

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ
И РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА
ФГБОУ ВО КОСТРОМСКАЯ ГСХА

Кафедра физики и автоматики

ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

**ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СХЕМЫ
СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

*Для контактной и самостоятельной работы студентов,
обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и
электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение»
очной и заочной форм обучения*

КАРАВАЕВО
Костромская ГСХА
2021

УДК 65.011.56

ББК 40.70

Т 33

Составитель: канд. техн. наук, доцент, декан электроэнергетического факультета, доцент кафедры физики и автоматики Костромской ГСХА *А.В. Рожнов.*

Рецензент: канд. экон. наук, доцент, заведующий кафедрой электроснабжения и эксплуатации электрооборудования Костромской ГСХА *А.А. Васильков.*

Рекомендовано методической комиссией электроэнергетического факультета в качестве учебного пособия для контактной и самостоятельной работы студентов, обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение» очной и заочной форм обучения

Т 33 **Теория автоматического управления. Принципиальные и функциональные схемы систем автоматического управления :** учебное пособие / сост. А.В. Рожнов. — Каравеево : Костромская ГСХА, 2021. — 18 с. ; 20 см. — 50 экз. — Текст непосредственный.

В издании даны основные теоретические сведения и методика составления функциональных схем систем автоматического управления, план работы, вопросы для обсуждения, практические задачи.

Учебное пособие предназначено для контактной и самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины «Теория автоматического управления», а также для проведения практических занятий в интерактивной форме со студентами направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение» очной и заочной форм обучения.

УДК 65.011.56

ББК 40.70

© ФГБОУ ВО Костромская ГСХА, 2021

© А.В. Рожнов, составление, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. Изучение методов чтения принципиальных схем САУ.....	5
2. Изучение методов составления функциональных схем САУ	7
3. Пример составления функциональной схемы по принципиальной электрической схеме САУ	9
Список рекомендуемых источников.....	18

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Теория автоматического управления» относится к обязательной части ОПОП ВО направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Основная цель преподавания дисциплины заключается в формировании знаний и практических навыков по анализу, синтезу, выбору и использованию современных средств автоматизации. Это предполагает умение работать с различными видами и типами схем.

Практические занятия проводятся в интерактивной форме.

При проведении практических занятий (ПЗ1 и ПЗ2) используются методы:

- *брифинг* — краткий опрос студентов по рассматриваемой теме с разбором ответов;
- *анализ конкретных ситуаций* (простых, критических);
- *кейс-метод*, основанный на обучении путем решения конкретных задач — ситуаций. Студенты должны проанализировать ситуацию, разобраться в сути проблемы, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них.

Цель издания — сформировать знания и практические навыки по составлению функциональных схем систем автоматического управления.

Задача — научить составлять функциональные схемы систем автоматического управления.

В издании даны основные теоретические сведения и методика составления функциональных схем систем автоматического управления, план работы, вопросы для обсуждения, практические задачи.

Учебное пособие предназначено для изучения дисциплины «Теория автоматического управления» и проведения практических занятий в интерактивной форме со студентами направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) Электроснабжение, очной и заочной форм обучения.

1. ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОВ ЧТЕНИЯ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ СХЕМ САУ

Цель: формирование знаний и практических навыков по чтению принципиальных схем систем автоматического управления.

ЗНАНИЯ, УМЕНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ НА ЗАНЯТИИ

Знать:

- виды и типы схем;
- требования к схемам;
- условные графические обозначения элементов автоматики в схемах.

Уметь:

- читать принципиальные схемы систем автоматического управления.

Владеть навыками:

- определения элементной базы схемы;
- составления логики работы схемы;
- логического нахождения причин отклонений в работе схемы.

Материально-техническое оборудование:

- стенд для изучения системы управления зерноочистительным комплексом КЗС-20Ш;
- технологическая схема очистки зерна (электрифицированный макет);
- принципиальная электрическая схема управления, блокировки и сигнализации машин и механизмов зерноочистительного отделения комплекса КЗС-20Ш (планшет).

ПЛАН РАБОТЫ

1. Повторение материала, изложенного в источниках, рекомендованных для подготовки к занятию.

2. Ознакомление с пультом управления зерноочистительного отделения комплекса КЗС-20Ш.

3. Изучение технологической схемы очистки зерна (электрифицированный макет).

4. Изучение технологических режимов работы зерноочистительного отделения комплекса КЗС-20Ш (таблица на пульте управления).

5. Изучение принципиальной электрической схемы управления, блокировки и сигнализации машин и механизмов зерноочистительного отделения комплекса КЗС-20Ш (планшет).

ВОПРОСЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ (детализируют положения плана)

1. Понятие схемы.
2. Виды и типы схем.
3. Требования к схемам.
4. Условные графические обозначения элементов автоматики в схемах.
5. Структура и принцип построения принципиальной электрической схемы управления, блокировки и сигнализации машин и механизмов зерноочистительного отделения комплекса КЗС-20Ш?

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ (общие и индивидуальные/творческие)

1. Найти на верхней панели и внутри пульта аппаратуру, установленную согласно принципиальной схеме управления.
2. Определить назначение элементной базы по принципиальной схеме.
3. Проанализировать один из рабочих режимов по принципиальной схеме, объяснить работу отдельных элементов схемы, последовательность включения.
4. Убедиться, что аварийное отключение любой машины, участвующей в технологическом процессе, приводит к отключению всех машин, работающих на аварийную. Проанализировать положение машин (работает, не работает) по сигнальным лампам ПУ, определить отключившиеся машины и объяснить действия оператора в сложившейся ситуации.
5. На стенде задать аварийный режим работы установки. По принципиальной схеме определить внесенную неисправность, проанализировать ее последствия, предложить выход из создавшейся ситуации.

2. ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОВ СОСТАВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Цель: формирование знаний и практических навыков по составлению функциональных схем систем автоматического управления.

ЗНАНИЯ, УМЕНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ НА ЗАНЯТИИ

Знать:

- виды и типы схем;
- функции и параметры основных элементов систем автоматического управления;
- воздействия и сигналы: внешнее, внутреннее, управляющее (регулирующее), задающее и возмущающее, выходная (контролируемая, измеряемая, управляемая, регулируемая) величина, ошибка управления (отклонение);
- принципы управления (по отклонению, по возмущению, комбинированные) и построения систем автоматики, их достоинства и недостатки;
- обратные связи и их назначение.

Уметь:

- читать принципиальные схемы систем автоматического управления;
- составлять функциональные схемы систем автоматического управления.

Владеть навыками:

- определения функций элементной базы принципиальных схем систем автоматического управления;
- составления логики работы принципиальных схем систем автоматического управления;
- совершенствования систем автоматического управления на основе сочетания фундаментальных принципов управления.

Материально-техническое оборудование и методическое обеспечение:

- стенд для изучения структуры САУ (САР) и исследования ее работы;
- принципиальная электрическая схема САУ (САР) температурой в объекте (электрическая печь);
- автоматическое управляющее устройство (регулятор ТРР-2) в разобранном виде;
- методические рекомендации по составлению функциональных схем САУ (САР).

ПЛАН РАБОТЫ

1. Повторение материала, изложенного в источниках, рекомендованных для подготовки к занятию.
2. Ознакомление со стендом САУ (САР) температурой в объекте (электрическая печь).
3. Изучение принципиальной электрической схемы САУ (САР) температурой в объекте (электрическая печь).
4. Ознакомление с автоматическим управляющим устройством (регулятор ТРР-2).
5. Составление функциональной схемы САУ (САР) температурой в объекте (электрическая печь).

ВОПРОСЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ (детализируют положения плана)

1. Виды и типы схем.
2. Определение функций элементной базы САУ.
3. Нахождение воздействий и сигналов в САУ.
4. Определение принципа управления САУ.
5. Составление логики работы схемы САУ.
6. Совершенствование САУ на основе сочетания фундаментальных принципов управления.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ (общие и индивидуальные/творческие):

1. Ознакомиться с конструкцией регулятора ТРР-2 (прилагается в разобранном виде).
2. Ознакомиться с конструкцией датчика (контактным ртутным термометром расширения) и принципом его настройки.

3. Выделить все элементы САУ и определить их назначение.
4. Определить основные свойства объекта управления.
5. Изучить принципы управления и построения систем автоматизации, их достоинства и недостатки.
6. Составить функциональную схему САУ.

3. ПРИМЕР СОСТАВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ ПО ПРИНЦИПАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЕ САУ

На рисунке 1 приведена принципиальная электрическая схема САУ температурой в объекте (электрическая печь), функциональную схему которой требуется составить.

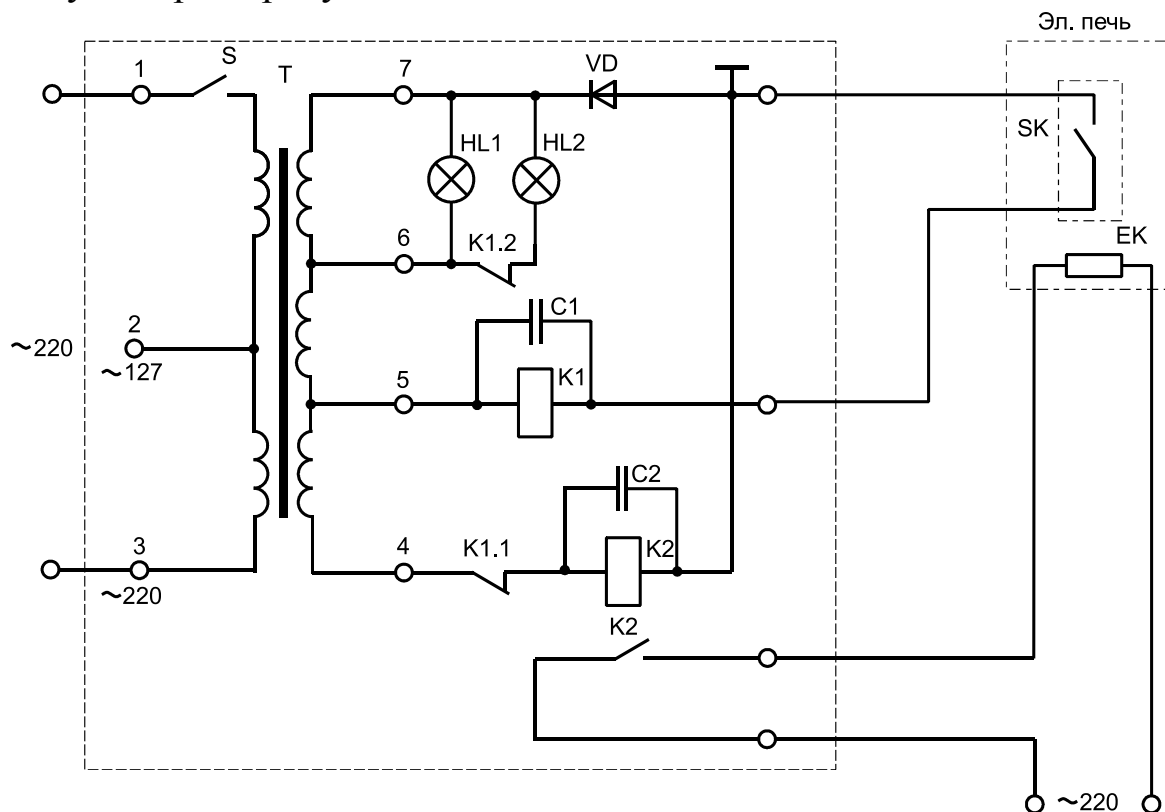


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема САУ

Работает схема следующим образом. При подаче напряжения тумблером S на схему загорается красная лампа HL1. Получает питание катушка реле K2. Реле K2 срабатывает и своим контактом K2 включает в сеть нагревательный элемент EK электропечи. Горит зеленая лампа HL2. Температура в печи повышается. При достижении заданного значения температуры, установленного на контактном термометре, совмещающем в данном случае функции датчика, задающего и сравнивающего устройств, замыкается его контакт SK в цепи питания катушки реле K1, и оно срабатывает. Контакты реле K1 размыкаются, при этом теряет питание катушка реле K2 и гаснет лам-

па HL2. В свою очередь, реле K2 отключает нагревательный элемент от сети. Подогрев в электропечи прекращается. При понижении температуры ртутный столбик контактного термометра опускается и размыкает цепь питания катушки реле K1. Реле K1 обесточивается, и процесс повторяется.

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

В зависимости от функций, выполняемых специальными автоматическими устройствами, различают следующие основные виды автоматизации: автоматический контроль, автоматическая защита, автоматическое управление (регулирование).

Система автоматического управления САУ — это совокупность управляемого объекта и автоматического управляющего устройства, взаимодействующих между собой.

Объект управления ОУ или *объект регулирования ОР* — это устройство (совокупность устройств), осуществляющее технический процесс, которое нуждается в специально организованных воздействиях извне для осуществления его алгоритма функционирования. К ОУ относят: культивационные сооружения (теплицы, птичники, овощехранилища и т.д.), резервуары водокачек, камеры сушильных агрегатов, различные рабочие машины и т.д. Объект управления выступает, как правило, в единичном варианте или порядок цифр невысокий.

Автоматическое управляющее устройство (регулятор) — это устройство, осуществляющее автоматическое управление. Оно может быть весьма сложным и состоять из множества технических средств. Все многообразие технических средств принято делить по их функциональным признакам, т.е. по тем функциям, которые они призваны выполнять в данном устройстве. Часть устройства САУ, в которой происходят количественные или качественные преобразования физической величины, называется функциональным элементом автоматики.

Практически в состав любой САУ (САР) входят следующие основные элементы автоматики.

Датчик Д (*воспринимающий орган ВО, чувствительный элемент ЧЭ*) — устройство, которое обеспечивает восприятие и функциональное преобразование изменений входной величины в изменения выходной величины, удобной для измерения, усиления и передачи на расстояние. В качестве выходного сигнала обычно используется электрический сигнал.

Задающий орган ЗО — устройство, которое служит для установки заданного значения управляемой величины или требуемого закона

изменения управляемой величины. К ЗО можно отнести потенциометры, сельсины, программные реле времени и т.д. На функциональных схемах задающее устройство обычно изображают совместно со сравнивающим органом.

Сравнивающий орган СО — устройство, которое сравнивает фактическое значение управляемой величины с заданным значением и при их рассогласовании выдает сигнал в систему управления с целью устранения возникшего рассогласования. К СО можно отнести мосты постоянного и переменного тока, потенциометры и т.д.

Усилительный орган УО — устройство, которое, не изменяя физической природы входного сигнала, производит лишь усиление его до требуемых значений. Причем усиление сигнала осуществляется за счет энергии постороннего источника. К УО относят различные усилители и преобразователи (кроме первичных), реле, рычаги, редукторы и т.д.

Исполнительный орган ИО — устройство, непосредственно воздействующее на объект управления с целью поддержания или изменения регулируемого параметра в соответствии с управляющим воздействием. К ИО относят гидроцилиндры, электронагреватели, калориферы, электродвигатели, насосы и т.д.

В ряде случаев из исполнительного органа целесообразно выделить часть устройства, при помощи которого осуществляется непосредственное управление параметром. Эту часть называют регулирующим органом РО. К РО относят различные заслонки, клапаны и т.д.

При разработке, монтаже, наладке и эксплуатации САУ основным техническим документом являются их схемы. Виды схем (по виду используемой энергии) следующие: электрические, пневматические, гидравлические, кинематические и комбинированные. Типы схем (по назначению): функциональные, структурные, принципиальные, монтажные, общие, расположения, подключения.

Функциональные схемы управления отражают взаимодействие элементов, блоков, узлов и устройств системы, характеризуют их функциональные возможности. Эти схемы используют для анализа работы САУ в статических режимах. В схемах функциональный элемент обозначают прямоугольником, внутри которого записано сокращенное наименование выполняемой функции. Входной и выходной сигналы в общем виде обозначают соответственно x и y (рис. 2).

Исключение составляет сравнивающий орган, имеющий два входа и один выход, он обозначается кружком с секторами (рис. 3).

Существующие связи между элементами изображаются линиями со стрелками, соответствующими направлению прохождения сигнала.

МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМ САУ

Чтобы составить функциональную схему системы автоматического управления (регулирования), следует выделить функциональные элементы, их входные и выходные величины и представить их условными обозначениями, указав направление передачи сигнала от одного элемента к другому.

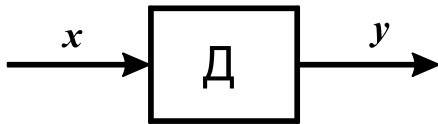


Рис. 2. Изображение функционального элемента (датчика) на функциональной схеме

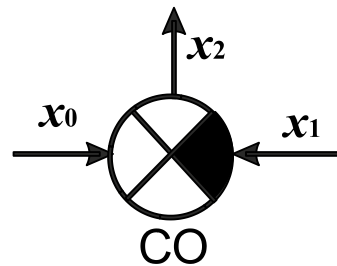


Рис. 3. Изображение сравнивающего органа на функциональной схеме

Рассмотрим систему стабилизации температуры в электрической печи на заданном уровне.

Электрическая печь будет выступать в роли объекта управления (регулирования). Выходной (управляемой, регулируемой) величиной объекта является температура y (рис. 4).

Для того чтобы управлять температурой, необходимо знать ее значение в каждый момент времени. Эту функцию призван выполнить датчик температуры (воспринимающий орган). Он воспринимает изменение параметра y и функционально преобразует его в электрический сигнал x_1 (рис. 5).

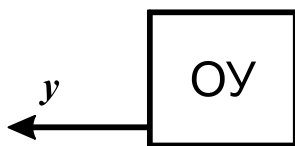


Рис. 4. Изображение объекта управления на функциональной схеме

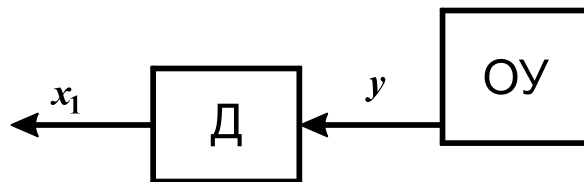


Рис. 5. Датчик в совокупности с объектом управления

Но этого недостаточно. Необходимо знать значение температуры x_0 , которое необходимо поддерживать в данном объекте управления (например, 40 °С). Это значение температуры задаем с помощью за-

дающего устройства (магнитной головки), которое часто конструктивно совмещается со сравнивающим органом СО (рис. 6).

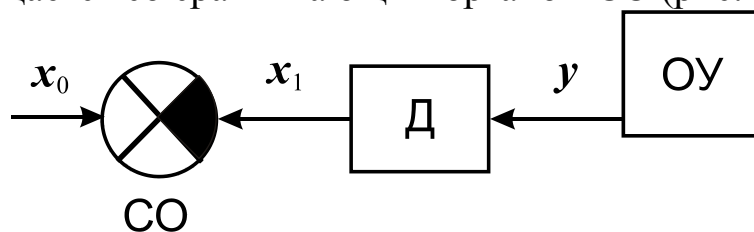


Рис. 6. Процесс прохождения сигнала от объекта управления к сравнивающему органу

В этом элементе происходит сравнение значений температуры (задания x_0 и фактического x_1).

Задаем $x_0 = 40$ °С, фактическое значение — $x_1 = 24$ °С. Сигнал рассогласования x_2 по температуре будет равен 16 °С.

Задаем $x_0 = 40$ °С, фактическое значение — $x_1 = 40$ °С. Сигнал рассогласования x_2 по температуре будет равен 0.

Задаем $x_0 = 40$ °С, фактическое значение — $x_1 = 42$ °С. Сигнал рассогласования x_2 по температуре будет равен 2 °С.

Сигнал рассогласования, как правило, мал по абсолютному значению и им не представляется возможным воздействовать на другие элементы. При этом он может иметь и различный знак «±». Сигнал рассогласования необходимо усилить за счет энергии постороннего источника — блока питания БП (рис. 7).

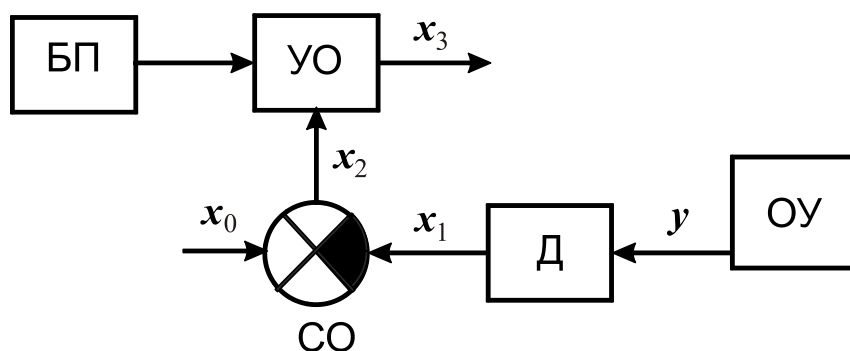


Рис. 7. Усиление сигнала рассогласования за счет энергии блока питания

Усиленным сигналом x_3 можно воздействовать на исполнительные органы ИО. Например, включить нагревательное устройство (если температура в объекте управления ниже заданной) или отключить нагревательное устройство, включить вентилятор (если температура в объекте управления оказалась выше заданной). После воздействия x_p

исполнительного органа на объект управления величина u приходит в соответствие с заданием x_0 (рис. 8).

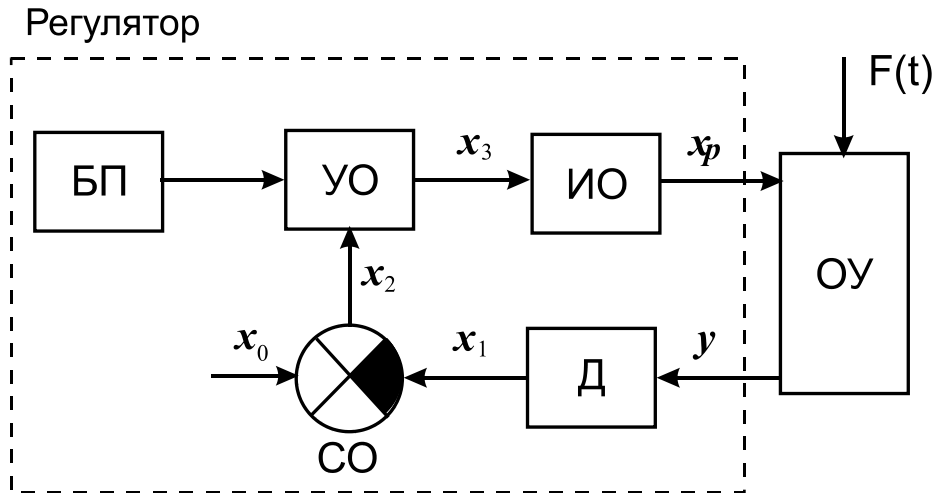


Рис. 8. Функциональная схема системы автоматического управления температурой в объекте

На объект управления могут воздействовать внешние возмущающие воздействия $F(t)$, которые выводят систему из равновесного состояния. Под воздействием автоматического управляющего устройства (регулятора) система вновь возвращается в установившееся состояние. На рисунке 8 представлена функциональная схема системы автоматического управления температурой в объекте.

В основе построения САУ лежат общие фундаментальные принципы управления, определяющие, каким образом осуществляется увязка алгоритмов управления с заданием и фактическим функционированием системы, а иногда и с возмущениями, вызвавшими отклонение выходной величины от заданного значения, определяющего цель управления.

Принцип управления по отклонению (принцип Ползунова-Уатта). Сущность принципа заключается в том, что управляющее воздействие формируется только при отклонении управляемой величины от заданного ее значения (рис. 9, а). В системах, работающих по этому принципу, датчик Д измеряет выходной сигнал u ОУ, в СО определяется сигнал рассогласования (отклонение) $x_2 = x_0 - x_1$, формируется управляющее (регулирующее) воздействие x_p на ОУ с целью устранения возникающего отклонения x_2 .

Основное преимущество принципа управления по отклонению — высокая точность управления при возмущающих воздействиях (даже при неконтролируемых). Однако, быстродействие замкнутых систем сравнительно низкое, поскольку они реагируют не на причину (возму-

щающие воздействия), а лишь на следствие (отклонение управляемой величины от заданного значения, т.е. с некоторым запаздыванием).

Принцип управления по возмущению (принцип Понселе-Чиколева). Сущность его заключается в том, что датчик Д измеряет возмущающее воздействие F на ОУ, управляющее устройство формирует управляющее воздействие x_p на ОУ и компенсирует возмущающее воздействие F на ОУ (рис. 9 б).

Основное преимущество этого принципа — высокое быстродействие, поскольку система непосредственно реагирует на причину, вызывающую нежелательные изменения управляемой величины. Однако вследствие разомкнутости системы отклонение управляемой величины y может превышать допустимые значения из-за действия на ОУ неконтролируемых возмущений.

Комбинированный принцип управления — это принцип управления и по отклонению, и по возмущению (рис. 9, в). В данной системе контролируемая величина y измеряется датчиком отклонения Д1, а возмущающее воздействие F — датчиком отклонения Д2. С помощью управляющего устройства формируется управляющее воздействие x_p на ОУ с целью устранения влияния возмущающего воздействия F на управляемую величину y ОУ. Управление по возмущению в комбинированной системе используется для ускорения процесса управления и, соответственно, уменьшения отклонения управляющего параметра. Системы, работающие по этому принципу, обладают преимуществами систем, работающих по принципам управления по отклонению и по возмущению.

Принцип разомкнутого управления заключается в том, что алгоритм управления строится только на основе алгоритма функционирования путем выбора законов, определяющих действие управляющего устройства УУ с учетом свойств управляемого объекта ОУ. Здесь не учитывается фактическое значение управляемой величины и действие возмущений. Алгоритм функционирования может задаваться отдельным устройством — задатчиком ЗУ или заложен в конструкцию управляющего устройства. Тогда ЗУ может вообще отсутствовать (рис. 9, г).

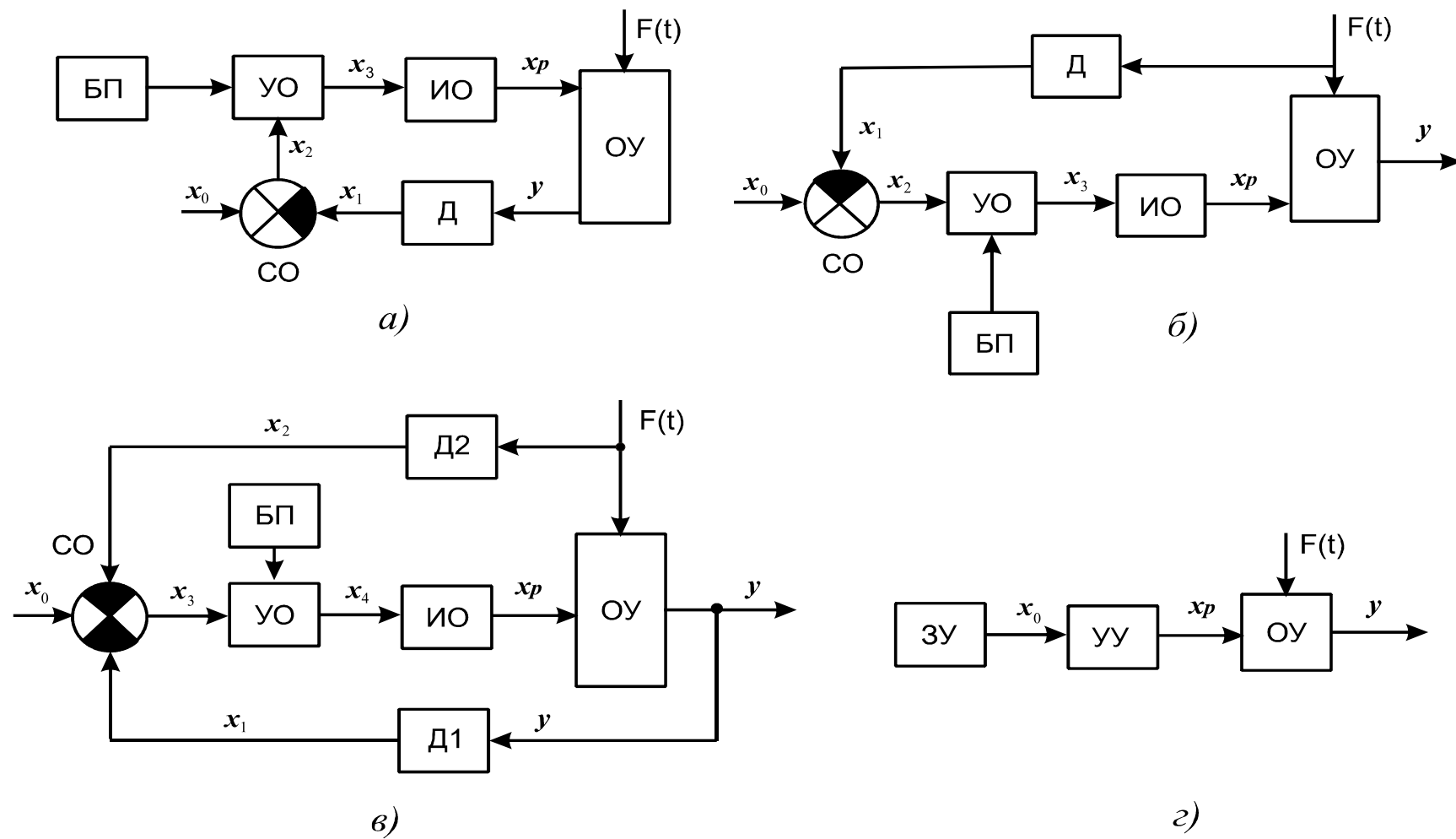


Рис. 9. Функциональные схемы САУ:
 а — по отклонению; б — по возмущению; в — комбинированная;
 г — по принципу разомкнутого управления

Для улучшения качества работы САУ широко используются обратные связи ОС. Обратная связь — это передача выходного сигнала системы на ее вход или вход предыдущего элемента. ОС образует замкнутую систему управления. Информация об изменении выходного сигнала передается по обратному каналу связи. Если сигнал с выхода системы передается на ее вход, то такая связь называется главной обратной связью (см. рис. 8 и рис. 10). Если же выходной сигнал одного из элементов системы через элемент ОС передается на его вход или вход любого из предыдущих элементов, то такая связь называется местной обратной связью.

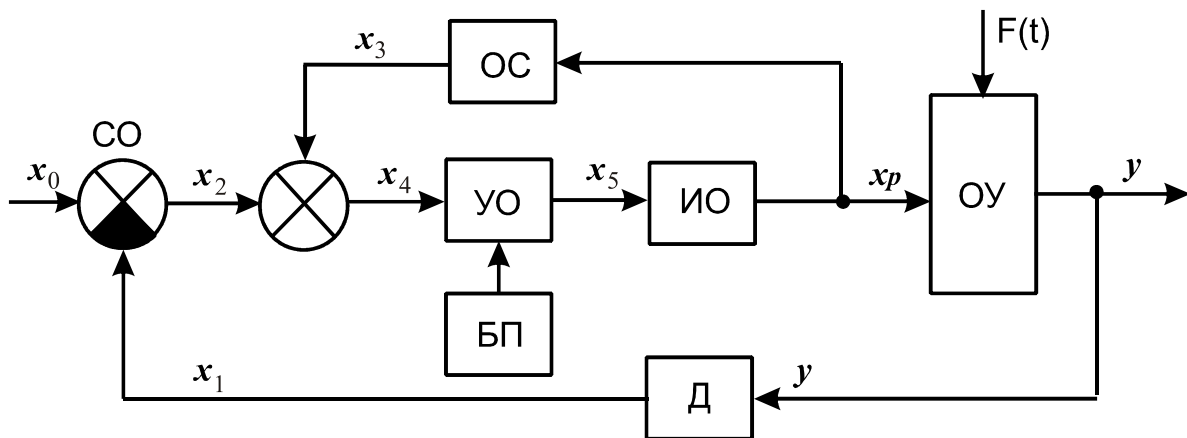


Рис. 10. Функциональная схема САУ с главной и местной обратными связями

Отрицательная обратная связь — это связь, при которой сигнал ОС вычитается из заданного сигнала, например, $x_2 = x_0 - x_1$. Отрицательную обратную связь изображают на схеме в виде заштрихованного сегмента СО.

Положительная обратная связь характеризуется суммированием сигналов ОС и канала прямой связи $x_4 = x_2 + x_3$. При положительной ОС сегменты сумматора не штрихуют.

Отрицательная ОС используется для стабилизации контролируемых параметров работы системы, положительная ОС — для их усиления. Главная ОС системы всегда отрицательна.

Если величина сигнала ОС не зависит от времени, то такую ОС называют *жесткой*, а если зависит от времени — *гибкой*. Жесткие ОС действуют в переходном и установившемся режимах работы системы, гибкие — в переходном режиме работы.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Карташов Б.А., Среда динамического моделирования технических систем SimInTech: Практикум по моделированию систем автоматического регулирования [Электронный ресурс] / Карташов Б. А., Шабаев Е. А., Козлов О. С., Щекатуров А. М. - М. : ДМК Пресс, 2017. - 424 с. - ISBN 978-5-97060-482-3 - Режим доступа: <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970604823.html>.
2. Шандров Б.В. Технические средства автоматизации [Текст] : учебник для вузов / Б. В. Шандров, А. Д. Чудаков. - 2-е изд., стереотип. - М : Академия, 2007, 2010. - 368 с. - (Высшее профессиональное образование. Автоматизация и управление). - ISBN 978-5-7695-3624-3 : 182-16.
3. Образцов, Н.Н. Автоматика. Сборник тестовых заданий с комментариями [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студентов направления подготовки 35.03.06 "Агроинженерия", 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника", 23.03.03 "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов" очной и заочной форм обучения / Н. Н. Образцов, А. В. Рожнов ; Костромская ГСХА. Каф. ТОЭ и автоматики. - Электрон. дан. (1 файл). - Караваяево : Костромская ГСХА, 2015. - Режим доступа: <http://lib.ksaa.edu.ru/marcweb>, требуется регистрация. - Загл. с экрана. - Яз. рус. - М215.
4. Гайдук, А.Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. Р. Гайдук, В. Е. Беляев, Т. А. Пьявченко. - 2-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2011. - 464 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).
5. Коновалов, Б.И. Теория автоматического управления [Текст] : учеб. пособие для вузов / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. - 3-е изд., доп. и перераб. - СПб : Лань, 2010. - 224 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1034-7. - глад113 : 419-54.
6. Гайдук, А.Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB [Электронный ресурс] : учеб. пособие для вузов / А. Р. Гайдук, В. Е. Беляев, Т. А. Пьявченко. - 3-е изд., стер. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2016. - 464 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/reader/book/71744/>, требуется регистрация. - Загл. с экрана. - Яз. рус. - ISBN 978-5-8114-1255-6.

Учебно-теоретическое издание

Теория автоматического управления. Принципиальные и функциональные схемы систем автоматического управления : учебное пособие / сост. А.В. Рожнов. — Каравеево : Костромская ГСХА, 2021. — 18 с. ; 20 см. — 50 экз. — Текст непосредственный.

Учебное пособие издаётся в авторской редакции

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Костромская государственная сельскохозяйственная академия" 156530, Костромская обл., Костромской район, пос. Каравеево, уч. городок, д. 34

Компьютерный набор. Подписано в печать 17/05/2021. Заказ № 245. Формат 60x84/16. Тираж 50 экз. Усл. печ. л. 1,2. Бумага офсетная. Отпечатано 17/05/2021. Цена 32,00 руб.

вид издания: первичное (электронная версия)
(редакция от 6.04.2021 № 245)

Отпечатано с готовых оригинал-макетов в академической типографии на цифровом дубликаторе. Качество соответствует предоставленным оригиналам.

(Электронная версия издания - I:\подразделения \рио\издания\2021\245.pdf)



2021*245

Цена 32,00 руб.

ФГБОУ ВО КОСТРОМСКАЯ ГСХА



2021*245

(Электронная версия издания - I:\подразделения \рио\издания\2021\245.pdf)