

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЭЛЕКТРОСТАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
/ ЭЛЕКТРОСТАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА /



Рабочая программа дисциплины
«Теория автоматического управления»

Направление подготовки
**15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»**

Профиль
«Технология машиностроения»
(набор 2026 г.)

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очно-заочная

Электросталь 2026

Содержание

1	Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине	4
2	Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3	Структура и содержание дисциплины	4
3.1	Виды учебной работы и трудоемкость	4
3.2	Тематический план изучения дисциплины	6
3.3	Содержание дисциплины	7
3.4	Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий	7
3.5	Тематика курсовых проектов (курсовых работ)	7
4	Учебно-методическое и информационное обеспечение	7
4.1	Нормативные документы и ГОСТы	7
4.2	Основная литература	7
4.3	Дополнительная литература	7
4.4	Электронные образовательные ресурсы	8
4.5	Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение	8
4.6	Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы	8
5	Материально-техническое обеспечение	8
6	Методические рекомендации	8

6.1	Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения	8
6.2	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	8
7	Фонд оценочных средств	9
7.1	Методы контроля и оценивания результатов обучения	9
7.2	Шкала и критерии оценивания результатов обучения	9
7.3	Оценочные средства	9

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью преподавания предмета «Теория автоматического управления» является формирование у студентов теоретических представлений о законах функционирования систем автоматического управления и умения практически использовать методы теории в будущей инженерной деятельности.

Задачами преподавания дисциплины «Теория автоматического управления» являются:

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

Обучение по дисциплине направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-6 Способность разрабатывать проектные решения по расстановке и автоматизации основного и вспомогательного оборудования технологического комплекса механосборочного участка или цеха	ИПК-6.1 Применяет знания по основам теории принятия решений, знания нормативной документации, методам расчета и принципам организации грузопотоков ИПК-6.2 Умеет определять совместимость технологических процессов, необходимость и возможность применения автоматизации, умеет определять основные конструктивные и объёмно-планировочные решения ИПК-6.3 Владеет навыками по анализу грузопотоков производственного участка и определению необходимых мест складирования и хранения заготовок и готовых деталей

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина базируется на сведениях курса «Физика», «Математика», «Теоретическая механика», «Электротехника и электроника».

Полученные при изучении дисциплины знания и навыки используются непосредственно в дисциплине «Автоматизация технологических процессов и производств», «Оборудование машиностроительных производств», курсовых работах и проектах, преддипломной практике и выпускной квалификационной работе. Изучение теории автоматического управления требует от студента хорошей подготовки по высшей математике.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, т.е. 108 часов.

1.1 Виды учебной работы и трудоёмкость

3.1.2 Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			3	
1	Аудиторные занятия	28	28	
	В том числе:			
1.1	Лекции	14	14	
1.2	Семинарские/практические занятия	14	14	
1.3	Лабораторные занятия			
2	Самостоятельная работа	80	80	
3	Промежуточная аттестация			

	Зачет/диф.зачет/экзамен	3	3	
	Итого	108	108	

1.2 Тематический план изучения дисциплины

3.2.2 Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лек- ции	Семи- нарские/ практи- ческие занятия	Лабо- ратор- ные за- нятия	Прак- тиче- ская подгот- овка	
1	Тема 1. Математические модели и динамические характеристики линейных стационарных систем автоматического регулирования	20	2	2			16
2	Тема 2. Устойчивость линейных систем	22	3	3			16
3	Тема 3. Качество систем автоматического регулирования	22	3	3			16
4	Тема 4. Коррекция систем автоматического регулирования	22	3	3			16
5	Тема 5. Математические модели нелинейных детерминированных систем	22	3	3			16
Итого		108	14	14			80

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Математические модели и динамические характеристики линейных стационарных систем автоматического регулирования

Введение. Аппарат теории автоматического управления. Понятия: оптимизация, регулирование, коррекция.

Общая структурная схема САУ.

Классификация САУ, в том числе статические и астатические.

Получение математических моделей. Методика составления уравнений "вход-выход". Входные сигналы.

Линеаризация уравнений САУ. Принцип суперпозиции.

Преобразование Фурье. Понятие частотной характеристики. Использование частотных характеристик для определения реакции САУ. Экспериментальное определение.

Преобразование Лапласа. Свойства преобразования Лапласа.
Понятие передаточной функции. Понятие ЛАХ. Связь ЧХ и ПФ ("s", "jw", "p").
Типовые структурные звенья САР. Пример вывода ПФ апериодического звена
Структурные преобразования схем ЛСС. Примеры. Виды ПФ (замкнутая, по ошибке).
Колебательное звено - свойства. Общая таблица свойств типовых ПФ. • Построение
ЧХ, ЛАХ соединений типовых структурных звеньев.
Интеграл Дюамеля. Связь ИПФ с ЧХ и ПФ.
Описание САР в пространстве состояний. Матрица перехода, свойства. Канонические
формы, управляемость, наблюдаемость.

Тема 2. Устойчивость линейных систем

Понятие устойчивости САР. Необходимое и достаточное условие устойчивости.
Свойства. Принцип аргумента.
Частотные критерии устойчивости. Критерий Михайлова. Критерий Найквиста-Михай-
лова.
Модификация критерия Найквиста-Михайлова для астатических систем.
Границы применимости методов оценки с помощью частотных критериев.
Запас устойчивости.
Аналитические критерии устойчивости: критерий Гурвица, Рауса, Зубова
Границы применимости методов оценки с помощью аналитических критериев.
Влияние параметров САР на устойчивость: D-разбиение, корневой годограф.

Тема 3. Качество систем автоматического регулирования

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

Тема 4. Коррекция систем автоматического регулирования

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

Тема 5. Математические модели нелинейных детерминированных систем

Понятие нелинейных систем. Типовая структурная схема нелинейной системы. Виды
нелинейных элементов.
Понятие фазовой плоскости. Построение фазовых диаграмм, метод припасовывания.
Построение линий переключения. Скользящий режим. Метод изоклин. Влияние обрат-
ной связи на линии переключения в релейной системе.
Мнимые линии переключения, правило построения. Учёт чистого запаздывания.
Понятие автоколебаний, оценка параметров автоколебаний.
Гармоническая линеаризация. Ряд Фурье. Пример прохождения сигналов через нелиней-
ный элемент. Гипотеза фильтра.
Вывод уравнения линеаризации. Расчёт коэффициентов линеаризации на примере.
Построение динамических характеристик нестационарных систем.

1 Учебно-методическое и информационное обеспечение

1.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями);
2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (уровень бакалавриата) по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (с изменениями и дополнениями от 26 ноября 2020г., 19 июля 2022г., 27 февраля 2023г.), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 августа 2020 года, № 1044.
3. Приказ Министерства науки и высшего образования РФ от 6 апреля 2021 г. N 245 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры"

1.2 Основная литература

1. Цветкова О.Л. Теория автоматического управления: Учебник для вузов. – М: Директ-Медиа, 2016.- 207с. https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=443415&sr=1
- Лубенцов В.Ф., Лубенцова Е.В. Теория автоматического управления: Учебное пособие. – СКФУ, 2014. – 143с. https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=457415&sr=1

1.3 Дополнительная литература

1. Александров А.Г., Михайлова Л.С. ГАММА-2РС. Система программ для автоматизации разработки алгоритмов управления. Руководство. ЭПИ МИСиС ТУ.
2. Востриков А.С., Французова Г.А. Теория автоматического регулирования: Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., с тер. - М.: Высш.шк.; 2006. – 365с.: ил.
3. Певзнер Л.Д. Практикум по теории автоматического управления: Учеб.пособие.-М.: Высш. шк.; 2006. – 590с.:ил.
4. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Т.1. Линейные системы // М.: Физматлит., 2007. - 312 с.
5. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Т.2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы // М.: Физматлит. 2007. - 312 с.

1.4 Электронные образовательные ресурсы

1. Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте www.mami.ru в разделе «Библиотека Московский Политех» (<http://lib.mami.ru/ebooks/>).
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (<https://biblioclub.ru/>);

1.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Операционная система Windows 7 DreamSpark № 9d0e9d49-31d1-494a-b303-612508131616 Офисные приложения, Microsoft Office 2013 (или ниже) – Microsoft Open License. Лицензия № 61984042
2. Microsoft Project 2013 Standart 32- bit/x64 Russian. Антивирусное ПО Avast (бесплатная версия)

1.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Справочно-правовая системы «КонсультантПлюс: Некоммерческая интернет-версия» <https://www.consultant.ru/online/>
2. Официальный интернет-портал правовой информации <http://pravo.gov.ru>
3. Российская национальная библиотека <http://www.nlr.ru>
4. ЭБС «IPR» <https://www.iprbookshop.ru/>
5. ЭБС "Лань" <https://e.lanbook.com/>
6. Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Федеральный портал
http://window.edu.ru](http://window.edu.ru)
7. Научная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru>
8. Российская государственная библиотека <http://www.rsl.ru>
9. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/index.php>
10. ЭБС Юрайт <https://urait.ru/>

2 Материально-техническое обеспечение

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебная аудитория лекционного типа №1301, учебно-лабораторный корпус, 144000, Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7	Мультимедийное оборудование, экраны, комплект мебели.
Учебная аудитория для занятий семинарского типа № 1506, учебно-лабораторный корпус, 144000, Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7	Комплект мебели, переносной мультимедийный комплекс (проекционный экран, проектор, ноутбук)
Лаборатория «Метрология и взаимозаменяемость» № 2308, лабораторный корпус, 144000, Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7	Комплект мебели, компьютер, микроскопы, установки для моделирования процесса кристаллизации. Комплект приборов для исследования свойств формовочных и стержневых смесей
Учебная аудитория курсового проектирования № 1304, учебно-лабораторный корпус, 144000, Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7	Комплект мебели, мультимедийный комплекс (проекционный экран, проектор, ноутбук), ксерокс

3 Методические рекомендации

3.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Взаимодействие преподавателя со студентами можно разделить на несколько составляющих – лекционные, практические и лабораторные занятия и консультирование.

Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- познакомиться с видами учебной работы;
- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только четко обозначив ее характер, тему и круг тех вопросов, которые в ее ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к практическому занятию или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на занятии с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и лабораторных занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, лабораторного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Экзамен или зачет по дисциплине проводится в форме устного ответа с последующей индивидуальной беседой со студентом на основе контрольных вопросов. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель, принимающий зачет или экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

3.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия: вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению; задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

При подготовке к практическим занятиям обучающимся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо освоить основные понятия и методики расчета показателей, ответить на контрольные вопросы.

В течение практического занятия студенту необходимо выполнить задания, выданные преподавателем, что зачитывается как текущая работа студента.

Для закрепления практических навыков студентам могут быть выданы типовые индивидуальные задания, которые должны быть сданы в установленный преподавателем срок. Выполненные задания оцениваются на оценку.

Цель выполнения индивидуальной контрольной работы: проверка умений и навыков самостоятельного решения конкретных задач по данному разделу дисциплины, проверка логического обоснования решения, умений применения теоретических знаний к решению задач.

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Самостоятельная работа направлена на самостоятельное изучение отдельной темы учебной дисциплины и является обязательной для каждого обучающегося, ее объем определяется учебным планом. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету/экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;

- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите;
- выполнение расчетно-графической работы.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;

4 Фонд оценочных средств

4.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Форма контроля	Этапы формирования (разделы дисциплины)
ПК 6	Способность разрабатывать проектные решения по расстановке и автоматизации основного и вспомогательного оборудования технологического комплекса механосборочного участка или цеха	ИПК-6.1 Применяет знания по основам теории принятия решений, знания нормативной документации, методам расчета и принципам организации грузопотоков ИПК-6.2 Умеет определять совместимость технологических процессов, необходимость и возможность применения автоматизации, умеет определять основные конструктивные и объемно-планировочные решения ИПК-6.3 Владеет навыками по анализу грузопотоков	УО Т РЗЗ З	Темы 1-5

		производственного участка и определению необходимых мест складирования и хранения заготовок и готовых деталей		
--	--	---	--	--

4.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: зачет.

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

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Критерии оценки устного опроса (собеседования)

Оценка «отлично» выставляется студенту, если студент ориентируется в теоретическом материале; имеет представление об основных подходах к излагаемому материалу; знает определения основных теоретических понятий излагаемой темы, умеет применять теоретические сведения для анализа практического материала, в основном демонстрирует готовность применять теоретические знания в практической деятельности и освоение большинства показателей формируемых компетенций.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент ориентируется в теоретическом материале; имеет представление об основных подходах к излагаемому материалу, но затрудняется в ответах на некоторые вопросы; знает определения основных теоретических

понятий излагаемой темы, но не в полной мере отражает суть рассматриваемой проблемы, в основном умеет применять теоретические сведения для анализа практического материала, в основном демонстрирует готовность применять теоретические знания в практической деятельности и освоение большинства показателей формируемых компетенций.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если показаны недостаточные знания теоретического материала, основных понятий излагаемой темы, не всегда с правильным и необходимым применением специальных терминов, понятий и категорий; анализ практического материала был нечёткий.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие выставить оценку «удовлетворительно».

Критерии оценки теста:

отлично - от 90% до 100% правильных ответов;

хорошо - от 80% до 89% правильных ответов;

удовлетворительно - от 60% до 79% правильных ответов;

неудовлетворительно - менее 60% правильных ответов.

Критерии оценивания решения задачи

Оценка	Критерий оценки
Отлично	Составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении, в выборе формул и решении нет ошибок, получен верный ответ, задача решена рациональным способом.
Хорошо	Составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок; правильно сделан выбор формул для решения; есть объяснение решения, но задача решена нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ
Удовлетворительно	Задание понято правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в выборе формул или в математических расчетах; задача решена не полностью или в общем виде.
Неудовлетворительно	Задача решена неправильно, или задача не решена

4.3 Оценочные средства

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1.	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий

2.	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
3.	Разноуровневые задачи и задания (РЗЗ)	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	Комплект задач и заданий
4.	Зачет (З)	Итоговая форма оценки знаний. В высших учебных заведениях проводятся во время экзаменационных сессий.	Вопросы к зачету

Контрольные вопросы и задания для проведения промежуточной аттестации

Перечень вопросов к зачету

1. Понятие амплитудночастотной и фазочастотной характеристик системы. Методы экспериментального снятия АЧХ и ФЧХ.
2. Понятие амплитудночастотной и фазочастотной характеристик системы, методы расчета собственной и резонансной частоты системы.
3. Переходная характеристика системы. Методы экспериментального снятия переходных характеристик. Виды переходных характеристик.
4. Импульсная характеристика системы. Методы экспериментального снятия импульсных характеристик. Виды импульсных характеристик.
5. Понятие импульсной характеристики. Расчет импульсной характеристики системы. Классификация систем по виду импульсной характеристики.
6. Понятие устойчивости систем. Теория устойчивости и ее значение в методах расчета систем управления.
7. Характеристическое уравнение системы, метод его получения. Параметры системы, определяемые по характеристическому уравнению.
8. Теорема Ляпунова и ее применение. Виды переходных процессов в системах с различной степенью устойчивости.
9. Критерий Гурвица и его применение в задачах расчета систем управления.
10. Частотный метод определения областей устойчивости систем управления и его применение в расчетах систем управления.
11. Теорема Хевисайда. Анализ качества систем управления по переходным процессам.
12. Методы повышения точности, устойчивости и качественных показателей автоматических систем.
13. Понятие статизма системы. Статические и астатические системы. Пример статической системы автоматического управления.
14. Понятие статизма системы. Статические и астатические системы. Пример астатической системы автоматического управления.
15. Типовые звенья систем автоматики. Понятие динамического звена. Требования к типовым звеньям. Методы разбиения систем на типовые звенья. Классификация типовых звеньев.
16. Понятие и классификация типовых звеньев систем автоматики. Пропорциональное звено и его характеристики.

17. Понятие и классификация типовых звеньев систем автоматики. Аperiodическое звено 1-го порядка и его характеристики.
18. Понятие и классификация типовых звеньев систем автоматики. Звенья: аperiodическое 2-го порядка и колебательное, их характеристики.
19. Понятие и классификация типовых звеньев систем автоматики. Идеальное интегрирующее звено и его характеристики.
20. Понятие и классификация типовых звеньев систем автоматики. Идеальное дифференцирующее звено и его характеристики.
21. Понятие и классификация типовых звеньев систем автоматики. Звено запаздывания и его характеристики.
22. Астатическая система регулирования уровня жидкости. Принцип действия и закон управления.
23. Переходные и импульсные процессы в системах управления, причины их возникновения. Оценка качества систем.
24. Устойчивость автоматических систем управления. Алгебраические методы определения устойчивости систем.
25. Устойчивость автоматических систем управления. Критерий устойчивости Найквиста.
26. Устойчивость автоматических систем управления. Критерий устойчивости Михайлова.
27. Устойчивость автоматических систем управления. Понятие годографа.
28. Методы повышения точности автоматических систем. Комплексный коэффициент усиления.
29. Методы повышения точности автоматических систем. Понятие астатизма и астатизма системы.
30. Структурная организация систем управления. Система управления с интерфейсом типа ОБЩАЯ ШИНА (ОШ)
31. Устройства сопряжения с объектами управления.

Текущий контроль

Перечень вопросов для проведения текущей аттестации

Устный опрос

1. Что такое управление?
2. Какова цель любого управления?
3. Какое управление называется автоматическим?
4. Дайте определение объекта управления.
5. Приведите примеры управляемых координат механических, электротехнических систем.
6. Что такое регулятор?
7. Что называется системой автоматической управления?
8. Назовите основные принципы построения САУ и дайте им сравнительную оценку.
9. Какова главная задача управления?
10. Что такое обратная связь?
11. Каков смысл отрицательной обратной связи?
12. Какая обратная связь называется единичной?
13. Запишите уравнение ошибки. Что оно означает физически?
14. Каково назначение корректирующих устройств?
15. Приведите примеры исполнительных элементов САУ.

16. Приведите примеры объектов управления и назовите их управляемые координаты.
17. Какие признаки могут быть положены в основу классификации САУ?
18. По какому признаку классифицируются системы стабилизации, программного управления, следящие системы? Дайте им определение
19. Приведите примеры САУ различного назначения, с которыми вам приходилось сталкиваться в вашей практике.
20. Что называется передаточной функцией?
21. Какие условия должны быть соблюдены для получения передаточной функции?
22. Как по дифференциальному уравнению получить передаточную функцию?
23. Как выглядит передаточная функция двигателя постоянного тока при управлении по цепи якоря, если:
24. а) выходной величиной считать угловую скорость вала;
25. б) выходной величиной считать угол поворота вала двигателя?
26. Какой физический смысл имеет аргумент временных функций?
27. Какое воздействие называют единичным скачком? Приведите его график и математическое описание как функции времени.
28. Чему равно изображение единичного скачка?
29. Что называется переходной функцией?
30. Какое воздействие называется единичной д-функцией?
31. Дайте геометрическое представление и математическое описание д- функции как функции времени.
32. Какое изображение имеет $d(t)$?
33. Что называется импульсной переходной функцией?
34. Что такое частотная передаточная функция и как она получается?
35. Назовите виды частотных характеристик, дайте им определение, в каких координатах строится каждая из них?
36. Дайте оценку с точки зрения информативности, удобства пользования АЧХ, ФЧХ, АФЧХ, ЛАЧХ, ЛФЧХ.
37. Что такое децибел?
38. Что такое декада?
39. Какие формы представления частотных передаточных функций вы знаете?
40. Что называется звеном?
41. Перечислите и воспроизведите для себя передаточные функции известных вам звеньев.
42. Запишите уравнения АЧХ, ФЧХ и АФЧХ идеального дифференцирующего звена.
43. Какой наклон имеет ЛАЧХ идеального дифференцирующего звена?
44. Запишите уравнения АЧХ, ФЧХ и АФЧХ интегрирующего звена.
45. С каким наклоном проводится ЛАЧХ интегрирующего звена?
46. Что представляет собой геометрически АФЧХ апериодического звена?
47. Как выглядит асимптотическая ЛАЧХ апериодического звена?
48. Какие фазовые сдвиги имеет апериодическое звено на частотах: а) $\omega = 0$; б) $\omega = \omega_{\text{ср}}$; в) $\omega \rightarrow \infty$.
49. Какими параметрами характеризуется колебательное звено?

50. Какой характерный вид имеет семейства АЧХ и ФЧХ колебательного звена при различных коэффициентах демпфирования d ?
51. Как строится асимптотическая ЛАЧХ колебательного звена?
52. Какие звенья называются форсирующими?
53. Что называют структурной схемой САУ?
54. Какие виды соединений звеньев различают?
55. Как получить передаточные функции соединений звеньев:
 - последовательного;
 - параллельного;
 - встречно-параллельного?
56. Какой формулой определяется передаточная функция замкнутой системы?
57. Какой формулой определяется передаточная функция ошибки?
58. Какими формулами устанавливается связь между передаточными функциями ошибки и замкнутой системы?
59. Каков физический смысл понятия «устойчивость»?
60. Напишите общую формулу решения дифференциального уравнения.

Тест

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

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

2. Какие САУ относятся к линейным?

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

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

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

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

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

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

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

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

1. релейные
2. непрерывные
3. дискретные

7. Частотные характеристики можно получить из:

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

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

1. стационарным
2. линейным
3. нелинейным

9. Замкнутая АСР с обратной связью реализует принцип регулирования:

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

10. Целью регулирования является

1. поддержание регулируемого параметра на заданном значении
2. определение ошибки регулирования
3. выработка управляющих воздействий

11. Передаточной функцией системы называется

1. отношение выходного сигнала ко входному сигналу
2. отношение преобразованного по Лапласу выходного сигнала к преобразованному по Лапласу входному сигналу
3. отношение преобразованного по Лапласу входного сигнала к преобразованному по Лапласу выходному сигналу

12. Зависимость выходного параметра объекта от времени при подаче на вход дельтафункции называется:

1. статической характеристикой
2. импульсной характеристикой
3. частотной характеристикой

13. Зависимость выходного параметра объекта от входного называется:

1. статической характеристикой
2. импульсной характеристикой
3. динамической характеристикой
4. частотной характеристикой

14.Целью функционирования следящей АСР является

- 1.поддержание регулируемого параметра на заданном постоянном значении с помощью управляющих воздействий на объект
- 2.изменение регулируемой величины в соответствии с заранее неизвестной величиной на входе АСР
- 3.изменение регулируемой величины в соответствии с заранее заданной функцией

15. $W(i\omega)$ обозначают:

- 1.передаточную функцию
- 2.переходную функцию
- 3.Амплитудно-фазовую характеристику

$$\begin{cases} \dot{x} = Ax + Bu + Gv \\ y = Cx + Du + Hv \end{cases}$$

16. В матрично-векторной форме записи , матрица **A** называется:

1. Система матрицей
2. Матрицей управляющих входов
3. Матрицей входных возмущающих воздействий
4. Матрицей взаимосвязей переменных состояний с выходами
- 5.

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

1. характеризующие реакцию системы на входное воздействие
2. генерируемые системами, внешними по отношению к исследуемой
3. характеризующие внутреннее состояние системы
- 4.

18. Какой метод применяется при построении передаточной матрицы:

1. Калмана
2. Леверье-Фадеева
3. 3. Вандермонда

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

1. $n \times n$ (n-размерность объекта)
2. $n \times m$ (n-размерность объекта, m-количество управляющих входов)
3. $n \times r$ (n-размерность объекта, r-количество возмущений)
4. $r \times n$ (r-количество выходов, n-размерность объекта)

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

1. $A[2 \times 5]$, $B[5 \times 1]$, $C[5 \times 5]$
2. $A[5 \times 5]$, $B[5 \times 1]$, $C[2 \times 5]$
3. $A[5 \times 5]$, $B[1 \times 2]$, $C[2 \times 1]$

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

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

$$A = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 2 \end{bmatrix}$$

1.

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

2.

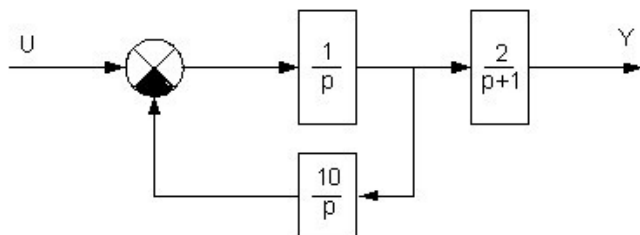
$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 6 & 4 & 7 \end{bmatrix}$$

3.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 3 \end{bmatrix}$$

4.

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



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

1.

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

2.

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

3.

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

4.

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

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

1. Объект является полным

2. Объект является неполным

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

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

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

25. В какой форме записи представлена системная матрица:

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

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

26. Что является целью управления в системе автоматического регулирования?

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

27. Характеристическое уравнение системы это:

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

28. Что такое ЛЧХ?

1. линейная частотная характеристика;
- 2) логарифмическая частотная характеристика;
- 3) логарифмическая частная характеристика;

29. Что необходимо сделать для определения устойчивости системы?

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

30. Что определяется при помощи теорем Ляпунова?

1. устойчивость установившегося движения
2. способы обеспечения устойчивости
3. тип переходного процесса в САУ

4. корни характеристического уравнения

Перечень задач для практических занятий по дисциплине «Теория автоматического управления»

Тема 1. Составление блок-схем систем автоматического управления.

По нижеприведенным функциональным схемам составить блок-схемы систем автоматического регулирования с обозначением входных и выходных физических координат каждого блока.

Задача 1. Система регулирования температуры печи.

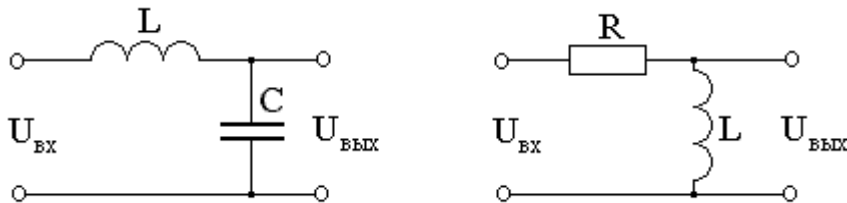


Рис.

Задача 2. Система управления поперечной подачей резца. Функциональная схема такой системы приведена на рис.

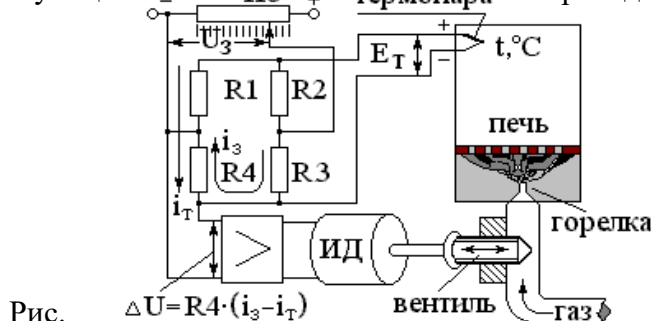


Рис.

Тема 2. Преобразование Лапласа.

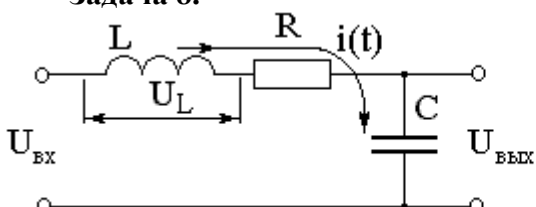
Получите изображения следующих функций:

3. $f(t) = t^2 \cdot \sin \omega t$;
4. $f(t) = t \cdot 1(t - a)$;
5. $f(t) = 15\delta(t - 2)$;
6. $f(t) = t \cdot \sin 2t$;
7. $f(t) = 3t \cdot e^{at}$, где $a - \text{const.}$;

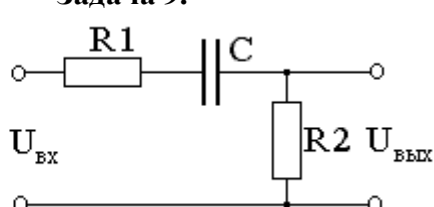
Тема 3. Получение передаточных функций.

Получите передаточные функции нижеприведенных электросхем. Схемы повышенной сложности отмечены значком.

Задача 8.



Задача 9.



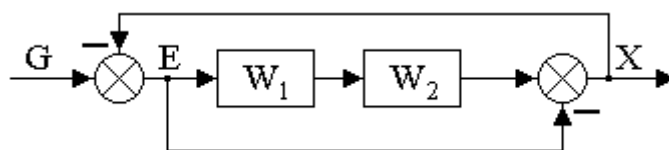
Задача 10.

Задача 11.

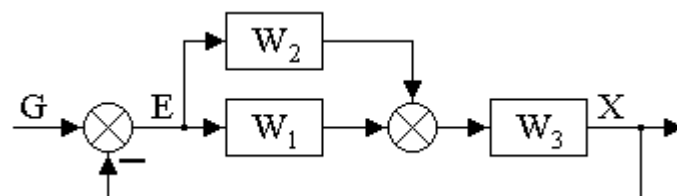
Тема 4. Структурные схемы и их преобразование

В задачах 12 и 13 для представленных структурных схем получить передаточные функции замкнутой системы $\Phi(s) = X(s)/G(s)$ и передаточные функции ошибки $\Phi_e = E(s)/G(s)$.

Задача 12.

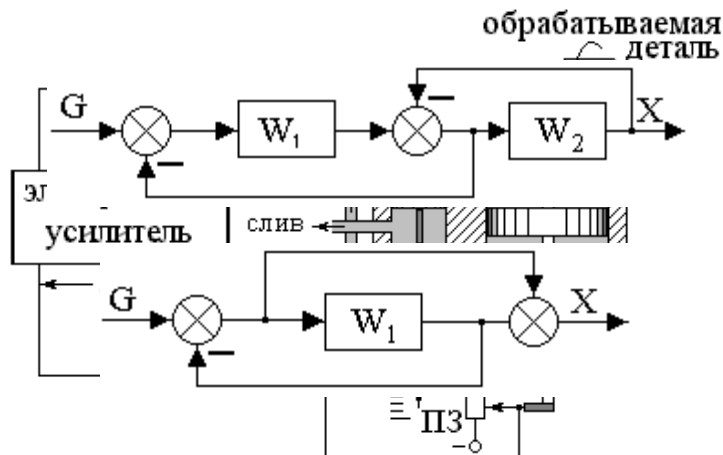


Задача 13.

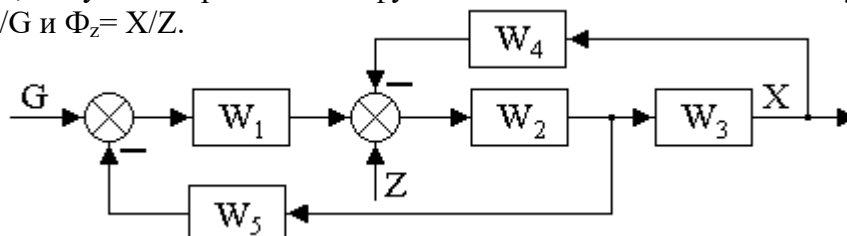


В задачах 14 и 15 получите передаточные функции $\Phi(s) = X(s)/G(s)$ нижеприведенных структур

Задача 14.



Задача 15.



Задача 16.

Для структурной схемы системы, в которой имеется как управляющее воздействие, так и возмущающее, получить передаточные функции по отношению к каждому из воздействий: $\Phi_g = X/G$ и $\Phi_z = X/Z$.

Тема 5. Статические и астатические САУ

Для систем со структурной схемой, изображенной на рис., определить составляющие ошибки от управляющего и возмущающего воздействий по следующим данным.

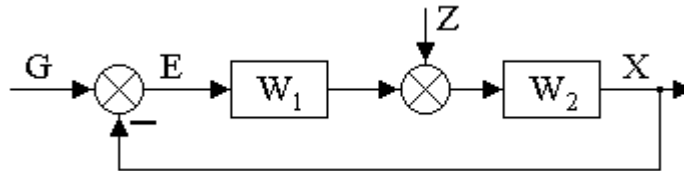


Рис.

Задача 17. $W_1(s) = k_1/(T_1s + 1) \cdot s$, $W_2(s) = k_2/(T_2s + 1)$, $g(t) = g_1 \cdot t$, $z(t) = z_0(t)$;

Задача 18. $W_1(s) = k_1/(T_1s + 1) \cdot s$, $W_2(s) = k_2/(T_2s + 1) \cdot s$, $g(t) = g_1 \cdot t$, $z(t) = z_0(t)$;

Тема 6. Устойчивость систем автоматического управления

Задачи. Определите устойчивость разомкнутых систем по их передаточным функциям:

$$19) W(s) = \frac{2}{8 \cdot 10^{-3} s^2 - 0,16s - 1};$$

Задачи. Определите соотношения между параметрами K и T системы, представленной на рис., чтобы система была:

20) нейтрально устойчивой;

21) устойчивой.

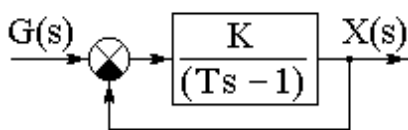


Рис.

22. Можно ли сделать систему с передаточной функцией

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

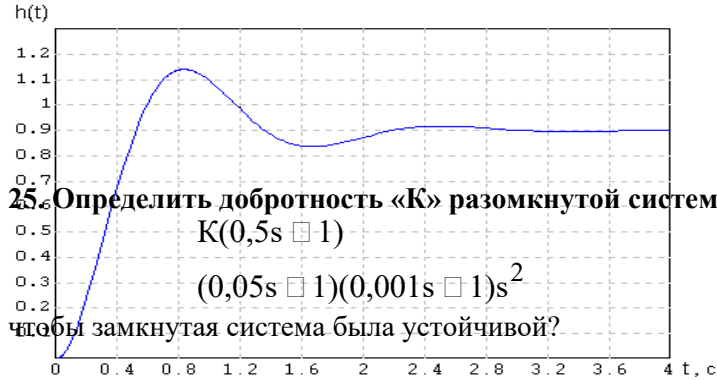
Тема 7. Критерий устойчивости Гурвица Используя критерий Гурвица:

23. Определить устойчивость замкнутой системы по ее характеристическому уравнению:

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

24. Определить устойчивость замкнутой системы по ее характеристическому уравнению:

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



25) Определить добротность «K» разомкнутой системы с передаточной функцией:

$$K(0,5s + 1)$$

$$(0,05s + 1)(0,001s + 1)s^2$$

чтобы замкнутая система была устойчивой?

Тема 8. Логарифмический аналог критерия Найквиста

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

$$142(0,1s + 1)$$

26) $W(s) = \frac{142(0,1s + 1)}{(0,5s + 1)(0,01s + 1)(0,005s + 1)s}$;

$$W(s) = \frac{142(0,1s + 1)}{(0,5s + 1)(0,01s + 1)(0,005s + 1)s}$$

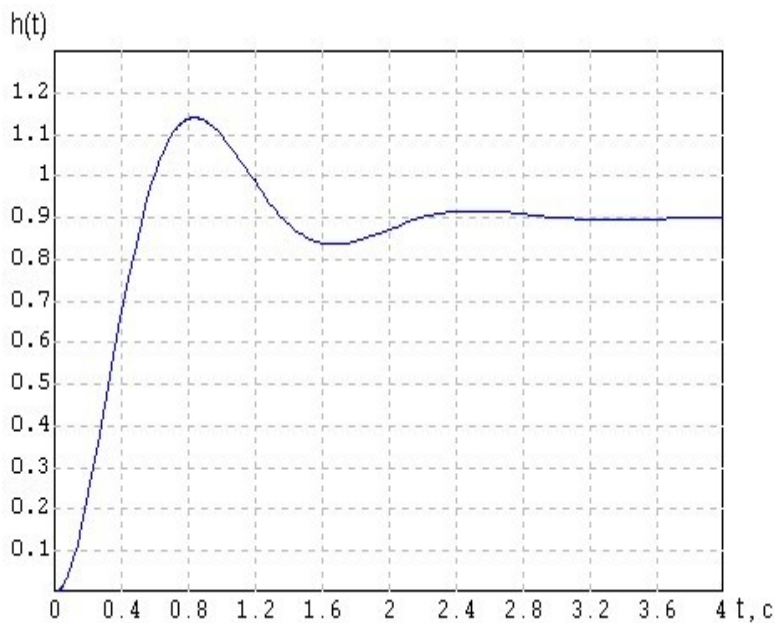
27) $W(s) = \frac{631(0,1s + 1)}{(1,5s + 1)(0,004s + 1)(0,001s + 1)s}$

Тема 9. Показатели качества управления

Задачи. По передаточной функции разомкнутой системы $W(s)$ и графику переходной функции $h(t)$ замкнутой системы определить коэффициент перерегулирования σ и время регулирования t_p при допустимом отклонении процесса от конечного значения $h(\infty)$ на $\pm 10\%$:

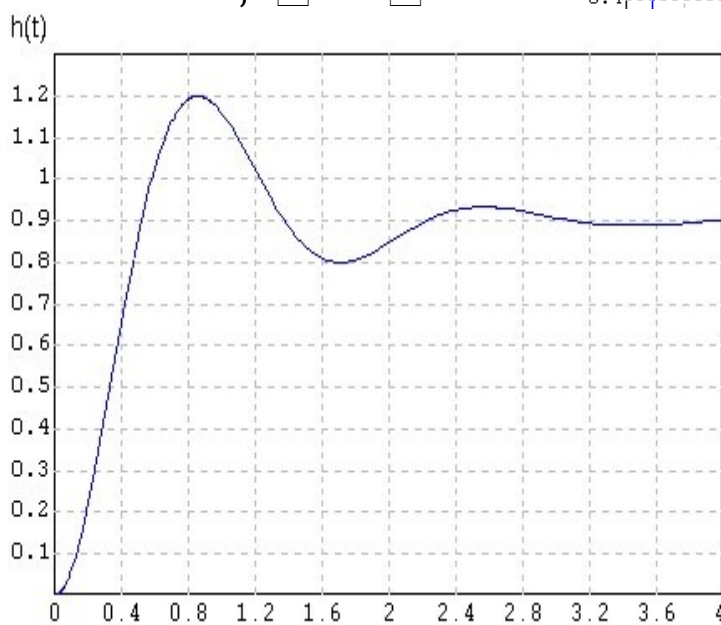
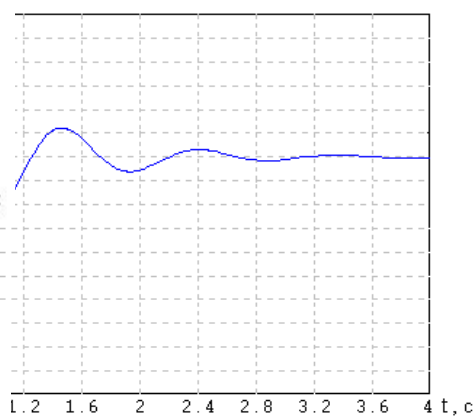
28) $W(s) = \frac{9}{(1,5s + 1)(0,4s + 1)}$ и рис.

29) $W(s) = \frac{9}{(0,2s + 1)(0,04s + 1)s}$ и рис.



постоянной времени Т аperi-
й функции от конечного значе-

ме: с передаточной функцией разо-



ОДНОМ

ВОЗДЕЙСТВИИ

точная функция разомкнутой: замкнутой системе, если пе-

$$W(s) = \frac{30}{s(0,1s + 1)(0,02s + 1)} \text{ при входном воздействии } g(t) = g_0 \cdot t^2;$$

34. Определите начальное значение ошибки в замкнутой САУ (рис.) при входном воздействии $g(t) = 4(t)$.

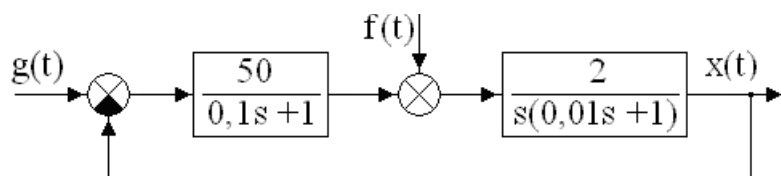


Рис.

35. Определить три первых коэффициента ошибок замкнутой САУ

с передаточной функцией разомкнутой системы: $W(s) = \frac{1}{(0,2s+1)(0,02s+1)s}$.

36. Определить закон изменения ошибки в замкнутой САУ с передаточной функцией разомкнутой системы: $W(s) = \frac{20}{(0,02s+1)s}$ при входном воздействии $g(t) = 10 + 40t + 8t^2$;

37. Определить установившуюся ошибку в замкнутой системе по следующим данным: передаточной функции разомкнутой системы $W(s)$ и гармоническому входному воздействию

$g(t)$ соответственно $W(s) = \frac{10}{(0,5s+1)s}$ и $g(t) = 10^\circ \sin \pi t/2$;

38. С какой установившейся ошибкой ε будет работать замкнутая система, развивающая максимальные скорость $x' = 0,7$ рад/с и ускорение $x'' = 0,98$ рад/с², если передаточная

функция разомкнутой САУ $W(s) = \frac{1700(0,06s+1)}{(1,5s+1)(0,003s+1)(0,001s+1)s}$.