



Министерство образования Республики Беларусь
Филиал Учреждения образования «Брестский
государственный технический университет»
Политехнический колледж

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по учебной работе

_____ Н.В. Ратникова

«___» _____ 20___

ОСНОВЫ АВТОМАТИКИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для выполнения домашних контрольных работ

для учащихся специальности

2-36 01 31 «Металлорежущие станки и инструменты (по направлениям)»

(код и название специальности)

заочная
(форма обучения)

2016

Разработал: Мирошниченко Д.И., преподаватель филиала БрГТУ Брестский государственный политехнический колледж.

Методические указания разработаны на основании типового учебной программы, утвержденной Министерством образования Республики Беларусь 30.12.2002; типового учебного плана РБ ст. №75 Д/тип., утверждённого Министерством образования Республики Беларусь 10.07.2013; учебного плана специализации РБ ст. №133/132 Д/тип-спец 31, утверждённого Министерством образования Республики Беларусь 15.07.2013; образовательного стандарта РБ ОС РБ 2-36 01 31-2013.

Методические указания обсуждены и рекомендованы к использованию на заседании цикловой комиссии машиностроительных дисциплин.

« ____ » _____ 201__ Протокол № ____

Председатель цикловой комиссии _____ Е.А. Василевская

ВВЕДЕНИЕ

Основная форма изучения курса «Основы автоматики» – самостоятельная работа учащегося над рекомендацией учебной литературой.

Для полного и успешного усвоения предмета предусматриваются следующие виды занятий:

1. Самостоятельные (для выполнения контрольной работы).
2. Выполнение лабораторных работ.
3. Проработка материала по основным вопросам курса на обзорных занятиях и консультациях в течении учебного года и в период лабораторно-экзаменационной сессии.

При изучении дисциплины учащийся выполняет одну контрольную работу. Вариант контрольной работы определяется по двум последним цифрам шифра учащегося по таблицам, приведенным в методических указаниях.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программой предмета «Основы автоматики» предусматривается изучение учащимися типов автоматических систем, назначения, конструкции и принципов работы элементов автоматики. Этот предмет является базовым при изучении спецпредметов «Металлорежущие станки», «Наладка, эксплуатация и техническое обслуживание станков с ПУ и РТК».

Учебный материал должен излагаться в соответствии с последними достижениями науки и техники в области разработки и усовершенствования типовых элементов автоматики и систем в целом.

В результате изучения предмета учащиеся *должны знать:*

принципы построения, достоинства и недостатки систем автоматического контроля (САК), систем автоматического регулирования (САР), систем автоматического управления (САУ), следящих и адаптивных систем;

основные конструкции, принцип работы, методику регулировки и применяемость элементов автоматики;

структуру и принципы построения автоматических систем с использованием вычислительной и микропроцессорной техники;

должны уметь:

определять типы систем и самостоятельно читать электрические схемы систем САК, САУ, САР типовых металлообрабатывающих станков.

выбирать оптимальную степень автоматизации применяемого технологического оборудования;

С целью закрепления полученных теоретических знаний и практических навыков учащиеся должны самостоятельно проводить анализ систем САК, САУ, САР и объяснять их состав и принцип работы.

При изложении учебного материала необходимо ознакомиться со справочной литературой, ГОСТами, стандартами предприятий, строго соблюдать единство терминологии и обозначений технических величин согласно ГОСТ 17752-81, Международной системе единиц (СИ), Единой системе технологической документации (ЕСТД) и Единой системе конструкторской документации (ЕСКД).

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

В каждой контрольной работе необходимо ответить на два теоретических вопроса и решить две задачи. Варианты заданий учащиеся выбирают по таблице 1 по последним двум цифрам шифра. Контрольные вопросы охватывают основную и дополнительный материал по всем темам предмета и должны выполняться самостоятельно.

Контрольные работы рекомендуется выполнять в следующем порядке:

1. Ознакомиться с общими методическими указаниями.
2. Внимательно прочитать содержание программы предмета: подобрать рекомендуемые учебники, техническую и справочную литературу.
3. Изучить постепенно материал каждой темы задания; закрепить изучаемый материал разбором решенных задач, приведенных в учебниках по отдельным темам.
4. Перед ответом на вопрос или решением задачи, нужно уяснить к какой теме они относятся, еще раз прочитать методические указания к этой теме или найти пример решения типовой задачи в рекомендованной литературе.
5. Если учащийся, не может самостоятельно разобраться в каком либо вопросе, то следует обратиться за консультацией в колледж, согласно графику индивидуальных консультаций.
6. Ответы на вопросы контрольной работы должны быть полными, четкими, технически грамотными; они должны показать умение учащегося анализировать и обобщать изучаемый материал; ответы рекомендуется иллюстрировать соответствующими эскизами, схемами, таблицами и т.п.
7. Домашняя контрольная работа, выполненная и оформленная в соответствии с настоящими указаниями и данными соответствующего варианта, высылается или сдается в колледж для проверки согласно учебному графику. Контрольные работы, выполненные с нарушениями данных рекомендаций и требований, а также выполненные не в полном объеме или не по своему варианту, не засчитываются преподавателем и возвращаются на доработку.
8. Получив контрольную работу после проверки, учащийся должен проанализировать все имеющиеся в рецензии замечания преподавателя и внести необходимые исправления и дополнения, доработать материал по указанным темам. Если работа не зачтена, то согласно указаниям преподавателя она выполняется заново полностью, либо дополняется частично. При этом сохраняется первоначальный вариант выполненного задания с рецензией преподавателя. Затем контрольные работы предъявляются учащимися на итоговых испытаниях (экзаменах, зачетах, контрольных работах) по дисциплине.

ОФОРМЛЕНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольные работы должны быть оформлены в соответствии со следующими требованиями:

1. Контрольная работа выполняется строго в соответствии с вариантом учащегося. В противном случае она не засчитывается и возвращается для выполнения повторно в соответствии с правильным вариантом.
2. Контрольная работа оформляется на компьютере с последующей печатью на принтере. Страницы, начиная со второй, должны быть пронумерованы.
3. Вопросы контрольной работы переписываются полностью. Ответ должен быть полным по существу и кратким по форме. Текстовую часть контрольной работы необходимо снабжать рисунками, схемами, таблицами, ссылками на ГОСТ и т.п. Нумерация рисунков и таблиц сквозная.
4. Номер, условие задачи и содержание вопросов переписываются полностью; в текст условия нужно вставлять соответствующие данные согласно номеру задачи. Текст ответа на вопрос или решение задачи должны быть отделены от условия (вопроса) словами: «Ответ», «Решение». Каждую новую задачу или вопрос нужно записывать с новой страницы.
5. Пункты решения задачи должны быть пронумерованы арабскими цифрами по правилам сквозной нумерации. Выполняемые действия должны быть расшифрованы по каждому пункту. При расчетах должны записываться формулы, а затем подставляться числовые значения величин.
6. При использовании формул и различных справочных данных в решении задачи необходимо давать ссылку на источники (согласно списку в конце работы), откуда взяты эти формулы и данные. Например: «... по табл. 4.1 ([5], с. 136) находим...».
7. Контрольная работа печатается с одной стороны на листах формата А4 (210×297 мм), которые затем сшиваются или складываются в папку с файлами. При оформлении страниц необходимо использовать шрифт «Times New Roman» размером 14 пт и следующие поля: верхнее и нижнее – 2 см; левое – 3 см; правое – 1,5 см.
8. Графическая часть – рисунки (чертежи, схемы, эскизы, графики) и таблицы – контрольной работы должна быть выполнена шариковой ручкой черного цвета, карандашами соответствующей твердости с применением чертежных принадлежностей или на отдельных листах белой бумаги при помощи офисной техники (Приложение А). В последнем случае эти листы аккуратно вклеиваются на лист. Рисунки и таблицы должны быть пронумерованы с нарастающим итогом (Рисунок 1, Таблица 3...и т.д.) и соответственно подписаны.
9. На последней странице приводится перечень источников литературы, использованной при изучении материала. На обложке работы (титульном листе) указывается названия дисциплины, номер контрольной работы, фамилия, имя, отчество учащегося и шифр. В конце работы должна быть оставлена одна пустая страница для рецензии преподавателя.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

ВВЕДЕНИЕ

Цели задачи и содержание дисциплины, ее связь с другими дисциплинами учебного плана. Краткие сведения из истории автоматики. Перспективы развития. Классификация элементов автоматики.

РАЗДЕЛ 1. ЭЛЕМЕНТЫ АВТОМАТИКИ

Тема 1.1. Общие сведения об элементах автоматики.

Классификация элементов автоматики по назначению и принципу действия. Основные параметры элементов автоматики: коэффициент преобразования, чувствительность, погрешность. Статические и динамические характеристики элементов автоматики. Быстродействие.

Тема 1.2. Электрические датчики

Назначение принцип действия, основные технические параметры и характеристики электрических датчиков. Классификация датчиков. Параметрические электрические датчики. Схемы включения. Тензометрические электрические, термоэлектрические, фотоэлектрические, пьезоэлектрические и тахометрические генераторные датчики – устройство, принцип работы и схемы включения. Специальные датчики.

Тема 1.3. Усилительные элементы

Классификация усилителей. Характеристики усилителей, основные требования предъявляемые к ним. Понятие о транзисторных и интегральных усилителях. Операционные усилители, нереверсивные и реверсивные магнитные усилители. Бесконтактные магнитные реле.

Тема 1.4. Переключающие элементы

Понятие о переключающих элементах. Назначение, принцип действия, основные параметры и характеристики электромагнитных реле постоянного тока. Назначение, принцип действия, параметры и характеристики электромагнитных реле переменного тока. Герконовые реле, реле времени, бесконтактные реле, фотоэлектронные реле.

Тема 1.5. Исполнительные элементы

Назначение и классификация исполнительных элементов. Применение электродвигателей постоянного и переменного тока в качестве исполнительных элементов. Исполнительные элементы на основе шаговых, вентильных двигателей, электромагнитных муфт. Исполнительные элементы специального назначения.

РАЗДЕЛ 2. СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ

Тема 2.1. Общие сведения о системах автоматики

Понятие о системе автоматики. Классификация систем автоматики по назначению. Разомкнутые и замкнутые системы. Автоматическое регулирование и управление.

Тема 2.2. Автоматические системы регулирования (АСР) непрерывного действия

Сущность АСР непрерывного действия. Основные типы АСР, блок-схемы АСР. Структурные и принципиальные схемы и режимы работы автоматических регуляторов уровня, давления, температуры, скорости. Динамические звенья АСР. Понятие об устойчивости АСР.

Тема 2.3. Автоматические системы регулирования дискретного действия

Особенности АСР дискретного действия. Релейные и импульсные АСР. Схемы и принцип работы автоматических регуляторов дискретного действия. Применение логических элементов АСР.

Тема 2.4. Автоматические системы дистанционных передач и следящие системы

Назначение автоматических дистанционных передач (синхронных связей). Контактные и бесконтактные сельсины. Индикаторные и трансформаторные сельсинные автоматические передачи. Особенности и основные параметры следящих систем. Цифровые следящие системы.

Тема 2.4. Автоматические системы контроля

Понятие об автоматическом контроле, его разновидности. Автоматические системы несбалансированного контроля. Автоматические системы непрерывного и периодического балансного контроля. Автоматические измерительные мосты и потенциометры. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. Автоматический централизованный контроль и перспективы его применения.

РАЗДЕЛ 3. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ И МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СРЕДСТВА В СИСТЕМАХ АВТОМАТИКИ

Тема 3.1. Программируемый логический контроллер (ПЛК)

Назначение и область применения ПЛК. Классификация. Состав и структура. Цикл работы. Обеспечение надежности и защиты от сбоев.

Тема 3.2. Основы программирования

Языки программирования ПЛК по ISO/IEC 61131-3: LD, FBD, SFC, ST, IL (общая характеристика).

Язык релейно-контактных схем LD. Основные элементы: контакты, катушки. Ассоциации с входами и выходами. Выходные и промежуточные функциональные реле. Контактторы и функциональные катушки.

Тема 3.3. Применение вычислительных и микропроцессорных средств в системах автоматики

Современный подход к построению систем автоматического управления и контроля. Распределенная система диспетчерского управления и сбора данных SCADA. Структура и состав. Назначение и характеристика основных компонентов: OPC-сервер, HMI, ПЛК, интерфейсы и линии связи.

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

Таблица 1 – Номера заданий контрольной работы

		Последняя цифра номера шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Предпоследняя цифра номера шифра	1	2, 1, 46, 47	3, 4, 46, 48	18, 5, 46, 49	29, 6, 46, 50	34, 7, 46, 51	2, 8, 46, 47	3, 9, 46, 48	18, 10, 46, 49	29, 11, 46, 50	34, 12, 46, 51
	2	2, 13, 46, 47	3, 14, 46, 48	18, 15, 46, 49	29, 16, 46, 50	34, 17, 46, 51	2, 19, 46, 47	3, 20, 46, 48	18, 21, 46, 49	29, 22, 46, 50	34, 23, 46, 51
	3	2, 24, 46, 47	3, 25, 46, 48	18, 26, 46, 49	29, 27, 46, 50	34, 28, 46, 51	2, 30, 46, 47	3, 31, 46, 48	18, 32, 46, 49	29, 33, 46, 50	34, 35, 46, 51
	4	2, 36, 46, 47	3, 37, 46, 48	18, 38, 46, 49	29, 39, 46, 50	34, 40, 46, 51	2, 41, 46, 47	3, 42, 46, 48	18, 43, 46, 49	29, 44, 46, 50	34, 45, 46, 51
	5	2, 14, 46, 47	3, 15, 46, 48	18, 16, 46, 49	29, 17, 46, 50	34, 19, 46, 51	2, 20, 46, 47	3, 21, 46, 48	18, 22, 46, 49	29, 23, 46, 50	34, 24, 46, 51
	6	2, 4, 46, 47	3, 5, 46, 48	18, 6, 46, 49	29, 7, 46, 50	34, 8, 46, 51	2, 9, 46, 47	3, 10, 46, 48	18, 11, 46, 49	29, 12, 46, 50	34, 13, 46, 51
	7	2, 15, 46, 47	3, 16, 46, 48	18, 17, 46, 49	29, 19, 46, 50	34, 20, 46, 51	2, 21, 46, 47	3, 22, 46, 48	18, 23, 46, 49	29, 24, 46, 50	34, 25, 46, 51
	8	2, 26, 46, 47	3, 27, 46, 48	18, 28, 46, 49	29, 30, 46, 50	34, 31, 46, 51	2, 32, 46, 47	3, 33, 46, 48	18, 35, 46, 49	29, 36, 46, 50	34, 37, 46, 51
	9	2, 38, 46, 47	3, 39, 46, 48	18, 40, 46, 49	29, 41, 46, 50	34, 42, 46, 51	2, 43, 46, 47	3, 44, 46, 48	18, 45, 46, 49	29, 1, 46, 50	34, 3, 46, 51
	0	2, 5, 46, 47	3, 6, 46, 48	18, 7, 46, 49	29, 8, 46, 50	34, 9, 46, 51	2, 10, 46, 47	3, 11, 46, 48	18, 12, 46, 49	29, 13, 46, 50	34, 14, 46, 51

Задачи 1...45

Дать письменный ответ на теоретические вопросы:

1. Классификация элементов автоматики.
2. Классификация систем автоматики.
3. Понятие элемента автоматики.
4. Понятие динамического звена.
5. Передаточная функция.
6. Статическая характеристика динамического звена.
7. Переходная характеристика динамического звена.
8. АЧХ динамического звена.
9. ФЧХ динамического звена.
10. Понятие комплексного числа.
11. Комплексный коэффициент передачи динамического звена. АФЧХ.
12. Соединение динамических звеньев.
13. Аperiodическое звено.
14. Дифференцирующее звено.
15. Интегрирующее звено.
16. Фазосдвигающее звено.
17. Колебательное звено.
18. Понятие датчика системы автоматики.
19. Термопары.

20. Термометры сопротивления и терморезисторы.
21. Индуктивные датчики.
22. Емкостные датчики.
23. Тензонометрические и пьезодатчики.
24. Датчики расхода жидкостей и газов.
25. Оптические датчики.
26. Сельсины. Устройство, схемы включения.
27. Вращающиеся трансформаторы.
28. Электроконтактные датчики.
29. Автоматические системы регулирования. Классификация.
30. Следящие системы. Структурная схема. Принцип действия.
31. Позиционные системы автоматического регулирования.
32. Импульсные системы автоматического регулирования. Виды модуляции.
33. Законы непрерывного регулирования.
34. Автоматический регулятор. Характеристики автоматического регулятора.
35. Параметры объекта регулирования.
36. Цикловые системы автоматического управления.
37. Программирующий логический контроллер (ПЛК). Назначение, классификация.
38. ПЛК. Устройство, структурная схема.
39. ПЛК. Цикл работы.
40. Языки программирования ПЛК по ISO/IEC 61131.
41. Элементы языка LD. Контакты, катушки, выходные и промежуточные реле.
42. Реле времени (таймеры) языка LD. Режимы работы.
43. Счетчики языка LD. Режимы работы.
44. Функция катушек языка LD. Контактор, импульсное реле, установка, сброс, фронт.
45. Диспетчерские системы управления и сбора данных SCADA. Назначение, структура, взаимодействие компонентов.

Задача 46

Построить график переходной функции при единичном ступенчатом воздействии $h(t)$ и логарифмическую амплитудно-частотную характеристику (ЛАЧХ) $L(\omega)$ колебательного звена, заданного передаточной функцией вида (1). Коэффициенты передаточной функции выбрать из таблицы 2.

$$W(p) = \frac{k}{1 + T_1 p + T p^2}. \quad (1)$$

Таблица 2 – Коэффициенты передаточной функции к задаче 46

Коэффициент	Последняя цифра номера шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
k	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
T_1, c^{-1}	0,6	0,4	2	16	4	2	1,2	1	1	4
T, c^{-1}	1	2	5	10	5	2	1	5	2	10

Задача 47

Узел некоторой системы автоматики образован пропорциональными динамическими звеньями $W_1 \dots W_9$ с коэффициентами передачи $K_1 \dots K_9$. Звенья W_1 , W_2 и W_3 соединены последовательно, и каждое из них охвачено местной отрицательной обратной связью (ООС) через звенья W_4 , W_5 и W_6 соответственно. Кроме того, вся цепочка из звеньев W_1 и W_4 , W_2 и W_5 , W_3 и W_6 охвачена ООС через звено W_7 . Параллельно цепочке звеньев $W_1 \dots W_7$ включено звено W_8 . Последовательно всей цепочке звеньев $W_1 \dots W_8$ включено звено W_9 , охваченное единичной ООС. Построить структурную схему узла и рассчитать общий коэффициент его передачи. Значения коэффициентов передачи $K_1 \dots K_9$ выбрать из таблицы 3.

Задача 48

Узел некоторой системы автоматики образован пропорциональными динамическими звеньями $W_1 \dots W_9$ с коэффициентами передачи $K_1 \dots K_9$. Звенья W_1 , W_2 и W_3 , соединены последовательно, причем звено W_3 охвачено единичной отрицательной обратной связью (ООС), а вся цепочка из звеньев $W_1 \dots W_3$ охвачена местной ООС через звено W_4 . Звенья W_5 и W_6 соединены параллельно и охвачены местной ООС через звено W_7 . Цепочки из звеньев $W_1 \dots W_4$ и $W_5 \dots W_7$ соединены параллельно, а последовательно с этим соединением включено звено W_8 . Весь узел охвачен общей ООС через звено W_9 . Построить структурную схему узла и рассчитать общий коэффициент его передачи. Значения коэффициентов передачи $K_1 \dots K_9$ выбрать из таблицы 3.

Задача 49

Узел некоторой системы автоматики образован пропорциональными динамическими звеньями $W_1 \dots W_9$ с коэффициентами передачи $K_1 \dots K_9$. Звено W_1 охвачено местной отрицательной обратной связью (ООС) через звено W_2 . Последовательно с цепочкой W_1 , W_2 включено звено W_3 , а вся цепочка $W_1 \dots W_3$

охвачена ООС через звено W_4 . Звенья W_5 и W_6 соединены последовательно, причем звено W_5 охвачено единичной ООС, а цепочка звеньев W_5, W_6 подключена параллельно цепочке звеньев $W_1...W_4$. Последовательно с этим соединением включено звено W_7 , охваченное местной ООС через звено W_8 . Весь узел охвачен общей ООС через звено W_9 . Построить структурную схему узла и рассчитать общий коэффициент его передачи. Значения коэффициентов передачи $K_1...K_9$ выбрать из таблицы 3.

Задача 50

Узел некоторой системы автоматики образован пропорциональными динамическими звеньями $W_1...W_9$ с коэффициентами передачи $K_1...K_9$. Звенья W_1 и W_2 соединены последовательно и охвачены местной отрицательной обратной связью (ООС). Цепь местной ООС звеньев W_1, W_2 образуют соединенные параллельно звенья W_3 и W_4 , последовательно с которыми включено звено W_5 . Последовательно с цепочкой звеньев $W_1...W_5$ включены параллельно соединенные звенья W_6 и W_7 . Параллельно цепочке звеньев $W_1...W_7$ включено звено W_8 , охваченное единичной ООС. Весь узел охвачен ООС через звено W_9 . Построить структурную схему узла и рассчитать общий коэффициент его передачи. Значения коэффициентов передачи $K_1...K_9$ выбрать из таблицы 3.

Задача 51

Узел некоторой системы автоматики образован пропорциональными динамическими звеньями $W_1...W_9$ с коэффициентами передачи $K_1...K_9$. Звенья W_1 и W_2 соединены параллельно и охвачены местной отрицательной обратной связью (ООС), причем звено W_2 охвачено единичной ООС. Цепь местной ООС звеньев W_1, W_2 образуют последовательно соединенные звенья W_3 и W_4 , параллельно которым включено звено W_5 . Параллельно цепочке звеньев $W_1...W_5$ включена цепочка из звеньев W_6 и W_7 , соединенных последовательно. Последовательно цепочке звеньев $W_1...W_7$ включено звено W_8 . Весь узел охвачен ООС через звено W_9 . Построить структурную схему узла и рассчитать общий коэффициент его передачи. Значения коэффициентов передачи $K_1...K_9$ выбрать из таблицы 3.

Таблица 3 – Коэффициенты передачи звеньев к задачам 47...51

Коэффициент	Предпоследняя цифра номера шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
K_1	3	9	3	7	2	2	5	8	7	1
K_2	4	7	3	5	5	9	2	3	8	2
K_3	1	6	2	10	3	5	3	1	4	3
K_4	8	8	8	7	9	5	5	2	6	4
K_5	1	2	9	8	4	6	8	3	7	5
K_6	9	3	3	8	5	6	7	7	9	6
K_7	5	3	7	8	6	8	4	5	8	7
K_8	10	9	4	2	3	7	8	8	6	8
K_9	4	3	6	5	5	8	10	8	9	9

Указания к решению задачи 46

Для построения графика переходной функции (кривой разгона) и ЛАЧХ колебательного звена следует определить его коэффициент демпфирования ε (2), декремент затухания λ (3), частоту Ω_0 (4) и начальную фазу φ_0 (5) собственных колебаний, а затем рассчитать переходную функцию (6) и ЛАЧХ (7):

$$\varepsilon = \frac{T_1}{2T}; \quad (2)$$

$$\lambda = \frac{\varepsilon}{T}; \quad (3)$$

$$\Omega_0 = \frac{\sqrt{1-\varepsilon^2}}{T} \text{ (рад/с)}; \quad (4)$$

$$\varphi_0 = \arctg\left(\frac{\sqrt{1-\varepsilon^2}}{\varepsilon}\right) \text{ (рад)}; \quad (5)$$

$$h(t) = k \left[1 - \frac{1}{\sqrt{1-\varepsilon^2}} e^{-\lambda t} \cos(\Omega_0 t + \varphi_0) \right]. \quad (6)$$

$$L(\omega) = 20 \lg \left[\frac{k}{\sqrt{(1-\omega^2 T^2)^2 + (2\varepsilon \omega T)^2}} \right] \text{ (дБ)}. \quad (7)$$

Кривая разгона строится в линейном масштабе: по горизонтальной оси откладывается время t (в с), прошедшее с момента единичного ступенчатого воздействия, а по вертикальной оси – амплитуда выходного сигнала звена h (в безразмерных единицах). Для построения кривой разгона следует рассчитать значение h для как можно большего числа моментов времени t , причем шаг между соседними отсчетами рекомендуется выбирать не более $0,1 \dots 0,2 \cdot 1/T$, а количество отсчетов – таким, чтобы для последнего из них выполнялось равенство $t = 3 \dots 5 \cdot T_1$. Результаты расчетов заносят в таблицу, а затем наносят на график рассчитанные точки и соединяют их гладкой кривой, примерный вид которой показан на рисунке 1.

ЛАЧХ строится в логарифмическом масштабе: по горизонтальной оси откладываются в логарифмическом масштабе значения круговой частоты ω (в с^{-1}), а по вертикальной оси – значения амплитуды $L(\omega)$ в логарифмических единицах децибелах (дБ). Для построения ЛАЧХ следует брать значения частоты ω из ряда $0,01; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 50; 100; 200$, что соответствует значениям логарифма частоты $\lg(\omega)$ $-2; -1,7; -1,3; -1; -0,7; -0,3; 0; 0,3; 0,7; 1; 1,3; 1,7; 2$. Результаты расчетов заносят в таблицу, а затем наносят на

график рассчитанные точки и соединяют их гладкой кривой, примерный вид которой показан на рисунке 2. Соотношения линейных и логарифмических размеров на горизонтальной оси частот показано на рисунке 3.

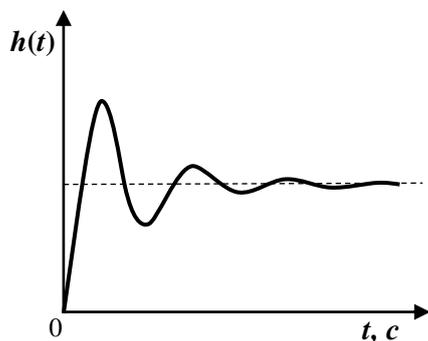


Рисунок 1 – Кривая разгона колебательного звена

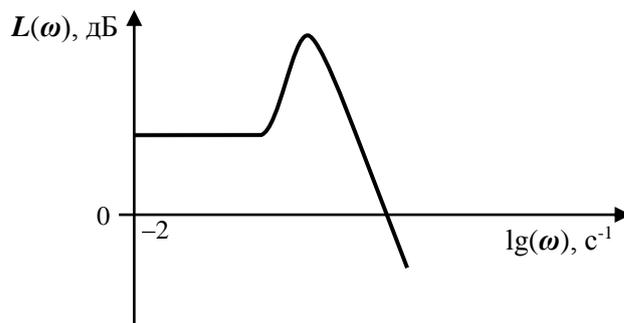


Рисунок 2 – АЧХ колебательного звена

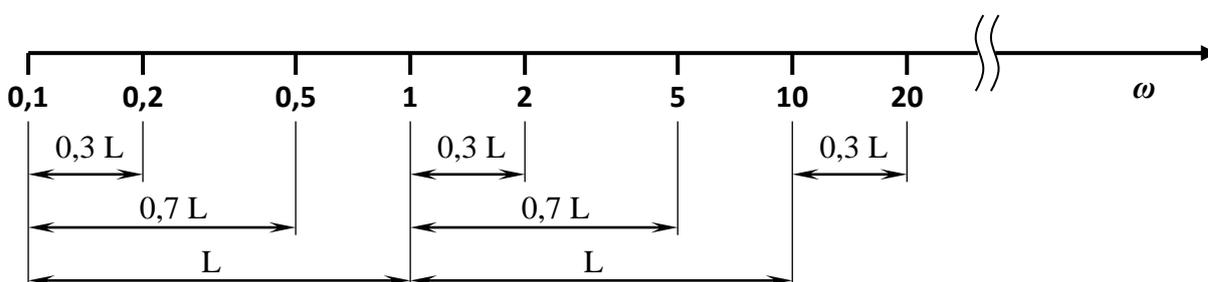


Рисунок 3 – Построение логарифмической оси

Решение задачи 46 сопряжено с большим количеством легко формализуемых расчетов, поэтому эти расчеты удобно вести при помощи MS Excel или любого другого табличного процессора, а также при помощи математического процессора MathCAD. Кроме того, для построения кривой разгона и ЛАЧХ колебательного звена можно воспользоваться SamSim – приложением, специально разработанным для моделирования и анализа систем автоматики на уровне динамических звеньев. В случае применения компьютера для расчетов и построения графиков к контрольной работе следует прилагать (вклеивать) распечатки таблиц с результатами расчетов, диаграммами и графиками.

Указания к решению задач 46...51

При построении структурной схемы следует применять следующие правила:

1. Каждое динамическое звено изображается в виде прямоугольника. Внутри прямоугольника, изображающего динамическое звено, записывается его обозначение или коэффициент передачи в символьном или численном виде (например, « $W_3 = 12$ » обозначает пропорциональное звено W_3 с коэффициентом передачи $K_3 = 12$).
2. Вход и выход звена символизируют стрелки, входящие в изображение звена, и стрелки, выходящие из него. Стрелки показывают направление прохождения сигнала. Динамическое звено имеет по одному входу и одному выходу. Сигнал с одного выхода может быть подключен к любому количе-

ству входов. В месте разветвления сигнала на стрелке изображается жирная точка.

3. Если к одному входу звена или цепочки звеньев подходит более одного сигнала, они объединяются при помощи суммирующего звена. Суммирующее звено изображается в виде окружности, разделенной двумя диагональными диаметрами на четыре сегмента (\otimes). Один из сегментов (любой) символизирует выход суммирующего звена, а три оставшихся – его входы. Если сигнал с какого-либо входа не суммируется с сигналами остальных входов, а вычитается из них (например, в случае ООС), то сегмент суммирующего звена у этого входа закрашивается (\otimes).

Для расчета коэффициента передачи узла следует пошагово упрощать его структурную схему, изображая каждый шаг упрощения в виде новой эквивалентной схемы. Для упрощения в структурной схеме нужно выделить типовые соединения звеньев (последовательные, параллельные, встречно-параллельные) и заменить их эквивалентными звеньями.

Правила расчета коэффициентов передачи таких эквивалентных звеньев не отличаются от таковых для расчета передаточных функций соединений звеньев, рассмотренные в [5, 7]. Расчет коэффициентов передачи эквивалентных звеньев и всего узла в целом нужно сначала приводить в символьном (в виде формул), а затем – в численном виде. Обозначения эквивалентных звеньев и коэффициентов их передачи должны содержать индексы, поясняющие номера звеньев, которые они заменяют (например, звено, эквивалентное звеньям W_1 и W_2 , соединенным последовательно, может быть обозначено как « $W_{1.2}$ », а коэффициент передачи звена, эквивалентного параллельно соединенным звеньям $W_{1.2}$ и звена W_3 – как « $K_{(1.2)+3}$ »).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

ОСНОВНЫХ

1. **SCADA-системы: взгляд изнутри** / Е.Б. Андреев, Н.А. Куцевич, О.В. Синенко – М.: Изд-во «РТСофт», 2004
2. **Автоматизация и механизация производства: Учеб. пособие для студентов учреждений сред. проф. образования** / Б.И. Черпаков, Л.И. Вереина – М.: Издательский центр «Академия», 2004
3. **Автоматизация производства (металлообработка): Учебник для нач. проф. образования машиностроительных техникумов** / Б.В. Шандров, А.А. Шапарин, А.А. Чудаков – М.: ИРПО: Изд. центр «Академия», 2002
4. **Основы автоматизации производства: Учеб. для сред. учеб. заведений** / А.Г. Староверов – М.: Машиностроение, 1989
5. **Основы автоматики и автоматического регулирования станков с программным управлением** / С.Н. Головенков, С.В. Сироткин – М.: Машиностроение, 1988
6. **Программируемые контроллеры. Практическое применение языков стандарта МЭК 61131-3** / И.В. Петров, В.П. Дьяконов (под ред.) – М.: СОЛОН-Пресс, 2003
7. **Средства измерения, контроля и автоматизации технологических процессов, вычислительная и микропроцессорная техника: Учебное пособие для техникумов** / К.И. Котов, М.А. Шершевер – М.: Металлургия, 1989
8. **Типовые элементы систем автоматического управления: Учеб. пособие для студ. учреждений проф. образования** / Ю.М. Келим – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2002
9. **Электронные программируемые реле серий EASY и MFD-Titan: Учебное пособие для изучения реле и проектирования систем автоматизации на их основе** / О.А. Андрющенко, В.А. Водичев – Одесский национальный технический университет, ДП «Moeller electric», 2006
10. **Элементы автоматики** / С.П. Колосов, И.В. Калмыков, В.И. Нефедова – М.: Машиностроение, 1970
11. **Элементы и системы электроавтоматики: Учеб. пособие для студ. вузов спец. «Автоматизация и компл. механизация хим.-технол. процессов»** / Л.И. Коновалов, Д.П. Петелин – М.: Высш. шк., 1985

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ

12. **Автоматизация производственных процессов в машиностроении: Учеб. для вузов** / Н.М. Капустин, П.М. Кузнецов, А.Г. Схиртладзе и др.; Под ред. Н.М. Капустина – М.: Высш. шк., 2004
13. **Автоматические устройства контроля и управления: Массовая радиобиблиотека. Вып. 907** / Н.М. Борисов – М.: Энергия, 1976

14. Основы автоматики и автоматизации производственных процессов: Учебник для вузов связи / С.М. Хлытчиев, А.С. Ворожцов, И.А. Захаров – М.: Радио и связь, 1985

**Показатели оценки домашней контрольной работы по учебной дисциплине
«Основы автоматики»**

Отметка	Показатели оценки
Не зачтено	Несоответствие варианту ДКР, воспроизведение части программного учебного материала (фрагментарный пересказ и перечисление объектов изучения), наличие существенных ошибок, нарушение методических указаний в оформлении ДКР, отсутствие списка использованных источников.
Зачтено	Описание и объяснение объектов изучения, выявление и обоснование закономерных связей, приведение примеров из практики. Раскрытие сущности вопросов, обоснование и доказательство, подтверждение аргументами и фактами, формулирование выводов, отсутствие существенных ошибок и нарушений методических указаний в оформлении ДКР.

