

6 Ввод в эксплуатацию

6.1 Согласование направления действия регулятора с объектом регулирования

- **определения**

Объект нормального действия:

Растущий y вызывает растущий x ; к примеру, растущая подача энергии или растущий поток масс вызывают растущую температуру.

Исполнительный блок нормального действия (клапан):

Растущий ток или исполнительный импульс $+\Delta u$ вызывают открытие исполнительного органа (растущий u); к примеру, большую подачу энергии и больший поток масс. $u \Delta n$ является индицируемым управляющим воздействием.

Направление действия регулятора относится к регулируемой величине x_1 . Следующая информация касается измерительных преобразователей нормального действия (растущая физическая величина вызывает растущий ток измерительного преобразователя), растущая индикация процесса ($dE > dA$) и отсутствие падающей характеристики у линеаризаторов.

- **направление действия объекта и исполнительного органа известно**

Задано:			Здесь выбирается желаемое действие				Тем самым получают Установка S46 и S55 и принцип работы регулятора			
Направление действия объекта	Направление действия исполнительного блока	Направление действия объекта и исполнительного блока	20 мА при	Нажатие правой клавиши в ручном режиме вызывает:						
			ток уставк ly	клапан	фактиче ская величин а/регули руемая величин а	S46	Kp (сP)	S55	$y_{An=}$	
Нормальное	Нормальное	нормальное	100%	растет	открывает	растет	0	пол	0	y
	реверсивное	реверсивное	0%	падает	открывает	растет	1	отр	1	100% - y
реверсивное	нормальное	реверсивное	0%	падает	закрывает	растет	1	отр	1	100% - y
			100%	растет	открывает	падает	1	отр	0	y
	реверсивное	нормальное	100%	растет	закрывает	растет	0	пол	0	y
			0%	падает	открывает	падает	0	пол	1	100% - y

Таблица может быть расширена на 2 строки, которые не имеют практического смысла: объект нормального действия, у которого при растущем изменении управляющего воздействия фактическая величина падает.

Таблица 6.1 Направление действия регулятора и направление действия у-индикации в зависимости от направления действия объектов и исполнительного органа у К-регуляторов

Задано:			Здесь выбирается желаемое действие:			Тем самым получают установка S46 и S55 и принцип работы регулятора			
Направление действия объекта	Направление действия исполнительного блока	Направление действия объекта и исполнительного блока	Нажатие правой клавиши вызывает при ручном режиме: активным выходом является	клапан	фактическая величина/регулируемая величина	S46	Kp (сР)	S55	y _{Ан} =
реверсивный	+Δу	реверсивный	-Δу	закрывает	растет	1	отр	1	100%-y _R
			+Δу	открывает	падает	1	отр	0	y _R

Если в виде исключения исполнительный блок подключается реверсивно (+Δу закрывает), тогда также реверсировать обратную связь по положению и выполнить логическую операцию НЕ с направлением действия регулятора (Kp).

Таблица 6.2 Направление действия регулятора и направление действия у-индикации в зависимости от направления действия объектов и исполнительного органа у S-регуляторов

- направление действия объекта и исполнительного органа неизвестны**

Перевести регулятор в ручной режим, структурные переключатели S46 и S55 оставить в заводской установке (0).

- определение направления действия исполнительного органа:**

По возможности при отключенном процессе или вблизи его положения безопасности нажать правую кнопку перестановки управляющих воздействий и наблюдать, откроется или закроется исполнительный орган. Открытие исполнительного органа означает нормальное действие. Если у S-регуляторов фиксируется закрытие, необходимо переставить соединения +Δу и -Δу.

Наблюдение за исполнительным органом осуществляется следующим образом:

- объекты нормального действия: растущий x означает исполнительный орган нормального действия

- реверсивные объекты: падающий x означает исполнительный орган нормального действия

- у S-регуляторов и уже правильно
подключенном позиционном
квитировании:

растущая у-индикация означает
исполнительный орган нормального
действия.

- дополнительно наблюдение за исполнительным органом может производиться на месте установки.

- **определение направления действия объекта**

Нажать правую кнопку перестановки управляющих воздействий и наблюдать на индикации фактической величины, растет или падает регулируемая величина (фактическая величина). Рост означает у исполнительного органа нормального действия объект нормального действия, у реверсивного исполнительного органа объект реверсивного действия. Падение означает у исполнительного органа нормального действия объект реверсивного действия, у реверсивного исполнительного органа объект нормального действия. С помощью вычисленного таким образом направления действия исполнительного органа и объекта регулятор может быть установлен в соответствии с таблицами 6.1 и 6.2.

6.2 Настройка времени установки у K-регуляторов ($S2 = 0$)

- **время установки tP , tM**

Настроить время установки tP (откр.) или tM (закр.) на время установки последующего исполнительного привода. Если необходимо дополнительно успокоить регулирующий контур, к примеру, чтобы избежать жестких толчков исполнительного привода, tP и tM могут дальше увеличиваться в автоматическом режиме.

Как правило величина tP устанавливается равной величине tM .

6.3 Согласование S-регулятора с исполнительным приводом

- **S-регулятор для нагрева/охлаждения ($S2 = 1$)**

Диапазон регулирования у может быть разделен на два сегмента. Эти сегменты определяют параметры «оф-лайн» $Y1$ и $Y2$ и параметры «он-лайн» YA и YE .

Длительность периодов и минимальная продолжительность включения и отключения определяются в теплосъеме (сегмент $[YA, Y1]$) параметрами «он-лайн» tM и tA , а в теплофикационной нагрузке (сегмент $[Y2, YE]$) параметрами «он-лайн» tP и tE .

Длительность периодов tP и tM должна быть выбрана как можно большей, при этом обратить внимание на следующие моменты:

- большие величины tP или tM имеют следствием незначительный износ внутренних и внешних коммутационных приборов
- большие величины вызывают периодические колебания регулируемой величины x , так что чем больше, тем быстрее объект регулирования.

- **S-регулятор с внутренней обратной связью (S2 = 2)**

Установить с помощью параметров «он-лайн» t_P , t_M (0,1 до 1000 сек) время установки исполнительного привода. **Внимание:** заводская установка 1 сек!

«Он-лайн» параметр t_E (минимальная продолжительность включения) должен быть выбран минимум таким, чтобы исполнительный привод с учетом предвключенных силовых выключателей надежно пришел в движение. Чем больше установка величины t_E , тем с меньшим износом и спокойнее работают подключенные к регулятору коммутационные и приводные элементы. Большие значения t_E требуют больший мертвый диапазон АН, в котором регулятор не может осуществлять соответствующее регулирование, так как с растущим временем включения снижается разрешение регулируемой величины.

Заводская установка составляет для t_E 200 мсек. Это соответствует у 60-сек. исполнительного привода у-разрешение:

$$\Delta y = [100\% \cdot t_E] \div [t_P \text{ (или } t_M)] = [100\% \cdot 200 \text{ ms}] \div 60 \text{ ms} = 0,33\%$$

Минимально возможное разрешение передается с усилением объектов K_S на регулируемую величину:

$$\Delta x = K_S \cdot \Delta y$$

Параметр t_A (минимальная продолжительность выключения) выбирать минимум таким большим, чтобы исполнительный привод с учетом предвключенных силовых выключателей был надежно отделен, прежде чем поступит новый импульс (особенно в противоположном направлении). Чем больше значение t_A , тем с меньшим износом работают подключенные к регулятору коммутационные и приводные элементы, на столько же большим при определенных обстоятельствах будет также и время простоя регулятора. Как правило величина t_A устанавливается идентичной величине t_E .

Рекомендуется для 60 сек. исполнительных приводов $t_A = t_E = 120$ до 240 мсек. Чем беспокойнее объект регулирования, тем большими должны быть выбраны оба параметра, если это представлено от результата регулирования.

В соответствии с установленным t_E и полученным из этого Δy или Δx должен быть установлен порог срабатывания АН. Должно быть выдержано условие

$$АН > \Delta x \div 2 \quad \text{или} \quad АН > [K_S \cdot t_E \cdot 100\%] \div [2 \cdot t_P \text{ (или } t_M)]$$

В ином случае регулятор выдает приращения управляющего воздействия, хотя рассогласование регулирования по причине конечного разрешения достигло наименьшей возможной величины. Установку АН см раздел 5.4.

- **S-регулятор с внешней обратной связью (S2 = 3)**

Позиционный регулирующий контур оптимизируется с помощью параметров «он-лайн» t_P / t_M . Действуют те же зависимости, что и у S-регулятора с позиционным квитированием, при это к критериям обрабатываемости приращения управляющего воздействия через исполнительный блок дополнительно прибавляется динамика позиционного регуливающего контура (нелинейности, слежение). Как правило необходимо из-за указанных выше причин выбирать t_P / t_M и полученный порог срабатывания меньшими чем у S-регулятора с внутренним позиционным квитированием.

Позиционный регулирующий контур оптимизируется в ручном режиме. Для этого для фазы оптимизации S54 устанавливается на 0 с тем, чтобы ручное управляющее воздействие задавалось в качестве абсолютной величины. При

этом обратить внимание на то, что через время установки исполнительного блока отслеживается эффективное управляющее воздействие по отношению к индикации управляющего воздействия.

При нелинейности в позиционном регулирующем контуре оптимизация должна осуществляться в диапазоне наибольшей крутизны.

- установить S54 на 0
- установить tA и tE таким образом, чтобы исполнительный привод ещё мог обрабатывать приращения управляющего воздействия **прямо** (см. S-регулятор с внутренней обратной связью)
- фильтр 1 порядка u_R -входа (t1, 2, 3 или 4) установить на 0,01 TP/TM (истинное время установки привода)
- увеличивать tP/tM до тех пор, пока позиционный регулирующийся контур не переполнится малыми изменениями ручных управляющих воздействий (на блюдать отрицательный импульс на светодиодах Δu (10) на u-индикации)
- снова немного уменьшить tP/tM, пока позиционный регулирующийся контур не успокоится
- снова установить S54 на 1.

6.4 Установка фильтра и порога срабатывания

Структурный переключатель S3 установить на актуальную в установке частоту сети 50 или 60 Гц (заводская установка 50 Гц) с тем, чтобы подавить помехи через частоту сети.

- **фильтр первого порядка аналоговых входов**

Постоянные времени фильтра (t1 до t4) для входного фильтра устанавливаются в режиме параметрирования onPA на самую большую величину, которую допускает регулирующийся контур без влияния на регулировочные свойства (t1 до t4 < Tg). При использовании метода адаптации соответствующие входные фильтры должны быть оптимизированы.

- **адаптивный нелинейный фильтр рассогласования регулирования**

Так как зона нечувствительности устанавливается автоматически и её величина тем самым неизвестна, время tF (onPA) должно быть выбрано только таким большим, чтобы регулирующийся контур при большой зоне нечувствительности не мог колебаться (tF меньше Tg). При использовании Д-составляющей (ПД, ПИД) настоятельно рекомендуется использование адаптивного нелинейного фильтра, так как он может подавить усиленные на $K_p \cdot v_v$ входные помехи.

При использовании метода адаптации фильтры **должны быть** настроены.

- **оптимизация порога срабатывания АН**

Если необходимо дополнительно успокоить выход регулятора и уменьшить нагруженность исполнительного органа, тогда порог срабатывания АН может быть увеличен. Порог срабатывания у трехпозиционных регуляторов (S2 = 2, 3) получается из установки tE (см. 5.3) и должен принудительно быть больше нуля. У К-регуляторов и двухпозиционных регуляторов (S2 = 0, 1) рекомендуется порог срабатывания приблизительно в 0,5%.

Следует учитывать, что остающееся отклонение регулирования может принять величину установленного порога срабатывания.

6.5 Автоматическая установка параметров регулирования посредством метода адаптации

Метод адаптации всегда предпочтительней ручной установки, так как результаты регулирования с полученными через адаптацию параметрами даже при медленных объектах регулирования лучше и экономится время оптимизации.

- **Предварительные установки**

- **S48 выбор регулировочной характеристики (режим структурирования StrS)**

При S48 = 0 адаптация невозможна. В позиции 1 предлагается регулировочная характеристика без переполнения. В позиции 2 при изменении задающих воздействий рассчитывать на максимум 5% переполнения.

- **tU: время контроля (режим параметрирования AdAP)**

tU необходим исключительно для сигнализации ошибок и не влияет на качество идентификации. Стартовать всегда можно с tU = oFF. В ином случае tU должен быть установлен минимум в два раза большим чем время установления T_{95} объекта регулирования. После успешной адаптации tU автоматически устанавливается на $2T_{95}$. При tU < 0,1 h (6 min) индицируется tU = oFF.

- **Pv: направление скачкообразного возбуждения (режим параметрирования AdAP)**

С помощью этого структурного переключателя выбирается направление изменения регулируемых величин исходя из установленной рабочей точки: $x_{\text{Hand}} \pm \Delta x = \pm k_s (y_{\text{Hand}} \pm \Delta y)$. У объектов регулирования с зазором рекомендуется провести одну адаптацию с растущим x и одну с падающим x . Усредненные и при необходимости также динамически некритические параметры могут в дальнейшем использоваться для регулирования.

- **dy: амплитуда скачкообразного возбуждения (режим параметрирования AdAP)**

Скачкообразное возбуждение должно быть выбрано таким большим, чтобы регулируемая величина изменялась минимум на 4% и изменение регулируемых величин составляло 5-ти кратную величину среднего уровня помех. Чем больше изменение регулируемых величин, тем лучше качество идентификации. Рекомендуются изменения регулируемых величин приблизительно в 10%.

- **Указания к результатам адаптации**

- **D-составляющая**

У S-регуляторов и у K-регуляторов на объектах регулирования первого порядка D-составляющая, из-за конечного времени установки T_u или по причинам, лежащим в теории регулирования, не приносит заметных преимуществ. Недостатки в виде износа на стороне исполнительных механизмов преобладают.

- **границы диапазона**

Если один из полученных параметров наткнется на свои границы диапазона, то другой параметр должен быть немного переставлен в направлении, противоположном направлению воздействия.

Если идентифицируются объекты 8 порядка необходимо из-за соображений безопасности уменьшить полученный K_p , и если регулирующий контур слишком медленный (некритический) снова увеличить как при ручной оптимизации.

- **кр вариация**

В особых случаях объекта регулирования первого порядка в соединении с ПИ- или ПИД-регуляторами, а также объектов регулирования второго порядка в соединении с ПИД-регуляторами K_p может свободно изменяться. При определении параметров регулятора по оптимальному значению K_p как правило может быть увеличено до 30%, при этом характеристика при слежении остается не критической.

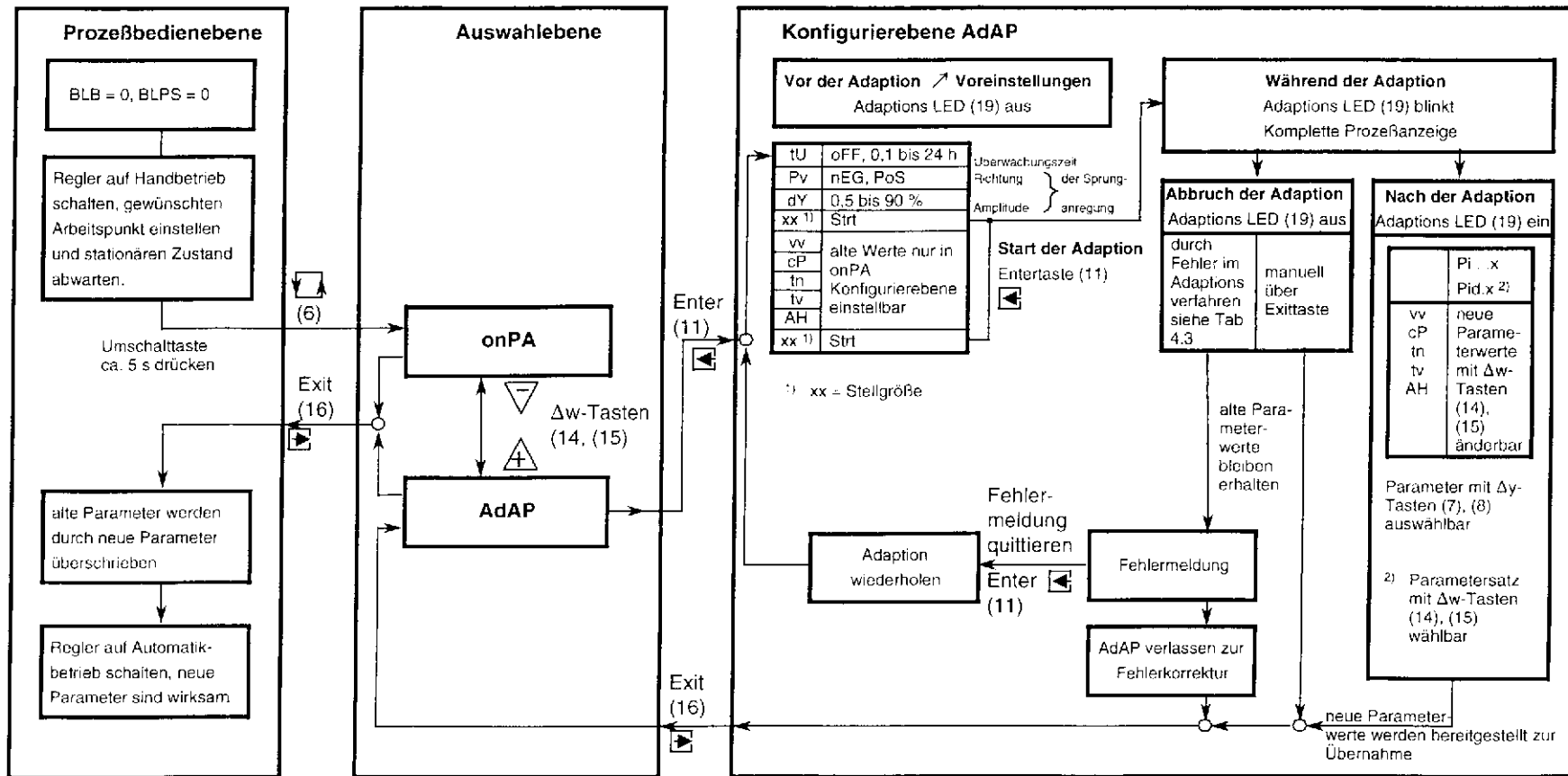


Рис. 6.1 Обзор уровня конфигурации AdAP

6.6 Ручная установка параметров регулирования без знания характеристики оборудования

Параметры регулирования для оптимальной регулировки оборудования в этом случае ещё неизвестны. Для удержания регулирующего контура в стабильном состоянии имеются следующие заводские установки:

Пропорциональный коэффициент	$K_p = 0,1$
Время изодрома	$T_n = 9984 \text{ сек}$
Время предварения	$T_v = \text{oFF}$

- П-регулятор (сигнал управления $P = \text{high}$)

- Установить желаемую заданную величину и в ручном режиме установить рассогласование регулирования на ноль.
- Необходимая для рассогласования регулирования ноль рабочая точка в ручном режиме при $Y_0 = AU_0$ устанавливается автоматически (заводская установка). Рабочая точка может быть также задана вручную, для чего необходимо установить параметр «он-лайн» Y_0 на желаемую рабочую точку.
- Переключиться на автоматический режим.
- Медленно увеличивать K_p пока регулирующий контур через малые изменения заданной величины не начнет клониться к колебаниям.
- Незначительно уменьшать K_p пока колебания не будут устранены.

- ПД-регулятор (сигнал управления $P = \text{high}$)

- Установить желаемую заданную величину и в ручном режиме установить рассогласование регулирования на ноль.
- Необходимая для рассогласования регулирования ноль рабочая точка в ручном режиме при $Y_0 = AU_0$ устанавливается автоматически (заводская установка). Рабочая точка может быть также задана вручную, для чего необходимо установить параметр «он-лайн» Y_0 на желаемую рабочую точку.
- Переключиться на автоматический режим.
- Медленно увеличивать K_p пока регулирующий контур через малые изменения заданной величины не начнет клониться к колебаниям.
- Переключить T_v с oFF на 1 сек.
- Увеличивать T_v до тех пор, пока колебания не будут устранены.
- Медленно увеличивать K_p до тех пор, пока снова не появятся колебания.
- Повторять установки в соответствии с двумя предыдущими шагами до тех пор, пока колебания уже не могут быть устранены.
- Незначительно уменьшать T_v и K_p пока колебания не будут устранены.

- ПИ-регулятор (сигнал управления $P = \text{Low}$)

- Установить желаемую заданную величину и в ручном режиме установить рассогласование регулирования на ноль.
- Переключиться на автоматический режим.
- Медленно увеличивать K_p пока регулирующий контур через малые изменения заданной величины не начнет клониться к колебаниям.
- Незначительно уменьшать K_p пока колебания не будут устранены.
- Уменьшать T_n до тех пор, пока регулирующий контур снова не начнет клониться к колебаниям
- Медленно увеличивать T_n до тех пока уклон к колебаниям не будет устранен

- **ПИД-регулятор (сигнал управления $P = Low$)**

- Установить желаемую заданную величину и в ручном режиме установить рассогласование регулирования на ноль.
- Переключиться на автоматический режим.
- Медленно увеличивать K_p пока регулируемый контур через малые изменения заданной величины не начнет клониться к колебаниям.
- Переключить T_v с OFF на 1 сек.
- Увеличивать T_v до тех пор, пока колебания не будут устранены.
- Медленно увеличивать K_p до тех пор, пока снова не появятся колебания.
- Повторять установки в соответствии с двумя предыдущими шагами до тех пор, пока колебания уже не могут быть устранены.
- Незначительно уменьшать T_v и K_p пока колебания не прекратятся.
- Уменьшать T_n до тех пор, пока регулируемый контур снова не начнет клониться к колебаниям
- Медленно увеличивать T_n до тех пока уклон к колебаниям не будет устранен

6.7 Ручная установка параметров регулирования по переходной функции

Если дана переходная функция объекта регулирования или она может быть определена, то параметры регулирования могут быть установлены согласно установочным директивам, указанным в справочниках. Переходная функция в положении регулятора «Ручной режим» может быть записана через скачкообразное изменение управляющего воздействия и характер регулируемой величины может регистрироваться самописцем. При этом получается переходная функция, приблизительно соответствующая указанной на рис. 6.2.

Хорошие средние величины из установочных параметров многих составителей дают следующие эмпирические формулы:

П-регулятор:

Пропорциональный коэффициент $K_p \approx T_g \div [T_u \cdot K_s]$

ПИ-регулятор:

Пропорциональный коэффициент $K_p \approx 0,8 \cdot (T_g \div [T_u \cdot K_s])$

Время изодрома $T_n \approx 3 \cdot T_u$

ПИД-регулятор:

Пропорциональный коэффициент $K_p \approx 1,2 \cdot (T_g \div [T_u \cdot K_s])$

Время изодрома $T_n \approx T_u$

Время предварения $T_v \approx 0,4 \cdot T_u$

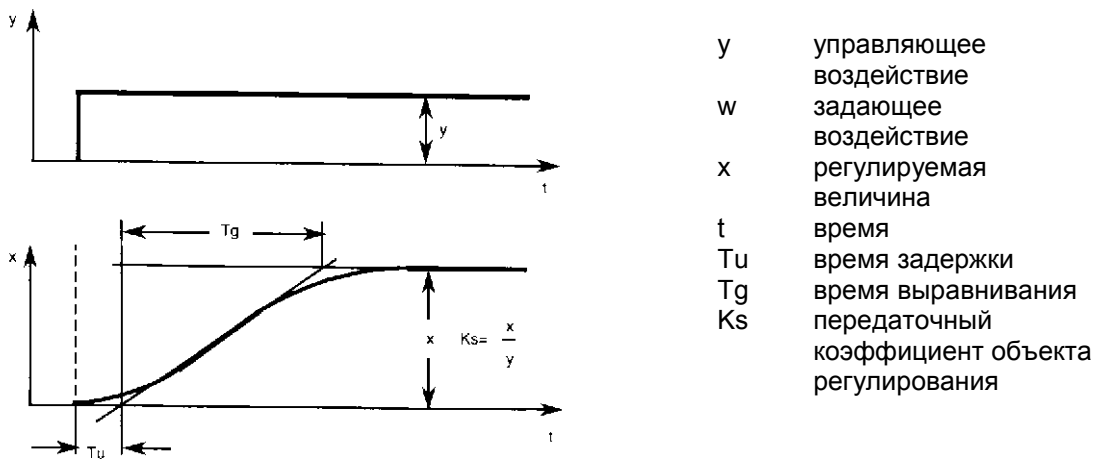


Рис. 6.2 Переходная функция объекта регулирования с выравниванием