

# PI-регулятор, интегрированный в преобразователь частоты SMD

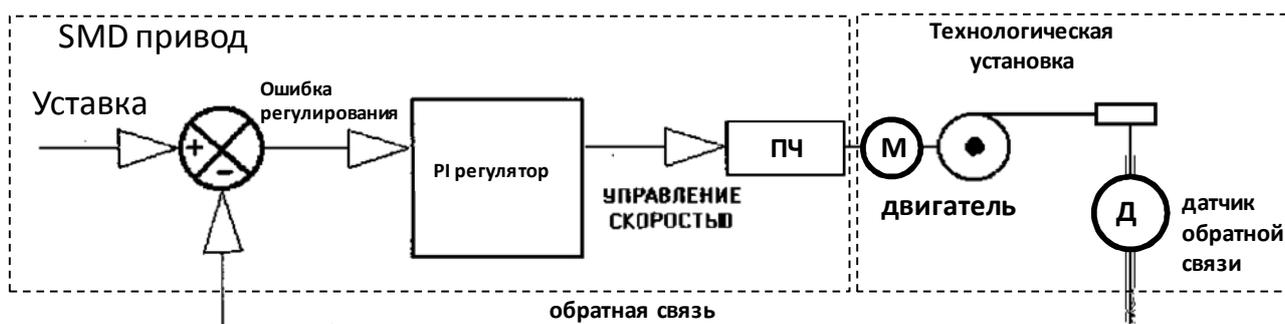
PI-регулятор поддерживает на заданном уровне некоторую технологическую величину, измеряемую датчиком обратной связи. Такой режим обычно используется в системах промышленного управления. PI-регулятор связан с интерфейсами инвертора Lenze серии SMD таким образом, чтобы их можно было использовать для управления в приложениях подобного типа.

PI-регулятор сравнивает измеряемое с помощью датчика обратной связи значение, подлежащее регулированию, с уставкой (заданным значением этой величины).

Полученная при сравнении разница (или ошибка регулирования) так изменяет скорость вращения, что сводит ошибку регулирования к нулю, т.е. приводит регулируемую величину к заданному значению.

Буквы P и I в сочетании «PI-регулятор» обозначают пропорциональную и интегральную составляющие. С помощью изменения значений этих составляющих улучшают переходной процесс в системе (т.е. оптимизируют реакцию устройства на возмущающее воздействие или на изменение уставки).

Ниже приводится структурная схема SMD-привода с пропорционально-интегральным регулятором.



К типичным примерам применения, которые используют PI-регулирование, относятся те технологические процессы, в которых регулируется давление, поток, скорость, напряжение и температура.

## Преимущества использования SMD инвертора Lenze:

- 1) Серия продукции Lenze SMD, содержащая ПИ-регулятор, аналогична подобным стандартным изделиям.
- 2) При использовании в приложениях с вентиляторами и насосами значительно снижается энергопотребление и тепловые потери.
- 3) За счет возможности ограничения интенсивности изменения уставки, можно сделать работу регулятора более плавной, то есть при этом отсутствуют резкие броски, сопровождающие, обычно, процессы пуска/останова. Это поможет снизить нагрузку на другие части системы и уменьшить необходимость выполнения технического обслуживания и ремонта.
- 4) Универсальность входа обратной связи.  
Аналоговый вход SMD можно установить на прием различных типов сигнала обратной связи (см. параметр C34 ниже). На вход можно подавать сигнал с большинства типовых датчиков, измеряющих различные технологические величины.

## Таблица PI параметров устройства:

SMD-преобразователь Lenze содержит следующие параметры, связанные с PI-регулятором

Параметр	Описание	Используемые значения	Комментарии
CE1	Конфигурация - Дискретный вход E1	14, 15	Активация PI-режима + выбор фиксированной PI уставки
CE2	Конфигурация - Дискретный вход E2	14, 15	Активация PI-режима + выбор фиксированной PI уставки
CE3	Конфигурация - Дискретный вход E3	14, 15	Активация PI-режима + выбор фиксированной PI уставки
C08	Конфигурация релейного выхода	9, 10	На клеммах K12, K14 можно получить релейный сигнал о выходе измеряемой величины за допустимые пределы
C34	Конфигурация аналогового входа	0-4	Определяется типом сигнала, подаваемого на клеммы 8 и 7
C37	Величина фиксированной PI уставки 1		Используется, когда на соответствующий дискретный вход подан сигнал для выбора заданной PI-уставки
C38	Величина фиксированной PI уставки 2		Используется, когда на соответствующий дискретный вход подан сигнал для выбора заданной PI-уставки
C39	Величина фиксированной PI уставки 3		Используется, когда на два соответствующих дискретных входа поданы сигналы для выбора заданной PI-уставки
C59	Величина обратной связи		Только для чтения: отображаются значения PI обратной связи
C70	Пропорциональная составляющая PI-регулятора		Задаёт значение пропорционального усиления регулятора
C71	Интегральная составляющая PI-регулятора		Определяет постоянную времени регулятора
c17	Конфигурация дискретного выхода (A1)	9, 10	На клемме A1 можно получить сигнал о выходе измеряемой величины за допустимые пределы
c38	Фактическая уставка PI		Только для чтения: Текущее заданное значение регулируемой технологической величины.
c81	Уставка PI регулятора		Значение PI уставки без учета ограничений
c86	Минимальный уровень измеряемой величины		<ul style="list-style-type: none"> <li>Используются для масштабирования сигнала с датчика обратной связи</li> <li>Если характеристика датчика обратной связи инверсная («падающая»), то задайте <math>c86 &gt; c87</math></li> <li>Пример: Датчик обратной связи измеряет величину от 0 до 300 кгс / см<sup>2</sup>; <math>c86 = 0.0</math> и <math>c87 = 300</math></li> </ul>
c87	Максимальный уровень измеряемой величины		
d25	Интенсивность изменения PI-уставки: ускорение / торможение		Время изменения PI уставки от минимального до максимального уровня
d38	Активация PI-режима	0-2	1 - Режим PI включен. Нормальное действие (отрицательная обратная связь), 2 - Режим PI включен. Обратное действие (положительная обратная связь)
d46	Минимальный уровень сигнализации		Минимальный уровень сигнала обратной связи, при котором может сработать дискретный или релейный выход
d47	Максимальный уровень сигнализации		Максимальный уровень сигнала обратной связи, при котором может сработать дискретный или релейный выход

### Описание параметров SMD, используемых в PI – режиме.

#### CE1, CE2, CE3: Характеристики дискретных входов

Активация PI-уставок (см. параметры C37, C38 и C39) определяется параметрами дискретных входов. Необходим один дискретный вход, чтобы выбрать между одним фиксированным заданным значением и значением, задаваемым в параметре c81. Два входа позволяют выбрать до 3 фиксированных значений уставок или значение c81.

Установите параметр конфигурации любого дискретного входа на значение 14, чтобы при активации этого входа величина PI уставки имела значение 1.

Установите параметр конфигурации любого дискретного входа на значение 15, чтобы при активации этого входа величина PI уставки имела значение 2.

Дискретный вход 2	Дискретный вход 1	Источник PI-уставки	Комментарии
Не используется	0	c81	Один из дискретных входов (любой, например, вход 1) должен быть установлен на значение 14 и использован при выборе заданного PI значения
Не используется	1 (активный уровень)	C37	
0	0	c81	Два ввода (любых) должны быть установлены на значения 14 и 15, соответственно, и использованы при выборе PI-уставок
0	1	C37	
1	0	C38	
1	1	C39	

#### C08: Характеристики выходного реле

Параметры срабатывания выходного реле определяют режим функционирования этого реле (Клеммы контактов реле: K12 и K14). Среди значений этого параметра есть значения, которые задают режим замыкания контактов реле, когда сигнал обратной связи находится в пределах или за пределами значений, установленных в качестве максимальных / минимальных уровней срабатывания сигнализации.

Параметры d46 и d47 определяют величину минимального и максимального уровней срабатывания сигнализации.

Установка параметра C08 на значение 9, приводит к замыканию реле, когда сигнал обратной связи лежит за пределами диапазона максимальных / минимальных значений параметров d46 и d47. Установка параметра C08 на значение 10, приводит к замыканию реле, когда обратная связь лежит внутри пределов диапазона максимальных / минимальных значений параметров d46 и d47.

### **С34: Конфигурация аналогового входа**

Определяется типом сигнала (напряжение или ток) с датчика обратной связи, подаваемого на клемму 8 относительно клеммы 7 управляющих выводов. Значения параметра С34, приведенные ниже, позволяют использовать различные устройства (датчики) обратной связи совместно с SMD приводом.

Значение 0	Сигнал 0... 10 В
Значение 1	Сигнал 0...5 В
Значение 2	Сигнал 0...20 мА
Значение 3	Сигнал 4...20 мА
Значение 4	4...20 мА («под контролем» – отобразится сигнал неисправности SdS, если уровень сигнала меньше 2 мА)

### **С37, С38, С39: фиксированные заданные PI значения**

Устанавливают значения, которые будут использоваться в качестве заданных значений для PI регулятора и которые выбираются при помощи дискретных входов SMD. Для выбора уставки, см. параметры CE1, CE2, CE3 и сводную таблицу.

### **С59: Величина сигнала обратной связи (только для чтения)**

Отображает значения сигнала обратной связи на входе PI-регулятора. Это значение PI обратной связи формируется после того, как сигнал обратной связи с клеммы 8 прошел через масштабирующие параметры для обратной связи. Значение определяется пределами, установленными в параметрах с86 и с87.

### **С70, С71: Значения пропорциональной и интегральной составляющей PI-регулятора**

Устанавливает значения пропорционального и интегрального коэффициента усиления, применяемого к PI-ошибке. В общем случае увеличение этих усилений оказывает следующее влияние:

Параметр	Время нарастания	Перерегулирование	Времени регулирования	Установившаяся ошибка
P (С70)	Уменьшает	Повышает	Ограниченный эффект	Понижает
I (С71)	Уменьшает	Повышает	Увеличивает	Сводит к нулю

### **с17: Конфигурация дискретного выхода**

Этот параметр и клемма выхода включены только в версию SMD, предназначенного для работы от трехфазной сети.

Параметр конфигурации дискретного выхода задает работу дискретного выхода SMD (клемма А1, представляющая собой открытый коллектор транзистора, эмиттер которого соединен с общим проводом - клемма 7). Среди настроек данного параметра имеются значения, которые определяют, что выход будет активирован, когда PI обратная связь находится в пределах или за пределами значений, установленных в качестве максимальных и минимальных значений, устанавливаемых параметрами d46 и d47.

Установка с 17 на значение 9 задает включение выхода, когда сигнал обратной связи выходит за пределы максимального / минимального значения (d46 и d47).

Установка с17 на значение 10 задает включение выхода, когда сигнал обратной связи находится в пределах максимального / минимального значения (d46 и d47).

### **с38: Фактическая PI-уставка (только для чтения)**

Отображает заданное значение регулируемой величины для PI-регулятора, которое присутствует в данный момент на входе этого PI-регулятора. В зависимости от этого сигнала регулятор формирует управление скоростью привода.

### **с81: PI-уставка**

Этот параметр может использоваться для установки заданного значения регулируемой величины для PI регулятора. PI-уставка, заданная в параметре с81, активизируется, когда фиксированные заданные PI значения не активны (см. параметры CE1, CE2, CE3).

Это значение ограничено значениями с86 (минимальный уровень измеряемой величины) и с87 (максимальный уровень измеряемой величины).

Этот параметр устанавливается путем нажатия кнопок на передней панели SMD привода.

В версии SMD, питающегося от трехфазной сети, этот параметр, кроме того, устанавливается при помощи дистанционного пульта, соединенного с последовательным портом, либо при помощи шины RS485 (протокол LECOM или Modbus), соединенной с последовательным портом устройства.

#### **с86, с87: Максимальный / минимальный уровень измеряемой величины**

Данные параметры позволяют пользователю задать масштаб сигнала обратной связи, и отображать сигналы на индикаторе SMD- привода в пользовательских единицах.

Например, если датчик давления измеряет диапазон от 50 до 250 бар и при этом уровень выходного сигнала датчика изменяется 0 - 10В, то параметр с86 должен быть установлен на 50, а с87 - на 250.

Параметр С34 (конфигурация аналогового входа) следует установить на 0, чтобы определить, что сигнал обратной связи соответствует напряжению от 0 до 10В.

Аналоговый сигнал обратной связи величиной 0 Вольт будет показан оператору как значение «50» (с86 - минимальный уровень измеряемой величины) при просмотре величины обратной связи в параметре С59. Максимальный сигнал (10 V) на клемме 8 покажет значение «250» в С59 (параметр с87 - максимальный уровень измеряемой величины), с шагом роста промежуточных данных 20 Бар на 1 Вольт. Поэтому пользователь может видеть обратный сигнал в выбранных им единицах измерения, в данном случае в барах.

Если характеристика вход-выход датчика обратной связи «инверсная» и имеет «падающий» характер, то необходимо установить  $s86 > s87$ .

Значение, установленное в параметрах с86 и с87, имеет те же единицы измерения, что и PI-уставки, которые устанавливаются либо в с81, либо в С37, С38, С39 (фиксированные уставки) и эти значения должны быть установлены с использованием того же масштаба (т.е. в пользовательских единицах измерения).

Значение, установленные с помощью с86 и с87, также определяет величину сигнала обратной связи, контролируемую параметрами d46 и d47, эти параметры также должны быть установлены в единицах пользователя.

По умолчанию (заводские настройки Lenze) сигнал обратной связи и PI - уставка устанавливаются в процентах (0-100%), и d46 и d47 устанавливаются таким же образом.

#### **d25: Интенсивность изменения PI-уставки (ускорение/торможение)**

Этот параметр устанавливает время ускорения или замедления относительно изменения значения PI - уставки от 0 до 100% или от 100% до 0 соответственно.

#### **d38: PI режим**

Параметр PI-режима используется для активации PI-режима в приводе. Когда PI-режим отключен (d38=0, установка по умолчанию) SMD управляется в стандартном скоростном режиме. Источник уставки скорости определяется параметром С01.

В дополнение к функции включения / выключения PI-режима, параметр d38 также определяет, каким образом ведет себя PI- регулятор в зависимости от сигнала обратной связи.

Когда параметру d38 присвоено значение 1, PI-режим активирован и увеличение сигнала на клемме 8, вызовет понижение скорости вращения SMD привода (отрицательная обратная связь).

Когда параметру d38 присвоено значение 2, PI-режим активирован и увеличение сигнала на клемме 8, вызовет повышение скорости вращения SMD привода (положительная обратная связь)..

#### **d46, d47: Минимальный и максимальный уровни сигнализации**

Параметры d46, d47 определяют уровни сигнала обратной связи, выше и ниже которых сигнал становится активным на дискретном и/или релейном выходах.

Дискретный или релейный выход SMD может быть сконфигурирован для работы либо когда сигнал обратной связи находится в заданных пределах, либо для работы, когда сигнал находится за этими пределами.

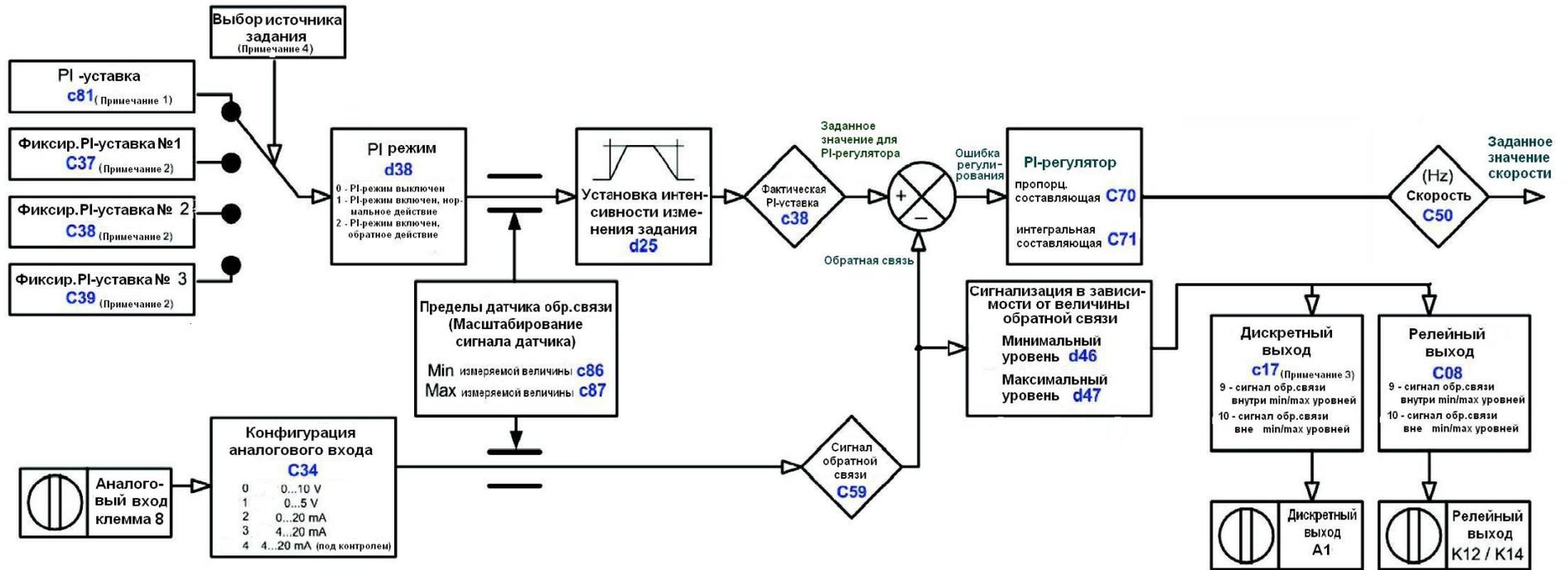
Подробности по установке характеристик выходного реле, см. в описании параметра С08.

Подробности по установке характеристик дискретного транзисторного выхода, см. в описании параметра с17.

Обратите внимание, что для того чтобы установка функционировала должным образом, минимальный сигнал обратной связи определяется параметром с86, а максимальный - параметром с87, а параметры d46, d47 должны быть установлены в единицах измерения пользователя.

## Обзор PI параметров

Следующая схема показывает структуру PI-регулятора и соответствующие настройки привода



### Примечание 1:

c81 можно отрегулировать с помощью клавиатуры, расположенной на корпусе SMD, дистанционной SMD клавиатуры, либо сообщений по цифровой сети (Установка с помощью дистанционной клавиатуры и сети доступны только в smd приводе, который питается от трехфазной сети).

### Примечание 2:

C37, C38, C39 выбираются путем назначения любого 1, 2 или 3 дискретного входа (CE1 CE2, CE3). Для активации предустановленного заданного значения 1 (установить значение конфигурации дискретного входа на 14), и для активации предустановленного заданного значения 2 (на значение 15).

### Примечание 3:

Дискретный выход (выводы управления A 1) и соответствующий параметр конфигурации (c 17) доступны только в версии smd, питающегося от трехфазной сети

### Примечание 4:

Smd выбирает источник задания для PI регулятора. Предустановленное заданное значение является приоритетным (см. примечание 2). Когда предустановленное заданное значение не выбрано, smd назначает задание через параметр c81.