Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
информационных технологий и
автоматизированных систем
_____ А.В. Зимин
подпись
«____» _____ 20___ г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Управление техническими системами

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
(направленность (профиль): «Электроэнергетика и электротехника»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Заочная форма

Срок обучения: 4 года 6 месяцев

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: daba56d7b892efca3bf5c04ed0251c98b19b099c
Владелец: Директор ИИТиАС Зимин Алексей Валерьевич
Действителен: с 15 января 2025 г. по 10 апреля 2026 г.
Дата и время: 23-03-2026 09:51:36 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

## 1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– подготовка выпускников к профессиональной деятельности по направленности (профилю) "Промышленная электроника" в рамках направления 13.03.02 - "Электроэнергетика и электротехника".

Задачами учебной дисциплины являются:

– приобретение основ знаний и умений в области систем автоматического управления.

## 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Физика;
– Информатика;
– Математика.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Основы мехатроники;
– Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и комплексов;
– Электропривод;
– Моделирование электротехнических устройств и систем.

## 3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

### – Общепрофессиональные компетенции

| Наименование категории (группы) ОПК | Код и наименование ОПК | Код и наименование индикатора достижения ОПК | Планируемые результаты обучения |
|---|---|---|---|
| Фундаментальная подготовка | ОПК-3: Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы | ОПК-3.1 Понимает теоретические основы математических, естественных и общеинженерных | – знать: физико-математический аппарат теории автоматического управления.<br>– уметь: составлять |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | анализа и моделирования, теоретического и экспериментальног о исследования при решении профессиональных задач | наук | дифференциальны е уравнения, передаточные функции и структурные схемы систем автоматического управления. |
| | | ОПК-3.2 Применяет естественнонаучны е и общеинженерные знания и методы для решения практических задач | – знать: критерии устойчивости технических систем; уравнения и передаточные функции типовых динамических звеньев.<br>– уметь: составлять структурные схемы систем управления. |

**– Универсальные компетенции**

| Наименование категории (группы) УК | Код и наименование УК | Код и наименование индикатора достижения УК | Планируемые результаты обучения |
|---|---|---|---|
| Разработка и реализация проектов | УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений | УК-2.1 Формулирует совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели, обеспечивающих ее достижение | – знать: основные задачи анализа и синтеза систем автоматического управления.<br>– уметь: оценивать устойчивость систем управления. |

## 4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или)

лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## Объем учебной дисциплины

| Сессия / курс | | ***ИТОГО*** | ***2 сессия / 2 курс*** | ***3 сессия / 2 курс*** | ***1 сессия / 3 курс*** | ***2 сессия / 3 курс*** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Форма промежуточной аттестации | | | | *зачет* | | *экзамен, зачет с оценкой по КР* |
| Трудоёмкость | *академ. час.* | ***324*** | *18* | *54* | *36* | *216* |
| | *зачетных единиц* | ***9*** | *0,5* | *1,5* | *1* | *6* |
| Лекции, *академ. час.* | | ***4*** | *2* | *0* | *2* | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* | *0* | *0* | *0* |
| Лабораторные работы, *академ. час.* | | ***0*** | *0* | *0* | *0* | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* | *0* | *0* | *0* |
| Практические занятия, *академ. час.* | | ***10*** | *0* | *2* | *0* | *8* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* | *0* | *0* | *0* |
| Курсовая работа, *академ. час.* | | ***36*** | *0* | *0* | *0* | *36* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* | *0* | *0* | *0* |
| Консультации, *академ. час.* | | ***0*** | *0* | *0* | *0* | *0* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* | *0* | *0* | *0* |
| Самостоятельная работа, *академ. час.* | | ***261*** | *16* | *48* | *34* | *163* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* | *0* | *0* | *0* |
| Контроль, *академ. час.* | | ***13*** | *0* | *4* | *0* | *9* |
| в форме практической подготовки | | ***0*** | *0* | *0* | *0* | *0* |

## Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Методы математического описания и характеристики линейных САУ;

Тема 1.1 Основные понятия и определения теории автоматического управления (Автоматическое регулирование. Автоматическое управление. Объект управления. Цель управления.

Управляющее воздействие. Координаты объекта. Алгоритм функционирования. Автоматическое управляющее устройство. Типовые законы управления. Принципы классификации САУ. Управление по отклонению. Управление по возмущению. Комбинированное управление. Адаптивные и следящие САУ);

Тема 1.2 Графическое изображение САУ (Функциональная схема. Структурная схема. Условные обозначения на структурных схемах. Элементы сравнения и их изображение);

Тема 1.3 Математическое описание линейных САУ (Принцип направленности звеньев САУ. Типы структурных элементов САУ. Дифференциальные уравнения звеньев системы);

Тема 1.4 Передаточная функция САУ (Алгебраизация дифференциальных уравнений. Преобразование Лапласа. Оригинал и изображение функции. Свойства преобразования Лапласа. Передаточная функция. Переход из временной области в частотную);

Тема 1.5 Типовые воздействия и временные характеристики систем автоматического управления (Единичная ступенчатая функция. Единичная импульсная функция. Гармоническое воздействие. Переходная функция. Весовая функция);

Тема 1.6 Частотные характеристики САУ (Комплексный коэффициент усиления. Амплитудно-фазовая частотная характеристика. Амплитудно-частотная характеристика. Фазо-частотная характеристика. Вещественная частотная характеристика. Мнимая частотная характеристика. ЛАХ. ЛФХ. Диаграмма Боде);

Тема 1.7 Характеристики и модели типовых динамических звеньев систем управления (Пропорциональное (масштабное) звено. Интегрирующее звено. Дифференцирующее звено. Инерционное (апериодическое) звено. Форсирующее звено. Колебательное звено. Консервативное звено. Апериодическое звено 2 порядка. Неминимально-фазовые звенья. Звенья с запаздыванием);

Раздел 2 Структура САУ. Статические режимы;

Тема 2.1 Соединение линейных звеньев. .Передаточные функции разомкнутых и замкнутых САУ (Уравнение замыкания системы. Структура САУ относительно управляющего и возмущающего воздействий. Замкнутая САУ при приложении нескольких воздействий. Одноконтурные и многоконтурные САУ);

Тема 2.2 Статические режимы САУ (Стационарные и переходные режимы. Статическая и динамическая ошибки регулирования. Уравнение САУ в отклонениях. Статизм системы. Астатические режимы САУ. Астатизм. Порядок астатизма. Интегрирующие звенья в САУ как средство достижения астатизма);

Раздел 3 Устойчивость систем автоматического управления. Качество управления;

Тема 3.1 Критерии устойчивости (Рауса – Гурвица, Найквиста, Михайлова.

Запас устойчивости по фазе и модулю. Оптимальные запасы устойчивости. Суждение об устойчивости по амплитудным и фазовым характеристикам);

Тема 3.2 Показатели качества САУ (Понятие о качестве переходного процесса. Установившееся значение. Перерегулирование. Время переходного процесса. Время достижения максимума. Время первого согласования. Скорость нарастания сигнала. Колебательность);

Раздел 4 Коррекция динамических свойств САУ;

Тема 4.1 Последовательные корректирующие звенья, их синтез (Последовательные корректирующие звенья в контуре САУ. Синтез последовательных корректирующих устройств по логарифмическим характеристикам. Построение желаемой ЛАХ и ЛАХ корректирующего звена. Определения передаточной функции и схемной реализации корректирующего звена по его ЛАХ);

Тема 4.2 Параллельные корректирующие звенья, их синтез (Параллельные корректирующие звенья в контуре САУ. Жесткие корректирующие обратные связи. Гибкие обратные связи. Понятие о глубокой обратной связи. Синтез звеньев параллельной коррекции по обратным АФЧХ. Синтез параллельных корректирующих устройств по ЛАХ разомкнутой системы);

Тема 4.3 Параметрический синтез САУ (Понятие о параметрическом синтезе. Общие принципы синтеза алгоритмической структуры системы управления. Принцип подчиненного регулирования. Использование модели объекта управления для управления. Модульный оптимум. Технический оптимум. Фильтр Баттерворта. Симметричный оптимум. Малые некомпенсируемые постоянные времени в контуре САУ, их влияние на качество регулирования);

Раздел 5 Дискретные САУ. Математическое моделирование дискретных САУ;

Тема 5.1 Решетчатые функции и разностные уравнения (Понятие дискретного сигнала. Квантование по времени и уровню. Представление дискретного сигнала. Решетчатая функция. Прямые и обратные конечные разности. Переход от дифференциальных уравнений системы к разностным. Свойства разностных уравнений);

Тема 5.2 D- и z-преобразования (Дискретное преобразование Лапласа, его свойства. Z-преобразование (преобразование Лорана). Формы записи z-преобразования. Свойства z-преобразования. Переход от z-передаточной функции к разностным уравнениям);

Раздел 6 Динамические характеристики дискретных САУ;

Тема 6.1 Частотные характеристики цифровых САУ (АФЧХ дискретных САУ. АЧХ. ФЧХ. ЛАХ. ЛФХ);

Тема 6.2 Дискретное преобразование Фурье (Понятие спектра сигнала. Спектральный анализ. Преобразование Фурье. Дискретное преобразование Фурье);

Тема 6.3 Теорема Котельникова (Частота дискретизации. Теорема Котельникова. Интерполяционная формула Котельникова-Шеннона. Восстановление аналогового сигнала из дискретного. Явление наложения спектров. Передискретизация);

Тема 6.4 Временные характеристики цифровых САУ (Переходная характеристика. Импульсная характеристика);

Тема 6.5 Устойчивость цифровых систем (Критерии устойчивости цифровых систем. Устойчивость в малом и большом. Критерий Ляпунова);

Тема 6.6 Анализ и синтез цифровых регуляторов (Принципы синтеза цифровых регуляторов. Синтез цифрового регулятора на основе аналогового прототипа. Модульный и симметричный оптимумы в цифровых САУ. Использование цифровых регуляторов в аналоговых САУ);

Тема 6.7 Анализ и синтез цифровых фильтров (Цифровая фильтрация сигналов в САУ. Принципы расчета цифровых фильтров. Частота среза и частота заграждения. Основные типы фильтров. Окно фильтра. Фильтры с конечной и бесконечной импульсной характеристикой).

## 5 Перечень тем лекций

| **№ раздела / темы дисциплины** | **Темы лекций** | **Трудоемкость, *академ.час*** | |
|---|---|---|---|
| | | **всего** | **в форме практической подготовки** |
| Раздел 1. | Методы математического описания и характеристики линейных САУ | 1 | |
| Раздел 2. | Структура САУ. Статические режимы | 1 | |
| Раздел 4. | Коррекция динамических свойств САУ | 1 | |
| Раздел 5. | Дискретные САУ. Математическое моделирование дискретных САУ | 1 | |
| **Итого:** | | **4** | **0** |

## 6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

| **№ раздела / темы дисциплины** | **Темы практических занятий (семинаров)** | **Трудоемкость, *академ.час*** | |
|---|---|---|---|
| | | **всего** | **в форме практической подготовки** |
| Раздел 1. | Методы математического описания и характеристики линейных | 2 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | САУ | | |
| Раздел 1. | Математическое описание линейных САУ | 1 | |
| Раздел 1. | Частотные характеристики САУ | 1 | |
| Раздел 1. | Характеристики и модели типовых динамических звеньев систем управления | 1 | |
| Раздел 3. | Устойчивость систем автоматического управления. Качество управления | 2 | |
| Раздел 3. | Показатели качества САУ | 1 | |
| Раздел 5. | Дискретные САУ. Математическое моделирование дискретных САУ | 1 | |
| Раздел 6. | Частотные характеристики цифровых САУ | 1 | |
| **Итого:** | | **10** | **0** |

## 7 Перечень тем лабораторных работ

| **№ раздела / темы дисциплины** | **Темы лабораторных работ** | **Трудоемкость, *академ.час*** | |
|---|---|---|---|
| | | **всего** | **в форме практической подготовки** |
| | *Отсутствуют* | | |
| **Итого:** | | **0** | **0** |

## 8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

| **№ раздела / темы дисциплины** | **Темы курсовых работ (проектов)** | **Трудоемкость, *академ.час*** | |
|---|---|---|---|
| | | **всего** | **в форме практической подготовки** |
| Раздел 1;<br>Раздел 2;<br>Раздел 3;<br>Раздел 4. | Синтез линейной системы автоматического управления | 36 | |
| **Итого:** | | **36** | **0** |

## 9 Виды самостоятельной работы

| **№ раздела / темы дисциплины** | **Виды самостоятельной работы** | **Трудоемкость, *академ.час*** | |
|---|---|---|---|
| | | **всего** | **в форме практической подготовки** |
| Раздел 1. | 1. Изучение лекционного материала; | 51 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 2. Изучение теоретического материала;<br>3. Подготовка к практическому занятию;<br>4. Прохождение тестирования. | | |
| Раздел 2. | 1. Изучение лекционного материала;<br>2. Изучение теоретического материала;<br>3. Контрольная работа;<br>4. Прохождение тестирования. | 40 | |
| Раздел 3. | 1. Изучение теоретического материала;<br>2. Подготовка к практическому занятию;<br>3. Прохождение тестирования. | 40 | |
| Раздел 4. | 1. Изучение лекционного материала;<br>2. Изучение теоретического материала;<br>3. Прохождение тестирования. | 30 | |
| Раздел 5. | 1. Изучение лекционного материала;<br>2. Изучение теоретического материала;<br>3. Подготовка к практическому занятию;<br>4. Прохождение тестирования. | 40 | |
| Раздел 6. | 1. Изучение теоретического материала;<br>2. Подготовка к практическому занятию;<br>3. Прохождение тестирования. | 60 | |
| *Курсовая работа* | *Выполнение курсовой работы* | 36 | 0 |
| *Контроль* | *Подготовка к экзамену* | 9 | |
| *Контроль* | *Подготовка к зачёту* | 4 | |
| **Итого:** | | **310** | **0** |

## 10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

| Контролируемые разделы (темы) дисциплины | Контролируемые компетенции | Оценочные средства |
|---|---|---|
| Раздел 1. | ОПК-3;<br>УК-2 | 1. Вопросы для устного обсуждения (опроса);<br>2. Наблюдение за работой на практическом занятии;<br>3. Оценивание этапов выполнения курсовой работы;<br>4. Оценка участия в работе на лекционном занятии;<br>5. Тестовые задания |
| Раздел 2. | ОПК-3;<br>УК-2 | 1. Вопросы для устного обсуждения (опроса);<br>2. Контрольная работа;<br>3. Оценивание этапов выполнения курсовой работы;<br>4. Оценка участия в работе на лекционном занятии;<br>5. Тестовые задания |
| Раздел 3. | ОПК-3;<br>УК-2 | 1. Вопросы для устного обсуждения (опроса);<br>2. Наблюдение за работой на практическом занятии;<br>3. Оценивание этапов выполнения курсовой работы;<br>4. Тестовые задания |
| Раздел 4. | ОПК-3;<br>УК-2 | 1. Вопросы для устного обсуждения (опроса);<br>2. Оценивание этапов выполнения курсовой работы;<br>3. Оценка участия в работе на лекционном занятии;<br>4. Тестовые задания |
| Раздел 5. | ОПК-3;<br>УК-2 | 1. Вопросы для устного обсуждения (опроса);<br>2. Наблюдение за работой на практическом занятии;<br>3. Оценка участия в работе на лекционном занятии;<br>4. Тестовые задания |
| Раздел 6. | ОПК-3;<br>УК-2 | 1. Вопросы для устного обсуждения (опроса);<br>2. Наблюдение за работой на практическом занятии;<br>3. Тестовые задания |
| Курсовая работа. | ОПК-3;<br>УК-2 | 1. Вопросы к защите курсовой работы |
| Зачет. | ОПК-3;<br>УК-2 | 1. Вопросы к зачету;<br>2. Задачи к зачету |
| Экзамен. | ОПК-3;<br>УК-2 | 1. Вопросы к экзамену;<br>2. Задачи к экзамену |

## 11 Входной контроль

**11.1 Цель входного контроля** − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

### 11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 45 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО СибГИУ.

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 4 минуты).

### Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

| Процент результативности (правильных ответов) | Оценка |
|---|---|
| 86 до 100 | «отлично» |
| от 67до 85 | «хорошо» |
| от 50 до 66 | «удовлетворительно» |
| менее 50 | «неудовлетворительно» |

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

**Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.**

## 12 Текущий контроль

**12.1 Текущий контроль знаний** используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО СибГИУ.

Формы проведения текущего контроля – вопросы для устного обсуждения (опроса); контрольная работа; наблюдение за работой на практическом занятии; оценивание этапов выполнения курсовой работы; оценка участия в работе на лекционном занятии; тестовые задания.

### 12.2 Описание оценочных средств

### Шкалы оценивания (методики оценки)

#### 12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

**Критерии оценки:**

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

### 12.2.2 Рекомендации по оцениванию этапов выполнения курсовой работы

Курсовая работа – конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве, а также уровень сформированности аналитических, исследовательских умений, умений практического и творческого мышления.

Оценивание этапов выполнения курсовой работы проводится в рамках текущей аттестации (три раза в семестр) в соответствии с графиком выполнения курсовой работы по учебной дисциплине. Результаты аттестации обучающихся по выполнению ими курсовой работы оцениваются руководителями в процентах от общего объема выполненной работы. Сроки выполнения курсовой работы

устанавливаются кафедрой в графике выполнения курсовой работы. График выполнения курсовой работы выдается старостам групп в начале каждого семестра.

Критерии оценки % выполнения курсовой работы

| Этап работы | % выполнения | Форма отчетности |
|---|---|---|
| 1. Расчет параметров и статических характеристик системы | 30 | Черновик соответствующих частей пояснительной записки |
| 2. Определение устойчивости системы | 60 | Черновик соответствующих частей пояснительной записки |
| 3. Синтез регуляторов и анализ скорректированной системы | 100 | Пояснительная записка |

Критерии оценки курсовой работы

| Критерии оценки выполнения курсовой работы | Оценка |
|---|---|
| Задание выполнено полностью: цель достигнута; основные понятия выделены; имеются в наличии схемы, графическое выделение особо значимой информации; все выводы и рекомендации обоснованы, работа тщательно вычитана, отсутствуют грамматические и стилистические ошибки, работа выполнена в полном объёме; процент выполнения задания соответствует плановому. | отлично |
| Задание выполнено: цель выполнения достигнута; наличие правильных эталонных ответов; однако работа выполнена не в полном объёме, имеются единичные опечатки, орфографические, пунктуационные, грамматические, стилистические ошибки; график выполнения задания нарушен на 10 – 20 %. | хорошо |
| Задание выполнено частично: цель выполнения достигнута не полностью; многочисленные ошибки снижают качество выполненной работы; работа представлена с отклонением от запланированного срока на 50 %. | удовлетворительно |
| Задание не выполнено, цель работы не достигнута. | неудовлетворительно |

### 12.2.3 Рекомендации по оцениванию контрольной работы

Контрольная работа – это самостоятельная форма учебной деятельности обучающегося, которая осуществляется без непосредственного руководства и контроля со стороны педагогического работника, но по его поручению.

**Критерии оценки:**

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный ответ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– использование при ответе требований нормативных документов, учебной литературы (обязательное условие);

– использование графических элементов с целью выделения особо значимой информации: таблиц, схем, рисунков и т.п.

Критерии оценки контрольной работы

| Наименование параметра оценки | Оценка |
|---|---|
| Обучающийся выполнил задание в полном объёме; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; обнаруживает понимание материала; может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно. | отлично |
| Обучающийся выполнил задание, удовлетворяющее тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает несколько незначительных ошибок. | хорошо |
| Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений задания, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке ответа; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки. | удовлетворительно |
| Обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений или ответа в целом, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала. | неудовлетворительно |

### 12.2.4 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в

знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО СибГИУ в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

| Максимальный балл | Проходной балл | Оценка |
|---|---|---|
| 20 | не менее 18 | отлично |
| 17 | не менее 14 | хорошо |
| 13 | не менее 10 | удовлетворительно |
| 9 | – | неудовлетворительно |

### 12.2.5 Рекомендации по оцениванию участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Формирование у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию проявляется в обязательном его присутствии на лекционном занятии.

На лекционных занятиях происходит формирование информационной компетентности обучающихся, в том числе способности фиксировать информацию с помощью конспектирования учебного материала. Преподаватель на лекционных занятиях акцентирует внимание обучающихся на том, как необходимо оформлять конспект лекций в тетради. По окончании лекционных занятий преподаватель осуществляет проверку тетрадей обучающихся и оценивает их.

Критерии оценки участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

| Наименование параметра оценки | Максимальное количество баллов за одно лекционное занятие |
|---|---|
| Наличие у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию, выраженное в посещении лекций | 0,5 |
| Умение конспектировать учебный материал в тетради, в том числе:<br>- материал изложен последовательно, | 0,5 |

| | |
|---|---|
| четко и аккуратно<br>- в конспекте имеются изученные темы, основные термины, схемы | |
| Всего | 1 |

Если по результатам оценки участия обучающийся в лекционных занятиях в среднем за семестр обучающийся набрал не менее 0,5 баллов, то ему выставляется оценка «зачтено», менее 0,5 баллов – «не зачтено».

### 12.2.6 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

**Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:**

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

| Наименование параметра оценки | Максимальное количество баллов |
|---|---|
| Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями. | 2,5 |
| Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники. | 1,25 |
| Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы. | 1,25 |
| **Итого** | **5** |

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

**Задания и вопросы для текущего контроля знаний**

**обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.**

## 13 Промежуточная аттестация

**13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации** обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: зачет; курсовая работа; экзамен.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к зачету; вопросы к защите курсовой работы; вопросы к экзамену; задачи к зачету; задачи к экзамену.

### 13.2 Оценивание обучающегося на зачете

| Оценка | Требования к знаниям |
|---|---|
| зачтено | Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения, а также имеет достаточно полное представление о значимости знаний по учебной дисциплине. |
| не зачтено | Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «не зачтено» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине. |

### 13.3 Оценивание обучающегося на защите курсовой работы

| Оценка | Требования к знаниям |
|---|---|
| отлично | Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если выполнены все требования к выполнению и защите курсовой работы: соблюдены требования к внешнему оформлению, последовательно изложен материал; при защите обучающийся демонстрирует умения применять теоретические знания основной и дополнительной литературы, может показать и объяснить применение технологических решений, использованных в курсовой работе; даны правильные ответы на вопросы, заданные в процессе защиты курсовой работы. |
| хорошо | Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если основные требования к выполнению и защите курсовой работы |

| Оценка | Требования к знаниям |
|---|---|
| | выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в решениях, имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите курсовой работы даны неполные ответы. |
| удовлетворительно | Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если имеются существенные отступления от требований к выполнению и защите курсовой работы. В частности: задача решена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании и оформлении; при ответе на дополнительные вопросы на защите курсовой работы обучающийся показывает знания только основного материала, испытывает затруднения при объяснении выбранных решений. |
| неудовлетворительно | Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если задача решена лишь частично; допущены грубые ошибки в содержании и при оформлении или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты курсовой работы обучающийся обнаруживает существенное непонимание проблемы. |

Если допущены существенные недостатки в оформлении курсовой работы, опущен или не написан какой-либо раздел, имеются отступления от задания на курсовую работу, то такая курсовая работа возвращается обучающемуся на доработку.

### 13.4 Оценивание обучающегося на экзамене

| Оценка | Требования к знаниям |
|---|---|
| отлично | Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций. |
| хорошо | Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения. |
| удовлетворительно | Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой. |
| неудовлетворительно | Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного |

| Оценка | Требования к знаниям |
|---|---|
| | материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине. |

**Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.**

## 14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

**а) литература:**

1 Музылева, И. В. Элементарная теория линейных систем в задачах и упражнениях. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 428 с. – ISBN 978-5-507-44723-7. – URL: https://e.lanbook.com/book/254708 (дата обращения: 05.02.2026);

2 Гайдук, А. Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB : учебное пособие для вузов / А.Р. Гайдук, В.Е. Беляев, Т.А. Пьявченко. – 7-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 464 с. – ISBN 978-5-507-45506-5. – URL: https://e.lanbook.com/book/271256 (дата обращения: 05.02.2026);

3 Афонькина, В. А. Теория автоматического управления электрооборудованием и электротехнологиями в сельском хозяйстве : учебное пособие / В.А. Афонькина, В.М. Попов, Н.М. Рычкова. – Челябинск : ЮУрГАУ, 2021. – 140 с. – ISBN 978-5-88156-881-8. – URL: https://e.lanbook.com/book/364031 (дата обращения: 05.02.2026);

4 Ефанов, А. В. Теория автоматического управления : учебник для вузов / А.В. Ефанов, В.А. Ярош. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 160 с. – ISBN 978-5-507-47448-6. – URL: https://e.lanbook.com/book/378449 (дата обращения: 05.02.2026);

5 Сердобинцев, Ю. П. Теория автоматического управления : учебное пособие / Ю.П. Сердобинцев, В.Г. Барабанов, М.П. Кухтик. – Волгоград : ВолгГТУ, 2021. – 96 с. – ISBN 978-5-9948-4002-3. – URL: https://e.lanbook.com/book/381929 (дата обращения: 05.02.2026);

6 Ягодкина, Т. В. Теория автоматического управления : учебник и практикум для вузов / Т.В. Ягодкина, В.М. Беседин. – Москва : Юрайт, 2024. – 470 с. – ISBN 978-5-534-06483-4. – URL: https://urait.ru/bcode/536486 (дата обращения: 05.02.2026);

7 Ким, Д. П. Теория автоматического управления : учебник и практикум для вузов. – Москва : Юрайт, 2024. – 276 с. – ISBN 978-5-9916-9294-6. – URL: https://urait.ru/bcode/536474 (дата обращения: 05.02.2026);

8 Шишмарёв, В. Ю. Основы автоматического управления : учебное пособие для вузов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт,

2024. – 350 с. – ISBN 978-5-534-05203-9. – URL: https://urait.ru/bcode/539825 (дата обращения: 05.02.2026).

**б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 – ]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 – ]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 – ]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 – ]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 – ]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 – ]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 – ]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 – ]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

**в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

**г) базы данных и информационно-справочные системы:**

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

## 15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную 20 компьютерами и интерактивной доской (перечислить оборудование и технические средства обучения);
- учебную аудиторию для выполнения курсовых работ;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Составитель(и):

доцент Поползин Иван Юрьевич (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:
Руководитель проектов
Отдела по внедрению АСУ

| | | |
|---|---|---|
| ТП РИЦ АСУТП «Сибирь ООО Евраз Техника»<br>должность, степень, звание представителя работодателя |  | Д.Г. Чудинов<br>инициалы, фамилия |

## Приложение

**Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся**

**Выберите один правильный ответ.**

1. В чем заключается суть операторного метода решения дифференциальных уравнений?

а) Замена символа дифференцирования на оператор и решение алгебраического уравнения относительно него;
б) Замена символа дифференцирования на оператор и решение дифференциального уравнения относительно него;
в) Прямое интегрирование уравнения;
г) Численное интегрирование уравнения.

2. Линейным или нелинейным является приведенное дифференциальное уравнение?

1) Линейное;
2) Нелинейное;
3) Дискретное;
4) Невозможно определить.

$$T^2\frac{d^2y}{dt^2}+2\xi T\frac{dy}{dt}+y=k_1x+k_2\frac{dx}{dt}$$

3. Как записывается дифференциальное уравнение в нормальной форме Коши?

а) Как разрешенное относительно производной (-ых) переменной;
б) Как разрешенное относительно переменной,
в) Как интегрированное с определенной постоянной;
г) Как алгебраизированное уравнение.

4. Как определяется мнимая единица?

а) $j=\sqrt[3]{-1}$;
б) $j=\sqrt{-1}$;
в) $j=\pm\sqrt{-1}$;
г) $j=\pm\sqrt[3]{-1}$.

5. Укажите верную форму записи формулы Эйлера:

а) $e^{j\varphi} = \sin\varphi + j\cos\varphi$;

б) $e^{j\varphi} = \cos\varphi + j\sin\varphi$;

в) $e^{j\varphi} = \cos\varphi - j\sin\varphi$;

г) $e^{j\varphi} = \sin\varphi - j\cos\varphi$.

6. Укажите формулу, верно определяющую связь между алгебраической и показательной формами комплексного числа:

а) $a + jb = \sqrt{a^2 + b^2}\, e^{j\operatorname{arctg}\frac{b}{a}}$;

б) $a + jb = \sqrt{a^2 + b^2}\, e^{j\operatorname{arctg}\frac{a}{b}}$;

в) $a + jb = \sqrt{a^2 - b^2}\, e^{j\operatorname{arctg}\frac{a}{b}}$;

г) $a + jb = \sqrt{a^2 - b^2}\, e^{j\operatorname{arctg}\frac{b}{a}}$;

7. Что такое радиус-вектор точки на координатной плоскости?

а) Вектор, соединяющий начало координат с точкой и направленный к точке;

б) Вектор, соединяющий начало координат с точкой и направленный к началу координат;

в) Вектор, соединяющий конец орта оси абсцисс с точкой;

г) Вектор, соединяющий конец орта оси ординат с точкой.

8. Как обозначается действительная часть комплексного числа X?

а) Re(X);

б) Im(X);

в) |X|;

г) arg(X).

9. В каком координатном квадранте комплексной плоскости действительная часть комплексного числа положительна, а мнимая - отрицательна?

а) I;

б) II;

в) III;

г) IV.

10. Каков физический смысл первой производной величины по времени?

а) Скорость изменения величины;

б) Приращение величины;

в) Градиент изменения величины;

г) Бесконечно малое приращение величины.

## Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

### Раздел 1 Методы математического описания и характеристики линейных САУ

### 1 Вопросы для устного обсуждения

Перечень вопросов для устного (письменного) обсуждения:

1 Что называют переходной характеристикой?

2 Что называют весовой функцией?

3 Как связаны между собой дискретное преобразование Лапласа и Z-преобразование?

4 Запишите формулу дискретного Преобразования Лапласа,

5 Как влияет параметр k1 на переходную характеристику?

6 Что такое решетчатая функция?

7 Что называют комплексным коэффициентом передачи?

8 Что называют резонансной частотой?

9 Что такое частота пропускания?

10 Что называют передаточной функцией

### 1 Тестирование по результатам освоения теоретического материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО СибГИУ.

Перечень вопросов для тестирования:

1) Можно ли реализовать принцип управления по отклонению, не имея текущей информации о возмущающих воздействиях на объект управления?

а) можно при любых условиях;

б) можно при определенных ограничениях; в) нельзя при любых условиях;

г) нельзя, кроме систем особой структуры.

2) Что называется передаточной функцией линейной стационарной непрерывной системы с одним входом и одним выходом?

а) отношение выходного сигнала к входному;

б) отношение изображения по Лапласу входного сигнала к изображ

в) отношение изображения по Лапласу выходного сигнала к изображению по Лапласу входного сигнала;

г) отношение изображения по Лапласу выходного сигнала к изображению по Лапласу входного сигнала при нулевых начальных условиях.

3. Какую передаточную функцию имеет звено с дифференциальным уравнением

$$T^2\frac{d^2y}{dt^2}+y=kx\,?$$

а) $\frac{k}{(1+T^2p^2)}+y_0p+y_0$;

б) $\frac{k}{(1+T^2p^2)}+y_0p_0$;

в) $\frac{k}{(1+T^2p^2)}$;

г) $\frac{k}{(1-T^2p^2)}$.

4. Какова связь между переходной функцией h(t) и передаточной функцией W(p) системы?

а) $h(t)=\int_{-\infty}^{\infty}W(p)e^{-pt}dp$;

б) $h(t)=\frac{1}{2\pi j}\int_{0}^{\infty}\frac{W(p)}{p}e^{-pt}dp$;

в) $h(t)=\frac{1}{2\pi j}\int_{c-j\infty}^{c+j\infty}\frac{W(p)}{p}e^{pt}dp$;

г) $h(t)=\frac{1}{2\pi j}\int_{c-j\infty}^{c+j\infty}\frac{W(p)}{p}e^{-pt}dp$.

5. Какова связь между переходной h(t) и весовой w(t) функциями системы?

а) $h(t)=\dfrac{dw(t)}{dt}$;

б) $h(t)=\int w(t)dt$;

в) $h(t)=\dfrac{1}{2\pi}\int\limits_{0}^{\infty} w(t)e^{-t}dt$;

г) $h(t)=\dfrac{1}{2\pi}\int\limits_{-\infty}^{\infty} w(t)e^{-t}dt$.

6. Какова связь между передаточной функцией системы W(p) и ее АЧХ?

а) $A(\omega)=20\lg \mathrm{Re}[W(p)]|_{p\to j\omega}$;

б) $A(\omega)=\mathrm{Re}[W(p)]|_{p\to j\omega}$;

в) $A(\omega)=20\lg|W(p)|\,|_{p\to j\omega}$;

г) $A(\omega)=|W(p)|\,|_{p\to j\omega}$.

7. Какова связь между передаточной функцией системы W(p) и ее ФЧХ?

а) $\varphi(\omega)=arctg[\arg(W(p))]|_{p\to j\omega}$;

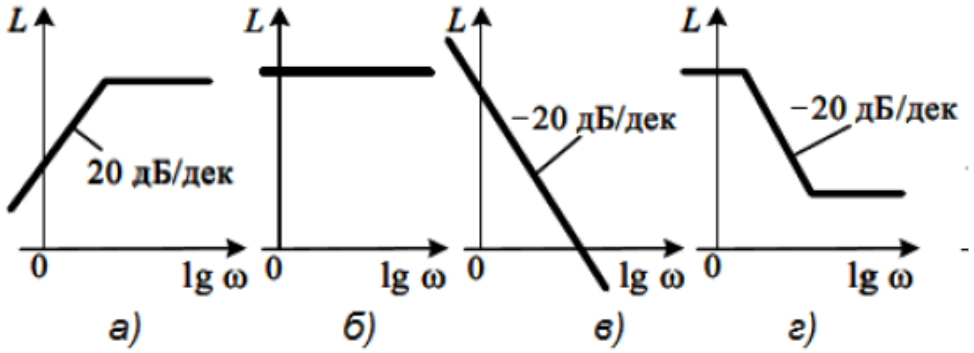
б) $\varphi(\omega)=\arg[W(p)]|_{p\to j\omega}$;

в) $\varphi(\omega)=\dfrac{1}{arctg[\arg(W(p))]}|_{p\to j\omega}$;

г) $\varphi(\omega)=\sqrt{|W(p)|^2+\arg^2[W(p)]}\,|_{p\to j\omega}$.

8. Какой из графиков аппроксимированной ЛАХ соответствует звену с передаточной функцией

$$W(p)=\frac{kTp}{1+Tp}?$$




9. Какой ФЧХ обладает пропорциональное звено?

а) $\varphi(\omega)=\pi$;

б) $\varphi(\omega)=0$;

в) $\varphi(\omega)=-\pi$;

г) $\varphi(\omega)=\frac{\pi}{2}$.

10. Как определяется комплексный коэффициент усиления интегрирующего звена?

а) $W(j\omega)=\frac{K}{\omega}\cdot e^{-j\frac{\pi}{2}}$.

б) $W(j\omega)=\frac{K}{\omega}\cdot e^{j\frac{\pi}{2}}$;

в) $W(j\omega)=\frac{K}{\omega}\cdot e^{-j\pi}$.

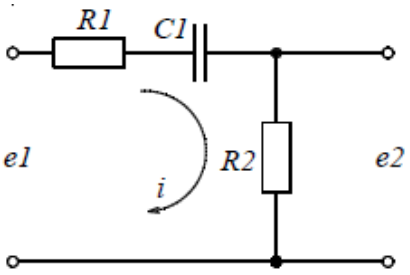
г) $W(j\omega)=\frac{K}{\omega}\cdot e^{j\pi}$.

## 3 Выполнение практических работ

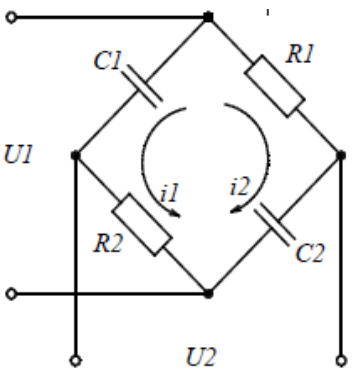
Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примеры заданий:

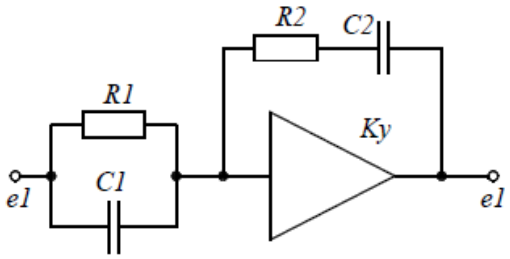
1 Получить дифференциальное уравнение устройства, представленного на рисунке



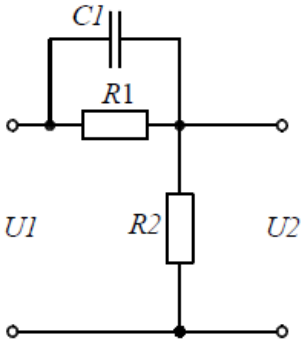

2 Найти дифференциальное уравнение и передаточную функцию мостовой схемы, представленной на рисунке



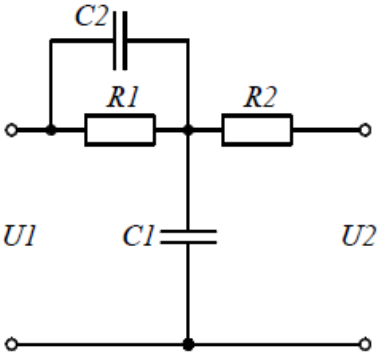
3 Найти дифференциальное уравнение и передаточную функцию устройства на базе операционного усилителя, представленного на рисунке




4 Получить дифференциальное уравнение и передаточную функцию устройства, представленного на рисунке




5 Получить дифференциальное уравнение и передаточную функцию устройства, представленного на рисунке




## 4 Оценка выполнения этапов курсовой работы

В рамках учебной дисциплины предусмотрена самостоятельная работа обучающихся, результатом выполнения которой является оформленная в соответствии с требованиями пояснительная записка курсовой работы по заданной теме.

Примерный перечень тем курсовых работ представлен в рабочей программе дисциплины. Задание и методические указания к выполнению курсовой работы размещены в СУО СибГИУ.

Перед выдачей темы курсовой работы обучающийся знакомится с графиком его выполнения и критериями оценки. Выполненная пояснительная записка курсовой работы загружается обучающимся в СУО СибГИУ.

## Раздел 2 Структура САУ. Статические режимы

### 1 Вопросы для устного обсуждения

Перечень вопросов для устного (письменного) обсуждения:

### 2 Тестирование по результатам освоения теоретического материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО СибГИУ.

Перечень вопросов для тестирования:

1. Как записывается передаточная функция замкнутой САУ с положительной обратной связью?

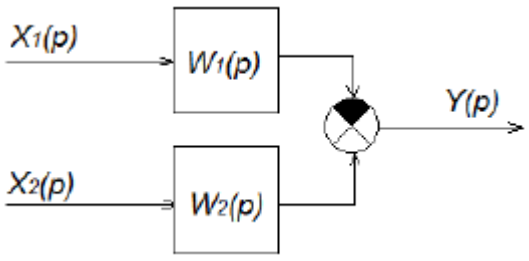
а) $W(p)=\dfrac{W_o(p)}{1+W_{oc}(p)\cdot W_o(p)}$;

б) $W(p)=\dfrac{W_o(p)}{1-W_{oc}(p)\cdot W_o(p)}$;

в) $W(p)=\dfrac{W_o(p)}{W_{oc}(p)\cdot W_o(p)-1}$;

г) $W(p)=\dfrac{W_o(p)+1}{W_{oc}(p)\cdot W_o(p)}$.

2. Как соединены звенья на рисунке?




а) Параллельно;
б) Встречно-параллельно;

в) Последовательно;
г) Антипараллельно.

3. В каком направлении происходит преобразование структурной схемы с вложенными контурами?
а) От внешних контуров к внутренним;
б) От внутренних контуров к внешним;
в) По ходу главного сигнала;
г) Против хода главного сигнала.

4. От каких элементов структурной схемы при структурном преобразовании САУ следует избавляться в первую очередь?
а) От подчиненных контуров;
б) От узлов и разветвлений;
в) От перекрестных обратных связей;
г) От элементов сравнения.

5. В чем основной недостаток преобразования структурной схемы в эквивалентное звено?
а) Сложность эквивалентной передаточной функции;
б) Не учет обратных связей;
в) Неполное соответствие динамических свойств эквивалентного звена таковым для исходной системы;
г) Потеря малых постоянных времени.

6. Как определяется передаточная функция разомкнутой системы?
а) отношение изображения по Лапласу сигнала обратной связи к изображению по Лапласу сигнала ошибки при нулевых начальных условиях;
б) отношение изображения по Лапласу сигнала ошибки к изображению по Лапласу сигнала обратной связи при нулевых начальных условиях;
в) произведение изображения по Лапласу сигнала обратной связи на изображение по Лапласу сигнала ошибки при нулевых начальных условиях;
г) сумма изображения по Лапласу сигнала обратной связи с изображением по Лапласу сигнала ошибки при нулевых начальных условиях.

7. В чем заключается принцип суперпозиции для выходной координаты САУ?
а) Реакция выходной координаты определяется как распределение Гаусса для всех воздействий;

б) Реакция выходной координаты определяется как среднее квадратичное от всех воздействий;

в) Реакция выходной координаты определяется как произведение реакций от каждого из воздействий;

г) Реакция выходной координаты определяется как сумма реакций от каждого из воздействий.

8. Что понимается под операторно-структурной схемой САУ?

а) Графическое отображение математической модели;

б) Графическое отображение математической модели, записанной в операторной форме;

в) Графическое отображение структуры системы;

г) Графическое отображение математической модели структуры системы.

9. Чем характеризуются звенья САУ в операторно-структурной схеме?

а) Переходными функциями;

б) Импульсными переходными функциями;

в) Передаточными функциями;

г) Передаточными матрицами.

10. На какие режимы подразделяется стационарный режим САУ?

а) Переходный и установившийся;

б) Статический и динамический;

в) Статический и астатический;

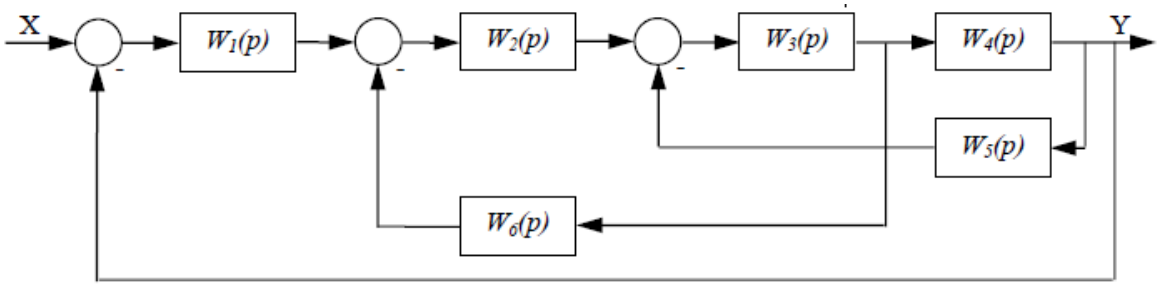
г) Колебательный и апериодический.

## 3 Выполнение практических работ

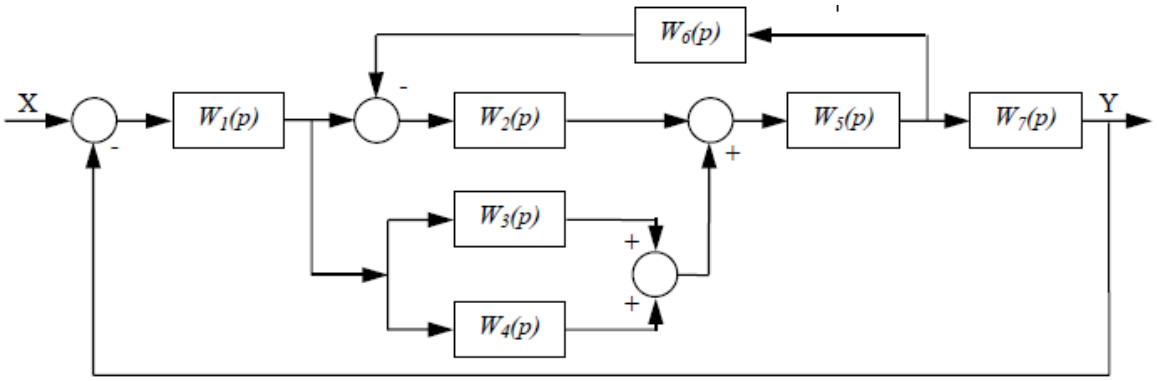
Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примеры заданий:

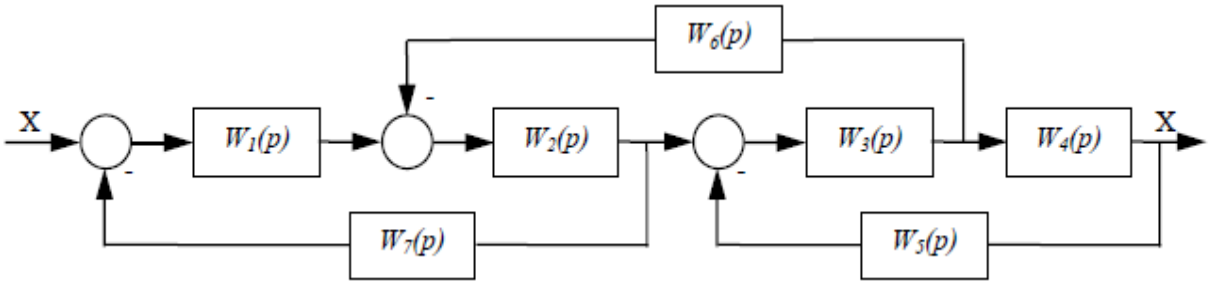
1 Определить результирующую передаточную функцию замкнутой САУ, структурная схема которой приведена на рисунке.



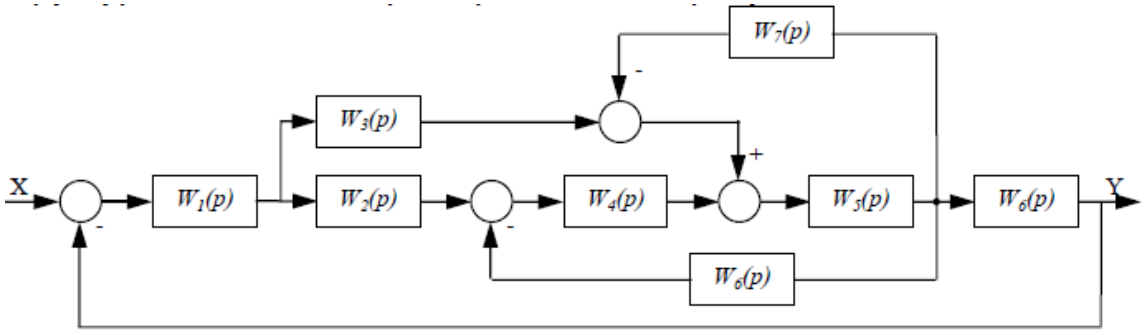
2 Определить результирующую передаточную функцию замкнутой САУ, структурная схема которой приведена на рисунке



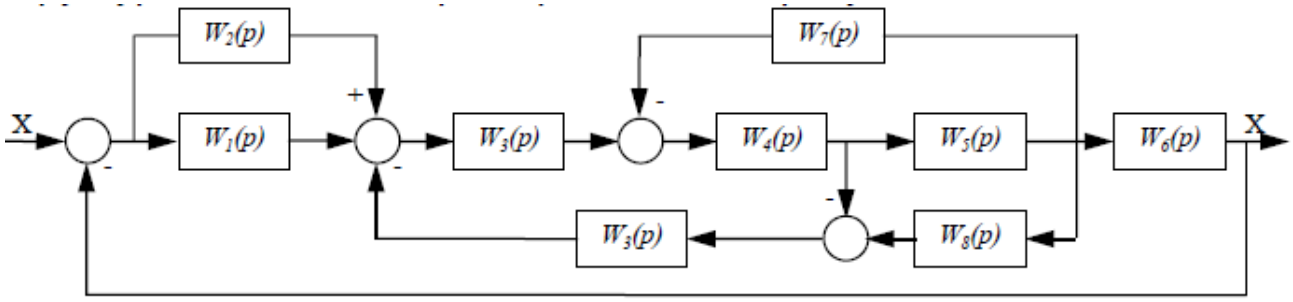

3 Определить результирующую передаточную функцию замкнутой САУ, структурная схема которой приведена на рисунке




4 Определить результирующую передаточную функцию замкнутой САУ, структурная схема которой приведена на рисунке




5 Определить результирующую передаточную функцию замкнутой САУ, структурная схема которой приведена на рисунке




### 4 Оценка выполнения этапов курсовой работы

В рамках учебной дисциплины предусмотрена самостоятельная работа обучающихся, результатом выполнения которой является оформленная в соответствии с требованиями пояснительная записка курсовой работы по заданной теме.

Примерный перечень тем курсовых работ представлен в рабочей программе дисциплины. Задание и методические указания к выполнению курсовой работы размещены в СУО СибГИУ.

Перед выдачей темы курсовой работы обучающийся знакомится с графиком его выполнения и критериями оценки. Выполненная пояснительная записка курсовой работы загружается обучающимся в СУО СибГИУ.

## Раздел 3 Устойчивость систем автоматического управления. Качество управления

### 1 Вопросы для устного обсуждения

Перечень вопросов для устного (письменного) обсуждения:

1 Сформулируйте корневое условие устойчивости.

2 Как преобразуется комплексная плоскость комплексной плоскости S?

3. Характеристическое уравнение системы, его корни;
4. Критерий устойчивости Гурвица;
5. Критерий устойчивости Рауса;
6. Критерий устойчивости Михайлова;
7. Критерий устойчивости Найквиста;
8. Суждение об устойчивости системы по диаграмме Боде;
9. Запасы устойчивости системы;

10 Что понимают под качеством системы?

### 2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО СибГИУ.

Перечень вопросов для тестирования:

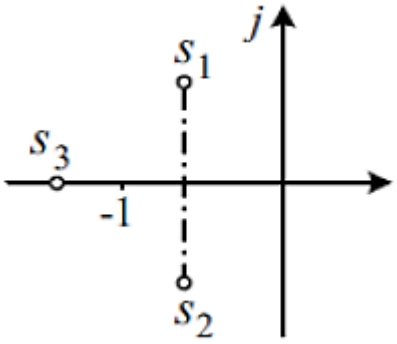
1. Если все полюса линейной системы имеют отрицательные действительные части, то какая устойчивость гарантируется для данной системы?

а) В малом;
б) В большом;
в) В целом;
г) Система неустойчива.

2. Какому требованию должна удовлетворять свободная составляющая переходного процесса асимптотически устойчивой системы?

а) $\lim\limits_{t\to 0} y_{св}(t) = const$;
б) $\lim\limits_{t\to 0} y_{св}(t) = 0$;
в) $\lim\limits_{t\to \infty} y_{св}(t) = const$
г $\lim\limits_{t\to \infty} y_{св}(t) = 0$.

3. Устойчива ли линейная непрерывная САУ 3 порядка с расположением полюсов, показанным на рисунке?




а) Устойчива;
б) Неустойчива;
в) На границе устойчивости;
г) Судить по расположению полюсов об устойчивости некорректно.

4. Какому условию должны удовлетворять определитель Гурвица и его диагональные миноры для САУ с характеристическим уравнением $a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \ldots + a_1 p + a_0 = 0$?

а) $a_n > 0; \Delta_{n-1} > 0;$

б) $\Delta_i > 0; \overline{i = 1, n-1};$

в) $a_n > 0; \Delta_i > 0, \ i = \overline{1, n};$

г) $\Delta_i > 0, \ i = \overline{1, n}.$

5. Какое условие является необходимым и достаточным для устойчивости системы с характеристическим уравнением $a_2 p^2 + a_1 p + a_0 = 0$?

а) Положительность хотя бы одного коэффициента характеристического уравнения;

б) Положительность двух старших коэффициентов характеристического уравнения;

в) Положительность хотя бы двух коэффициентов характеристического уравнения;

г) Все коэффициенты характеристического уравнения имеют один и тот же знак.

6. Устойчивость каких систем может быть оценена по критерию Михайлова?

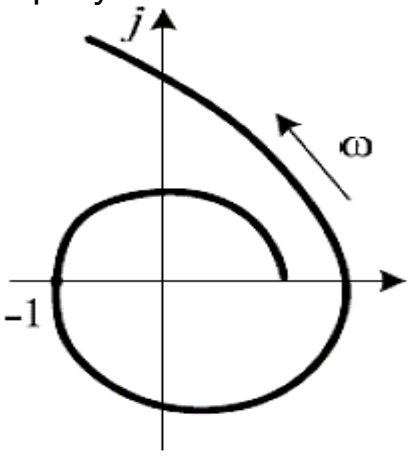
а) Замкнутых;

б) Разомкнутых;

в) Стохастических;

г) Замкнутых и разомкнутых линейных.

7. Устойчива ли система шестого порядка с годографом Михайлова, приведенным на рисунке?



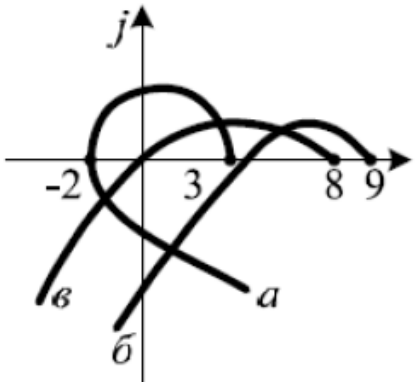

а) Неустойчива;

б) Устойчива;

в) На границе устойчивости;

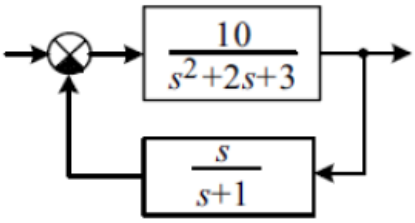
г) Недостаточно данных для ответа.

8. Какой из представленных годографов Михайлова соответствует статической системе с наибольшим коэффициентом передачи, если W(p)=K/A(p), причем A(0)=1?



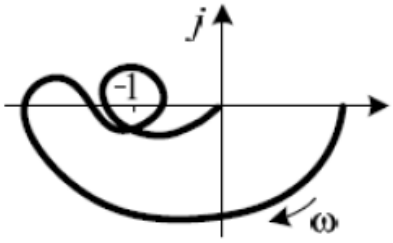

а) а;
б) б;
в) в;
г) Недостаточно данных для ответа.

9. Можно ли использовать критерий устойчивости Найквиста для системы, приведенной на рисунке?




а) Можно;
б) Можно с определенными оговорками;
в) Нельзя;
г) Недостаточно данных для ответа.

10. Устойчива ли замкнутая САУ, если ее годограф в разомкнутом состоянии имеет вид, представленный на рисунке?




а) Устойчива;
б) Устойчива с оговорками;
в) Неустойчива;
г) Недостаточно данных для ответа.

## 3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примеры заданий:

1 Используя критерий Гурвица, определить устойчивость замкнутой системы, передаточная функция которой в разомкнутом состоянии имеет вид:

$$W(p) = \frac{K_\Sigma}{p(T_1 p + 1)(T_2 p + 1) + K_\Sigma}.$$

Сформулировать условие устойчивости.

2 Передаточная функция замкнутой системы имеет вид

$$W_3(p) = \frac{k}{T_1 T_2 p^3 + (T_1 + T_2) p^2 + p + k},$$

где *K=0,50c-1*, *T=0.2c*, *T=0.2c*.

Определить устойчивость системы по критерию Рауса.

3 Передаточная функция разомкнутой системы имеет вид

$$W(p) = \frac{k}{(T_1^2 p^2 + 2\xi T_1 p + 1)(T_3 p + 1)(T_4 p + 1)},$$

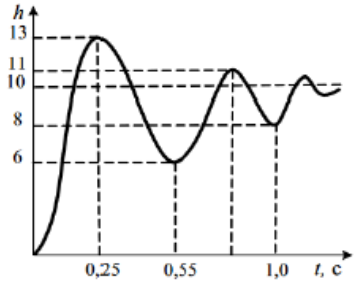
где $T_1$*=0.05c*, $T_2$*=0.2c*, $T_3$*=0.1c*, *ξ=0.5*.

Используя критерий устойчивости Михайлова, определить критическое значение коэффициента усиления разомкнутой системы $K_{кр}$, при котором замкнутая система находится на границе устойчивости. Определить устойчивость САУ при *K=1.*

4 Определить устойчивость замкнутой системы, передаточная функция которой в разомкнутом состоянии имеет вид

$$W(p) = \frac{200(1 + 0.02p)}{(1 + 0.1p)(1 + 0.005p)}$$

5 Определить перерегулирование, скорость нарастания и колебательность для переходного процесса, показанного на рисунке




### 4 Оценка выполнения этапов курсовой работы

В рамках учебной дисциплины предусмотрена самостоятельная работа обучающихся, результатом выполнения которой является оформленная в соответствии с требованиями пояснительная записка курсовой работы по заданной теме.

Примерный перечень тем курсовых работ представлен в рабочей программе дисциплины. Задание и методические указания к выполнению курсовой работы размещены в СУО СибГИУ.

Перед выдачей темы курсовой работы обучающийся знакомится с графиком его выполнения и критериями оценки. Выполненная пояснительная записка курсовой работы загружается обучающимся в СУО СибГИУ.

## Раздел 4 Коррекция динамических свойств САУ

### 1 Вопросы для устного обсуждения

Перечень вопросов для устного (письменного) обсуждения:

1. Какие характерные задачи решаются при проектировании САУ?
2. Что называется синтезом САУ?
3. Как включаются корректирующие устройства?
4. Что называется местными обратными связями и для чего они служат?
5. В чем особенности гибкой и жесткой обратных связей? Как они реализуются?
6. Как улучшить динамические свойства САУ, если сам объект управления имеет плохие динамические показатели?
7. Что называется синтезом корректирующих устройств?
8. Как влияет на динамические и статические свойства САУ увеличение коэффициента усиления регулятора?
9. Как отразится на динамических свойствах САУ увеличение постоянной времени самого инертного звена?
10. Как отразится на динамических свойствах САУ увеличение постоянной времени самого динамичного звена?

## 2 Тестирование по результатам освоения теоретического материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО СибГИУ.

Перечень вопросов для тестирования:

1. Какая задача управления решается при управлении электродвигателем качалки штангового насоса нефтяной вышки?

а) Стабилизация;
б) Слежение;
в) Программное управление;
г) Финитное управление.

2. Какую из перечисленных ниже типовых задач управления решает автопилот пассажирского самолета после набора высоты при движении по заданной траектории полета?

а) стабилизация,
б) слежение,
в) программное управление,
г) финитное управление

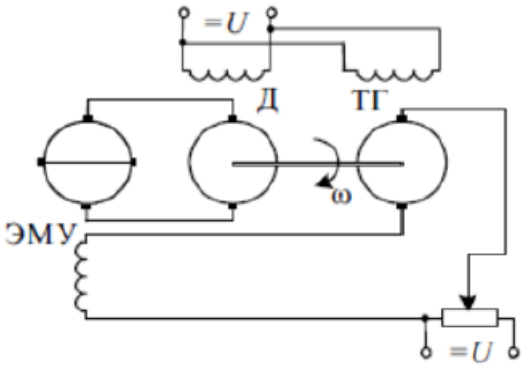
3. Можно ли реализовать принцип управления по отклонению, не имея текущей информации о возмущающих воздействиях на объект управления?

а) можно при любых условиях;
б) можно при определенных ограничениях;
в) нельзя при любых условиях;
г) нельзя, кроме систем особой структуры.

4. Текущая информация о каких переменных объекта управления необходима для реализации регулирования по возмущению?

а) о регулируемых переменных;
б) о внешних воздействиях;
в) о регулируемых переменных и внешних воздействиях;
г) о регулируемых переменных и управляющих воздействиях.

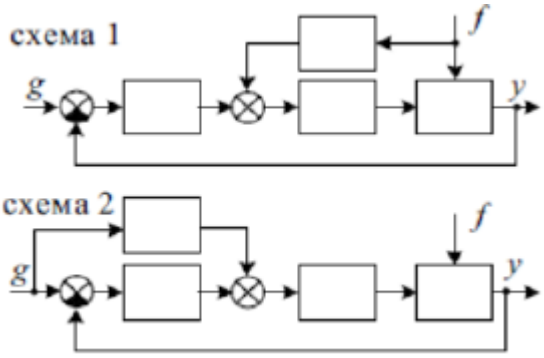
5. Какой принцип управления использован в системе регулирования скорости электродвигателя Д, включающей электромашинный усилитель ЭМУ и тахогенератор ТГ?




а) жесткое управление;
б) управление по отклонению;
в) управление по возмущению;
г) комбинированное управление.

6. Каков характер изменения во времени задающего воздействия у следящей системы?
а) неизменяемая во времени величина;
б) изменяемая во времени по известному закону величина;
в) изменяемая во времени по заранее неизвестному закону величина;
г) нарастающая с течением времени величина.

7. Какая из приведенных схем соответствует управлению по возмущению?




а) 1;
б) 2;
в) 1 и 2;
г) Ни одна из них.

8. Какой участок ЛАХ оказывает основное влияние на длительность переходного процесса в системе?
а) С нулевым наклоном;
б) Низкочастотный;

в) Среднечастотный;
г) Высокочастотный.

9. Какой участок ЛАХ оказывает основное влияние на перерегулирование в системе?
а) С нулевым наклоном;
б) Низкочастотный;
в) Среднечастотный;
г) Высокочастотный.

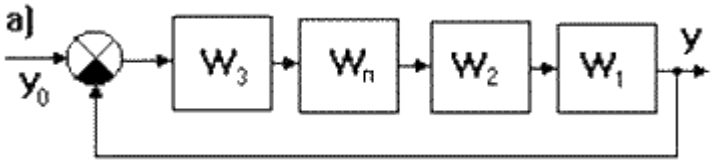
10. Под каким наклоном желательно проводить среднечастотный участок асимптотической ЛАХ желаемой системы в разомкнутом состоянии?
а) 20 дБ/дек;
б) 40 дБ/дек;
в) -20 дБ/дек;
г) -40 дБ/дек.

## 3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

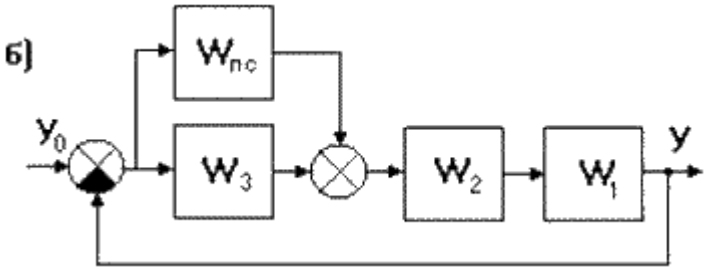
Примеры заданий:

1 Каким образом включено корректирующее устройство с передаточной функцией $W_п$ на рисунке?




Записать передаточную функцию.

2 1 Каким образом включено корректирующее устройство с передаточной функцией $W_п$ на рисунке?




Записать передаточную функцию.

3 1 Каким образом включено корректирующее устройство с передаточной функцией $W_п$ на рисунке?

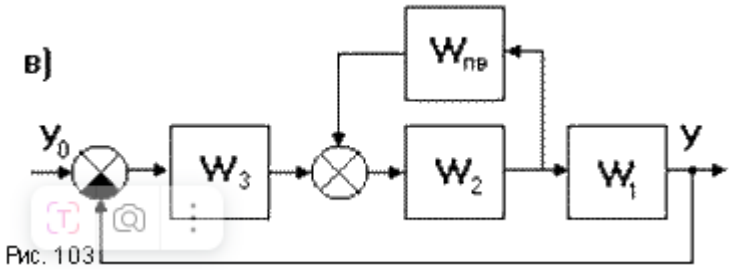


Рис. 103

Записать передаточную функцию.

4 Построить асимптотическую ЛАЧХ звена

$$W(p) = \frac{12}{20p+1}.$$

5 Построить асимптотическую ЛАЧХ звена

$$W(p) = \frac{2p}{0{,}5p+1}$$

### 4 Оценка выполнения этапов курсовой работы

В рамках учебной дисциплины предусмотрена самостоятельная работа обучающихся, результатом выполнения которой является оформленная в соответствии с требованиями пояснительная записка курсовой работы по заданной теме.

Примерный перечень тем курсовых работ представлен в рабочей программе дисциплины. Задание и методические указания к выполнению курсовой работы размещены в СУО СибГИУ.

Перед выдачей темы курсовой работы обучающийся знакомится с графиком его выполнения и критериями оценки. Выполненная пояснительная записка курсовой работы загружается обучающимся в СУО СибГИУ.

## Раздел 5. Дискретные САУ. Математическое моделирование дискретных САУ.

### 1 Вопросы для устного обсуждения

Перечень вопросов для устного (письменного) обсуждения:

1 Что называется основной огибающей решетчатой функции?

2 Как вычисляются первые, вторые и последующие прямые и обратные разности непрерывных огибающих решетчатых функций?

3 Какой вид имеют дискретно-разностные уравнения САУ?

4 Как из дискретно-разностного уравнения САУ определить характеристическое уравнение, его корни и уравнение свободного движения САУ?

5 Как определить динамическую устойчивость дискретной САУ по уравнению ее свободного движения?

6 Как осуществляется квантование входного непрерывного сигнала в импульсных, релейных и релейно-импульсных (цифровых) системах?

7 Что называется дискретами и решетчатой функцией сигнала?

8 Почему САУ, содержащие ЭВМ, строятся как цифро-аналоговые?

9 Свойства САУ с центральной ЭВМ и с автономными микро-ЭВМ?

10 По каким структурам строят одноконтурные САУ с управляющей ЭВМ?

6 При каких условиях цифровые САУ могут рассматриваться как линейные импульсные системы с амплитудно-импульсной модуляцией?

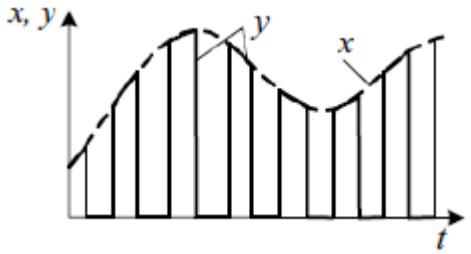
7 В каких случаях дискретные САУ могут рассматриваться как обыкновенные линейные или нелинейные непрерывные системы управления?

**Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы**

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО СибГИУ.

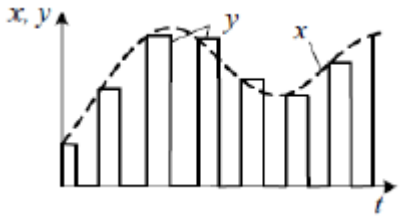
Перечень вопросов для тестирования:

1 Какой вид модуляции реализуется в данном случае?



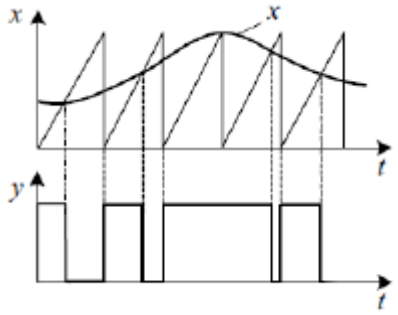

а) Амплитудно-импульсная первого рода;
б) Амплитудно-импульсная второго рода;
в) Широтно-импульсная первого рода;
г) Широтно-импульсная второго рода.

2 Какой вид модуляции реализуется в данном случае?



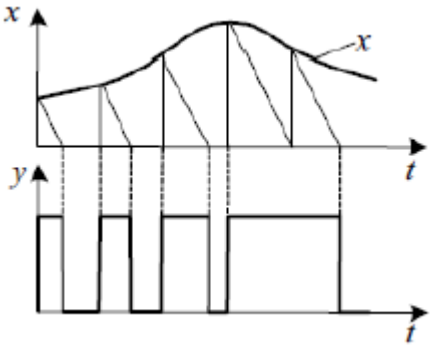

а) Амплитудно-импульсная первого рода;
б) Амплитудно-импульсная второго рода;
в) Широтно-импульсная первого рода;
г) Широтно-импульсная второго рода.

3 Какой вид модуляции реализуется в данном случае?




а) Амплитудно-импульсная первого рода;
б) Амплитудно-импульсная второго рода;
в) Широтно-импульсная первого рода;
г) Широтно-импульсная второго рода.

3 Какой вид модуляции реализуется в данном случае?




а) Амплитудно-импульсная первого рода;
б) Амплитудно-импульсная второго рода;
в) Широтно-импульсная первого рода;
г) Широтно-импульсная второго рода.

5. Выполняется ли для широтно-импульсного элемента принцип суперпозиции?

а) Выполняется всегда;

б) Выполняется при значениях скважности не более 0,5;
в) Выполняется при значениях скважности не менее 0,5;
г) Не выполняется.

6. Какая из приведенных ниже импульсных систем линейна при условии линейности статических характеристик широтно-импульсного элемента, амплитудно-импульсного элемента, частотно-импульсного элемента и непрерывной части?




а) а;
б) б;
в) в;
г) Все системы линейны.

7. Какое квантование реализуется в цифровой САУ?
а) По времени;
б) По уровню;
в) Комбинированное по времени и уровню;
г) Квантование не применяется.

8. Каким выражением определяется первая прямая разность решетчатой функции x[n]?
а) x[n]-x[n-1];
б) x[n]-x[n+1];
в) x[n+1]-x[n];
г) x[n-1]-x[n].

9. Каким выражением определяется первая обратная разность решетчатой функции x[n]?
а) x[n]-x[n-1];
б) x[n]-x[n+1];
в) x[n+1]-x[n];
г) x[n-1]-x[n].

10 Чему равна передаточная функция системы, описываемой разностным уравнением $y[n]+ a1y[n -1]+ a2\ y[n - 2] = b1x[n -1]$?

а) $\frac{b_1 z}{a_2 z^2 + a_1 z + 1}$;

б) $\frac{b_1 z}{z^2 + a_1 z + a_2}$;

в) $\frac{b_1}{a_2 z^2 + a_1 z + 1}$;

г) $\frac{b_1}{z^2 + a_1 z + a_2}$.

## 3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примеры заданий:

1 Определить первую прямую разность решетчатой функции $x[n] = kT^2 n^2$.

2 Определить первую обратную разность решетчатой функции $x[n] = kT^2 n^2$.

3 Определить первую прямую, первую обратную и вторую обратную разности для системы, описываемой уравнением $y(t) = 4t^2 - 2$.

4 Определить первую прямую, первую обратную и вторую обратную разности для системы, описываемой уравнением $y(t) = e^{-\frac{t}{0.8}} \sin\left(0{,}3t + \frac{\pi}{4}\right)$.

5 Определить первую прямую, первую обратную и вторую обратную разности для системы, описываемой уравнением $y(t) = \ln t$.

## 4 Оценка выполнения этапов курсовой работы

В рамках учебной дисциплины предусмотрена самостоятельная работа обучающихся, результатом выполнения которой является оформленная в соответствии с требованиями пояснительная записка курсовой работы по заданной теме.

Примерный перечень тем курсовых работ представлен в рабочей программе дисциплины. Задание и методические указания к выполнению курсовой работы размещены в СУО СибГИУ.

Перед выдачей темы курсовой работы обучающийся знакомится с графиком его выполнения и критериями оценки. Выполненная пояснительная записка курсовой работы загружается обучающимся в СУО СибГИУ.

## Раздел 6 Динамические характеристики дискретных САУ

### 1 Вопросы для устного обсуждения

Перечень вопросов для устного (письменного) обсуждения:

1 Перечислите критерии устойчивости дискретной системы?

2 Как осуществляется квантование входного непрерывного сигнала в импульсных, релейных и релейно-импульсных (цифровых) системах?

3 Что называется дискретами и решетчатой функцией сигнала?

4 Почему САУ, содержащие ЭВМ, строятся как цифро-аналоговые?

5 Свойства САУ с центральной ЭВМ и с автономными микро-ЭВМ?

6 По каким структурам строят одноконтурные САУ с управляющей ЭВМ?

7 При каких условиях цифровые САУ могут рассматриваться как линейные импульсные системы с амплитудно-импульсной модуляцией?

8 В каких случаях дискретные САУ могут рассматриваться как обыкновенные линейные или нелинейные непрерывные системы управления?

9 При каких условиях цифровые САУ могут рассматриваться как линейные импульсные системы с амплитудно-импульсной модуляцией?

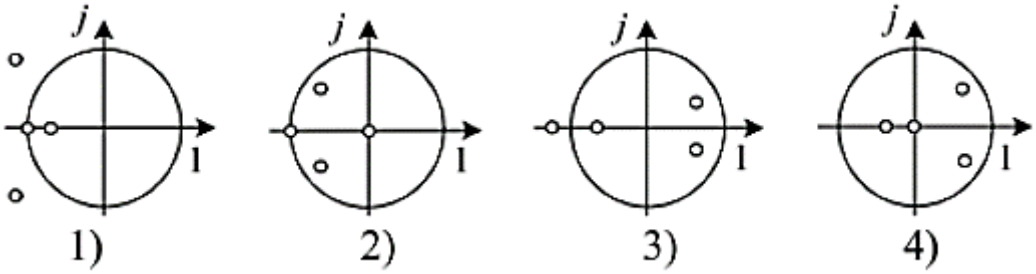
10 В каких случаях дискретные САУ могут рассматриваться как обыкновенные линейные или нелинейные непрерывные системы управления?

### 2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО СибГИУ.

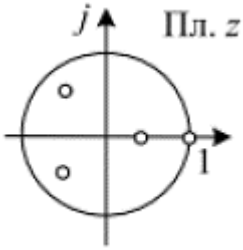
Перечень вопросов для тестирования:

1 Какой из приведенных ниже вариантов расположения полюсов импульсной системы соответствует устойчивой системе?



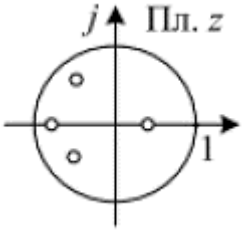

а) 1;
б) 2;
в) 3;
г) 4.

2 Определите устойчивость системы с приведенным на рисунке расположением полюсов



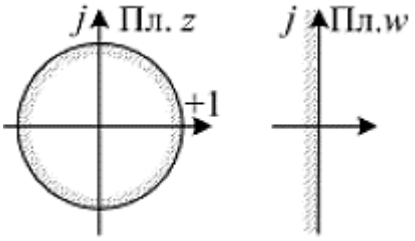

а) Устойчива.
б) Неустойчива;
в) На границе устойчивости;
г) Недостаточно данных для ответа.

3 Определите устойчивость системы с приведенным на рисунке расположением полюсов




а) Необходимое;
б) Достаточное;
в) Необходимое и достаточное;
г) Принцип максимума неприменим.

4 В соответствии с каким выражением осуществляется конформное отображение круга единичного радиуса плоскости z в левую полуплоскость плоскости w?



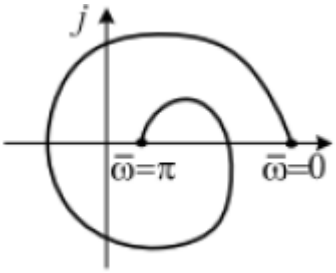

а) $Y(z,0)=\dfrac{w-1}{w+1}$;

б) $Y(z,0)=\dfrac{w-1}{w+1}$;

в) $Y(z,0)=\dfrac{w-1}{1-w}$;

г) $Y(z,0)=\dfrac{w+1}{w-1}$.

5 Устойчива ли импульсная система 3 порядка с приведенным на рисунке годографом Михайлова?




а) Устойчива.
б) Неустойчива;
в) На границе устойчивости;
г) Недостаточно данных для ответа.

6 Какие фильтры относятся к БИХ-фильтрам?
а) Рекурсивные;
б) Нерекурсивные;
в) Аналоговые;
г) Все вышеперечисленные.

7 Какие фильтры реализуют алгоритм цифровой фильтрации на основе дискретной временной свертки?
а) КИХ;
б) БИХ;
в) Аналоговые;

г) Все вышеперечисленные.

8 Какая передаточная функция определяет БИХ-фильтр?

а) $W(z)=\dfrac{\sum_{l=0}^{N} b_l z^{-l}}{1+\sum_{k=0}^{M} a_k z^{-k}}$;

б) $W(z)=\dfrac{\sum_{l=0}^{N} b_l z^{-l}}{\sum_{k=0}^{M} a_k z^{-k}}$;

в) $W(z)=\dfrac{\sum_{l=0}^{N} b_l z^{-l}}{1-\sum_{k=0}^{M} a_k z^{-k}}$;

г) $W(z)=\dfrac{\sum_{l=0}^{N} b_l z^{-l}}{1\sum_{k=0}^{M} a_k z^{-k}-1}$.

9 Какое условие определяет устойчивость БИХ-фильтра?

а) $\sum_{m=0}^{\infty}\left|h(m)\right|=\infty$;

б) $\sum_{m=0}^{\infty}\left|h(m)\right|<\infty$;

в) $\sum_{m=0}^{\infty}\left|h(m)\right|=0$;

г) $\sum_{m=0}^{\infty}\left|h(m)\right|>0$.

10 Какое разностное уравнение соответствует нерекурсивному фильтру?

а) $y(n)=\sum_{l=0}^{N} b_l x(n-l)-\sum_{k=0}^{M} a_k y(n-k)$;

б) $y(n)=\sum_{l=0}^{N} b_l x(n-l)$;

в) $y(n)=-\sum_{k=0}^{M} a_k y(n-k)$;

г) $y(n)=\sum_{k=0}^{M} a_k y(n-k)$.

## 3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Примеры заданий:

1 Синтезировать цифровое корректирующее устройство для аналоговой системы, имеющей передаточную функцию неизменяемой части

$$W(p)=\frac{0.25}{p(1.27p+1)}.$$

2 Построить прямую и прямую каноническую реализации фильтра, описываемого передаточной функцией

$$W(z)=\frac{b_0+b_1z^{-1}+b_2z^{-2}}{a_0+a_1z^{-1}+a_2z^{-2}}$$

3 Определить характеристики цифрового фильтра, заданного передаточной функцией

$$W(z)=\frac{0.12+0.536z^{-1}+0.014z^{-2}+0.004z^{-3}}{1.2+1.2z^{-1}+0.78z^{-2}+0.02z^{-3}},$$

Найти разностное уравнение, прямую и прямую каноническую форму реализации, построить импульсную характеристику.

3 Определить ИПХ $g(i)$ для РЦФ с $H(z)=(1-z^{-1})/(1+0{,}5z^{-1})$.

4 Построить модель цифрового фильтра в виде структурной схемы в на основе заданного уравнения

$$x(n) - 0.5x(n-1) = y(n).$$

5 Построить модель цифровых фильтров в виде структурной схемы в на основе заданного уравнения

$$x(n) + 0.5x(n-1) - 0.5y(n-1) = y(n).$$

## 4 Оценка выполнения этапов курсовой работы

В рамках учебной дисциплины предусмотрена самостоятельная работа обучающихся, результатом выполнения которой является оформленная в соответствии с требованиями пояснительная записка курсовой работы по заданной теме.

Примерный перечень тем курсовых работ представлен в рабочей программе дисциплины. Задание и методические указания к выполнению курсовой работы размещены в СУО СибГИУ.

Перед выдачей темы курсовой работы обучающийся знакомится с графиком его выполнения и критериями оценки. Выполненная пояснительная записка курсовой работы загружается обучающимся в СУО СибГИУ.

## 7 Вопросы к защите курсовой работы

1. Контуры системы.
2. Входные и выходные координаты системы; управляющие и возмущающие воздействия;
3. Уравнение замыкания системы;
4. Характеристическое уравнение системы, его корни;
5. Критерий устойчивости Гурвица;
6. Критерий устойчивости Рауса;
7. Критерий устойчивости Михайлова;
8. Критерий устойчивости Найквиста;
9. Суждение об устойчивости системы по диаграмме Боде;
10. Запасы устойчивости системы;
11. Перерегулирование, время переходного процесса и колебательность системы;
12. Статизм и астатизм системы;
13. Малая некомпенсируемая постоянная времени системы;
14. Постоянные времени системы и их влияние на вид переходного процесса;
15. Расчет последовательного корректирующего устройства;
16. Активные и пассивные корректирующие устройства;
17. ПИ-регулятор, его свойства;

18. Модульный оптимум;
19. Фильтр Баттерворта;
20. Симметричный оптимум;
21. Показатели качества переходных процессов скорректированной САУ;
22. Сравнительный анализ способов коррекции САУ.
23. Определение скорости нарастания сигнала по графику переходного процесса.

## 8 Задачи для контрольной работы

### Задание 1

Построить структурную схему по заданному дифференциальному уравнению в соответствии заданным вариантом (таблица 2).

$$Ay'''+By''+Cy'+Dy = Eg'+Fg$$

где A, B, C, D, E, F – Коэффициенты дифференциальных уравнений в соответствии с вариантом;
g, y – входная и выходная переменная соответственно.

### Задание 2

По известной передаточной функции системы W(s) найти:

1. Дать определения передаточной функции. Записать передаточные функции следующих звеньев: усилительного, колебательного, апериодического, консервативного, интегрирующего и дифференцирующего.
2. Записать дифференциальное уравнение системы, связывающее выходную координату и входную.
3. Найти временные характеристики – переходную (кривую разгона) и весовую функции. Построить графики.
4. Частотные характеристики: амплитудно-частотную (АЧХ), фазо-частотную (ФЧХ) и амплитудно-фазовую (АФХ) характеристики. Построить графики.

2.1. $W(s) = \dfrac{2s+1}{(s+1)(s+2)}$

2.6. $W(s) = \dfrac{s+1}{(3s+1)(2s+1)}$

2.2. $W(s)=\dfrac{4s+1}{(2s+1)(s+2)}$

2.3. $W(s)=\dfrac{2s+3}{(2s+1)(s+3)}$

2.4. $W(s)=\dfrac{2s+5}{(3s+2)(2s+4)}$

2.5. $W(s)=\dfrac{3s+2}{(3s+4)(s+1)}$

2.7. $W(s)=\dfrac{2s+3}{(3s+1)(4s+3)}$

2.8. $W(s)=\dfrac{5s+4}{(2s+3)(4s+3)}$

2.9. $W(s)=\dfrac{3s+2}{(2s+1)(s+2)}$

2.10. $W(s)=\dfrac{s+2}{(2s+1)(3s+2)}$

**Задание 3**

По заданной структурной схеме, согласно варианту, вывести передаточную функцию (преобразования желательно сопровождать пояснениями).

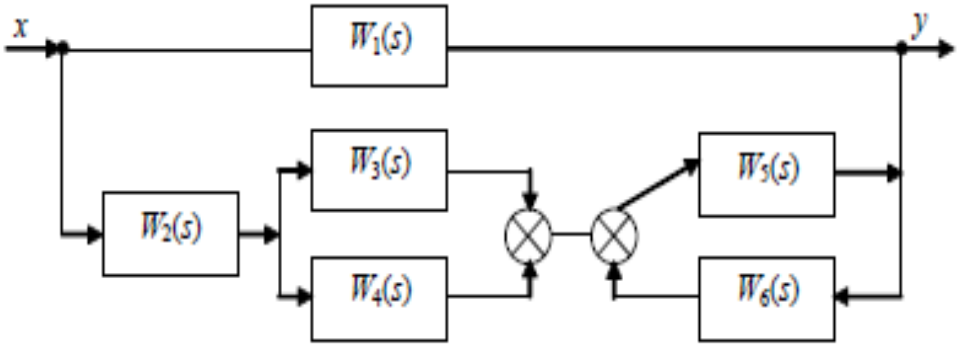



Рисунок 1 – Структурная схема к варианту 1

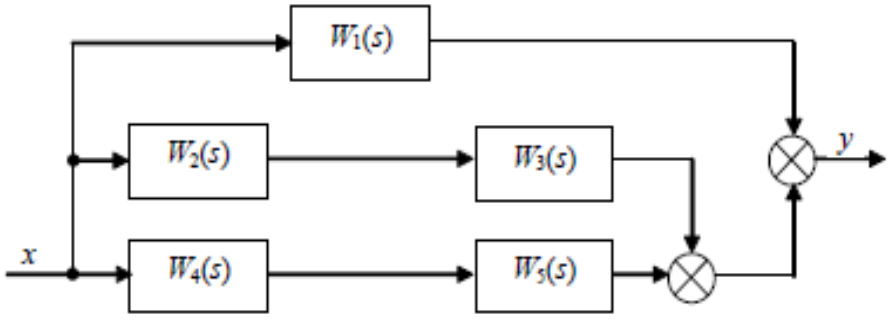



Рисунок 2 – Структурная схема к варианту 2

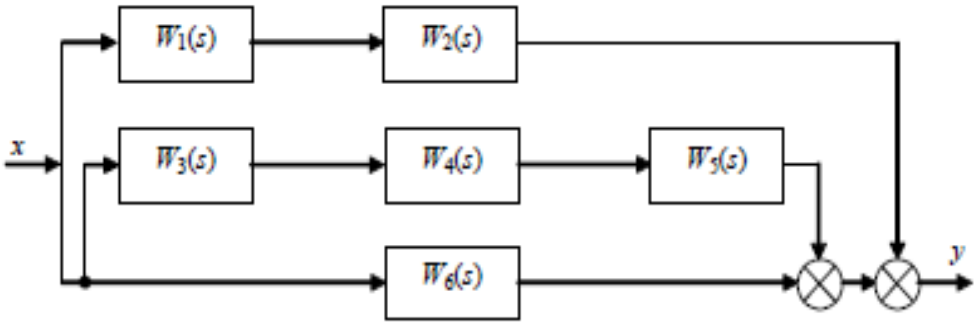



Рисунок 3 – Структурная схема к варианту 3

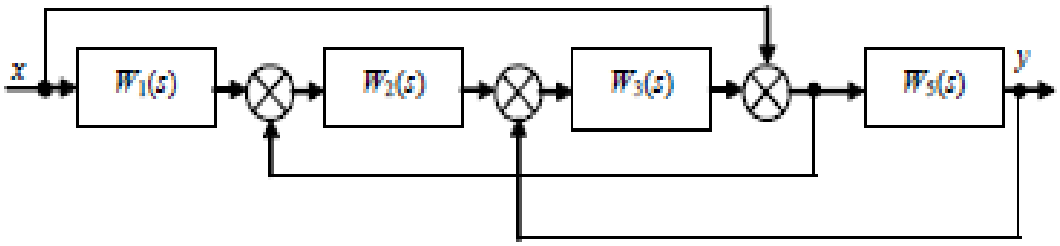



Рисунок 4 – Структурная схема к варианту 4

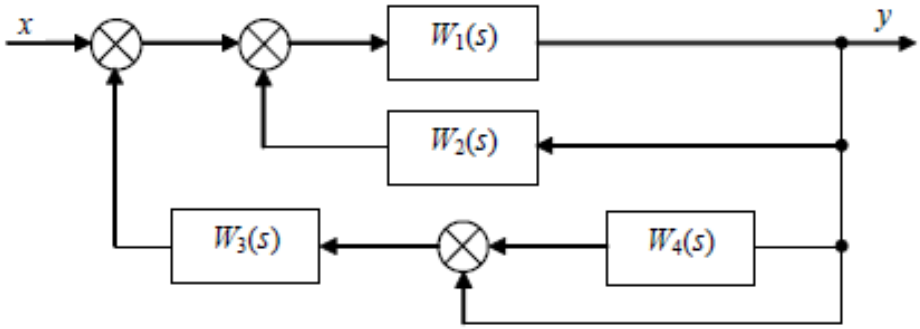



Рисунок 5 – Структурная схема к варианту 5

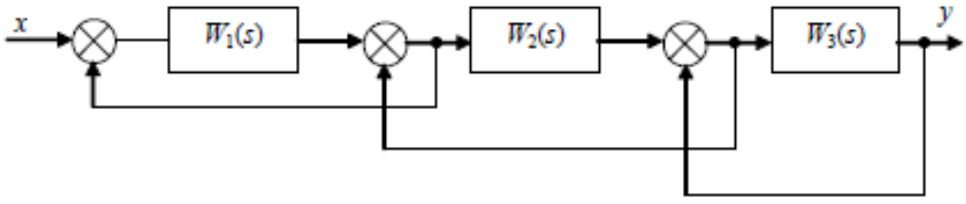



Рисунок 6 – Структурная схема к варианту 6

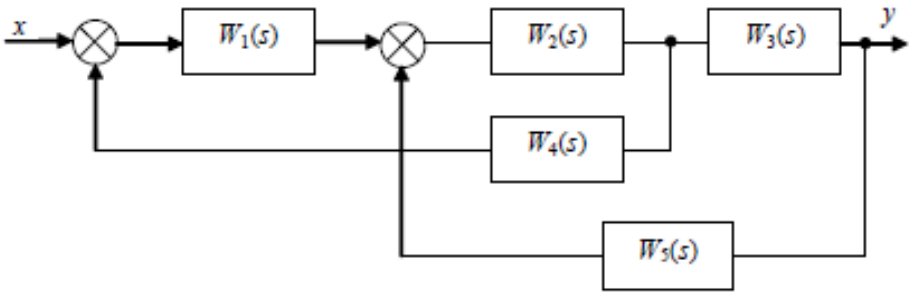



Рисунок 7 – Структурная схема к варианту 7

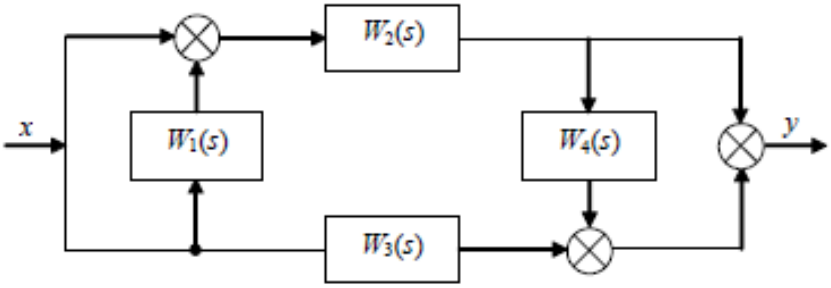



Рисунок 8 – Структурная схема к варианту 8

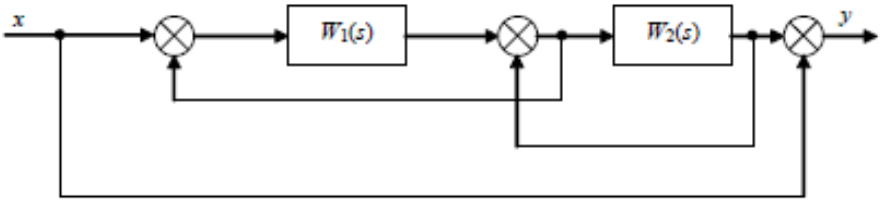



Рисунок 9 – Структурная схема к варианту 9

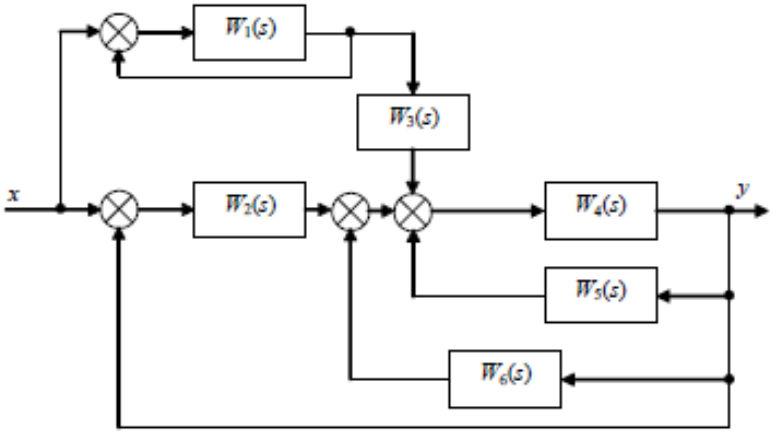



Рисунок 10 – Структурная схема к варианту 10

**Задание 4**

Дать общее определение устойчивости. Определить устойчивость системы, которая задана следующими числовыми значениями, согласно варианту (таблица 2) с помощью критерия Гурвица, Раусса – Гурвица, Михайлова:

$$W(s) = \frac{K}{As^4 + Bs^3 + Cs^2 + Ds + E}$$

Сделать вывод об устойчивости после каждого критерия.

Таблица 2 – Варианты к заданию № 4

| Индекс варианта коэффициентов | K | A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4.1 | 5 | 0.8 | 12 | 2 | 4 | 10 |
| 4.2 | 4 | 6 | 10 | 12 | 20 | 4 |
| 4.3 | 2 | 0.6 | 5 | 8 | 4 | 14 |
| 4.4 | 10 | 1 | 0.3 | 4 | 2 | 1 |
| 4.5 | 1 | 6 | 4 | 10 | 2 | 10 |
| 4.6 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 |
| 4.7 | 3 | 2 | 10 | 12 | 3 | 6 |
| 4.8 | 7 | 1 | 2 | 4 | 0.3 | 6 |
| 4.9 | 9 | 0.8 | 4 | 6 | 2 | 2 |
| 4.10 | 10 | 4 | 8 | 12 | 6 | 4 |

## 9 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

1. Принципы автоматического управления.
2. Дифференциальные уравнения САУ.
3. Линеаризация уравнений САУ.
4. Передаточные функции САУ.
5. Типовые воздействия и временные характеристики САУ.
6. Частотные характеристики САУ.
7. Пропорциональное (масштабное) звено.
8. Интегрирующее звено.
9. Дифференцирующее звено.
10. Инерционное (апериодическое) звено
11. Реальное дифференцирующее звено.

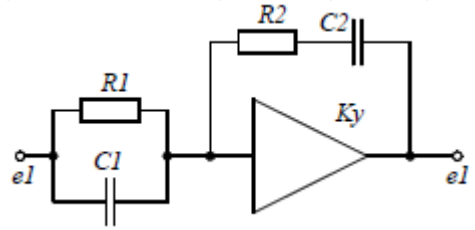
12. Форсирующее звено.
13. Колебательное звено.
14. Соединение линейных звеньев. Правила преобразования структурных схем.
15. Статические и астатические системы.
16. Критерий устойчивости Рауса.
17. Критерий устойчивости Гурвица.
18. Критерий устойчивости Найквиста. Запасы устойчивости.
19. Критерий устойчивости Михайлова.
20. Показатели качества переходных процессов. Интегральные оценки качества
21. Корневые и частотные критерии качества.
22. Синтез последовательных и параллельных корректирующих звеньев.
23. Структурно-параметрическая оптимизация САУ.
24. Модульный оптимум.
25. Симметричный оптимум.

## 10 Вопросы к зачету для промежуточной аттестации

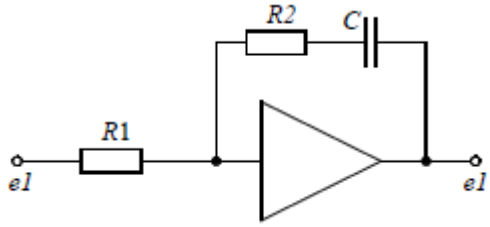
1. Основные виды модуляции в импульсных САУ.
2. Решетчатые функции.
3. Разностные уравнения.
4. Z-преобразование (преобразование Лорана).
5. Дискретное преобразование Лапласа (D-преобразование).
6. Подстановка Тастина (билинейное преобразование).
7. Спектр сигнала.
8. Преобразование Фурье. Дискретное преобразование Фурье.
9. Частота дискретизации. Теорема Котельникова.
10. Интерполяционная формула Котельникова-Шеннона.
11. Наложение спектров (алиасинг).
12. Импульсная и переходная характеристики дискретной САУ.
13. Частотные характеристики дискретных САУ.
14. Критерии устойчивости цифровых систем.
15. Устойчивость “в малом” и “в большом”.
16. Критерий Ляпунова.
17. Цифровые регуляторы в непрерывных системах.
18. Экстраполятор нулевого порядка.
19. Экстраполятор первого порядка.
20. Цифровые фильтры и их параметры.
21. КИХ-фильтры.
22. БИХ-фильтры.
23. Фильтр Чебышева.
24. Фильтр Баттерворта.
25. Эллиптические фильтры.

## 11 Задачи к экзамену для промежуточной аттестации

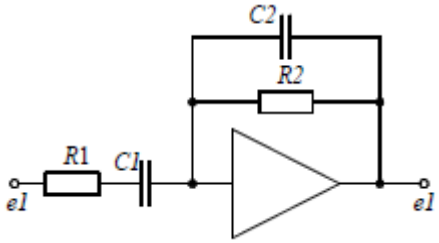
1 Найти дифференциальное уравнение и передаточную функцию устройства на базе операционного усилителя, представленного на рисунке, если R1=4,7 кОм; C1=500 пФ; R2=3,3 Ом; C2=50 мкФ.



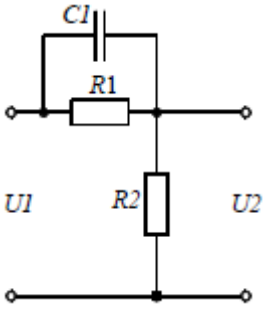

2 Найти дифференциальное уравнение и передаточную функцию устройства на базе операционного усилителя, представленного на рисунке, если R1=10 кОм; R2=0,47 Ом; C2=600 мкФ.



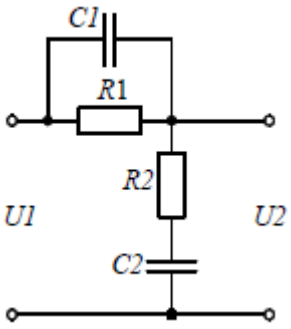

3 Найти дифференциальное уравнение и передаточную функцию устройства на базе операционного усилителя, представленного на рисунке, если R1=22 кОм; C1=600 нФ; R2=0,27 Ом; C2=0,3 мкФ.



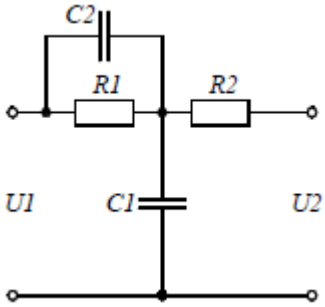

4 Найти дифференциальное уравнение и передаточную функцию устройства, представленного на рисунке, если R1=R2=470 Ом; C1=30 мкФ.




5 Найти дифференциальное уравнение и передаточную функцию устройства, представленного на рисунке, если R1=47 Ом; C1=100 пФ; R2=3,3 кОм; C2=160 мкФ.




6 Найти дифференциальное уравнение и передаточную функцию устройства, представленного на рисунке, если R1=4,7 кОм; C1=500 пФ; R2=3,3 Ом; C2=50 мкФ.




7 В окрестности точки установившегося режима *x=-0.33* линеаризуйте с использованием ряда Тейлора нелинейное уравнение цепи $y = \frac{1}{x}$. Запишите линеаризованное уравнение в общем и численном виде. Приведите графическую интерпретацию.

8 В окрестности точки установившегося режима *x=5* линеаризуйте с использованием ряда Тейлора нелинейное уравнение цепи *y*=ln*x*. Запишите линеаризованное уравнение в общем и численном виде. Приведите графическую интерпретацию.

9 В окрестности точки установившегося режима *x=2* линеаризуйте с использованием ряда Тейлора нелинейное уравнение цепи $y=e^x$.

Запишите линеаризованное уравнение в общем и численном виде. Приведите графическую интерпретацию.

10. Дифференциальное уравнение, описывающее динамику электротехнического устройства записать в операторном виде, составить передаточную функцию по дифференциальному уравнению, составить структурную схему:

$$2{,}4y'' + y' + 1{,}2y = 0{,}5u.$$