

SIEMENS

Регулятор SIPART<sup>®</sup> DR 21  
6 DR 210\* - \*

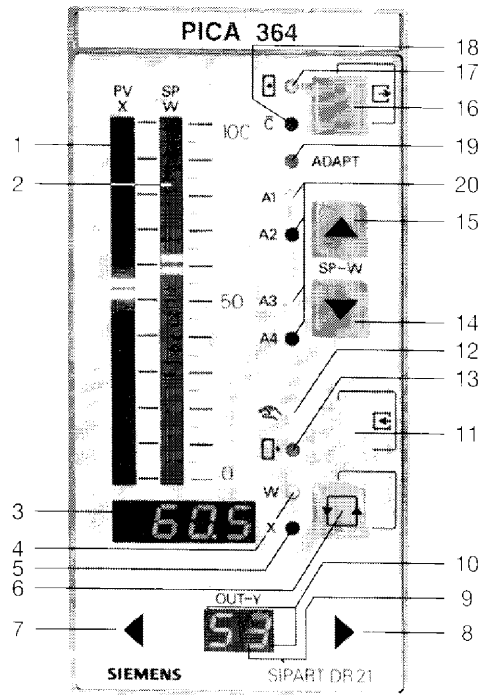


Рис. 1.3 Панель обслуживания и индикации

### Индикация фактической и заданной величин

1. Аналоговая индикация фактической величины  $x$
2. Аналоговая индикация заданной величины  $w$
3. Цифровая индикация  $w/x$  (возможна индикация следующих величин)
4. Сигнальная лампочка  $w$  – горит при индикации  $w$
5. Сигнальная лампа  $x$  – горит при индикации  $x$
6. Клавиша переключения для цифровой индикации  $w/x$ , клавиша подтверждения для световой сигнализации после возвращения сети и клавиша входа на уровень выбора

### Изменение управляющего воздействия

7. Клавиша изменения управляющего воздействия – закрыть (открыть)
8. Клавиша изменения управляющего воздействия – открыть (закрыть)
9. Цифровая индикация  $y$
10. Сигнальная лампа двоичных выходов  $\Delta u$  у S-регулятора
11. Клавиша переключения режимов ручной/автоматический и клавиша «Enter» (Ввод) из уровня выбора в уровень конфигурации
12. Сигнальная лампа ручного режима
13. Сигнальная лампа режима  $y$ -extern

**Изменение заданной величины**

14. Клавиша заданной величины – уменьшение
15. Клавиша заданной величины – увеличение
16. Клавиша переключения заданной величины внутренняя/внешняя и клавиша «Exit» (Выход) из уровня конфигурации и выбора в уровень обслуживания процесса
17. Сигнальная лампа внутренней заданной величины
18. Сигнальная лампа отключения компьютера (с  $w_{ext}$ )

---

**Прочие сигналы**

19. Сигнальная лампа осуществления метода адаптации
20. Сигнальная лампа «Срабатывание предельной величины»

---

**Указание**

Обслуживание может быть заблокировано двоичным сигналом BLB;  
исключение: переключение для цифровой индикации w/x.

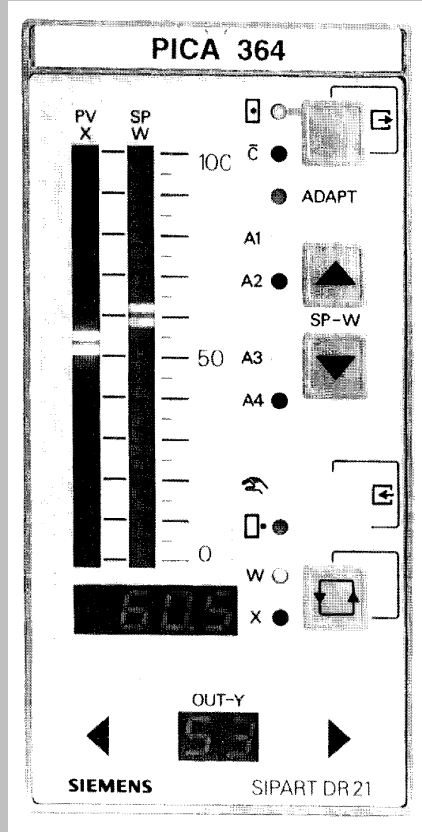
**SIEMENS**

**Регулятор SIPART<sup>®</sup> DR21**

**6DR 210\*-\***

**Справочник**

**C73000-B7400-C143**



- 1      Общая часть – основные понятия техники автоматического регулирования
- 2      Техническое описание
- 3      Функциональное описание
- 4      Монтаж
- 5      Обслуживание
- 6      Ввод в эксплуатацию
- 7      Примеры применения
- 8      Техническое обслуживание
- 9      Объяснение условных обозначений, указатель

Подробное оглавление – см. следующие страницы.

# СОДЕРЖАНИЕ

		Страница
1	Общая часть – основные понятия техники автоматического регулирования	9
2	Техническое описание	17
2.1	Указания по технике безопасности и объему поставки	17
2.2	Сфера применения	19
2.3	Отличительные показатели	20
2.4	Конструкция	26
2.5	Принцип работы	31
2.5.1	Основной прибор	31
2.5.2	Опционные модули	33
2.6	Технические характеристики SIPART DR21	41
2.6.1	Общие параметры	41
2.6.2	Основной прибор	43
2.6.3	Опционные модули	48
3	Функциональное описание	58
3.1	Общая информация	58
3.2	Аналоговая обработка входного сигнала (S3 до S21)	58
3.3	Двоичная обработка входного сигнала (S23 до S41)	61
3.4	Типы регуляторов (S1, S42 до S45)	66
3.4.1	Общие, постоянно повторяющиеся функции	66
3.4.2	Стабилизирующий регулятор с 2 независимыми заданными величинами (S1 = 0)	71
3.4.3	Следящий регулятор, регулятор синхронного хода, SPC-регулятор (S1 = 1)	74
3.4.4	DDC-стабилизирующий регулятор (S1 = 2)	79
3.4.5	Ведомый регулятор соотношения (S1 = 3)	87
3.4.6	Блок управления и индикатор процесса (S1 = 4)	93
3.5	Алгоритм регулирования	100
3.6	Выходные структуры регулятора (S2, S49 до S55)	104
3.7	Аналоговая обработка выходного сигнала (S56)	119
3.8	Двоичная обработка выходного сигнала (S57 до S75)	120
3.9	Адаптация (S48)	123
3.10	Прочие функции основного прибора	126
3.10.1	Адаптивный фильтр	126
3.10.2	Порог срабатывания АН	126
3.10.3	Сигнализаторы предельной величины (S76 до S80)	128
3.10.4	Линеаризатор (S21, оFPA)	130
3.10.5	Условия перезапуска (S82, S83)	132
3.10.6	Серийный интерфейс (S84 до S91)	132

4	Монтаж	133
4.1	Механическая установка	133
4.1.1	Подготовительные работы	133
4.1.2	Монтаж регулятора	136
4.1.3	Монтаж опционных модулей	137
4.2	Электрическое подсоединение	138
4.2.1	Предупреждающие указания и блок-схема	138
4.2.2	Электропроводка основного прибора	143
4.2.3	Монтаж и электропроводка опционных модулей	146
4.2.3.1	Модули для аналоговых измерительных входов	146
4.2.3.2	Примеры проводного монтажа для аналоговых измерительных входов	150
4.2.3.3	Модули для расширения двоичных входов и выходов	155
4.2.4	Блок интерфейсов драйверов шин SIPART	157
4.2.4.1	Последовательный интерфейс RS232 End-End	157
4.2.4.2	Шина SIPART	158
4.2.5	Электропроводка последовательного интерфейса RS485 Шина	162
5	Управление	163
5.1	Общая информация	163
5.2	Уровень управления процессом	164
5.3	Уровень выбора	166
5.4	Уровни конфигурации	169
5.4.1	Общая информация, уровни on line и off line	169
5.4.2	Уровень конфигурации Параметр onPA	170
5.4.3	Уровень конфигурации Адаптация AdAP	173
5.4.4	Уровень конфигурации Параметр oFPA	181
5.4.5	Уровень конфигурации Структурный переключатель StrS	184
5.4.6	Установка модуля CAE3-UNI	193
5.4.6.1	Диапазон измерения для mV-(S8 = 0)	196
5.4.6.2	Диапазон измерения для U, I-(S8 = 0)	196
5.4.6.3	Диапазон измерения для термозлемента с внутренним местом сравнения-(S8 = 1)	196
5.4.6.4	Диапазон измерения для термозлемента с внешним местом сравнения-(S8 = 2)	197
5.4.6.5	Диапазон измерения для PT100 – 4-х и 3-х проводное подсоединение-(S8 = 3, 4)	197
5.4.6.6	Диапазон измерения для PT100 – 2-х проводное подсоединение-(S8 = 5)	198
5.4.6.7	Диапазон измерения для потенциометрического датчика - (S8 = 6, 7)	198
5.4.7	APSt (All Preset) Возвращение к заводской настройке	199
5.5	Автоматический контроль CPU	201
6	Ввод в эксплуатацию	203
6.1	Согласование направления действия регулятора с объектом регулирования	203
6.2	Настройка времени установки у К-регуляторов (S2 = 0)	206
6.3	Согласование S-регулятора с исполнительным приводом	206



6.4	Установка фильтра и порога срабатывания	208
6.5	Автоматическая установка параметров регулирования посредством метода адаптации	209
6.6	Ручная установка параметров регулирования без знания характеристики оборудования	212
6.7	Ручная установка параметров регулирования по переходной функции	214
7	Примеры использования	215
7.1	Общая информация	215
7.2	Работа с различными заданными величинами	217
7.3	Примеры проектирования	221
K1	Автоматическая стабилизация параметра, К-регулятор Регулируемая величина через четырехпроводный измерительный преобразователь	221
K2	Автоматическая стабилизация параметра, К-регулятор Регулируемая величина через двухпроводный измерительный преобразователь	222
K3	Регулятор синхронного хода, 2 К-регулятор на сигнальном датчике внешняя заданная величина от 2-х проводного измерительного преобразователя с внешним питанием регулируемые величины от 2-х проводных измерительных преобразователей, питание от соответствующего DR21	223
S1	Следящее регулирование, трехпозиционный регулятор периодического действия с внутренней обратной связью Регулируемая величина через двухпроводный измерительный преобразователь, внешнее питание, позиционное квитирование через ESR Внешний задатчик	225
S2	Каскадное регулирование, К-регулятор и S-регулятор (внутренняя обратная связь) Регулируемые величины главного регулятора и следящего регулятора поступают прямо с термометров сопротивления Pt100	226
S3	Регулирование соотношения, S-регулятор (внутренняя обратная связь) Управляемая регулируемая переменная процесса и управляющая величина прямо от двухпроводных измерительных преобразователей	228
Z1	Автоматическая стабилизация параметра с двухпозиционным ПД- регулятором Регулируемая величина поступает с термоэлемента с внутренним местом сравнения	229

	L1 Индикатор процесса	230
	L2 Устройство ручного управления (HS)	232
	L3 Блок управления (LG) со следящим регулятором (FR) LG работает как задатчик и устройство ручного управления	233
	L4 Блок управления (LG): задатчик K/ручное устройство управления S Следящий регулятор (FR): регулятор K	234
7.4	Вспомогательные средства конфигурирования, формуляры	237
8	Техническое обслуживание	243
8.1	Общие указания	243
8.2	Замена компонентов	244
8.3	Тест LED и уровень программного обеспечения	247
8.4	Список запасных частей	248
8.5	Заказные параметры	249
9	Объяснение условных обозначений, указатель	250

# 1 Общая часть – основные понятия техники автоматического регулирования

## • Регулирующий контур

Задачей регулирования является доведение выходной величины  $x$  объекта регулирования до заранее определенного значения и удержание её на данном значении с учетом влияния возмущающих воздействий  $z$ . Регулируемая величина  $x$  сопоставляется с задающим воздействием  $w$ . Полученное из этого отклонение регулируемой величины  $x_d = w - x$  преобразуется в управляющее воздействие  $y$ , которое влияет на объект регулирования.

При цифровом регулировании регулируемая величина  $x$  регистрируется циклически.

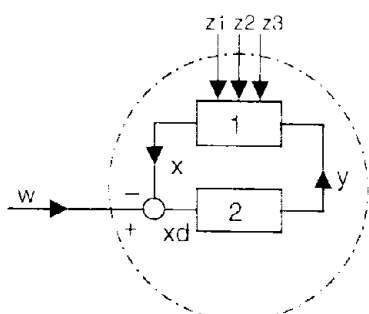


Рис. 1-1 Функциональная схема регулирующего контура

Пояснения к рис. 1-1:

$w$  задающее воздействие  
 $x$  регулируемая величина  
 $x_d$  отклонение регулируемой величины  
 $y$  управляющее воздействие  
 $z$  возмущающее воздействие

1 объект регулирования  
2 регулирующее устройство

## • Чувствительный элемент и измерительный преобразователь

Регулируемой величиной может быть любая физическая величина. В технологии к регулируемым величинам часто относятся давление, температура, уровень и проток.

В большинстве технологических случаев процессуальные величины фиксируются посредством чувствительного элемента и измерительного преобразователя с помощью выхода стандартного сигнала (0 до 20 мА или 4 до 20 мА). После этого нормированный измерительный сигнал может быть подсоединен к нескольким процессуальным приборам (к примеру, цикл Регистрирующее устройство-Индикатор-Регулятор). Чувствительные элементы датчика температуры, как то термометр сопротивления или термоэлемент, но так же и потенциометрический датчик, могут через соответствующие карты входа (опции) быть подсоединены прямо к регулятору.

## • Исполнительные элементы и исполнительные приводы

В технологии производственных процессов управляющее воздействие у в первую очередь воздействует через клапан, сервоклапан или иной механический регулирующий блок на объект регулирования. Для управления такими исполнительными элементами возможны три вида приводов:

- Пневматические исполнительные приводы с сжатым воздухом в качестве вспомогательной энергии и электропневматические преобразователи сигналов или электропневматические позиционные регуляторы. Они действуют пропорционально и управляются через регуляторы непрерывного действия.
- Электрические исполнительные приводы, состоящие из электромотора и редуктора. Они действуют интегрально и управляются через трехпозиционные регуляторы периодического действия. Имеются так же электрические исполнительные приводы с интегрированным (предварительно включенным) позиционным регулятором, которые действуют пропорционально и управляются через регуляторы непрерывного действия.
- Гидравлические исполнительные приводы с масляным насосом с электрическим управлением и электрогидравлическим позиционным регулятором. Они действуют пропорционально и так же управляются через регуляторы непрерывного действия.

При помощи данных приводов возможна реализация «непрерывного регулирования».

Регулирующие контуры температуры с прямым электрическим или газовым обогревами и/или холодильными установками эксплуатируются с двухпозиционными регуляторами. Двухпозиционный регулятор через реле, внешние контакторы или через тиристорный исполнительный элемент включает теплоноситель или охлаждающую среду. Управляющее воздействие у является соотношением Вкл/Выкл (коэффициент уставки). В этом случае речь идет о «прерывистом регулировании».

#### • **Регулятор и регулировочная характеристика**

Во входном контуре регулятора регулируемая величина  $x$  сравнивается с задающим воздействием  $w$  и устанавливается отклонение регулируемой величины  $x_d$ . Оно с или без характеристики в функции времени обрабатывается в выходной сигнал. Выходной сигнал усилителя может представлять непосредственно управляющее воздействие  $u$ , если, к примеру, пропорционально действующие исполнительные элементы управляются им.

В электрических исполнительных приводах управляющее воздействие сначала возникает через исполнительный привод. Необходимое приращение управляющего воздействия получается как длительный импульсно-модулированный сигнал из выхода регулятора в результате преобразования.

В зависимости от конструкции данной схемы регулятор имеет пропорциональную характеристику (П), пропорционально-дифференциальную характеристику (ПД), пропорционально-интегральную характеристику (ПИ) или пропорционально-интегральную (изодромную) характеристику с воздействием по производной (ПИД-регулятор).

#### • **Скачкообразная функция**

Если на вход регулятора подается скачкообразная функция, то на выходе регулятора возникает реакция на единичное воздействие в соответствии с характеристикой регулятора в функции времени.

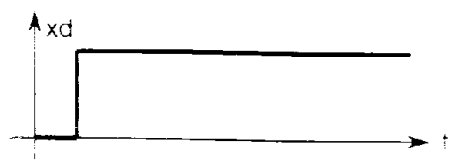


Рис. 1-2 Скачкообразная функция

- **П-регулятор, реакция на единичное воздействие**

Признаками П-регулятора являются пропорциональный коэффициент  $K_p$  и рабочая точка  $y_0$ . Рабочая точка определяется как значение выходного сигнала, при котором отклонение регулируемой величины равно нулю. При влиянии возмущающих воздействий возникает, в зависимости от  $y_0$ , отклонение регулирования.

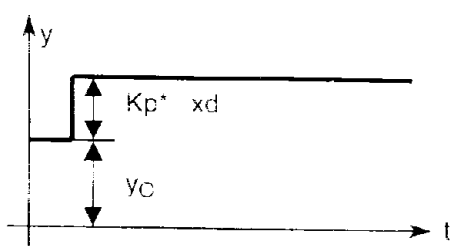


Рис. 1-3 П-регулятор. Реакция на единичное воздействие

- **ПД-регулятор, реакция на единичное воздействие**

У ПД-регуляторов пропорциональная составляющая накладывается на затухающую дифференциальную составляющую. Д-составляющая определяется через усиление упреждения  $V_v$  и время предварения  $T_v$ .

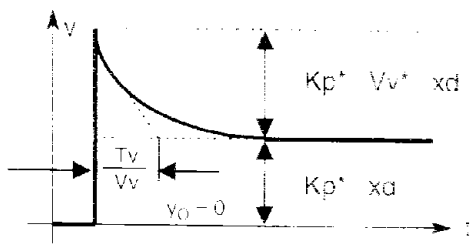


Рис. 1-4 ПД-регулятор. Реакция на единичное воздействие

- **ПИ-регулятор, реакция на единичное воздействие**

В отличие от П-регулятора у ПИ-регулятора, благодаря интегральной составляющей, исключается отклонение регулирования.

Признаком интегральной составляющей является время издрома  $T_n$ .

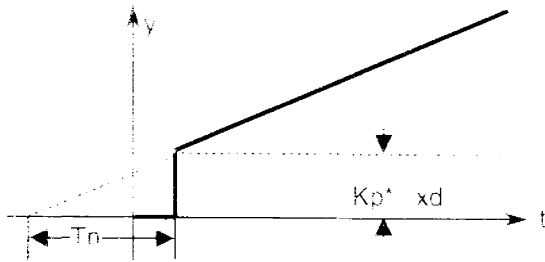


Рис. 1-5 ПИ-регулятор. Реакция на единичное воздействие

- **ПИД-регулятор, реакция на единичное воздействие**

Благодаря дополнительному подключению Д-составляющей ПИД-регулятор достигает улучшения динамического качества регулирования.

См. ПД-регулятор и ПИ-регулятор.

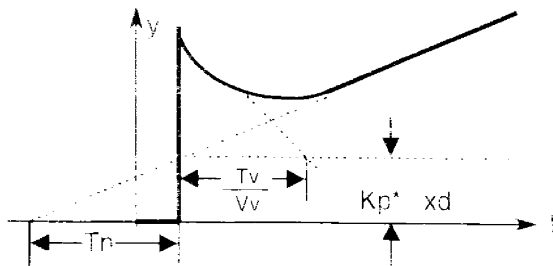


Рис. 1-6 ПИД-регулятор. Реакция на единичное воздействие

- **Выходной сигнал регулятора**

Выходной сигнал регулятора должен быть согласован с исполнительным блоком. В соответствии с видом привода/исполнительным блоком использовать:

Вид привода/исполнительный блок	Выходной сигнал регулятора
Электрические приводы	Трехпозиционный регулятор периодического действия
Пневматические и гидравлические исполнительные приводы	Регулятор непрерывного действия
Прямой нагрев/холодильные установки	Двухпозиционный регулятор

- **Трехпозиционный регулятор периодического действия с внутренней обратной связью**

Трехпозиционный регулятор периодического действия включает при помощи реле или полупроводниковых реле электромотор исполнительного привода на правое вращение, остановку или левое вращение. Через различные соотношения Включение/Пауза он может влиять на скорость перестановки исполнительного блока.

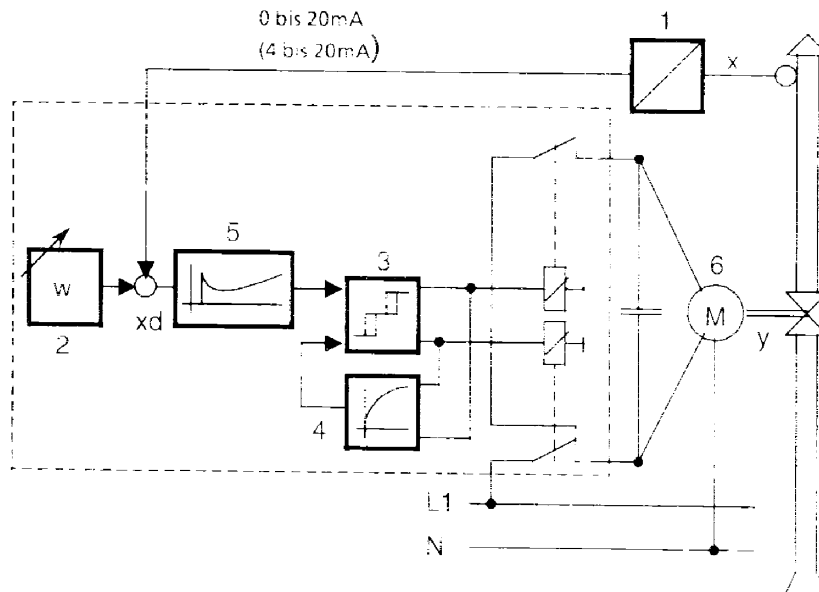


Рис. 1-7 Трехпозиционный регулятор периодического действия, функциональная схема

Пояснения к рис. 1-7:

- w задающее воздействие
- x регулируемая величина
- xd отклонение регулируемой величины
- y управляющее воздействие

- 1 измерительный преобразователь
- 2 задатчик заданной величины
- 3 трехпозиционный переключатель
- 4 обратная связь с характеристикой в функции времени
- 5 регулировочный усилитель
- 6 исполнительный блок

Выходная характеристика трехпозиционного усилителя в комплекте с приводом интегрального действия допускает, с учетом вала срабатывания, “непрерывное” управляющее воздействие.

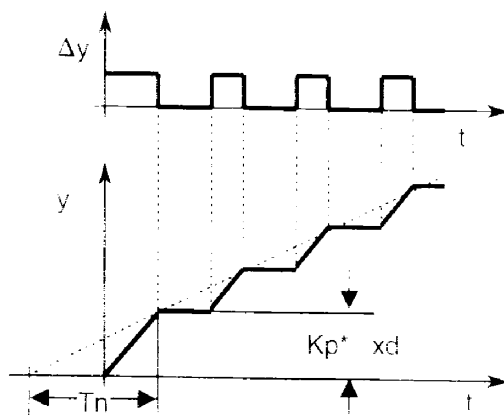


Рис. 1-8 Переходная функция и параметры трехпозиционного регулятора периодического действия



Пояснения к рис. 1-8:

Kp пропорциональный коэффициент  
Tn время изодрома  
xd отклонение регулируемой величины  
 $\Delta u$  управляющее воздействие Регулятор  
y управляющее воздействие Мотор

• **Регулятор непрерывного действия**

Выход регулятора 0 до 20 мА или 4 до 20 мА воздействует через электропневматический преобразователь сигнала или электропневматический позиционный регулятор на исполнительный элемент.

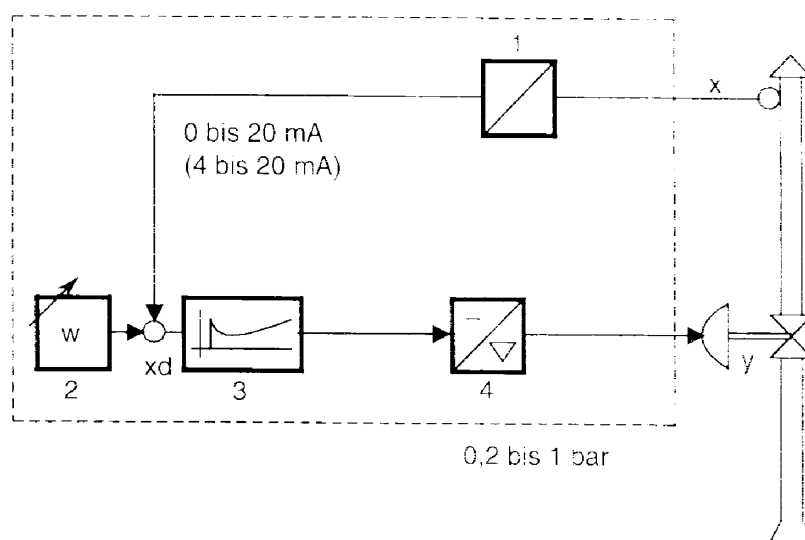


Рис. 1-9 Регулятор непрерывного действия, функциональная схема

Пояснения к рис. 1-9:

w задающее воздействие  
x регулируемая величина  
xd отклонение регулируемой величины  
y управляющее воздействие

1 измерительный преобразователь  
2 задатчик заданной величины  
3 регулировочный усилитель  
4 электропневматический преобразователь сигнала  
5 пневматический исполнительный блок

• **Двухпозиционный регулятор**

Двухпозиционный регулятор (или трехпозиционный регулятор для нагрева/охлаждения) используется для управления реле, коммутационными контакторами или тиристорными переключателями для электрической теплопроизводительности или производительности по теплосъему.

❖ **Двухпозиционный регулятор без обратной связи**

В простейшей версии без обратной связи двухпозиционный регулятор работает как двухпозиционный переключатель. Выход регулятора включается, если регулируемая величина понижается или повышается относительно определенной величины петли гистерезиса переключательного элемента ( $x_1$  и  $x_2$ ). Регулируемая величина  $x$

подвержена незатухающим колебаниям, чья частота и амплитуда зависят от времени задержки объекта регулирования и от петли гистерезиса переключающего элемента регулятора.

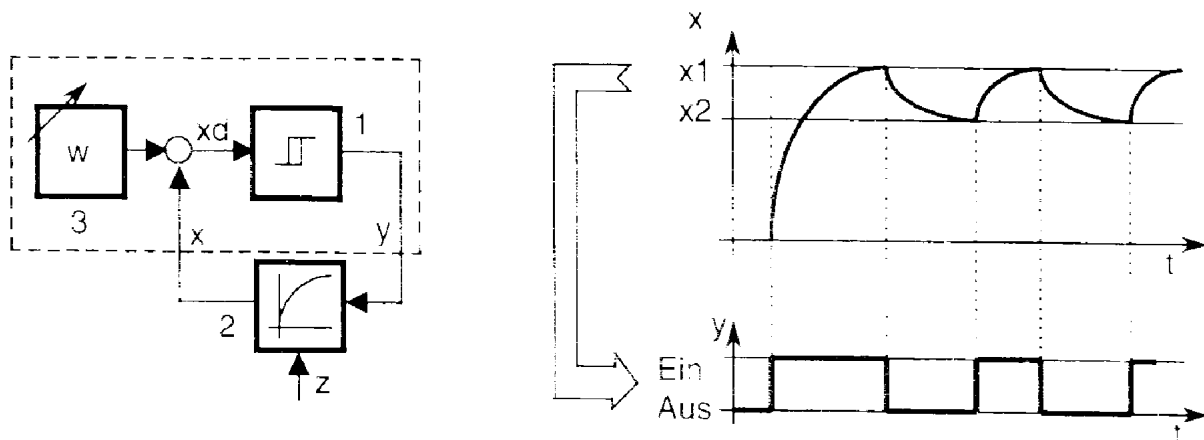


Рис. 1-10 а) Функциональная схема б) Коммутационный выход и характеристика регулируемой величины

1	регулятор	w	задающее воздействие
2	объект регулирования	x	регулируемая величина
3	задающее воздействие	y	управляющее воздействие ВКЛ/ВЫКЛ
		z	возмущающее воздействие

#### ❖ Двухпозиционный регулятор с обратной связью

У современных двухпозиционных регуляторов с обратной связью - как SIPART DR21 - процесс коммутации определяется длительностью периодов, отклонением регулируемой величины и параметрами. Длительность периодов  $T$  устанавливается в регуляторе в качестве постоянной величины. Отклонение регулируемой величины  $x_d$  вместе с параметрами  $K_p/T_n/T_v$  определяет тактовое соотношение (соотношение ВКЛ/ВЫКЛ) внутри длительности периодов. Тем самым процесс коммутации регулятора запускается не только изменениями регулируемой величины; при соответствующем выборе параметра получается достаточно постоянная регулируемая величина  $x$ .

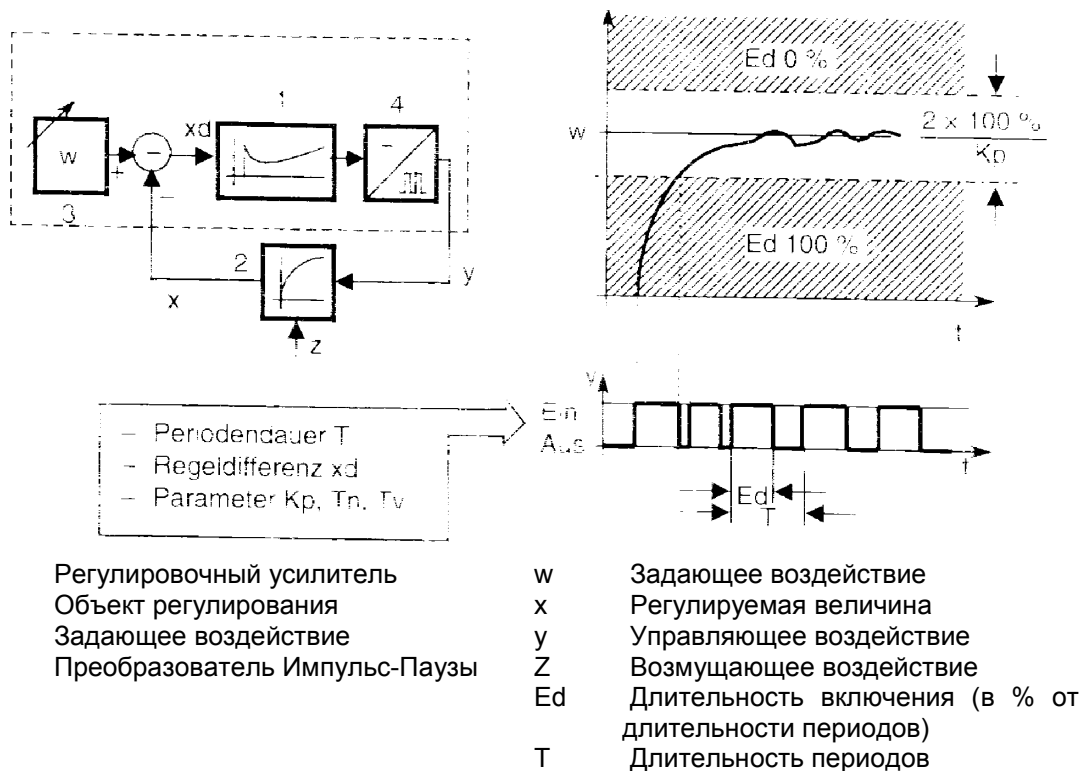


Рис. 1-11 а)Функциональная схема б)Коммутационный выход и характеристика регулируемой величины

Установка длительности периодов (раздельная установка для нагрева/охлаждения) позволяет настроить регулятор на специальный вид нагрева или холодильный агрегат.

Короткая длительность периодов: Лучшее качество регулирования, но высокий износ на контактом/нагревательном клапане. Предпочтительно использование в электрических нагревателях.

Большая длительность периодов: Незначительный износ на контактом/нагревательном клапане, но худшее качество регулирования. Предпочтительно использование в газовых нагревателях или холодильных установках.