
| 52. Переходные и импульсные процессы в системах управления, причины их возникновения. Оценка качества систем. |
| 53. Устойчивость автоматических систем управления. Алгебраические методы определения устойчивости систем. |
| 54. Устойчивость автоматических систем управления. Критерий устойчивости Найквиста. |
| 55. Устойчивость автоматических систем управления. Критерий устойчивости Михайлова. |
| 56. Устойчивость автоматических систем управления. Понятие годографа. |
| 57. Методы повышения точности автоматических систем. Комплексный коэффициент усиления. |
| 58. Методы повышения точности автоматических систем. Понятие астатизма и астатизма системы. |
| 59. Структурная организация систем управления. Система управления с интерфейсом типа ОБЩАЯ ШИНА (ОШ) |
| 60. Устройства сопряжения с объектами управления. |

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по спе- циальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

Программу составила:
Ст. преподаватель. /Матросова В.В./

Согласовано:

Заведующий кафедрой,
д.т.н., профессор  А.В. Келлер