

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ «БЕЛЭНЕРГО»
УО «МИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
КОЛЛЕДЖ»

УТВЕРЖДАЮ
И. о. директора зам. директора по УР
УО «МГЖ»
Е. П. Сайковская
« 20 22 г.



АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ

Методические указания по выполнению домашней контрольной работы
для учащихся заочной формы получения образования

2-43 01 04 «Тепловые электрические станции»
(шифр и название специальности)

Разработал преподаватель

Заяц Т.Н.
(подпись)

Заяц Т.Н.
(ФИО)

Рассмотрено и одобрено на заседании цикловой комиссии
специальных теплотехнических дисциплин
(наименование цикловой комиссии)

Протокол № 7 от 17.02 20 22 г.

Председатель цикловой комиссии

Плеско Ю.П.
(подпись)

Плеско Ю.П.
(ФИО)

Согласовано
Методист колледжа

Кашоркина О.В.
(подпись)

Кашоркина О.В.
(ФИО)

Заведующий заочным отделением

(подпись)

(ФИО)

Содержание

1 Пояснительная записка	3
2 Краткое содержание программы	6
3 Общие требования по оформлению домашней контрольной работы	9
4 Методические указания по выполнению домашней контрольной работы	11
5 Задания для домашних контрольных работ.....	15
6 Оценка результатов учебной деятельности при выполнении домашней контрольной работы	22
7 Литература	23

1 Пояснительная записка

Методические указания по изучению учебной дисциплины «Автоматизация тепловых процессов» и выполнению домашней контрольной работы разработаны в соответствии с образовательным стандартом среднего специального образования для специальности 2-43 01 04 «Тепловые электрические станции».

Учебная программа по учебной дисциплине «Автоматизация тепловых процессов» предусматривает изучение основных методов и средств автоматизации и управления основного и вспомогательного оборудования тепловых электростанций.

Изучение дисциплины следует проводить с учетом специфики специализации, по которой подготавливается будущий специалист.

Цели изучения учебной дисциплины:

обучающая:

- формирование основных знаний и навыков в области автоматизации теплоэнергетических процессов;
- формирование знаний современными техническими средствами автоматизации используемые для ведения технологических процессов ТЭС, АЭС и промышленных предприятий;
- формирование умений организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество;
- формирование умений работать с автоматическими системами регулирования измерения и анализ проведенных измерений;
- формирование умений и навыков осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального развития;

воспитательная:

- формирование стремления к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства;
- формирование убеждений социальной значимости своей будущей профессии;
- формирование высокой мотивации к выполнению профессиональной деятельности;
- формирование работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами;

развивающая:

- способствовать развитию психофизиологических профессионально значимых свойств личности;
- способствовать развитию умения выделять главное, способности к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения;
- создавать условия для развития технического, творческого мышления;
- способствовать профессиональному и личностному развитию (самостоятельно работать, осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач).

Программа дисциплины базируется на знании учащимися дисциплин: «Теплотехнические измерения», «Основы электротехники», «Котельные установки тепловых электростанций», «Турбинные установки тепловых электростанций».

При изучении дисциплины следует соблюдать единство терминологии и обозначения в соответствии с действующими стандартами и международной системой СИ.

При изложении материала дисциплины следует учитывать современные отечественные и зарубежные достижения в области измерительной техники.

Для закрепления и углубления теоретических знаний учащимися программой предусматривается выполнение лабораторных работ, проведение практических занятий и контрольная работа.

При изучении материала дисциплины необходимо использовать технические средства обучения (ТСО), образцы оборудования и приборов, электрифицированные обучающие стенды, вычислительную технику.

У учащихся необходимо развивать самостоятельность. Научить на практике использовать навыки и умения с учетом индивидуальных способностей.

Программой определены цели изучения каждой темы, прогнозируются результаты их достижения в соответствии с уровнями усвоения содержания учебного материала.

Учащиеся должны знать:

на уровне представления:

- основные понятия управления и автоматизации;
- типовые линейные законы регулирования;
- техническую структуру АСР и ее элементы;
- понятие о логическом управлении, об автоматических тепловых защитах, их назначении, принцип построения.

на уровне понимания:

- принцип действия регулирующей аппаратуры;
- математические модели объектов регулирования и автоматических регуляторов;
- типовые звенья и типовые соединения звеньев, их использование в АСР;
- структурные схемы АСР;
- схемы автоматического регулирования технологических процессов и защит теплоэнергетического оборудования ТЭС.

2 Краткое содержание программы

Учебная дисциплина «Автоматизация тепловых процессов» изучается в соответствии с учебным планом и программой в количестве 52 часа.

Введение. Цели и задачи дисциплины, ее характеристика и связь с другими специальными дисциплинами.

Раздел 1 Автоматизация теплоэнергетических процессов.

Тема 1.1 Основные понятия управления и автоматизации.

Вопросы для самоконтроля:

1. Перечислите цели управления.
2. Что такое управляющее и возмущающее воздействие?
3. Дайте определение понятиям «управление», «объект управления».
4. Перечислите разновидности автоматических систем управления.
5. Перечислите основные свойства теплоэнергетических объектов управления.
6. Что называется качеством управления?

Тема 1.2 Автоматизированные системы регулирования.

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите основные элементы одноконтурной АСР.
2. Что называется объектом регулирования и регулятором?
3. Перечислите основные типовые законы регулирования.
4. Перечислите основные типовые звенья.
5. Поясните работу автоматических систем регулирования, действующих по возмущению.
6. Перечислите виды соединений типовых звеньев.
7. Охарактеризуйте параллельное, последовательное и смешанное соединение звеньев.

Тема 1.3 Технические средства автоматизированных систем управления.

Вопросы для самоконтроля:

1. Перечислите элементы, которые входят в техническую структуру АСР.

2. Поясните назначение микропроцессорных средств автоматизации.

3. Перечислите регулирующие органы, применяемые в автоматизации тепловых процессов.

4. Что такое МЭО и какова его конструкция?

5. Для чего предназначены исполнительные механизмы?

Тема 1.4 Автоматическое регулирование барабанных и прямоточных паровых котлов.

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите участки регулирования барабанного парового котла.

2. Как формируется сигнал по теплоте в барабанном котле?

3. Как регулируется экономичность процесса горения прямоточных котлов?

4. В чем основное отличие прямоточного котла от барабанного как объекта управления?

5. Поясните принцип действия АСР питания котла водой.

Тема 1.5 Автоматизация энергетического блока и вспомогательного оборудования ТЭС.

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите основные периодические операции по автоматическому управлению топливоподачей.

2. Как осуществляется автоматическая загрузка бункеров углем.

3. Какие сигналы характеризуют загрузку мельницы углем?

4. Что входит в автоматизацию пуска блока?

5. Как действует автоматический регулятор подачи пара к уплотнениям турбины?

Тема 1.6 Системы логического управления и автоматические тепловые защиты.

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите типовые логические элементы.
2. В чем состоит сущность дистанционного управления?
3. Какие алгебраические операции воспроизводятся с помощью типовых логических элементов?
4. Назовите способы дистанционного управления.
5. В чем состоит назначение устройств тепловой защиты?
6. Перечислите основные виды защит прямоточного парового котла.
7. Перечислите основные виды защит барабанного парового котла.

Тема 1.7 Автоматизированные системы управления на ТЭС.

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите назначение и состав функций АСУ ТП по энергоблоку.
2. Расскажите о компоновке блочного щита управления.
3. Перечислите информационные функции АСУ ТП.
4. Из чего состоит функциональная схема АСУ ТП?
5. Назовите основные управляющие функции АСУ ТП ТЭС.

3 Общие требования по оформлению домашней контрольной работы

Домашняя контрольная работа может быть выполнена в печатном варианте или рукописно.

Рукописная работа выполняется в отдельной тетради «в клеточку» с пронумерованными страницами и отведенными полями шириной 30 мм.

Вопросы и задачи контрольной работы переписываются по порядку, без сокращений. На каждый переписанный вопрос сразу же дается ответ. После каждого ответа на вопрос выделяется свободное пространство, а в конце работы 1,2 страницы для рецензии.

Возможно выполнение работы на компьютере и отпечатанный текст на белой бумаге формата А4 с одной стороны листа. Оформление работы должно быть единообразным, с соблюдением следующих типографических требований:

- поля: левое – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм;
- шрифт текста размером 14 пт., гарнитурой Times New Roman;
- шрифт заголовков (все прописные), подзаголовков 16 пт., гарнитурой Times New Roman;
- межстрочный интервал – полуторный;
- отступ красной строки – 1,25;
- номера разделов, подразделов, пунктов и подпунктов следует выделять полужирным шрифтом;
- разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определённых терминах, формулах, теоремах, применяя шрифты разной гарнитуры;
- выравнивание текста – по ширине, перенос слов не допускается.

При делении вопроса на пункты и подпункты необходимо, чтобы каждый пункт содержал законченную информацию.

В соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95 «НСКД, Требования к оформлению текстовых документов» оформление домашней контрольной работы должно осуществляться по следующим правилам: все части домашней контрольной работы следует излагать только на одном из государственных языков.

На лицевой части работы помещается *наклейка*, установленного образца. В наклейке обязательно заполняются все графы. Фамилия, имя и отчество пишутся полностью.

Вопросы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами без точки. Наименование вопросов следует располагать по центру строки без точки в конце, прописными буквами жирным начертанием, отделяя от текста одной пустой строкой.

При необходимости деления вопроса на несколько подвопросов, наименование подвопроса следует располагать по левому краю строки без точки в конце, с первой прописной буквы жирным начертанием, отделяя от текста одной пустой строкой и записывать с абзацного отступа.

Домашняя контрольная работа, предъявленная после установленного учебным графиком срока ее сдачи, принимается на рецензирование с разрешения руководителя учреждения образования.

4 Методические указания по выполнению домашней контрольной работы

Введение.

Цели и задачи дисциплины, ее характеристика и связь с другими специальными дисциплинами. Связь автоматизации тепловых процессов на электростанциях с теплотехническими измерениями. Экономическое и социальное значение автоматизации.

[5],(с. 6-18).

Раздел 1

Тема 1.1 Основные понятия управления и автоматизации.

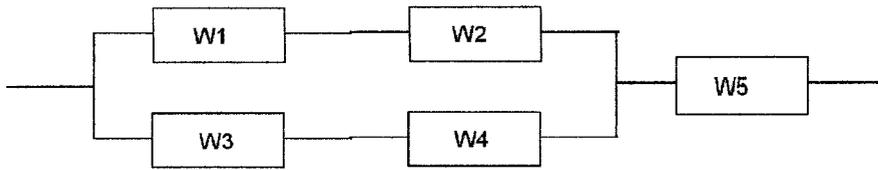
Определение понятий управления, объект управления, управляемые переменные, управляющие и возмущающие воздействия. Основные свойства теплоэнергетических объектов управления. Цели управления. Понятия о качестве управления. Автоматизация. Разновидности автоматических систем управления. [5],(с. 11-200).

Тема 1.2. Автоматизированные системы регулирования

Принципиальная и структурная схемы АСР. Объект регулирования и автоматический регулятор. Типовые линейные алгоритмы (законы) регулирования: пропорциональный, интегральный, пропорционально-интегральный, пропорционально-интегрально-дифференциальный. Понятие о позиционных нелинейных алгоритмах регулирования и автоматических регуляторов. Типовые звенья и типовые соединения звеньев, и их использование для построения математической модели АСР. Устойчивость АСР, влияние на устойчивость параметров [5], (с. 13-14, 36-50, 50-53).

Пример 1

Написать и рассчитать общую передаточную функцию системы, если известно: $W_1=W_2=1$, $W_3=W_4=2$, $W_5=3$.



Решение:

1. W_1 и W_2 соединены последовательно, следовательно их общая передаточная функция будет выглядеть следующим образом:

$$W_{12} = W_1 * W_2 = 1$$

2. W_3 и W_4 соединены последовательно, следовательно их общая передаточная функция будет выглядеть следующим образом:

$$W_{34} = W_3 * W_4 = 4$$

3. W_{12} и W_{34} соединены параллельно, следовательно их общая передаточная функция будет выглядеть следующим образом:

$$W_{1234} = W_{12} + W_{34} = 1 + 4 = 5$$

4. W_{1234} и W_5 соединены последовательно, следовательно их общая передаточная функция будет выглядеть следующим образом:

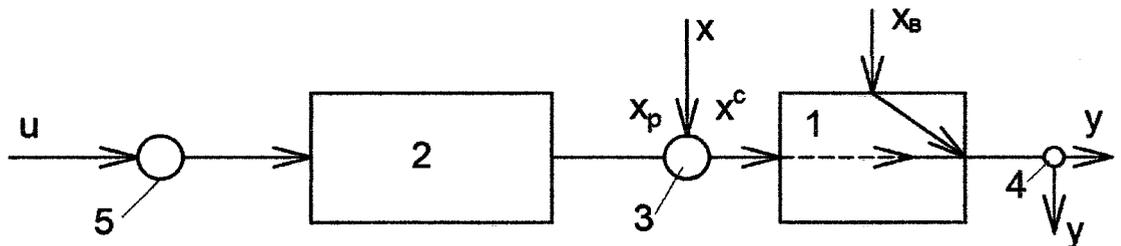
$$W_{12345} = W_{1234} * W_5 = 5 * 3 = 15$$

Ответ: 15

Пример 2

Изобразите разомкнутую структурную схему автоматической системы регулирования и дайте пояснения ее основным элементам и сигналам.

Решение:



1- объект регулирования;

2- регулятор ;

3- регулирующий орган ;

4- точка разветвления;

5- элемент сравнения

x_v - внешние возмущающие воздействие;

x_p - регулирующее воздействие ;

x^c - значение сумматора ;

y - выходной сигнал;

u - входной сигнал.

Схема, приведенная на рисунке отражает работу автоматического устройства. Условные обозначения сигналов - безмерные величины. Выходная величина объекта регулирования может изменяться под действием двух факторов: внешнего возмущающего воздействия и регулирующего воздействия. При этом увеличение или уменьшение y вызывает перемещение регулирующего органа, что приводит к изменению регулирующего воздействия x_p . Поскольку воздействие с выхода объекта на его вход осуществляется в рассматриваемом примере лишь по единственному каналу, система называется *одноконтурной*. Передача воздействия с выхода объекта или системы регулирования на вход носит название объекта или системы регулирования на вход носит название *обратной связи*. Канал, по которому передается это воздействие, называется каналом обратной связи.

Тема 1.3. Технические средства автоматизированных систем управления

Техническая структура АСР и ее элементы. Агрегатированные комплексы электрических (электронных) средств регулирования, состав комплексов. Микропроцессорные средства автоматизации. Электрические ИМ. Пневматические регуляторы и механизмы. Регулирующие органы теплоэнергетических объектов управления. [5],(с.324-329).

Тема 1.4. Автоматическое регулирование барабанных и прямоточных паровых котлов

Задачи и схемы автоматического регулирования паровых котлов. Барабанный паровой котел как объект управления. Регулирование давления пара и тепловой нагрузки, экономичности процесса горения, разрежения в топке, температуры перегрева пара, уровня в барабане котла, качества котловой воды.

[5],(с.197-223).

Тема 1.5. Автоматизация энергетического блока и вспомогательного оборудования ТЭС

Схемы управления мощностью энергоблока и группы энергоблока. Автоматизация пуска блока. Схемы автоматизации вспомогательного оборудования ТЭС. [5],(с. 236-258).

Тема 1.6. Системы логического управления и автоматические тепловые защиты Понятие о логическом управлении. Двоичные сигналы (логические переменные), их формирование. Логические автоматы, методы их математического описания. Примеры логических автоматов. Автоматические тепловые защиты, их назначение, принцип построения. [5], (с. 277-299).

Тема 1.7. Автоматизированные системы управления на ТЭС

Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП). Информационные и управляющие функции АСУ ТП энергоблока ТЭС. Техническая структура АСУ ТП энергоблока. Структура и назначение УВМ. Блочный щит управления, его компоновка. [5], (с. 319-333).

5 Задания для домашних контрольных работ

К выполнению заданий следует приступать после изучения соответствующих разделов учебной дисциплины. Каждое контрольное задание состоит из вопросов и задач.

Домашняя контрольная работа выполняется студентом согласно номеру по списку в группе. Работа включает в себя 2 теоретических вопроса и 1 задача. Срок сдачи выполненной работы указан в учебном графике специальности.

№ по списку в журнале	№ вопроса
1	1,25,55
2	2,26,54
3	3,27,53
4	4,28,52
5	5,29,51
6	6,30,50
7	7,31,49
8	8,32,48
9	9,33,47
10	10,34,46
11	11,35,45
12	12,36,44
13	13,37,43
14	14,38,42
15	15,39,41

№ по списку в журнале	№ вопроса
16	16,40,55
17	17,24,54
18	18,23,53
19	19,22,52
20	1,20,51
21	2,21,50
22	3,22,49
23	4,23,48
24	5,24,47
25	6,25,46
26	7,26,45
27	8,27,44
28	9,28,43
29	10,29,42
30	11,30,41

Задания

1. Автоматизация. Автоматическое регулирование.
2. Автоматический регулятор.
3. Автоматизация тепловой части электростанции.
4. Объект управления. Ошибка регулирования.
5. Регулятор давления прямого действия.
6. Регулирующая арматура ТЭС.
7. Структурная схема АСР.
8. АСР, действующая по отклонению регулируемой величины.
9. АСР, действующая по возмущению.
10. Типовые динамические звенья.
11. Инерционное звено первого порядка.
12. Инерционное звено второго порядка.
13. Интегрирующее звено.
14. Звено запаздывания.
15. Параллельное соединение звеньев.
16. Последовательное соединение звеньев.
17. Типовые законы регулирования.
18. Р- закон регулирования.
19. П- и И- законы регулирования.
20. ПИ- закон регулирования.
21. ПИД- закон регулирования.
22. Структуры типовых регуляторов.
23. Выбор типа регулятора.
24. Промышленные регуляторы и их основные элементы.
25. Требования к датчикам промышленных регуляторов.
26. Исполнительные механизмы.
27. Исполнительные механизмы типа МЭО.
28. Назначение тепловой автоматики на ТЭС.
29. Регулирующие органы теплоэнергетических установок.

30. Регулирующие органы расхода пара, газа и жидкости.
31. Регулирование подачи тягодутьевых машин и насосов.
32. Регулирующие органы подачи топлива.
33. Барабанный паровой котел как объект управления.
34. Характеристика участка регулирования.
35. Системы дистанционного управления.
36. Системы логического управления.
37. Назначение автоматических тепловых защит.
38. Организация управления теплоэнергетическими установками.
39. Функциональная структура АСУ ТП.
40. Реализация АСУ ТП ТЭС.
41. Написать и рассчитать общую передаточную функцию системы, если известно: $W_1 = W_2 = 1$, $W_3 = W_4 = 2$, $W_5 = W_6 = 3$.

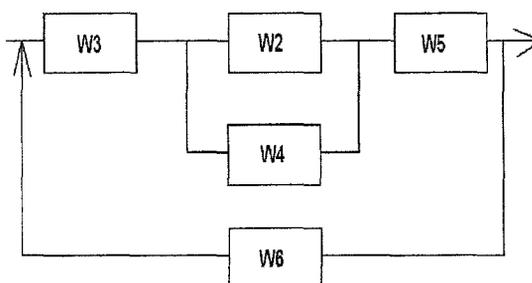


Рисунок 1

42. Написать и рассчитать общую передаточную функцию системы, если известно: $W_1 = W_2 = 1$, $W_3 = W_4 = 2$, $W_5 = W_6 = 3$.

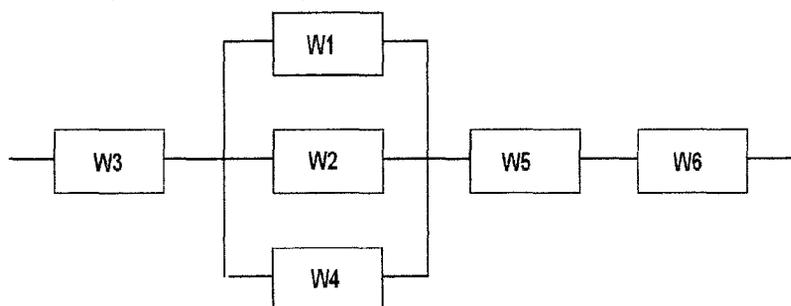


Рисунок 2

43. Написать и рассчитать общую передаточную функцию системы, если известно: $W_1 = W_2 = 1$, $W_3 = W_4 = 2$, $W_5 = W_6 = 3$.

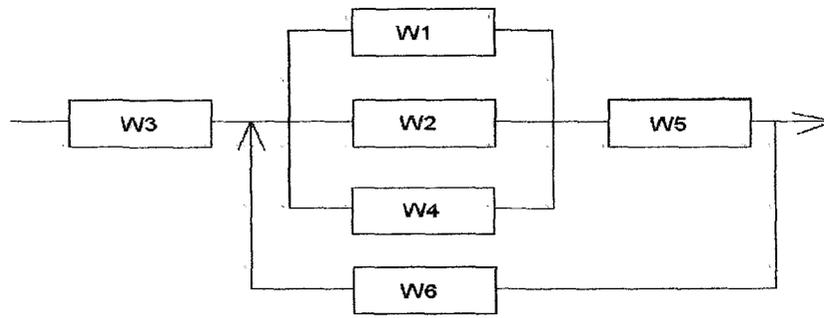


Рисунок 3

44. Дайте название схеме, представленной на рисунке 4. Опишите способ регулирования и процесс формирования сигналов.

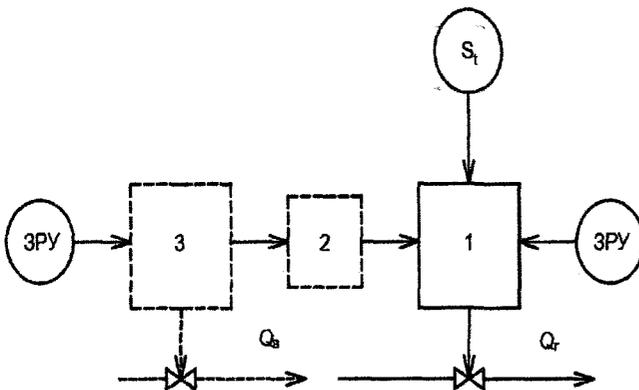


Рис.4. Схема автоматического регулирования:
1-регулятор разрежения; 2-устройство дифференцирования; 3-регулятор воздуха

45. Дайте название схеме, представленной на рисунке 5. Опишите способ регулирования и процесс формирования сигналов.

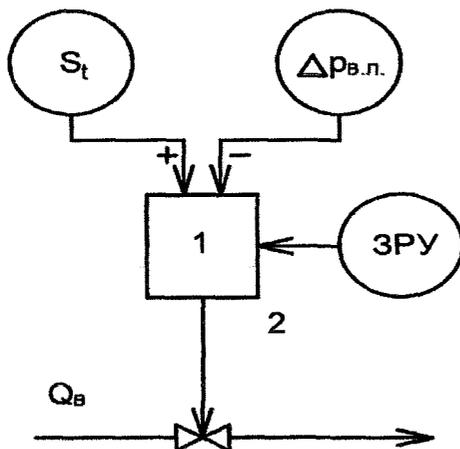


Рис 5. Схема автоматического регулирования:
1-регулятор подачи воздуха; 2-регулирующий орган

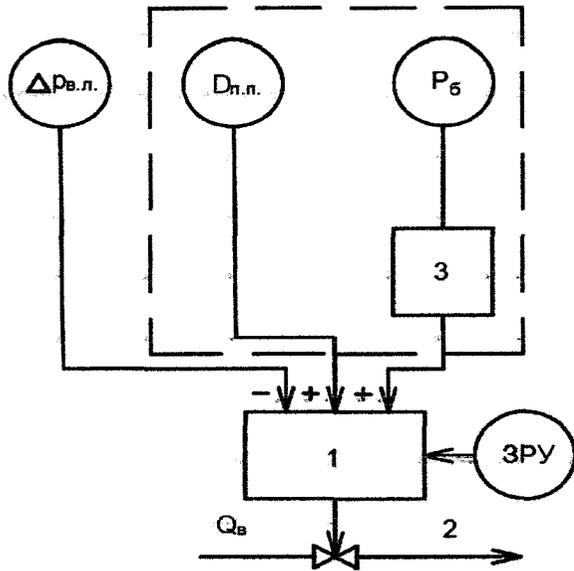


Рис.6. Схема автоматического регулирования:
 1-регулятор подачи воздуха;
 2-регулирующий орган;3-дифференциатор

46. Дайте название схеме, представленной на рисунке 6. Опишите способ регулирования и процесс формирования сигналов.

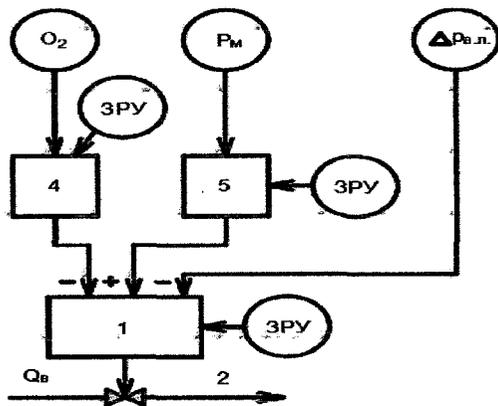
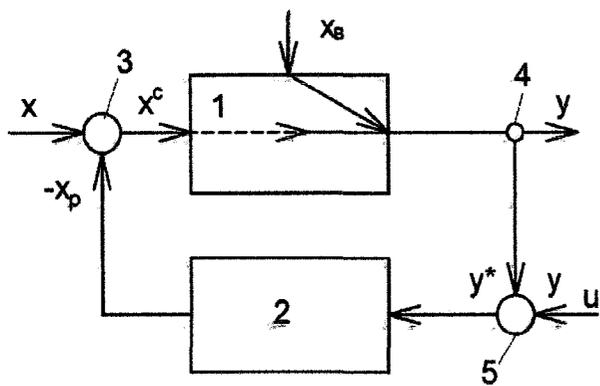


Рис. 7. Схема автоматического регулирования:
 1-регулятор подачи воздуха; 2-регулирующий орган; 4-корректирующий регулятор воздуха;
 5-регулятор задания по нагрузке

47. Дайте название схеме, представленной на рисунке 7. Опишите способ регулирования и процесс формирования сигналов.



48. Дайте характеристику схемы, представленной на рисунке 8. Опишите основные воздействия и сигналы.

Рис. 8. Структурная схема АСР(замкнутая):
 1-объект регулирования; 2- регулятор;
 3- регулирующий орган; 4- точка разветвления;
 5- элемент сравнения сигналов y и u

49. Дайте характеристику схемы, представленной на рисунке 9. Опишите основные воздействия и сигналы.

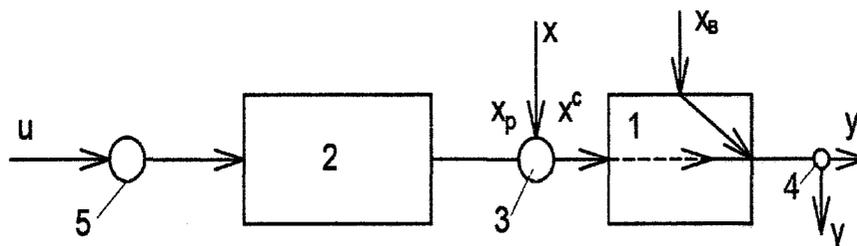


Рис. 9. Структурная схема АСР (разомкнутая): 1-объект регулирования; 2- регулятор;
 3- регулирующий орган; 4- точка разветвления; 5- элемент сравнения сигналов y и u

50. Составьте структурную схему автоматической системы регулирования шламowego режима осветлителей и объясните ее работу.

51. Составьте структурную схему автоматической системы регулирования загрузки мельницы и объясните ее работу.

52. Составьте структурную схему автоматической системы регулирования температуры за мельницей и объясните ее работу.

53. Составьте структурную схему автоматической системы регулирования температурного режима для котлов, работающих на газомазутном топливе и объясните ее работу.

54. Составьте структурную схему автоматической системы регулирования тепловой нагрузки температурного режима по соотношению вода-теплота и объясните ее работу.

55. Составьте структурную схему автоматической системы регулирования питания водой барабанного котла и объясните ее работу.

6 Оценка результатов учебной деятельности при выполнении домашней контрольной работы

По результатам выполненной домашней контрольной работы выставляется отметка «зачтено». Отметка «не зачтено» выставляется, если в контрольной работе не раскрыты теоретические вопросы, задания, или ответы на них полностью переписаны из учебной литературы, без адаптации к конкретному заданию, если имеются грубые ошибки в решении задач, выполнении графического задания.

Результат выполнения домашней контрольной работы	Оценка результатов учебной деятельности
Работа выполнена не в полном объеме или не соответствует заданию и т.д. Допущены существенные ошибки, такие как не раскрыты теоретические вопросы (основные понятия, формулировки, отсутствует описание или объяснение схемы прибора; неполное описание классификации приборов и т. д.), если имеются грубые ошибки в решении задач (неверно или неполно произведен расчет, имеются ошибки в расчетных зависимостях, неверно указано значение из справочной литературы).	Не зачтено
Работа выполнена в полном объеме и соответствует заданию и т.д. Допущены несущественные ошибки, не искажающие сути вопроса, такие как нарушена логическая последовательность изложения ответа и (или) если ответы даны на все вопросы задания и в каждом ответе изложено не менее 75% материала от необходимого по данному вопросу.	Зачтено

7 Литература

Основная

Космодамианский, А.С. Автоматические системы регулирования: учеб. пособие / А. С. Космодамианский. - М.: РГОТУПС, 2004. – 39 с.

Ротач, В.Я. Учебник для вузов. — 2-е изд., перераб и доп. — М.: Издательство МЭИ, 2004. — 400 с.

Клюев, А.С., Глазов, Б.В., Дубровский, А.Х. , Клюев, А.А. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. Справочное пособие / А.С. Клюев, Б.В. Глазков, А.Х. Дубровский, А.А. Клюев. – М.: Энергия, 1990. – 464 с.

Дополнительная

Клюев, А.С., Товарное, А.Г. Наладка систем автоматического регулирования котлоагрегатов / А.С. Клюев, А.Г. Товарное. - М., «Энергия», 1970.

Плетнев, Г.П. Автоматическое управление и защита теплоэнергетических установок электростанций. – М.: Энергоатомиздат, 1986.

Плютинский, В.И. Автоматическое управление и защита теплоэнергетических установок АЭС: Учеб. для энерг. и энергостроит. техникумов / В. И. Плютинский, В. И. Погорелов. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 295 с.

Файерштейн, Л.М. Справочник по автоматизации котельных / Л.М. Файерштейн. - М.: Энергия, 1979.

Нормативные документы:

ГОСТ 21.404.-85 СЦДС «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах».

ГОСТ 21-404-85. Условные обозначения приборов и средств автоматизации на схемах.