



Министерство образования Республики Беларусь
Филиал Учреждения образования «Брестский
государственный технический университет»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора Филиала
БрГТУ Политехнический колледж по
учебной работе

_____ С. В. Маркина

«_____» _____ 2019г.

ЛОКАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для выполнения домашней контрольной работы

для учащихся специальности

2-39 02 32 «Проектирование и производство радиоэлектронных средств»

_____ для заочной формы обучения

*

(форма обучения)

Разработчик: Коротынский Ф.П., преподаватель Филиала Учреждения образования «Брестский государственный технический университет»
Политехнический колледж

Методические указания разработаны на основании учебной программы по дисциплине «Локальные системы автоматики» для специальности 2-39 02 32 «Проектирование и производство радиоэлектронных средств», утверждённой директором Филиала Учреждения образования «Брестский государственный технический университет Политехнический колледж»
14.06.2016 года

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

« ____ » _____ 20 ____ г. Протокол № _____

Председатель: _____

Содержание

Введение	4
1 Тематический план.....	5
2 Программа дисциплины и методические указания по изучению разделов и тем... ..	6
3 Перечень рекомендуемой литературы.....	19
4 Пояснительная записка.....	21
5 Порядок выполнения контрольных заданий	21
6 Методические указания по решению задач контрольной работы.....	22
7 Вопросы и задачи контрольной работы	23
8 Таблица вариантов... ..	30
9 Критерии оценки результатов учебной деятельности учащихся заочного отделения при выполнении домашней контрольной работы по учебной дисциплине «Локальные системы автоматики».....	35

Введение

Основная форма изучения курса «Локальные системы автоматики» – самостоятельная работа учащегося над рекомендованной учебной литературой.

Для полного и успешного усвоения дисциплины предусматриваются следующие виды занятий:

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

При изучении дисциплины «Локальные системы автоматики» учащийся выполняет одну контрольную работу. Вариант контрольной работы определяется по двум последним цифрам шифра учащегося по таблице 7, приведенной в методических указаниях.

Порядок оформления контрольной работы описан в СТО ТУПК 001-2017.

Вопросы контрольной работы переписываются полностью. Ответ должен быть полным по существу и кратким по форме. Текстовую часть контрольной работы необходимо снабжать рисунками, схемами, ссылками на ГОСТ и т.п.

Закончив контрольную работу, учащийся должен привести перечень литературы, использованной при изучении материала. В конце контрольной работы должно быть оставлены 1 – 2 чистые страницы для записи рецензии.

1. Тематический план

Раздел, тема	Количество часов		
	Всего	В том числе	
		На практические работы	на лабораторные работы
1	2	3	4
Введение	2		
Раздел 1. Основные элементы локальных систем автоматизи.	24	4	6
1.1. Первичные преобразователи. Измерительные элементы и датчики. Основные требования, предъявляемые к датчикам.	12	2	4
1.2. Вторичные преобразователи. Усилители и преобразователи сигналов. Переключающие элементы.	6		2
1.3. Исполнительные элементы. Электрические, гидравлические и пневматические исполнительные элементы. Статические и динамические характеристики исполнительных элементов. Исполнительные элементы в промышленных роботах.	6	2	
Раздел 2. Основные локальные системы автоматизи	32	6	
2.1. Разомкнутые и замкнутые системы автоматизи. Системы автоматического регулирования. Статический и астатический законы регулирования.	14	4	
2.2. Особенности реализации промышленных систем регулирования.	4		
2.3. Следящие системы. Функциональные схемы, особенности и основные параметры следящих систем.	2		
2.4. Системы автоматического контроля.	2		
2.5. Системы управления электроприводами.	2		
2.6. Основные системы промышленных роботов. Структура и устройство промышленных роботов.	4	2	
2.7. Системы программного управления. Классификация систем программного управления. Реализация устройств программного управления с применением микроконтроллеров, микропроцессоров.	3		

Формирование законов управления АСУ электроприводами в системах с ЧПУ.			
<i>Обязательная контрольная работа.</i>	1		
Раздел 3. Промышленные управляющие и информационные локальные системы.	6		
3.1. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения.	2		
3.2. Обслуживание и ремонт приборов и средств локальной автоматики.	2		
3.3. Комплекс технических средств для локальных информационно-управляющих систем.	2		
Итого	64	10	6

2 Программа дисциплины и методические указания по изучению разделов и тем.

Программой дисциплины «Локальные системы автоматики» предусматривается изучение основ построения систем автоматики, назначения, устройства, принципа действия элементов автоматики технологического оборудования, вычислительных устройств, применяемых в системах автоматики.

Преподавание дисциплины должно вестись с учетом современного состояния науки и техники. При изложении материала необходимо строго соблюдать единство терминологии и обозначения технических единиц согласно действующим стандартам и Международной системе единиц (СИ).

При изложении программного материала необходимо учитывать межпредметные связи, опираться на знания учащихся, полученные ими по дисциплинам: «Теоретические основы электротехники», «Основы электроники и МЭ», «Электрорадиоэлементы и УФЭ» «Электрорадиоизмерения» и другим предметам.

Выполнение предусмотренных программой практических работ должно помочь учащимся глубже изучить основные теоретические вопросы и получить практические навыки по расчету, назначению, принципу действия элементов автоматики.

В результате изучения дисциплины учащиеся должны:

знать на уровне представления:

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

знать на уровне понимания:

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

– структуру и принципы построения автоматических систем с использованием вычислительной и микропроцессорной техники.

уметь:

- определять типы систем и самостоятельно читать электрические схемы систем САК, САУ, САР типовых систем автоматики;
- выбирать оптимальную степень автоматизации применяемого технологического оборудования;
- работать с исходной документацией: читать принципиальные электрические схемы, схемы электрических соединений, подключения, расположения

Введение.

Цели, задачи и содержание дисциплины, ее связь с другими дисциплинами учебного плана. Краткие сведения из истории автоматики. Перспективы развития. Классификация элементов автоматики. Значение внедрения систем автоматического управления в промышленности Республики Беларусь.

Рекомендуемая литература: [4]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Автоматизация – одно из направлений научно-технического прогресса, использующее саморегулирующие технические средства и математические методы с целью освобождения человека от участия в производственных процессах, либо уменьшения степени этого участия.

Системы локальной автоматики занимают нижние уровни иерархии систем управления, однако они выполняют очень ответственные функции по управлению исполнительными устройствами, осуществляющими непосредственное управление и регулирование производственных процессов, и без их качественной работы невозможно достичь нормального функционирования АСУ.

По своему назначению и выполняемым функциям локальные системы автоматики в настоящее время принято разделять на четыре основные группы:

- промышленные системы регулирования;
- следящие системы;
- системы программного управления;
- системы автоматического контроля.

Раздел 1 Основные элементы локальных систем автоматики

Тема 1.1 Терминология. Классификация датчиков. Основные требования, предъявляемые к датчикам, их статические и динамические характеристики. Назначение, типы, устройство, принцип работы и параметры основных типов датчиков, применяемых в локальных системах автоматики. Электрические датчики пути и положения, индуктивные, сельсинные, вращающиеся трансформаторы.

Датчики фотоэлектрические, гидравлические, пневматические, угловые.

Рекомендуемая литература: [2],[9]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Датчик – это устройство, преобразующее входное воздействие определенной физической величины в сигнал, удобный для дальнейшего использования в последующих элементах систем автоматики.

Роль датчиков при автоматизации технологических процессов огромна, так как с их помощью получают информацию о параметрах контролируемой системы, устройства или технологического процесса.

Основная функция датчика – преобразование параметра процесса в какой-либо сигнал – электрический, механический, пневматический и др.

Понятие датчика связано с такими характеристиками как

- 1) статическая характеристика;
- 2) чувствительность;
- 3) порог чувствительности;
- 4) инерционность;
- 5) точность измерений;
- 6) диапазон измерений;
- 7) разрешающая способность;
- 8) время успокоения и быстродействие;
- 9) выходная мощность и выходное сопротивление.

Классификацию датчиков можно осуществить по следующим классификационным признакам:

– по характеру получения сигнала от измеряемой величины:

- 1) параметрические, у которых изменение измеряемой величины вызывает изменение какого-либо параметра, например изменение сопротивления, давления, индуктивности и т.д.;
- 2) генераторные, у которых изменение измеряемой величины вызывает генерацию сигнала (появление термо-ЭДС, фототока и т.д.). Генераторные датчики не требуют постороннего источника энергии.

– по виду преобразования сигналов:

- 1) электроконтактные, где механическое усилие преобразуется в электрический сигнал;
- 2) индуктивные, у которых изменение магнитной проницаемости вызывает изменение индуктивности;
- 3) фотоэлектрические, в которых световой сигнал преобразуется в электрический;
- 4) тензометрические, в которых механическое усилие вызывает изменение сопротивления;
- 5) гидравлические, в которых механические усилия преобразуются в гидравлический сигнал, и т. д.

Лабораторная работа №1 Изучение конечного выключателя.

Лабораторная работа №2 Изучение бесконтактных датчиков (выключателей).

Практическая работа №1 Определение основных параметров

пьезоэлектрического и емкостного датчиков.

Тема 1.2 Вторичные преобразователи. Усилители и преобразователи сигналов.

Классификация усилителей. Характеристики усилителей, основные требования, предъявляемые к ним. Понятие о транзисторных и интегральных усилителях. Усилители операционные, магнитные, электромашинные, гидравлические, пневматические. Переключающие элементы.

Рекомендуемая литература: [2], [9]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Сигнал, изображающий выходную величину того или иного датчика параметра производственного процесса, в большинстве случаев является по своей физической природе электрическим, хотя иногда бывает и гидравлическим, и пневматическим, и механическим.

Для проведения последующей обработки или для использования в различного рода исполнительных механизмах этот сигнал должен подвергнуться усилению. Устройство, служащее для усиления поступающего на его вход сигнала, называется усилителем.

Электронные усилители. Эти усилители отличаются способностью усиливать маломощные сигналы, т.е. сигналы мощностью порядка 10^{-6} Вт при напряжении порядка 10^{-3} В. Поэтому в системах автоматизации производства в машиностроении их применяют главным образом в качестве входных каскадов.

Магнитные усилители. Работа магнитного усилителя (МУ) основана на использовании свойств ферромагнитных материалов.

Электромашинные усилители. Для управления сравнительно мощными, до нескольких десятков кВт, устройствами применяются электромашинные усилители (ЭМУ).

Гидро- и пневмоусилители. Эти усилители по принципу действия подразделяются на дроссельные и струйные.

Лабораторная работа №3 Исследование устройств на операционных усилителях.

Тема 1.3 Исполнительные элементы локальных систем автоматизации.

Назначение и классификация исполнительных элементов. Применение электродвигателей постоянного и переменного тока в качестве исполнительных элементов. Исполнительные элементы на основе шаговых двигателей, электромагнитных муфт. Гидравлические, пневматические исполнительные элементы.

Рекомендуемая литература: [2], [9]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Исполнительными органами называют устройства, преобразующие сигнал управления в механическое перемещение, благодаря которому осуществляется воздействие на управляемые объекты или получение от них сведений. В качестве

исполнительных органов в автоматизированных системах широко используют указывающие, регистрирующие, сигнализирующие, отключающие устройства. Это всевозможные механизмы электрического, электромагнитного, гидравлического, пневматического типа и т.п.

Основными определяющими характеристиками исполнительных механизмов являются:

- быстродействие;
- точность;
- рабочий диапазон;
- полоса рабочих частот;
- максимальная полезная мощность;
- максимальная и номинальная нагрузки;
- пусковая и рабочая нагрузки;
- мощность, необходимая для управления;
- коэффициент полезного действия;
- ресурс работы.



Рисунок 1 – Классификация исполнительных устройств

Если говорить о механических перемещениях, то этим требованиям в наибольшей мере отвечают гидроприводы (поступательного, вращательного и поворотного движений). Там, где требуется особо высокое быстродействие, применяются пневматические и пневмоэлектрические приводы.

В электроприводах вспомогательных механизмов используют двух- и трехфазные асинхронные нерегулируемые двигатели, а также шаговые двигатели (ШД) и двигатели постоянного тока.

В каждом конкретном случае автоматизации при выборе варианта исполнительного механизма устанавливают свои приоритеты для тех или иных перечисленных факторов.

Практическая работа №2 Расчет шагового двигателя.

Раздел 2 Основные локальные системы автоматики

Тема 2.1 Разомкнутые и замкнутые системы автоматики. САР.

Системы автоматического регулирования (САР). Сущность САР непрерывного действия. Основные типы САР, блок-схемы САР. Автоматические регуляторы давления, по ошибке, напряжения.

Статический и астатический законы регулирования. Динамические звенья

САР.

Частотные характеристики. Построение логарифмических амплитудно-частотных характеристик (ЛАЧХ). Понятие об устойчивости САР.

Рекомендуемая литература: [2], [8], [18], [20]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Вследствие большого разнообразия используемых в технике систем автоматического регулирования (САР), различающихся функциональными возможностями, принципами построения и формой конструктивной реализации, невозможно дать единую классификацию систем автоматического регулирования, поэтому рассматривают наиболее характерные признаки, по которым различаются САР.

1-й признак: наличие в системах явно выраженной цепи главной обратной связи. По этому признаку системы разделяют на разомкнутые и замкнутые.

2-й признак: закон изменения регулируемой величины в них. По этому признаку системы принято делить на системы стабилизации, программного регулирования и следящие.

3-й признак: способность системы автоматического регулирования поддерживать с определенной степенью точности значение регулируемой величины. По этому признаку системы разделяются на статические и астатические.

4-й признак: функциональная связь между входными и выходными величинами элементов, входящих в состав системы автоматического регулирования. По этому признаку системы подразделяют на непрерывные и дискретные.

Динамическим звеном называют часть системы автоматического регулирования, переходный процесс которой описывается дифференциальным уравнением определенного вида.

В теории автоматического регулирования можно выделить следующие типовые динамические звенья: безынерционное (пропорциональное), апериодическое (инерционное), дифференцирующее, интегрирующее, колебательное.

Зависимость выходной величины звена от входной в установившемся режиме называется *статической характеристикой*.

Если на вход динамического звена поступает сигнал синусоидальной формы определенной частоты, то выходной сигнал также имеет синусоидальную форму и ту же частоту, но другие амплитуду и фазу. В связи с этим различают амплитудно-частотные и фазово-частотные характеристики звеньев.

Амплитудно-частотная характеристика выражает отношение амплитуды колебаний на выходе звена к амплитуде колебаний на его входе в зависимости от частоты входного сигнала.

Фазово-частотная характеристика выражает зависимость разности фаз между входными и выходными колебаниями звена от частоты входного сигнала.

Практическая работа №3 Решение уравнений звеньев автоматики в операторной форме.

Практическая работа №4 Оценка устойчивости САР по ЛАЧХ.

Тема 2.2 Особенности реализации промышленных систем регулирования.

Реализация типовых законов регулирования в промышленных регуляторах.
Особенности расчета промышленных систем регулирования.

Рекомендуемая литература: [4], [8], [10], [20]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

В промышленности для управления техническими устройствами и процессами используются серийные регуляторы.

В замкнутой системе автоматического управления регулятор сравнивает текущее значение управляемой величины с её заданным на данный момент времени значением, определяет ошибку, и по величине ошибки определяет управляющее воздействие на объект управления, необходимое для устранения ошибки.

Оператор регулятора определяет *закон регулирования* и характеризует логику вычисления управляющего воздействия регулятором. В зависимости от выбранного закона регулирования обеспечивается разный результат управления. С точки зрения используемых законов регулирования промышленные регуляторы могут быть разделены на следующие типы.

Пропорциональный регулятор, для которого управляющее воздействие определяется как величина, пропорциональная ошибке.

Интегральный регулятор, реализующий интегральный закон регулирования, для которого скорость изменения управляющего воздействия пропорциональна ошибке системы.

Пропорционально-интегральный регулятор (изодромный регулятор) реализует пропорционально-интегральный закон регулирования, когда управляющее воздействие на выходе регулятора содержит две составляющие: пропорциональную величине ошибки и пропорциональную интегралу от ошибки.

Пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор реализует пропорционально-интегрально-дифференциальный закон регулирования. Управляющее воздействие при этом формируется из трёх составляющих.

Пропорционально-дифференциальный регулятор реализует пропорционально-дифференциальный закон регулирования. Управляющее воздействие регулятора складывается из двух составляющих: составляющей, пропорциональной ошибке, и составляющей, пропорциональной скорости изменения ошибки.

Тема 2.3 Следящие системы. Функциональные схемы, особенности и основные параметры следящих систем.

Классификация следящих систем. Параметры следящих систем. Выбор элементов следящих систем. Индикаторные и трансформаторные сельсинные автоматические передачи. Цифровые следящие системы.

Рекомендуемая литература: [20]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Следящая система – система автоматического регулирования (управления), воспроизводящая на выходе с определённой точностью входное задающее воздействие, изменяющееся по заранее неизвестному закону.

Структурная схема (рисунок 2) поясняет общий принцип действия следящей

системы.

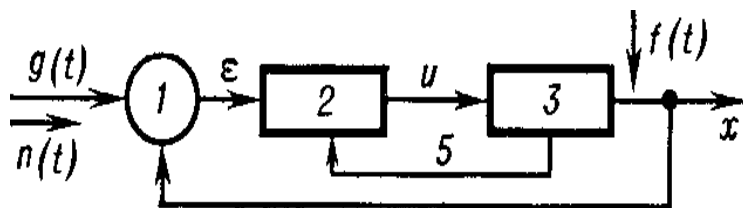


Рисунок 2 – Структурная схема следящей системы

На схеме:

$g(t)$ – заданная входная величина; $n(t)$ – помехи; ε – сигнал рассогласования; u – сигнал управления; $f(t)$ – возмущающее воздействие; x – выходная величина; 1 – сравнивающее устройство; 2 – усилитель-преобразователь; 3 – исполнительное устройство; 4 – цепь главной обратной связи; 5 – цепь вспомогательной (местной) обратной связи.

Следящие системы классифицируют по следующим признакам:

- 1) По методу сравнения сигналов
- 2) По типу структурной схемы
- 3) По типу измерительных элементов
- 4) По типу исполнительных устройств
- 5) По принципу управления исполнительным двигателем

В технических требованиях задаются следующие *параметры* следящих систем: - точность; - диапазон рабочих частот; - максимальная скорость и ускорение входной оси; - величина, и характер нагрузки; - род источника питания; - габариты и надежность; - условия эксплуатации систем – температура, влажность окружающей среды, вибрации и пр.

Тема 2.4 Системы автоматического контроля.

Основные типы САК, блок-схемы САК, принцип работы.

Рекомендуемая литература: [2]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Система автоматического контроля (САК) обеспечивает измерение различных физических величин (параметров), сведения о которых необходимо при управлении объектом.

Систему автоматического контроля можно представить в виде структурной схемы (рисунок 3):

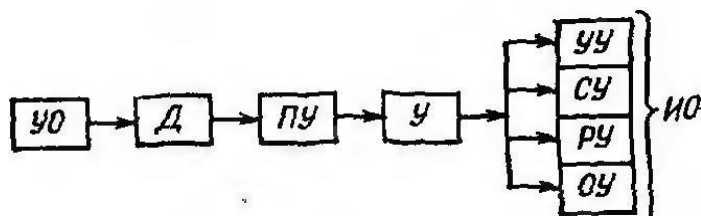


Рисунок 3 – Структурная схема САК

На схеме обозначены: УО – управляемый объект; Д – датчик; ПУ – преобразующее устройство; У – усилитель; ИО – исполнительный орган: УУ – указывающее

устройство; СУ – сигнализирующее устройство; РУ – регистрирующее устройство; ОУ – отключающее устройство.

По принципу действия САК классифицируют:

- 1) системы пассивного контроля (получают необходимые сведения об управляемом объекте);
- 2) системы активного контроля (измеряют и поддерживают заданное значение контролируемых величин);
- 3) системы адаптивного управления (ведут управление технологическим процессом совместно с числовым программным управлением).

Тема 2.5 Системы управления электроприводами.

Основные цели автоматического управления электроприводами, классификация систем управления. АСУ скоростью ЭП постоянного и переменного тока. АСУ положением механизма.

Рекомендуемая литература: [4], [5]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

В современных автоматизированных регулируемых электроприводах плавное регулирование скорости, положения, момента в заданном диапазоне достигается посредством регулирования параметров электроэнергии (величины тока, напряжения, частоты), подводимой к обмоткам двигателя. Регулирование этих параметров осуществляется полупроводниковыми преобразователями электроэнергии (управляемыми выпрямителями, преобразователями частоты) посредством электронных регуляторов или микропроцессорных устройств.

Цели систем управления электроприводами:

- 1) *Безынерционное формирование сигналов управления* приводом;
- 2) *Обеспечение движения:* - позиционирования; - по жесткой заданной траектории. Приводы строят по принципу автоматического регулирования, позволяющему создать необходимое быстродействие, жесткость механических характеристик;
- 3) *Регулирование какого-либо параметра.*

В этих направлениях идет совершенствование приводов, реализующих практически все команды управления технологическими объектами

Классификация систем управления электроприводами:

- 1) *Микропроцессорные системы управления* тиристорными преобразователями;
- 2) *Системы управления на принципах САР;*
- 3) *Системы современных приводов с использованием в управлении УЧПУ, построенных на базе микро ЭВМ;*
- 4) *Цифровой следящий привод (ЦСП) – получил широкое распространение. Благодаря использованию (ЦСП) и программного управления достигаются высокие технические показатели и гибкость применяемого привода, т. е. улучшаются статические и динамические характеристики, способность самонастраиваться к различным законам регулирования.*

Тема 2.6 Основные системы промышленных роботов. Структура и устройство промышленных роботов.

Структурные схемы промышленных роботов. Основные технические показатели ПР. Компонировка робота. Захватные устройства ПР. Манипуляторы.
Рекомендуемая литература: [6]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Промышленный робот (ПР) предназначен для замены человека в процессе промышленного производства.

Основными составными частями ПР являются манипулятор и устройство управления. В свою очередь, каждая из этих частей включает ряд блоков.



Рисунок 4 - Структура промышленного робота

Манипулятор – управляемое устройство или машина для выполнения двигательных функций, аналогичных функциям руки человека при перемещении объектов в пространстве, оснащенное рабочим органом.

Конструктивно манипулятор и устройство управления могут быть объединены в одной стойке, но могут быть выполнены отдельно и располагаться на некотором удалении друг от друга.

Твердые тела, входящие в состав исполнительного механизма и являющиеся функциональными элементами его кинематической цепи называются звеньями. Соединение двух соприкасающихся звеньев, допускающих их относительное движение, называется кинематической парой.

Число степеней подвижности и каждое движение робота обеспечивается соответствующей кинематической схемой его механизмов.

Характер переносных степеней подвижности (поступательных и вращательных) определяет базовую систему координат манипулятора.

Возможны следующие варианты систем координат манипуляторов ПР:

- а) прямоугольная
- б) цилиндрическая
- в) сферическая
- г) угловая

Координаты концевой точки манипулятора в рабочем пространстве определяются путем расчета составленной кинематической модели.

Основные технические показатели ПР:

1) *Число степеней подвижности* – сумма возможных координационных движений объекта манипулирования относительно опорной системы (до 6 степеней подвижности).

- 2) *Грузоподъемность руки* – наибольшая масса груза, перемещаемого при заданных условиях: сверхлегкие (до 1кг), легкие (1-10кг), средние (10-200кг), тяжелые (200-1000кг).
- 3) *Рабочая зона* – пространство, в котором при работе может проходить рука манипулятора.
- 4) *Погрешность позиционирования* – отклонение фактических показателей исполнительного механизма от заданного значения.
- 5) *Скорость перемещения конечного звена манипулятора* (определяет быстродействие): малая (до 0,5м/с), средняя (до 1м/с), высокая (более 1м/с).

Практическая работа №5 Расчет координат концевой точки манипулятора в рабочем пространстве.

Тема 2.7 Системы программного управления. Реализация устройств программного управления с применением микроконтроллеров, микропроцессоров.

Классификация систем программного управления. Реализация устройств программного управления с применением микроконтроллеров, микропроцессоров, релейных устройств. Формирование законов управления АСУ электроприводами (ЭП) в системах с числовым программным управлением (ЧПУ). Программные системы управления ЭП с шаговыми двигателями.

Рекомендуемая литература: [2], [9]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

В настоящее время системы программного управления является наиболее распространенными автоматическими системами. В принципе система программного управления получается из автоматической или следящей системы, если в ней задающее воздействие изменять по заданной программе.

Функциональную схему СПУ можно представить в виде двух составных частей (рисунок 5): – программного устройства; – автоматической (следящей) системы (САР).

Программное устройство в большинстве случаев реализуется в цифровой форме. Исполнительная (силовая) часть представляет собой систему автоматического регулирования или следящую систему.

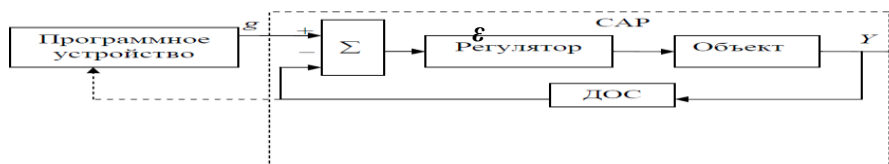


Рисунок 5 – Функциональная схема системы программного управления

Программное устройство в СПУ зачастую может быть реализовано с помощью микроконтроллера, представляющего собой микропроцессорное устройство, специализированное на выполнении определенных функций управления, регулирования, идентификации. Выпускается множество МК, отличающихся разрядностью, системой команд, объемом ОЗУ, ПЗУ, количеством встроенных функций.

Создание современных систем управления привело к появлению специального универсального устройства: программируемого логического контроллера (ПЛК).

Это универсальное цифровое устройство, которое потребители, а не изготовители настраивают на управление конкретным циклом путем занесения в его память соответствующей рабочей программы и соответствующей реализации его адресов с входными и выходными сигналами объекта управления, являющимися операндами.

Раздел 3 Промышленные управляющие и информационные локальные системы

Тема 3.1 Релейная защита и автоматика систем электроснабжения.

Назначение релейной защиты и автоматики в системах электроснабжения, элементы и функциональные части устройств. Защита и автоматика электрических сетей напряжением до 1000 В.

Рекомендуемая литература: [1], [21]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Системы электроснабжения - это производственный комплекс, все элементы которого участвуют в едином производственном процессе, основными специфическими особенностями которого являются быстротечность явлений и неизбежность повреждений аварийного характера - коротких замыканий в электрических установках.

Поэтому надежное и экономичное функционирование систем электроснабжения в нормальных и аварийных режимах возможно только при широкой их телемеханизации и автоматизации. Устройства телемеханики предназначены прежде всего для управления нормальными режимами системы электроснабжения.

В управлении нормальными режимами систем электроснабжения основную роль играют устройства автоматического регулирования.

Они обеспечивают на заданном уровне напряжение и частоту в нормальном режиме работы системы электроснабжения.

Противоаварийная автоматика должна обеспечить устойчивость функционирования системы электроснабжения в аварийных режимах, вызванных обычно короткими замыканиями. Она должна прежде всего ликвидировать повреждение. Это выполняют устройства автоматического управления: устройства релейной защита (УРЗ) и автоматическое повторное включение (УАПВ).

Наиболее распространенной электрической сетью напряжением до 1000 В является четырехпроводная сеть с глухозаземленной нейтралью.

Средствами защиты и автоматики электрических сетей напряжением до 1000 В являются:

- 1) плавкие предохранители;
- 2) автоматические воздушные выключатели и их устройства защиты (расцепители);
- 3) устройства защитного отключения.

Тема 3.2 Обслуживание и ремонт приборов и средств локальной

автоматики

Содержание, *периодичность* обслуживания ПрСЛА и его организация.
Обеспечение качества обслуживания и ремонта ПрСЛА.

Рекомендуемая литература: [7]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Эксплуатация приборов и средств локальной автоматики (ПрСЛА) — совокупность приемов и способов по использованию ПрСЛА по назначению, своевременному, достаточному и качественному проведению их технического обслуживания и планово-предупредительных ремонтов, осуществлению за ними должного технического и метрологического надзора, направленных на поддержание ПрСЛА в рабочем состоянии.

Техническое обслуживание (ТО) ПрСЛА — комплекс работ, осуществляемых периодически в плановом порядке на работоспособных ПрСЛА в целях предотвращения отказов и продления срока их службы на основе выявления и устранения предотказовых состояний и поддержания нормальных условий эксплуатации.

Эксплуатацию ПрСЛА на промышленных предприятиях возлагают на специализированное подразделение — *службу контрольно-измерительных приборов и автоматики* (службу КИПиА). Она может иметь централизованную или децентрализованную структуру управления, которая зависит от числа ПрСЛА, их сложности и условий использования.

Техническое обслуживание (ТО) ПрСЛА включает в себя:

- 1) проведение комплексов работ по контролю технического состояния ПрСЛА и последующей их регулировке;
- 2) профилактическое обслуживание ПрСЛА, выполняемое с установленными периодичностью и продолжительностью и в определенном объеме (смазка, чистка, промывка, продувка, предупредительная замена стареющих и изношенных деталей и т. п.);
- 3) устранение отказов ПрСЛА, выполнение которых возможно силами персонала участка ТО;
- 4) пополнение (замена) расходуемых в процессе использования по назначению ПрСЛА материалов (чернил, диаграммной бумаги, влагопоглощающих материалов, специальных технических жидкостей, энергоносителей и т. п.);
- 5) сезонное обслуживание, выполняемое для подготовки ПрСЛА к использованию в осенне-зимних и весенне-летних условиях (утепление, обогрев, охлаждение и т. п.);
- 6) демонтаж;
- 7) подготовка ПрСЛА к ППР и поверкам.

Тема 3.3 Комплекс технических средств для локальных информационно-управляющих систем (КТС ЛИУС)

Назначение, решаемые задачи, виды и состав, процесс внедрения ЛИУС.

Рекомендуемая литература: [7]

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Комплекс КТС ЛИУС-2 (МикроДАТ) представляет собой совокупность технического, математического, информационного и программного обеспечений.

Все виды обеспечений связаны между собой при решении задач автоматического управления. Обеспечения построены по блочно-модульному принципу из ограниченного числа модулей, которые позволяют создавать множество разнообразных изделий для автоматических и автоматизированных систем управления, удовлетворяющих требованиям самых различных технологических объектов.

Функции КТС ЛИУС:

- 1) сбор, передача, хранение и первичная обработка информации.
- 2) централизованный контроль за ходом технологического процесса и состоянием объекта и непосредственное цифровое управление технологическим процессом.
- 3) коррекция заданий автономным локальным регуляторам; программно-логическое управление; отображение технологической информации; ручной ввод данных.
- 4) передачу данных между территориально рассредоточенными локальными подсистемами; обмен информацией с ВК, расположенными как на нижнем, так и на вышестоящем уровне управления.
- 5) конструирование изделий методом проектной компоновки, учитывая требования конкретного технологического объекта управления. Эти изделия относятся к виду объектно-ориентированных. Для решения типовых задач управления некоторыми классами технологических объектов на средствах МикроДАТ входные и выходные неинтерфейсные сигналы комплекса являются унифицированными сигналами электрической ветви ГСП. Математическое обеспечение реализовано в виде алгоритмов обработки информации и задач управления.
 - б) разработка типовых комплексов управления, относящихся к виду проблемно-ориентированных изделий.
 - 7) обеспечение информационной совместимости между изделиями в типовых структурах, а также с другими агрегатными комплексами и отдельными приборами ГСП.

3 Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

[1] **Андреев В.А.** «Релейная защита и автоматика систем электроснабжения». М. Высшая школа. 1991г.

[2] **Головенков С.Н. Сироткин С.В.** «Основы автоматики и автоматического регулирования станков с программным управлением». Головенков С.Н. Сироткин С.В. М. Машиностроение. 1988г.

[3] **Клавдиев А.А.** «Теория автоматического управления в примерах и задачах

Ч.1» СПб. СЗТУ. 2005г.

[4] **Красовский А.Я.** «Локальные системы автоматики. Конспект лекций». Минск. БГУИР. 2008г.

[5] **Онищенко Г.Б.** «Электрический привод». М. РАСХН. 2003г.

[6] **Никитин К.Д.** «Основы робототехники». Томск. 1993г.

[7] **Промышленные приборы и средства автоматизации** Справочник под ред. Черенкова В.В. Л. Машиностроение. 1987г.

[8] **Федотов А.В.** «Использование методов теории автоматического управления при разработке мехатронных систем. Учебное пособие». Омск. ОмГТУ. 2007г.

[9] **Шандров Б.В., Чудаков А.Д.** «Технические средства автоматизации». М. Академия. 2007г.

[10] **Шишмарев В.Ю.** «Основы автоматического управления». М. Академия. 2008г.

Дополнительная литература

[11] **Васин В.М.** «Электротехнический привод». М. Высшая школа. 1984г.

[12] **Головинский О.И.** «Основы автоматики» М. Высшая школа. 1986 г.

[13] **Гусев И.Т.** «Устройства числового программного управления» М. Высшая школа. 1986г.

[14] **Гордин Е.М.** «Основы автоматики и вычислительной техники». М. Машиностроение. 1978г.

[15] **Келим Ю.М.** «Электромеханические и магнитные элементы систем автоматики». М. Высшая школа. 1991г.

[16] **Коновалов Л.И.** «Элементы и системы электроавтоматики». Коновалов Л.И. Петелин Д.П.М. Высшая школа. 1980г.

[17] **Короткин А.М.** «Автоматизация типовых технологических процессов и установок». М. Энергоатомиздат. 1988г.

[18] **Скороспешкин М.В.** «Основы автоматизации производственных процессов. Конспект лекций». Томск. 2010г.

[19] **Харизоменов И.В.** «Электрооборудование станков и автоматических линий». М. Высшая школа. 1987г.

[20] http://stu.scask.ru/book_oau.php?id=9

[21] http://electromost.com/news/ustrojstva_zashhity_i_kommutacii_chast_pervaja/2010-10-31-5

[22] **ГОСТ 24.104-85.** Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Автоматизированные системы управления. Общие сведения.

[23] **ГОСТ 2.702-75.** Правила выполнения электрических схем.

[24] **ГОСТ 2.703-68.** Правила выполнения кинематических схем.

[25] **ГОСТ 2.708-81.** Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники.

[26] **ГОСТ 2.729-69.** Условное изображение в графических схемах.

[27] **СТО ТУПК 001-2017** Стандарт организации. Общие требования к текстовым документам.

4 Пояснительная записка

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).

5 Порядок выполнения контрольных заданий

В каждой контрольной работе необходимо ответить на три теоретических вопроса и решить пять задач. Контрольные вопросы охватывают основной 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 дисциплины: подобрать рекомендуемые учебники, техническую и справочную литературу.
3. Изучить 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.
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. Домашнее задание, выполненное и оформленное в соответствии с настоящими указаниями и данными своего варианта, высылаются или сдаются в заочное отделение колледжа для проверки согласно учебному графику.
8. Контрольные работы, выполненные с нарушениями данных рекомендаций и требований, выполненные не в полном объеме или не по своему варианту, а также работы, в которых не раскрыто основное содержание вопросов задания или имеются грубые ошибки в освещении вопроса, в решении задачи, в выполнении графической части задания, не засчитываются и возвращаются учащемуся с подробной рецензией для дальнейшей работы над учебным материалом.
9. Получив незачтенную контрольную работу после проверки, учащийся должен проанализировать все имеющиеся замечания рецензента и соответственно внести необходимые исправления и дополнения. 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.
10. Учащиеся, не имеющие зачета по домашней контрольной работе, к

экзамену не допускаются.

11. Вариант для каждого учащегося — индивидуальный. Номер варианта определяется двумя последними цифрами номера зачетной книжки. Номера теоретических вопросов, на которые нужно дать ответ, и задач, которые необходимо решить, приведены в таблице вариантов.

6 Методические указания по решению задач контрольной работы.

К задаче 58.

Электрическая цепь состоит из резистора R и конденсатора C , соединенных последовательно. На вход RC-цепи при замыкании ключа AS подается постоянное напряжение $U_{вх}$. Нарисовать данную электрическую цепь и найти закон изменения напряжения на конденсаторе $U_{вых} = U_c = f(t)$.

Решение:

1. Рисуем электрическую цепь.
2. Определяем силу тока, протекающего в контуре.
3. Составляем дифференциальное уравнение контура.
4. Методом операционного исчисления осуществляем переход от оригинала к изображению.
5. Решаем алгебраическое уравнение относительно неизвестной функции.
6. Приводим полученное изображение к одному из типовых изображений функций.
7. Переходим от найденного изображения к оригиналу неизвестной функции.
8. Вычисляем параметры цепи.
9. Строим временную диаграмму $U_{вых} = U_c = f(t)$.

К задаче 59.

Электрическая цепь состоит из резистора R и конденсатора C , соединенных последовательно. На ее вход поступает сигнал синусоидальной формы. Нарисовать названную цепь и построить амплитудно-частотную, фазово- частотную и амплитудно-фазовую характеристики RC-цепи.

Решение:

1. Рисуем электрическую цепь.
2. Записываем выражение для передаточной функции цепи.
3. Путем замены p на $j\omega$ в передаточной функции получаем амплитудно-фазовую характеристику.
4. Выделяем вещественную и мнимую части функции.
5. Преобразовываем полученные части функции и находим модуль и аргумент.
6. В выражения для модуля и аргумента, а также в выражения для вещественной и мнимой части подставляем числовые значения ω , делаем вычисления и сводим значения в таблицу 1.
7. По значениям, занесенным в таблицу 1, строим характеристики RC-цепи.

Таблица 1 – Таблица для построения характеристик RC-цепи

ω, c^{-1}	$A(\omega)$	$\varphi(\omega)$	$U(\omega)$	$V(\omega)$

К задаче 60.

Электрическая цепь состоит из резистора R и конденсатора C , соединенных последовательно. На ее вход поступает сигнал синусоидальной формы. Нарисовать названную цепь и построить логарифмические частотные характеристики цепи (ЛАЧХ и ЛФЧХ).

Решение:

1. Рисуем электрическую цепь.
2. Записываем выражение для передаточной функции цепи.
3. Путем преобразований получаем амплитудно-фазовую характеристику.
4. Выделяем вещественную и мнимую части АФХ.
5. Преобразовывая выражение для АФХ, получаем ее модуль.
6. Преобразовывая модуль, получаем выражение ЛАЧХ.
7. Подставляем значения R и C , вычисляем значение сопрягающей частоты.
8. По полученным значениям строим ЛАЧХ.
9. Для построения ЛФЧХ используем данные таблицы 1.

К задаче 61.

Определите сигнал $y(t)$ на выходе системы по известному входному сигналу $x(t)$ и передаточной функции системы $W(p)$.

Решение.

1. Используя передаточную функцию системы $W(p)$, находим выражения для модуля $A(\omega)$ и фазы $\varphi(\omega)$.
2. Находим числовые значения модуля и фазы на частоте ω .
3. Используя полученные значения, записываем окончательное выражение для выходного сигнала $y(t)$ системы.

К задаче 62.

Используя структурную схему системы (рис.6), найдите следующие передаточные функции этой системы:

- а) передаточная функция разомкнутой системы;
- б) передаточная функция замкнутой системы по задающему воздействию;
- в) передаточная функция замкнутой системы по сигналу ошибки.

Решение.

1. Рисуем структурную схему САР для своего варианта.
2. Упрощаем структурную схему.
3. Рисуем упрощенный вариант структурной схемы.
4. Записываем заданные передаточные функции системы, используя упрощенный вариант ее структурной схемы.

7 Вопросы и задачи к контрольной работе

1. Определите место локальных систем автоматики в иерархии систем управления. Опишите функции, выполняемые локальными системами автоматики в производственных процессах. Приведите классификацию локальных систем

автоматики.

2. Определите понятие «промышленные системы регулирования» (ПСР). Приведите примеры ПСР. Составьте структурную схему ПСР. Объясните принцип работы промышленной системы регулирования по структурной схеме.

3. Определите понятие «следящие системы» (СС). Приведите примеры СС. Составьте структурную схему СС. Объясните принцип работы следящей системы по структурной схеме.

4. Определите понятие «системы программного управления» (СПУ). Приведите примеры СПУ. Составьте структурную схему СПУ. Объясните принцип работы системы программного управления по структурной схеме.

5. Определите понятие «системы автоматического контроля» (САК). Приведите примеры САК. Составьте структурную схему САК. Объясните принцип работы системы автоматического контроля по структурной схеме.

6. Дайте определение понятия «первичный преобразователь (датчик)». Перечислите основные характеристики датчиков. Раскройте суть каждой из характеристик.

7. Перечислите параметры, по которым производится классификация датчиков. Произведите классификацию датчиков согласно перечисленным параметрам. Приведите примеры датчиков для различных классификационных категорий.

8. Раскройте значение термина «электроконтактный датчик». Объясните его конструкцию. Опишите принцип действия. Назовите области применения электроконтактного датчика.

9. Раскройте значение термина «реостатный датчик». Объясните его конструкцию. Опишите принцип действия. Назовите области применения реостатного датчика.

10. Раскройте значение термина «тензометрический датчик». Объясните его конструкцию. Опишите принцип действия. Назовите области применения тензометрического датчика.

11. Раскройте значение термина «индуктивный дифференциальный размерный датчик». Объясните его конструкцию. Опишите принцип действия. Назовите области применения индуктивного дифференциального размерного датчика.

12. Раскройте значение термина «бесконтактный щелевой индуктивный датчик». Объясните его конструкцию. Опишите принцип действия. Назовите области применения бесконтактного щелевого индуктивного датчика.

13. Раскройте значение термина «индуктивный импульсный размерный датчик». Объясните его конструкцию. Опишите принцип действия. Назовите области применения индуктивного импульсного размерного датчика.

14. Раскройте значение термина «датчик угла рассогласования типа «сельсинная пара». Объясните его конструкцию. Опишите принцип действия. Приведите схемы включения. Назовите области применения датчиков, работающих по принципу сельсинной пары.

15. Раскройте значение термина «емкостной датчик». Объясните его конструкцию. Опишите принцип действия. Назовите области применения емкостного датчика.

16. Раскройте значение термина «пьезоэлектрический датчик». Объясните его конструкцию. Опишите принцип действия. Назовите области применения пьезоэлектрического датчика.

17. Опишите термоэлектрические преобразователи (термопары) как датчики измерения температуры. Объясните их конструкцию. Опишите принцип действия. Перечислите области применения термопар и приведите соответствующие примеры.
18. Раскройте значение термина «фотоэлектрический датчик». Объясните его конструкцию. Опишите принцип действия. Назовите области применения фотоэлектрического датчика.
19. Охарактеризуйте тахогенераторы как датчики измерения скорости вращения. Опишите их конструкцию. Раскройте принцип действия. Назовите области применения тахогенераторов и приведите соответствующие примеры.
20. Раскройте значение термина «вращающиеся (поворотные) трансформаторы». Объясните их конструкцию. Опишите принцип действия. Назовите области применения вращающихся трансформаторов и приведите соответствующие примеры.
21. Объясните применение усилителей в качестве вторичных преобразователей в локальных системах автоматики. Опишите основные параметры усилителей. Произведите классификацию усилителей, применяемых в автоматических системах. Приведите примеры использования усилителей в качестве вторичных преобразователей.
22. Опишите применение измерительных мостов в качестве вторичных преобразователей в локальных системах автоматики. Раскройте классификацию измерительных мостов. Приведите схемы подключения первичных преобразователей в измерительные мосты.
23. Опишите применение электромашинных усилителей в качестве вторичных преобразователей. Раскройте их конструкцию. Объясните принцип действия электромашинных усилителей. Перечислите их достоинства и недостатки.
24. Опишите применение магнитных усилителей в качестве вторичных преобразователей. Раскройте их конструкцию. Объясните принцип действия магнитных усилителей. Перечислите их достоинства и недостатки.
25. Объясните назначение нейтрального реле в схемах автоматики. Раскройте его конструкцию. Изложите принцип действия. Перечислите достоинства и недостатки нейтрального реле.
26. Объясните назначение поляризованного реле в схемах автоматики. Раскройте его конструкцию. Изложите принцип действия. Перечислите достоинства и недостатки поляризованного реле.
27. Опишите применение шаговых двигателей в качестве исполнительных устройств в автоматических системах. Раскройте их конструкцию. Объясните принцип работы шаговых двигателей. Перечислите их достоинства и недостатки.
28. Опишите применение двигателей постоянного тока в качестве исполнительных устройств в автоматических системах. Раскройте их конструкцию. Объясните принцип работы двигателей постоянного тока. Перечислите их достоинства и недостатки.
29. Опишите применение двигателей переменного тока в качестве исполнительных устройств в автоматических системах. Раскройте их конструкцию. Объясните принцип работы двигателей переменного тока. Перечислите их достоинства и недостатки.
30. Определите понятие «автоматическое регулирование». Объясните работу системы автоматического регулирования (САР) на примере схемы регулирования

частоты вращения двигателя. Приведите схемы ручного и автоматического регулирования частоты вращения двигателя. Объясните отличие в принципах работы этих двух схем.

31. Назовите два основных принципа автоматического регулирования. Раскройте суть каждого из них. Дайте определение основным понятиям, которые используются в системах автоматического регулирования (САР). Приведите в качестве примера схему автоматического регулирования частоты вращения двигателя и опишите работу схемы, применяя основные понятия, используемые в САР.

32. Объясните назначение функциональных схем систем автоматического регулирования (САР). Приведите обобщенную функциональную схему САР. Объясните принцип работы схемы и назначение ее составных частей. Используя общие принципы построения функциональных схем САР, постройте и опишите работу функциональной САР частоты вращения двигателя постоянного тока.

33. Перечислите признаки, по которым можно произвести классификацию систем автоматического регулирования (САР). Произведите классификацию САР по каждому из признаков. Дайте краткое описание автоматических систем, входящих в классификацию.

34. Опишите представление систем автоматического регулирования в виде динамических звеньев. Определите понятие «динамическое звено». Приведите примеры динамических звеньев. Определите вид графического изображения динамического звена. Перечислите виды типовых динамических звеньев, которые выделяют в теории автоматического регулирования.

35. Определите понятие статической характеристики динамического звена САР. Опишите методы построения экспериментальной статической характеристики и нахождения ее аналитического выражения. Приведите примеры разновидностей статических характеристик динамических звеньев САР. Дайте определение понятия «динамическая характеристика» звена как характеристику работы звена в переходном режиме.

36. Определите назначение и суть методов операционного исчисления. Раскройте основные понятия метода операционного исчисления. Приведите пример решения дифференциального уравнения с использованием операторного метода. Дайте определение понятия «передаточная функция динамического звена САР».

37. Определите понятие «частотные характеристики динамических звеньев САР». Изложите суть и основное назначение амплитудно-частотной и фазово-частотной характеристик (АЧХ и ФЧХ) динамического звена САР. Опишите связь этих характеристик с амплитудно-фазовой характеристикой (АФХ). Дайте понятие о логарифмических амплитудно-частотной и фазово-частотной характеристиках (ЛАЧХ и ЛФЧХ). Опишите процесс построения ЛАЧХ и ЛФЧХ.

38. Перечислите виды типовых динамических звеньев, которые выделяют в теории автоматического регулирования. Дайте определение понятия «безинерционное звено». Составьте уравнение безинерционного звена. Опишите его характеристики. Приведите примеры безинерционных звеньев.

39. Перечислите виды типовых динамических звеньев, которые выделяют в теории автоматического регулирования. Дайте определение понятия «аперiodическое звено». Составьте уравнение аперiodического звена. Опишите его характеристики. Приведите примеры аперiodических звеньев.

40. Перечислите виды типовых динамических звеньев, которые выделяют в

теории автоматического регулирования. Дайте определение понятия «дифференцирующее звено». Составьте уравнение дифференцирующего звена. Опишите его характеристики. Приведите примеры дифференцирующих звеньев.

41. Перечислите виды типовых динамических звеньев, которые выделяют в теории автоматического регулирования. Дайте определение понятия «интегрирующее звено». Составьте уравнение интегрирующего звена. Опишите его характеристики. Приведите примеры интегрирующих звеньев.

42. Перечислите виды типовых динамических звеньев, которые выделяют в теории автоматического регулирования. Дайте определение понятия «колебательное звено». Составьте уравнение колебательного звена. Опишите его характеристики. Приведите примеры колебательных звеньев.

43. Определите понятие «структурная схема системы автоматического регулирования (САР)». Перечислите типы соединений динамических звеньев в структурных схемах САР. Опишите каждый из типов соединений и их передаточные функции. Приведите пример преобразования структурной схемы САР для нахождения ее передаточной функции.

44. Определите понятие устойчивости системы автоматического регулирования (САР). Изложите суть общего (корневого) критерия устойчивости САР. Приведите пример определения устойчивости САР с применением общего (корневого) критерия.

45. Определите понятие устойчивости системы автоматического регулирования (САР). Изложите суть алгебраического критерия устойчивости Рауса-Гурвица. Приведите пример определения устойчивости САР с применением данного критерия.

46. Определите понятие устойчивости системы автоматического регулирования (САР). Изложите суть критерия устойчивости Найквиста. Приведите пример определения устойчивости САР с применением данного критерия.

47. Определите понятие устойчивости системы автоматического регулирования (САР). Изложите суть критерия устойчивости САР по логарифмическим частотным характеристикам (ЛАЧХ и ЛФЧХ). Приведите пример определения устойчивости САР с применением данного критерия.

48. Определите понятие «качество процесса регулирования». Перечислите показатели качества процесса регулирования. Опишите перечисленные показатели, используя кривую переходного процесса системы автоматического регулирования.

49. Изложите процесс реализации типовых законов регулирования в промышленных регуляторах. Опишите выбор типа регулятора для систем автоматического регулирования.

50. Опишите работу регуляторов, реализующих П, И, ПИ законы регулирования в системах автоматического регулирования. Раскройте принципы построения структурных схем таких регуляторов. Приведите примеры реализации данных регуляторов с применением операционных усилителей.

51. Опишите работу регуляторов, реализующих ПД, ПИД законы регулирования в системах автоматического регулирования. Раскройте принципы построения структурных схем таких регуляторов. Приведите примеры реализации данных регуляторов с применением операционных усилителей.

52. Определите назначение систем автоматического контроля (САК). Изложите классификацию САК. Приведите структурную схему САК. Объясните работу САК на примере системы пассивного контроля и автосортировщика.

53. Определите назначение систем автоматического контроля (САК). Изложите

классификацию САК. Приведите структурную схему САК. Объясните работу САК на примере системы активного контроля (автоподналадчика).

54. Определите назначение систем автоматического управления электроприводами. Объясните работу такой системы на примере трехконтурной системы регулирования электропривода.

55. Определите понятие «промышленный робот». Приведите структурную схему промышленного робота (ПР). Определите назначение манипулятора ПР. Опишите виды кинематических пар манипуляторов. Определите понятие степени подвижности манипулятора. Приведите описание и схемы базовых систем координат манипуляторов ПР.

56. Определите назначение релейной защиты и автоматики. Изложите функции устройств релейной защиты и автоматики и основные требования, предъявляемые к этим устройствам. Раскройте назначение и принципы работы средств защиты и автоматики электрических сетей напряжением до 1000 В.

57. Определите содержание, периодичность обслуживания и ремонта приборов и средств автоматизации. Изложите правила безопасности труда при обслуживании приборов и средств автоматизации.

58. Электрическая цепь, состоит из резистора R и конденсатора C . На вход РС-цепи при замыкании ключа AS подается постоянное напряжение $U_{вх} = -12В$. Нарисовать данную электрическую цепь, найти закон изменения напряжения на конденсаторе $U_c = U_{вых} = f(t)$, построить временную диаграмму, используя значения таблицы 2.

Таблица 2 – Варианты заданий к задаче 58

Величина	Последняя цифра шифра учащегося									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$R, кОм$	100	150	200	250	120	140	160	180	80	60
$C, мк$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

59. Электрическая цепь состоит из резистора R и конденсатора C (задача 58). На ее вход поступает сигнал синусоидальной формы. Нарисовать названную цепь и построить амплитудно-частотную, фазово-частотную и амплитудно-фазовую характеристики РС-цепи, используя значения таблицы 3.

Таблица 3 – Варианты заданий к задаче 59

Величина	Последняя цифра шифра учащегося									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$R, кОм$	100	150	200	250	120	140	160	180	80	60
$C, мк$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

60. Электрическая цепь состоит из резистора R и конденсатора C (задача 58). На ее вход поступает сигнал синусоидальной формы. Нарисовать названную цепь и, используя выражения для АЧХ и ФЧХ полученные в задаче 59 и данные таблицы 4, построить логарифмические частотные характеристики цепи.

Таблица 4 – Варианты заданий к задаче 60

Величина	Последняя цифра шифра учащегося									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$R, кОм$	100	150	200	250	120	140	160	180	80	60
$C, мк$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

61 . Определите сигнал $y(t)$ на выходе системы по известному входному сигналу $x(t)$ и передаточной функции системы $W(p)$. Формулы для $x(t)$ и $W(p)$ взять из таблицы 5.

Таблица 5 – Варианты заданий к задаче 61

	Последняя цифра шифра учащегося									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Номер формулы для $x(t)$ и $W(p)$	а)	б)	в)	г)	д)	е)	ж)	з)	и)	к)

а) $x(t) = 5 \cdot \sin t; \quad W(p) = \frac{4}{p}$

б) $x(t) = 8 \cdot \sin 0,25t; \quad W(p) = \frac{10}{4p+1}$

в) $x(t) = 2 \cdot \sin 10t; \quad W(p) = 2p$

г) $x(t) = 4 \cdot \sin 25t; \quad W(p) = 10(4p+1)$

д) $x(t) = 3 \cdot \sin 4t; \quad W(p) = \frac{2p+1}{4p+1}$

е) $x(t) = 6 \cdot \sin t; \quad W(p) = \frac{2}{4p+1}$

ж) $x(t) = 7 \cdot \sin 0,25t; \quad W(p) = \frac{5}{p}$

з) $x(t) = 3 \cdot \sin 10t; \quad W(p) = \frac{8}{5p+1}$

и) $x(t) = 4 \cdot \sin 25t; \quad W(p) = \frac{10p+1}{4p+1}$

к) $x(t) = 3 \cdot \sin 4t; \quad W(p) = 10p+1$

62. Используя структурную схему системы (рис.6), найдите следующие передаточные функции этой системы:

- а) передаточная функция разомкнутой системы;
 - б) передаточная функция замкнутой системы по задающему воздействию;
 - в) передаточная функция замкнутой системы по сигналу ошибки.
- Номер рисунка структурной схемы взять из таблицы 6.

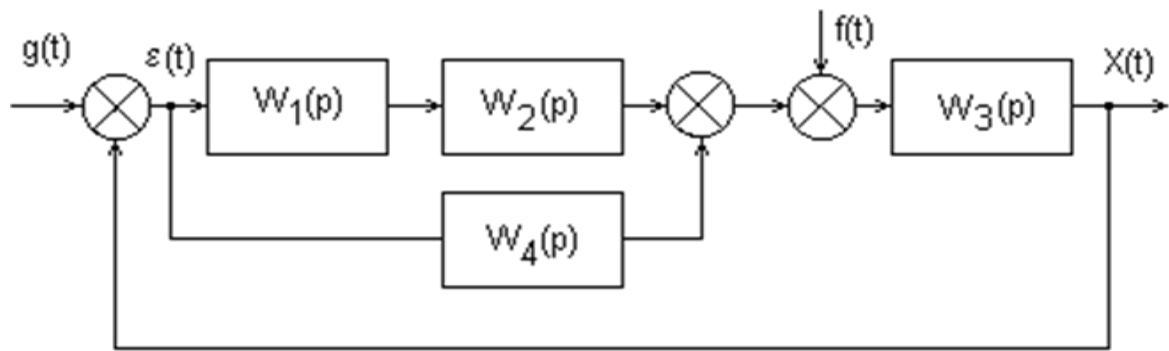
Таблица 6 – Варианты заданий к задаче 62

	Последняя цифра шифра учащегося									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Номер рисунка	6а)	6б)	6в)	6г)	6д)	6е)	6ж)	6з)	6и)	6к)

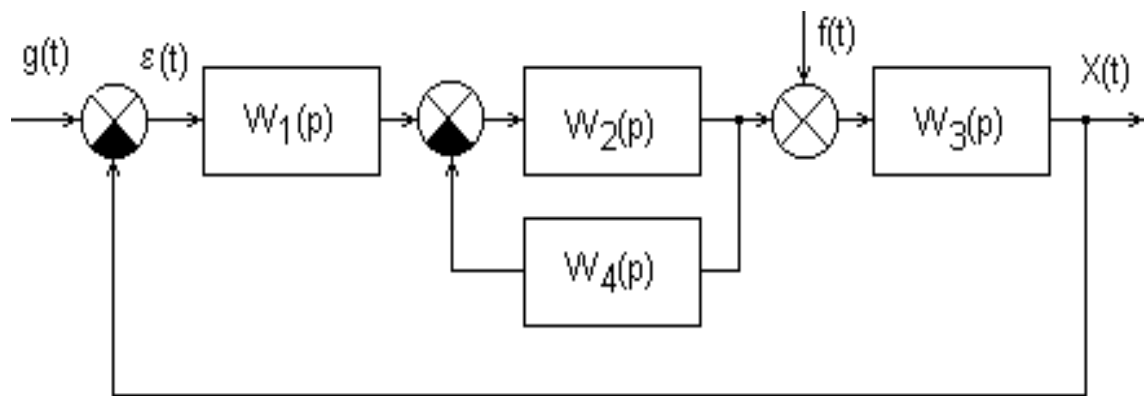
8 Таблица вариантов

Таблица 7 – Варианты заданий к домашней контрольной работе

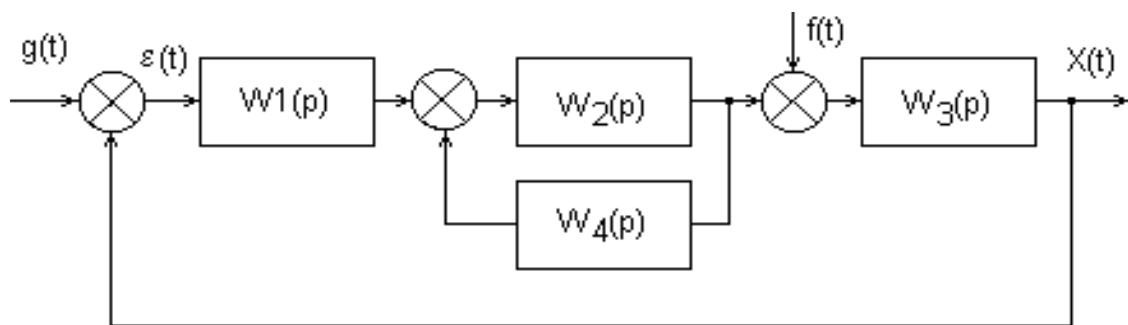
		Последняя цифра шифра учащегося									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
П р е д п о с л е д н я ц и ф р а ш и ф р а у ч а щ е г о с я	0	1,15,44, 58-62	11,25,54, 58-62	7,35,50, 58-62	3,16,54, 58-62	13,26,44, 58-62	9,36,54, 58-62	6,17,50, 58-62	2,27,54, 58-62	12,37,44 58-62	8,18,54, 58-62
	1	2,16,45, 58-62	12,26,55, 58-62	8,36,49, 58-62	4,17,53, 58-62	14,27,45, 58-62	10,37,55, 58-62	7,18,51, 58-62	3,28,53, 58-62	13,38,45, 58-62	9,19,55, 58-62
	2	3,17,46, 58-62	13,27,56, 58-62	9,37,48, 58-62	5, 18, 52, 58-62	1,28,46, 58-62	12,38,56, 58-62	8,19,52, 58-62	4,29,52, 58-62	14,39,46, 58-62	10,20,56, 58-62
	3	4,18,47, 58-62	14,28,57, 58-62	10,38,47, 58-62	6,19,51, 58-62	2,29,47, 58-62	13,39,57, 58-62	9,20,53, 58-62	5,30,51, 58-62	1,40,47, 58-62	11,21,57, 58-62
	4	5,19,48, 58-62	1,29,56, 58-62	11,39,46, 58-62	7,20,50, 58-62	3,30,48, 58-62	14,40,44 58-62	10,21,54, 58-62	6,31,50, 58-62	2,41,48, 58-62	12,22,56, 58-62
	5	6,20,49, 58-62	2,30,55, 58-62	12,40,45, 58-62	8,21,49, 58-62	4,31,49, 58-62	1,41,45, 58-62	11,22,55 58-62	7,32,49, 58-62	3,42,49, 58-62	13,23,55, 58-62
	6	7,21,50, 58-62	3,31,54, 58-62	13,41,44, 58-62	9,22,48, 58-62	5,32,50, 58-62	2,42,46, 58-62	12,23,56, 58-62	8,33,48 58-62	4,43,50, 58-62	14,24,54, 58-62
	7	8,22,51, 58-62	4,32,53, 58-62	14,42,57, 58-62	10,23,47, 58-62	6,33,51, 58-62	3,43,47, 58-62	13,24,57, 58-62	9,34,47, 58-62	5,15,51, 58-62	1,25,53, 58-62
	8	9,23,52, 58-62	5,33,52, 58-62	1,43,56, 58-62	11,24,46, 58-62	7,34,52, 58-62	4,15,48, 58-62	14,25,56, 58-62	10,35,46 58-62	6,16,52, 58-62	2,26,52, 58-62
	9	10,24,53, 58-62	6,34,51, 58-62	2,15,55, 58-62	12,25,45, 58-62	8,35,53, 58-62	5,16,49 58-62	1,26,55, 58-62	11,36,45 58-62	7,17,53, 58-62	3,27,51, 58-62



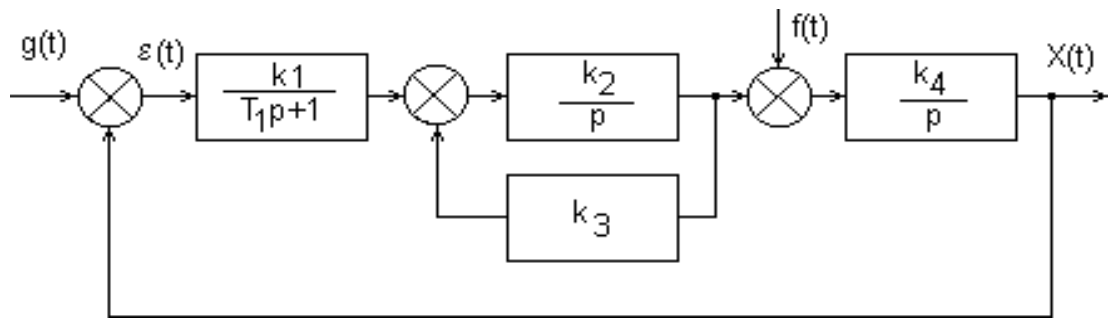
a)



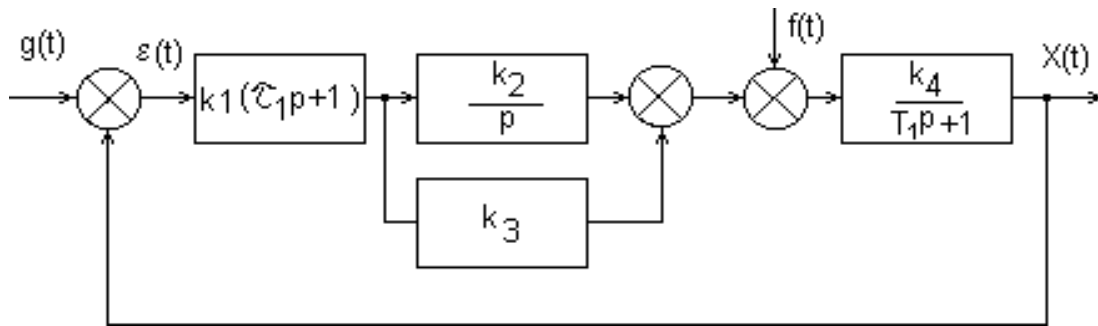
б)



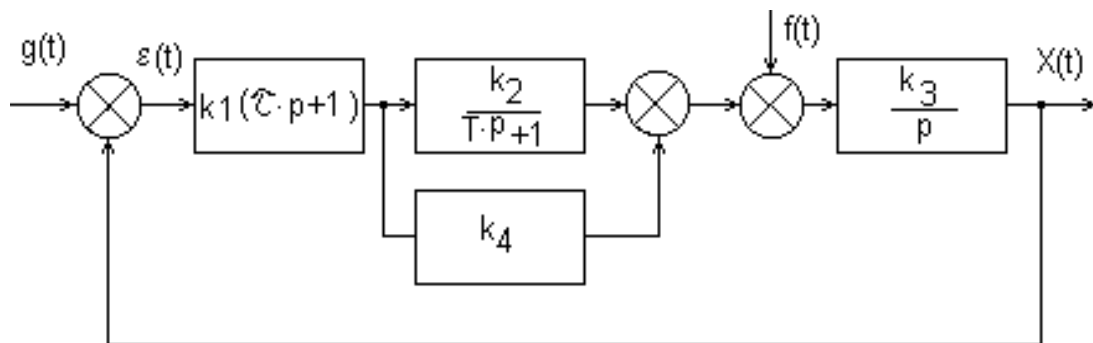
B)



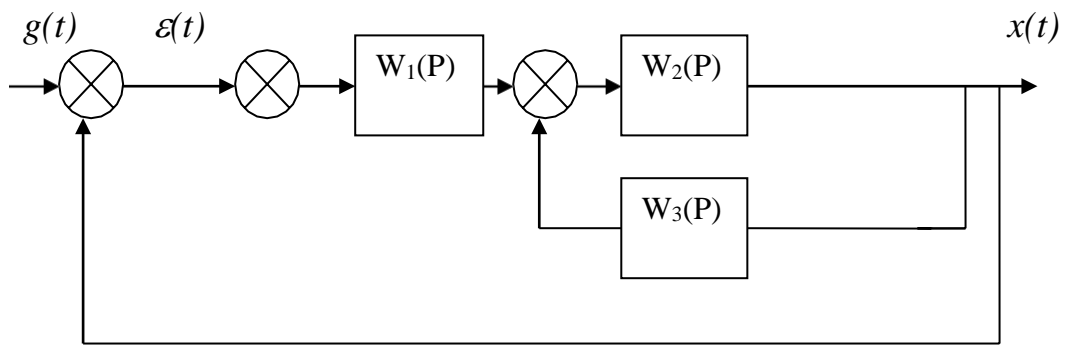
г)



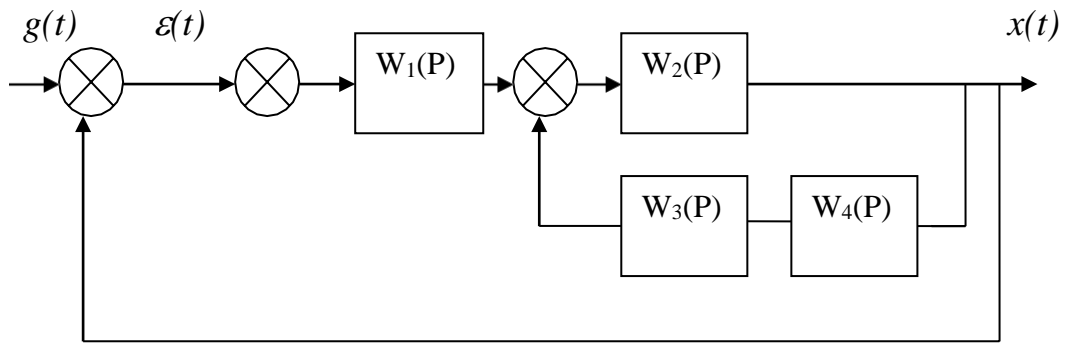
д)



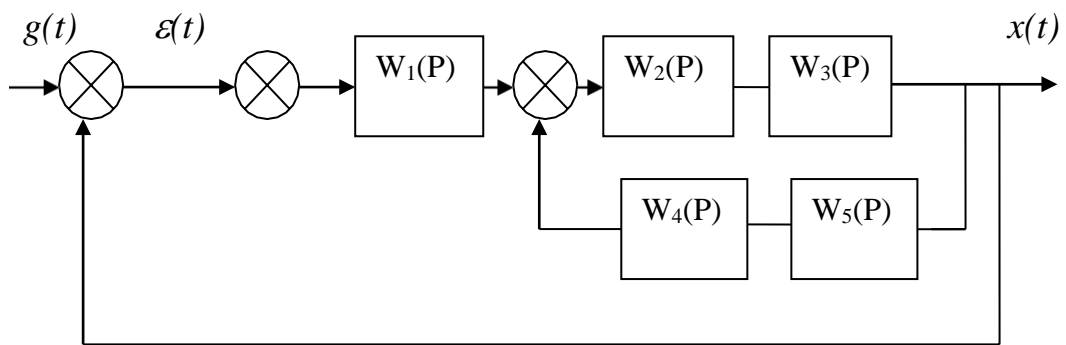
е)



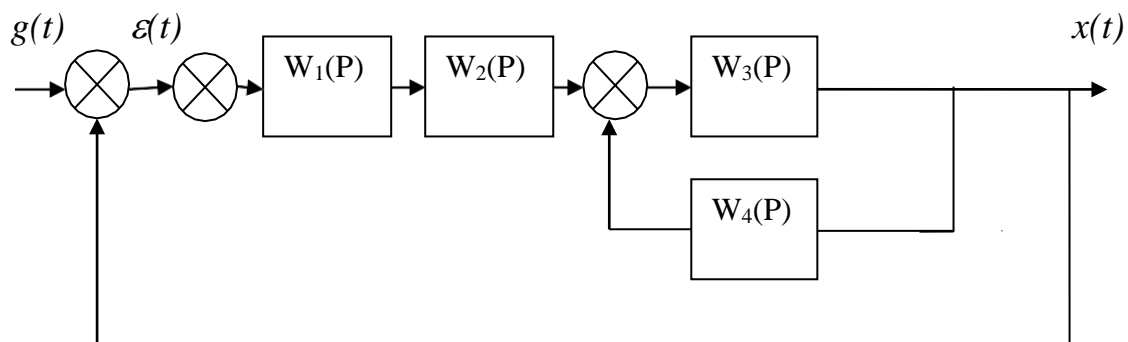
ж)



з)



и)



к)

Рисунок 6 а) – к) Структурные схемы систем автоматического регулирования

9 Критерии оценки результатов учебной деятельности учащихся заочного отделения при выполнении домашней контрольной работы по учебной дисциплине «Локальные системы автоматики»

<i>Результат усвоения учебного материала по дисциплине</i>	<i>оценка результатов учебной деятельности.</i>
<p>Работа выполнена не в полном объеме или не соответствует заданию. Вопросы не раскрыты или раскрыты частично. Много нарушений в последовательности, логичности изложения материала. Ответы на контрольные вопросы безграмотны или обоснованы безграмотно. Допущено множество конструктивных, технологических, математических ошибок. Контрольная работа и ее графическая часть оформлены неаккуратно, небрежно, с множественными грамматическими и стилистическими ошибками, нарушениями требований стандартов ЕСКД и ЕСТД. Учащийся не способен обосновать принятые решения или не владеет материалом, изложенным в ответах на контрольные вопросы.</p>	<p align="center"><i>не зачтено</i></p>
<p>Работа выполнена в полном объеме и соответствует заданию. Материал изложен последовательно, логично, грамотно. Соблюдена в целом логика и последовательность изложения материала. Ответы на контрольные вопросы с технической точки зрения обоснованы достаточно полно и достаточно убедительно и являются результатом исследовательской, творческой работы учащегося с учетом известных направлений в развитии науки и техники. Контрольная работа и ее графическая часть оформлены аккуратно, в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД и ЕСТД</p>	<p align="center"><i>зачтено</i></p>