

**Руководство по эксплуатации**

# **KL3311, KL3312, KL3314 и KL3302 –**

**одно-, двух- и четырехканальных модулей ввода  
аналоговых сигналов для термопар**

**Версия: 3.4**

**Дата: 2008-05-19**

**BECKHOFF**

---

# Введение

## Примечания к документации

Настоящее описание адресовано только специалистами в области систем автоматизации и контроля, знакомым с соответствующими национальными техническими стандартами. При установке и вводе в эксплуатацию этих компонентов необходимо соблюдать все последующие примечания и пояснения.

## Обязательства

Ответственный персонал должен обеспечить условия, при которых использование описанных устройств отвечало бы требованиям техники безопасности, а также соответствующим правовым нормам, правилам, рекомендациям и стандартам.

Документация готовилась очень тщательно. При этом, идет постоянное совершенствование устройства. Поэтому не во всех случаях производится проверка документации на соответствие техническим данным, стандартам и прочим характеристикам. Ничто из заявленного в настоящем руководстве не является гарантией в том смысле, как это описано в статье 443 Гражданского Кодекса (ГК) Германии; равно как и заявления о пригодности устройства для определенных целей не является гарантией в том смысле, как это описано в статье 443, пар.1, предл.1 ГК. Если руководство содержит технические или редакторские ошибки, мы оставляем за собой право вносить изменения в любое время и без предупреждения. Претензии к уже поставленной продукции, которые могут быть выдвинуты на основании данных, чертежей и описания в данной документации, не принимаются.

## Условия доставки

В данном случае действуют общие условия по доставке, принятые в компании Beckhoff Automation GmbH.

## Авторское право

© Настоящая документация охраняется авторским правом. Запрещено любое копирование или использование данной публикации третьими лицами, целиком или частями, без письменного разрешения компании Beckhoff Automation GmbH.

---

# Меры предосторожности

## Состояние компонентов при доставке

Все компоненты поставляются в определенной аппаратной и программной конфигурации в соответствии с их назначением. Изменения в конфигурации отличные от тех, что описаны в документации, не допускаются: такие изменения делают обязательства со стороны компании Beckhoff Automation GmbH недействительными.

## Предупреждающие символы

В документации используются следующие символы. Они призваны привлечь внимание читателя к соответствующим указаниям в инструкции



**Опасно**

Опасность для жизни или здоровья персонала



**Внимание**

Опасность для оборудования, материалов или окружающей среды



**Примечание**

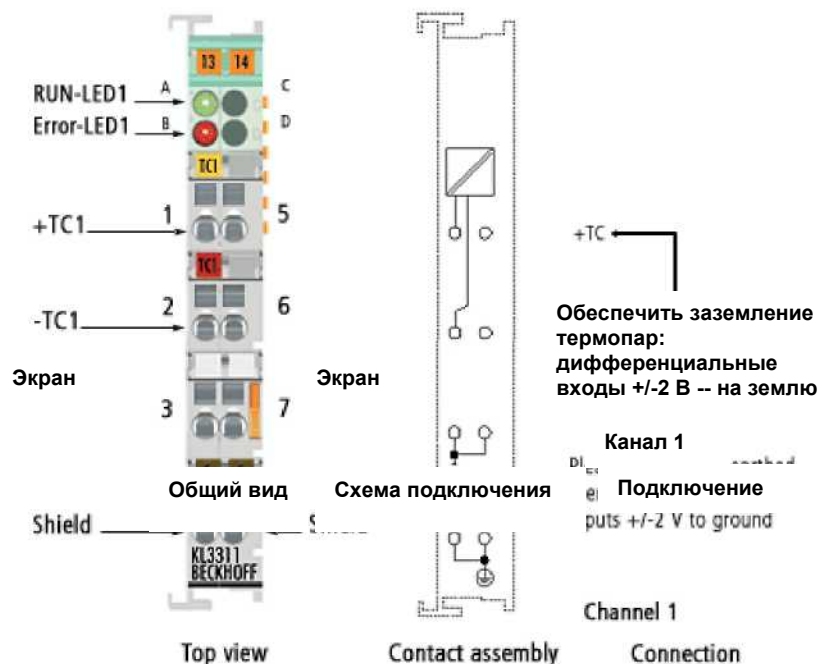
Этот символ указывает на наличие в документации пояснительной информации

## Технические характеристики

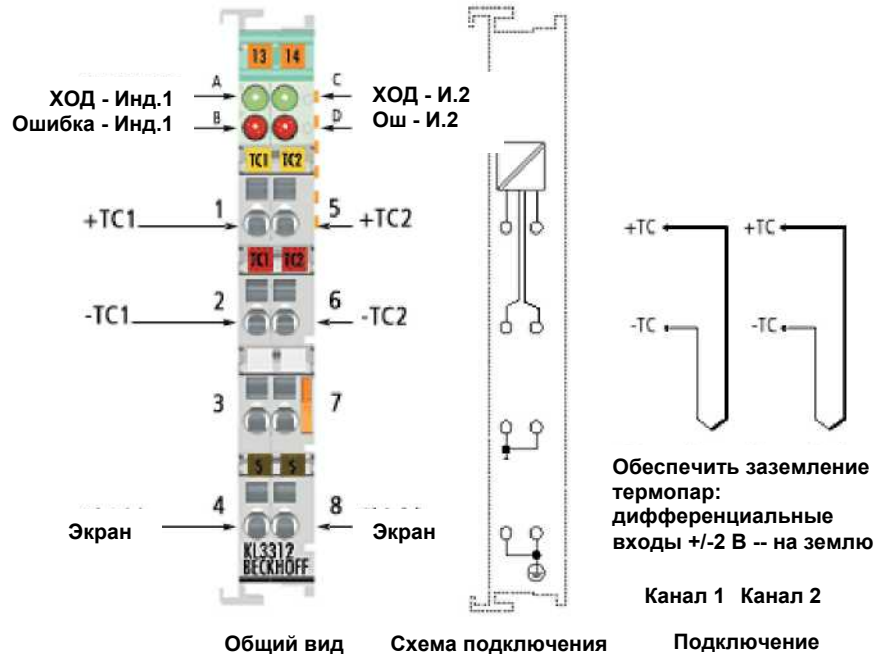
Технические характеристики	KL3311	KL3302*	KL3312	KL3314
Количество входов	1	2	2	4
Питание	через K-Bus			
Тип термопарного датчика	типы J, K, L, B, E, N, R, S, T, U (тип по умолчанию K), измерения в мВ			
Соединение	2-проводное			
Диапазон температур	в рамках установленного диапазона соответствующего датчика (по умолчанию: тип K; -100°... 1370°C)			
Разрешение	0.1 °C на цифру			
Обнаружение обрыва провода	да	нет	да	да
Время преобразования	~ 200 мс	~ 250 мс		
Погрешность (общ. диапазон измерений)	< ± 0.5% (от общего диапазона)			
Электрическая изоляция	500 В rms (K-Bus/напряжение сигнала)			
Потребление тока через K-Bus	тип. 65 мА			
Ширина битов в образе процесса	Вход: 1 x 16 бит данных (1x8бит контр./статус, дополнительно)	Вход: 2 x 16 бит данных (2x8 бит контр./статус, дополн.)	Вход: 4 x 16 бит данных (4x8 бит контр./статус, дополн.)	
Конфигурирование	без назначения адреса, через устройство сопряжения или контроллер			
Вес	ок. 70 г			
Температура эксплуатации	0°C ... +55°C			
Температура хранения	-25°C ... +85°C			
Относительная влажность	95 %, без конденсации			
Устойчивость к вибрации/ударам	согласно нормам EN 60068-2-6 / EN 60068-2-27, EN 60068-2-29			
ЭМС/излучение	согласно нормам EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4			
Место установки	любое			
Класс защиты	IP20			

\*) KL3302 больше не выпускается, и заменен модулем KL3312.

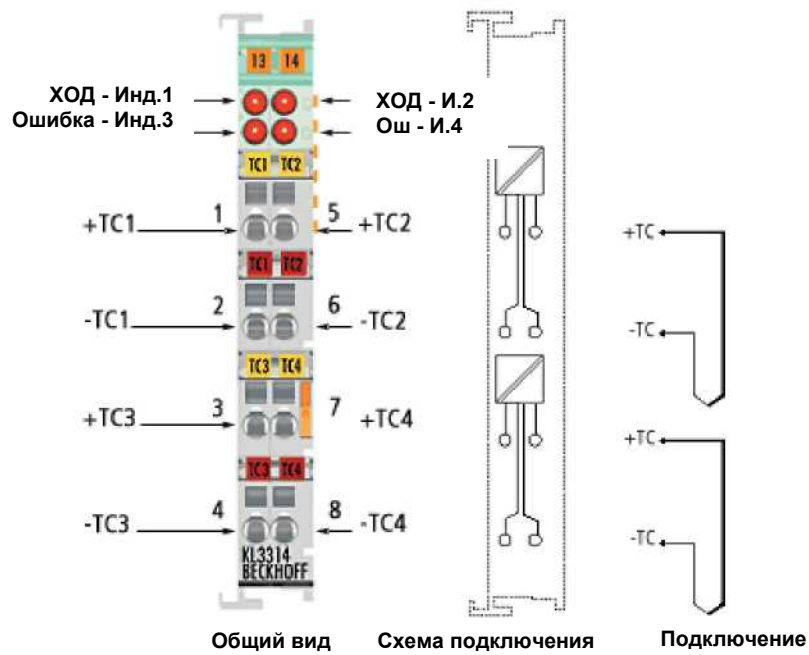
ХОД - Инд.1  
Ошибка - Инд.1



## KL3312 (KL3302)



## KL3314



Функционирование

## Описание функций

Термопарные модули KL3311, KL3302 (без функции обнаружения обрыва проводов), KL3312 и KL3314 обрабатывает сигнал, поступающий с термопар типа J, K, B, E, N, R, S, T, U и L. Модуль линеаризует характеристические кривые и определяет опорную температуру. Регистрация температуры осуществляется с шагом 1/10°C. Модуль полностью конфигурируемый с помощью устройства сопряжения (Bus Coupler) или контроллера. Можно выбирать разные форматы вывода и определять свою собственную шкалу измерения. Кроме того, можно отключать линеаризацию характеристической кривой, определение и вычисление опорной температуры (температуру на контактах модуля).

Термопары можно рассматривать как активные измерительные датчики. Они используют термоэлектрический эффект Зеебека, Пельтье, Томсона). В точке соприкосновения двух электропроводников (например, железа и константана) через контакт проходит заряд. Разность потенциалов, которая возникает на контактах, сильно зависит от температуры. Образованное за счет тепла напряжение является функцией измеряемой температуры (T) и опорной температуры (T<sub>v</sub>) в точке контакта с термопарой. Поскольку коэффициенты определяются при опорной температуре 0°C, необходимо внести коррекцию с учетом эффекта опорной температуры. Для этого надо преобразовать опорную температуру в опорное напряжение, которое зависит от типа термопары, и сложить результат с измеренным тепловым напряжением. Температура определяется по полученному напряжению и соответствующей кривой.

$$U_k = U_{\text{meas}} + U_{\text{ref}}$$

$$T_{\text{aus}} = f(U_k)$$

Выходной формат данных процесса

В стандартной конфигурации измеренное значение отображается с шагом 1/10°C в формате дополнения до двух (целое число). С помощью регистра свойств можно выбирать другие форматы отображения (например, числовое представление со знаком, выходной формат Siemens).

Показания	Шестнадцатеричное значение	Целочисл. значение со знаком
-200.0°C	0xF830	-2000
-100.0°C	0xFC18	-1000
-0.1 °C	0xFFFF	-1
0.0°C	0x0000	0
0.1 °C	0x0001	1
100.0°C	0x03E8	1000
200.0°C	0x07D0	2000
500.0°C	0x1388	5000
850.0°C	0x2134	8500
1000.0°C	0x2710	10000

Граничные значения напряжения

$U_k > U_{k\text{max}}$ : В статусном байте установлены биты 1 и 6 (биты выхода за пределы диапазона и ошибки). Линеаризация характеристической кривой осуществляется с помощью коэффициентов, определяющих верхнюю границу – до остановки АЦП или до достижения максимального значения 0x7FFF.

$U_k < U_{kmin}$ : В статусном байте установлены биты 0 и 6 (биты недостаточной нагрузки и ошибки). Линеаризация характеристической кривой осуществляется с помощью коэффициентов, определяющих нижнюю границу до остановки АЦП или до достижения минимального значения 0x8000. При перегрузке или недостаточной нагрузке загорается красный светодиодный индикатор ошибки.

Индикаторы

Четыре светодиодных индикатора показывают состояние каналов соответствующего модуля.

Зеленые индикаторы: ХОД (кроме KL3314)

- Горит: Нормальная работа
- Не горит: Срабатывание сторожевого таймера. Если контроллер не передает данные процесса в течение 100 мс, зеленый индикатор гаснет.

Красные индикаторы: ОШИБКА

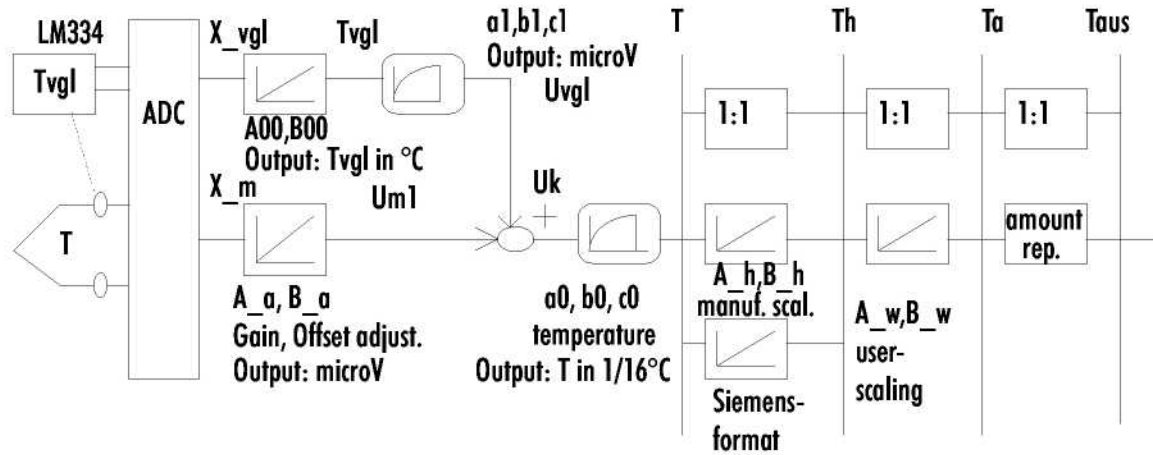
- Горит: Разрыв соединения. Величина сопротивления оказывается в недействительном диапазоне характеристической кривой соответствующей термопары.
- Не горит: Величина сопротивления остается в пределах действительного диапазона характеристической кривой.

Данные процесса

Данные процесса, передаваемые на модуль, рассчитываются по следующим формулам:

X ref:	Опорное значение АЦП
T <sub>ref</sub> :	Опорная температура
U <sub>ref</sub> :	Опорное напряжение
X R:	Значение АЦП датчика температуры
U <sub>m1</sub> :	Величина напряжения датчика температуры
A a, B a:	Коррекция усиления и сдвига, заданная производителем (R17, R18)
A <sub>h</sub> , B <sub>h</sub> :	Шкала производителя
A <sub>w</sub> , B <sub>w</sub> :	Шкала пользователя
U <sub>k</sub> :	Сумма величин U <sub>ref</sub> и U <sub>m1</sub>
T:	Измеренная температура с шагом 1/16°C
T <sub>h</sub> :	Температура по шкале производителя (1/10°C)
T <sub>a</sub> :	Температура по шкале пользователя
T AUS:	Данные процесса для ПЛК

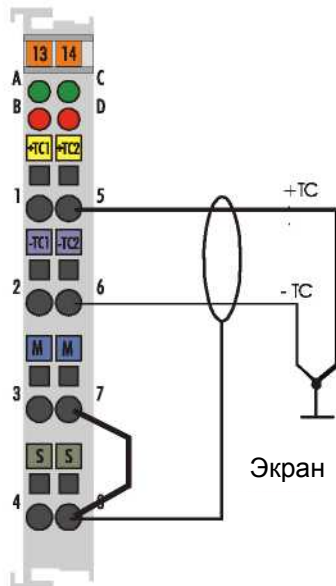
a) Величина опорного напряжения:	
$T_{ref} = A_{00} * X_{ref}$	(1.0)
$U_{ref} = a_1 * T_{ref}^2 + b_1 * T_{ref} + c_1$	(1.1)
b) Измеренная температура с шагом 1/16°C:	
$U_{m1} = A_a * X_m + B_a$	(1.2)
$U_k = U_{ref} + U_{m1}$	(1.3)
$T = a_0 * U_k^2 + b_0 * U_k + c_0$	(1.4)
c) Ни шкала производителя, ни шкала пользователя не действуют:	
$T_{AUS} = T$	(1.5)
d) Активна шкала производителя (заводская установка):	
$T_h = A_h * T + B_h$	(1.6)
$Y_{AUS} = T_h$	
e) Активна шкала пользователя:	
$T_a = A_w * T + B_w$	(1.7)
$Y_{AUS} = T_a$	
f) Шкала производителя и шкала пользователя активны:	
$Y_1 = A_h * T + B_h$	(1.8)
$Y_2 = A_w * Y_1 + B_w$	
$Y_{AUS} = Y_2$	



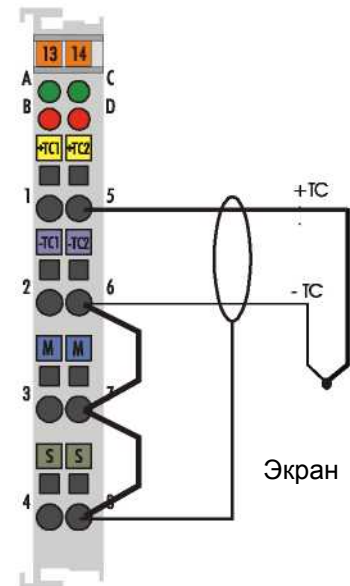
Соединение

ADC	АЦП
Gain, Offset ajust.	регул. усиления, сдвига
manuf. scal.	шкала производителя
user scaling	шкала пользователя
amount rep.	сумма

Поскольку модули имеют дифференциальные входы, рекомендуется использовать разные типы соединений в зависимости от типа термопары. При использовании заземленных термопар «земля» соединяется с экраном. Если термопара не имеет заземляющего соединения, контакты «земли», экрана и -TC1 или -TC2 соединяются друг с другом.



Заземленная термопара



Незаземленная термопара

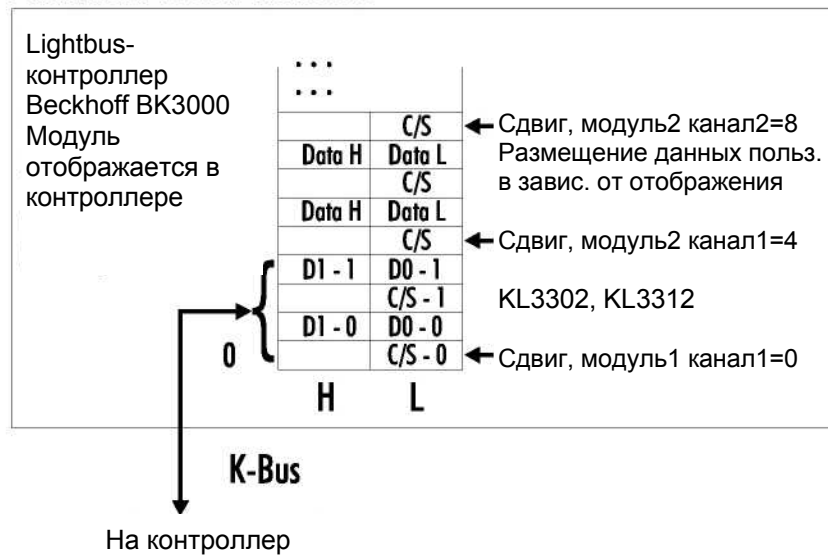
В этом примере показано соединение для KL3312. В случае с KL3314 экран следует соединять с дополнительным модулем-экраном (KL9195).

# Конфигурирование модулей

Конфигурирование и параметрирование модулей осуществляется через внутреннюю структуру регистров. Каждый канал модуля имеет отображение в контроллере. В зависимости от типа контроллера и отображения (формат Motorola/Intel, выравнивание по границе слова и т.д.) данные модуля могут быть представлены в памяти контроллера по-разному. Чтобы модуль можно было параметрировать, там должны также отображаться управляющий и статусный байты.

БК2000,  
Lightbus-контроллер

В Lightbus-контроллере БК2000 помимо байтов данных отображаются управляющий и статусный байты. Они всегда находятся в младшем байте в относительном адресе канала модуля.



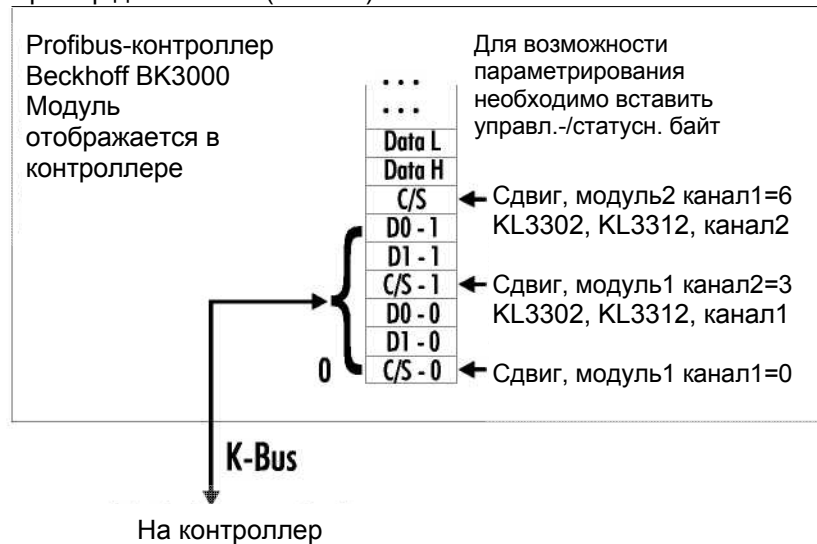
Пример для KL3312 (KL3302):

БК3000,  
PROFIBUS-контроллер

Общая конфигурация PROFIBUS-контроллера БК3000 должна указывать, для каких каналов модуля вставляются управляющий и статусный байт. Если они не **подвергаются анализу**, модули занимают по 2 байта на канал:

- KL3311: 2 байта входных данных
- KL3312 (KL3302): 4 байта входных данных
- KL3314: 8 байта входных данных

Пример для KL3312 (KL3302):



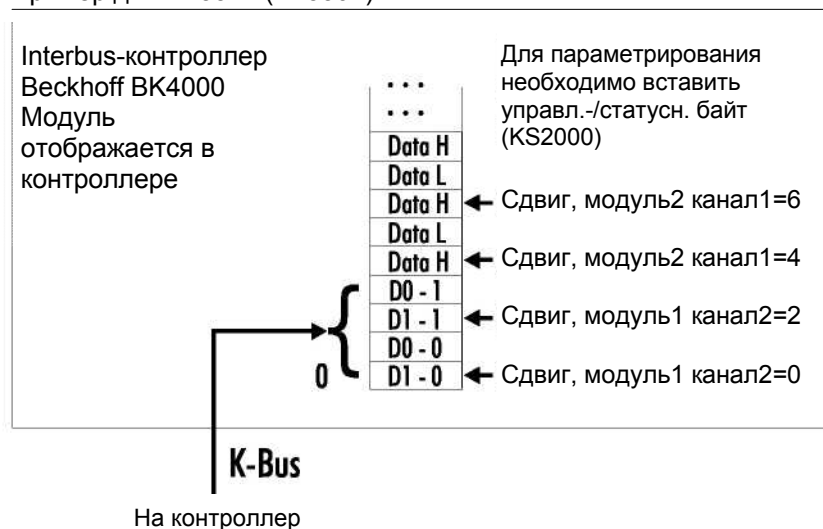
ВК4000, Interbus-контроллер

Interbus-контроллер ВК4000 по умолчанию отображает модули двумя байтами на канал:

- KL3311: 2 байта входных данных
- KL3312 (KL3302): 4 байта входных данных
- KL3314: 8 байта входных данных

Параметрирование через шину невозможно. Если требуется использовать управляющий и статусный байты, понадобится ПО конфигурирования KS2000.

Пример для KL3312 (KL3302):



Другие контроллеры и дополнительная информация

Дополнительную информацию о конфигурировании отображения контроллера можно найти в приложении к руководству по эксплуатации вашего контроллера в разделе «Общая конфигурация».

Примечание

Приложение включает обзор возможных конфигураций отображения в зависимости от заданных параметров.

Параметрирование с помощью KS2000

Параметрирование можно проводить независимо от промышленной шины – с помощью конфигурационного ПО KS2000 через последовательный конфигурационный интерфейс контроллера

## Описание регистров

Сложным модулям можно назначать разные режимы работы и разные функции. В разделе «Общее описание регистров» описано содержимое регистров, которое одинаково для всех сложных модулей.

В следующем разделе описаны модульные регистры.

Доступ к внутренним регистрам модулей описан в разделе «Связь между регистрами».

## Общее описание регистров

Сложные, или интеллектуальные, модули со встроенными процессорами могут осуществлять двусторонний обмен данными с контроллером верхнего уровня. Среди них устройства ввода аналоговых сигналов, вывода аналоговых сигналов, модули с последовательным интерфейсом (RS485, RS232, TTY и др.), счетчики, интерфейсы кодирования, интерфейсы SSI, ШИМ-модули и другие устройства параметрирования.

Основные свойства внутренней структуры данных одинаковы для всех интеллектуальных модулей. Эта область данных организована в слова и охватывает 64 регистра. Структура позволяет считывать важные данные и устанавливать важные параметры. С помощью соответствующих параметров можно также вызывать те или иные функции. Такую структуру имеет каждый логический канал интеллектуального модуля (то есть, 4-канальные аналоговые модули имеют 4 набора регистров).

Структура разделена на следующие области:  
(Подробный список всех регистров приводится в Приложении).

Регистры	Назначение:
0 - 7	Переменные процесса
8 - 15	Регистр типа
16 - 30	Параметры производителя
31 - 47	Параметры пользователя
48 - 63	Дополнительная область применения

Переменные  
процесса

### R0 - R7: Регистры во внутреннем ОЗУ (RAM) модуля

Переменные процесса могут использоваться в дополнение к фактическому образу процесса. Их функции специфичны для разных модулей.

#### R0 - R5: Модульные регистры

Функции этих регистров зависят от типа модуля (см. описание модульных регистров).

#### R6: Регистр диагностики

Регистр диагностики может содержать дополнительную диагностическую информацию. Здесь фиксируются, например, ошибки четности, возникающие в последовательных интерфейсных модулях при передаче данных.

#### R7: Регистр команд

High-Byte\_Write = параметр функции

Low-Byte\_Write = номер функции

High-Byte\_Read = результат функции

Low-Byte\_Read = номер функции

Регистр типа

### R8 - R15: Регистры во внутреннем ПЗУ (ROM) модуля

Эти типовые и системные параметры заложены производителем в микросхему, пользователь может считывать их, но не может изменять.

#### R8: Тип модуля

Тип модуля в регистре R8 нужен для идентификации модуля.

#### R9: Версия ПО (X.y)

Версия ПО считывается как строка ASCII-символов.

#### R10: Длина данных

R10 содержит номер мультиплексных сдвиговых регистров и информацию об их длине в битах.

Контроллер распознает эту структуру.

#### R11: Каналы передачи сигнала

Связанный с R10 этот регистр содержит информацию о количестве логических каналов. Так, физический сдвиговый регистр может содержать несколько каналов передачи сигнала.

#### R12: Минимальная длина данных

Этот байт содержит информацию о минимальной длине данных на канал, которые подлежат передаче. Если установлен старший бит, то при соответствующей конфигурации контроллера наличие управляющего и статусного байтов необязательно для функционирования модуля.

**R13: Регистр типа данных**

Регистр типа данных	
0x00	Модуль без действительной информации о типе данных
0x01	Байтовый массив
0x02	Структура 1 байт n байт
0x03	Массив слов
0x04	Структура 1 байт n слов
0x05	Массив двойных слов
0x06	Структура 1 байт n двойных слов
0x07	Структура 1 байт 1 двойное слово
0x08	Структура 1 байт 1 двойное слово
0x11	Байтовый массив с логическим каналом переменной длины
0x12	Структура 1 байт n байт с логическим каналом переменной длины (напр., 60xx)
0x13	Массив слов с логическим каналом переменной длины
0x14	Структура 1 байт n слов с логическим каналом переменной длины
0x15	Массив двойных слов с логическим каналом переменной длины
0x16	Структура 1 байт n двойных слов с логическим каналом переменной длины

**R14: Зарезервирован****R15: Биты выравнивания (RAM)**

Биты выравнивания служат для размещения **образа** аналогового модуля на границе байта в памяти контроллера.

Параметры  
производителя

**R16 - R30: Область параметров производителя (SEEPROM)**

Для каждого типа модуля используются определенные параметры производителя. Они запрограммированы производителем, но могут быть модифицированы. Параметры производителя хранятся в последовательном ЭСППЗУ (EEPROM) модуля и не теряются при сбое питания. Содержимое этих регистров можно изменить только после ввода кодового слова в R31.

Параметры пользователя

**R31 - R47: Область параметров пользователя (SEEPROM)**

Для каждого типа модуля существуют определенные параметры применения. Они могут быть изменены программистом. Параметры применения хранятся в последовательном ЭСППЗУ (EEPROM) модуля и не теряются при сбое питания. Эта область пользователя защищена кодовым словом.



Примечание

**R31: Регистр кодового слова в ОЗУ (RAM)**

Чтобы можно было изменить параметры в области пользователя, сюда необходимо ввести кодовое слово **0x1235**. Если в этот регистр ввести другое значение, включается защита от записи. Когда защита от записи не активна, то при считывании регистра возвращается кодовое слово. Если защита от записи активна, регистр содержит нулевое значение.

**R32: Регистр свойств**

Этот регистр определяет рабочие режимы модуля. Так, для аналоговых сигналов ввода/вывода можно активировать шкалу пользователя.

Дополнительная область  
применения

**R33 - R47: Модульные регистры**

Функции этих регистров зависят от типа модуля (см. описание модульных регистров).

**R47 - R63**

Дополнительные регистры с дополнительными функциями.

## Описание модульных регистров

Переменные процесса

### **R0: Исходное значение АЦП (X\_R)**

Этот регистр содержит ненормализованное значение АЦП подключенного элемента в соответствии с (Уравн. 0.1)  
(0x0000 это пригл. -125 мВ, 0x8000 – пригл. 0 В, 0xFFFF – пригл. 125 мВ, то есть присутствуют ошибки усиления и сдвига)

### **R1 - R5: Зарезервированы**

### **R6: Регистр диагностики**

Старший байт: зарезервирован  
Младший байт: статусный байт

Параметры  
производителя

### **R17: Аппаратная коррекция – сдвиг (B\_a)**

16-битное целое число со знаком  
Этот регистр применяется для коррекции сдвига модуля (Уравн. 1.2).  
Значение регистра составляет приблизительно 0x0000

### **R18: Аппаратная коррекция – усиление (B\_a)**

Этот регистр применяется для коррекции усиления (Уравн. 1.2).  
Значение регистра составляет приблизительно 0x3D4X

### **R19: Шкала производителя - сдвиг (B\_h)**

16-битное целое число со знаком [0x0000]  
Этот регистр содержит сдвиг для уравнения прямой линии, определенного производителем (1.6). Уравнение прямой линии активизируется через регистр R32.

### **R20: Шкала производителя - усиление (A\_h)**

16-битное целое число со знаком  $\cdot 2^8$  [0x00A0]  
Этот регистр содержит коэффициент масштабирования для уравнения прямой линии, определенного производителем (1.6). Уравнение прямой линии активизируется через регистр R32.

**R21: Коррекция усиления для опорного напряжения, определенная производителем**  
[пригл. 0x01 XX]

Параметры  
пользователя

### R32: Регистр свойств [0x1006]

Регистр свойств определяет режим работы модуля.

№ бита свойств				Описание режима работы
		Бит0	1	Шкала польз. (R33, R44) активна [0]
		Бит 1	1	Шкала произв. (R19, R20) активна
		Бит 2	1	Сторожевой таймер активен [1]
				По умолчанию сторожевой таймер включен
		Бит3	1	Представление числа со знаком [0]
				Активно представление числа со знаком вместо представления дополнения до двух. (-1 = 0x8001)
		Бит 4	1	Выходной формат Siemens [0]
				Этот бит используется для вставки информации о состоянии 3 младших битов (см.ниже).
		Бит 5	1	Активирует константу фильтра в R37 [0]
		Бит 6	1	Деактивирует измерительный ток для обнаружения разорванного соединения
		Бит 7	-	Зарезервирован, не изменять!
		Бит 8	1	Опорная температура отключена [0]
		Бит 9	-	Зарезервирован, не изменять!
		Бит10	1	Не предназначен для измерений в более низком диапазоне. [0]
		Бит		
15,	14,	13,12	Элемент	Действительный диапазон измерения
0	0	0 0	Тип: L	-25°C - 900°C
0	0	0 1	Тип: K	-100°C - 1370°C
0	0	1 0	Тип: J	-100°C - 1200°C
0	0	1 1	Тип: E	-100°C - 1000°C
0	1	0 0	Тип: T	-100°C - 400°C
0	1	0 1	Тип: N	-100°C - 1300°C
0	1	1 0	Тип: U	-25°C - 600°C
0	1	1 1	Тип: B	600°C - 1800°C
1	0	0 0	Тип: R	0°C - 1700°C
1	0	0 1	Тип: S	0°C - 1700°C
			Результат в мкВ	Действительный диапазон измерения
1	1	0 1	1 мкВ* 1.6 мкВ**	±30 мВ
1	1	1 0	2 мкВ* 3.2 мкВ**	±60 мВ
1	1	1 1	4 мкВ* 6.4 мкВ**	±120 мВ (±80 мВ для KL3314)

\*) не активна ни одна шкала пересчета

\*\*) активна только шкала производителя

Примеры

Биты 15 - 12: 1111, не активна ни одна шкала:

Выходной формат: 1 соответствует 1/16°C или 4 мкВ

Биты 15 - 12: 1111, шкала производителя активизирована через бит 1 регистра свойств:

Выходной формат: 1 соответствует 1/16°C или 6,4 мкВ

Если выбран выходной формат Siemens, то для доступа к статусу используются три младших бита. Данные процесса представлены в битах 3-15, где бит 15 указывает на знак. Пересчет результатов измерений в соответствии со стандартом Siemens выполняется с применением шкалы пользователя.

Измеренное значение	Бит 15...3	Бит 2 X	Бит 1 Ошибка	Бит 0 Переполнение
вне диапазона	Данные процесса	0	0	1
в диапазоне		0	0	0

### R33: Шкала пользователя - сдвиг (B\_w)

16-битное целое число со знаком

Этот регистр содержит сдвиг для уравнения прямой линии, определенного пользователем (1.7). Уравнение прямой линии активизируется через регистр R32.

### R34: Шкала пользователя - усиление (A\_w)

16-битное целое число со знаком \* 2<sup>8</sup>

Этот регистр содержит коэффициент пересчета для уравнения прямой линии, определенного пользователем (1.7).

Уравнение прямой линии активизируется через регистр R32.

### R35 и R36: зарезервированы

### R37: Константа фильтра

[0x0000]

Настоящая документация распространяется на все модули, работающие под управлением микропрограммного обеспечения версии 3x. Версия фигурирует в серийном номере, который указан на правой боковой поверхности модуля: xxxx3xxx

Пример: 52983A2A => версия микроПО: 3A.



Примечание

Константы фильтра:	Начальное значение [Гц]	Время преобразования [мс]
0x0000	25	250
0x50	100	65
0xA0	50	125
0x140	25	250
0x280	12.5	500

## Управляющий и статусный байты

Управляющий байт для обмена данными процесса

Управляющий байт передается с контроллера на модуль. Для модулей KL331x и KL3302 управляющий байт не используется.

Статусный байт для обмена данными процесса

Статусный байт передается с модуля на контроллер. Статусный байт содержит разные статусные биты аналогового входного канала:

статусный байт:

Бит 7 = 0<sub>bin</sub>

Бит 6 = 1<sub>bin</sub>: ERROR – бит ошибки общего характера

Биты 5-2: зарезервированы

Бит 1 = 1<sub>bin</sub>: Выход за пределы диапазона (повышение)

Бит 0 = 1<sub>bin</sub>: Выход за пределы диапазона (понижение)

Коррекция

Изначально модули имеют необходимую коррекцию. На случаи дополнительной коррекции с учетом допусков внешних компонентов для каждого канала в модуле предусмотрены регистры усиления и сдвига, позволяющие выполнять подстройку под напряжение термопар – это регистры R17 (сдвиг напряжения термопары) и R18 (усиление напряжения термопары). Для подстройки под опорную температуру (температура в точке соединения термопары и контактов модуля) используется регистр усиления (R21), идентичный предыдущим регистрам.

Коррекция выполняется следующим образом:

Сначала задайте сдвиг путем установки входного напряжения 0 В, деактивируйте опорную температуру и отключите линейаризацию. В регистр свойств введите 0xF100. После этого следует выполнить коррекцию усиления при максимальном напряжении 125 мВ (типичное значение: 70 мВ). При такой установке с деактивированной шкалой производителя напряжение отображается с шагом 4 мкВ. Коррекция усиления и сдвига для напряжения термопары осуществляется отдельно для каждого канала.

На следующем этапе выполняется коррекция с учетом опорной точки температуры. Здесь через регистр свойств следует выбрать термопару, при этом коррекция с учетом опорной температуры должна быть активной (R32 0x1006 тип К). При накоротко замкнутых входах (0 В) определите температуру контактов модуля и установите соответственно (через R21) выходную температуру модуля (измеренная внутренним датчиком температуры).

Калибровка опорной температуры каждого модуля выполняется только один раз, то есть R21 содержит одинаковое значение для обоих каналов.

Доступ к регистрам  
через обмен данными  
процесса  
Бит 7=1<sub>bin</sub>: Регистровый  
режим

Бит 6=0<sub>bin</sub>: чтение  
Бит 6=1<sub>bin</sub>: запись

Биты 0 - 5: Адрес

Управляющий байт в  
регистровом режиме

## Связь между регистрами

Если установлен бит 7 управляющего байта, то первые два байта данных пользователя для обмена данными процесса не применяются, хотя записываются в регистр модуля и считываются из него.

Бит 6 управляющего байта указывает, какую операцию следует выполнять с регистром – чтение или запись. Если установлен бит 6, регистр считывается без внесения изменений. Значение затем можно взять из образа входного процесса.

Когда установлен бит 6, производится запись данных пользователя в регистр. Процедура завершается после того, как статусный байт подает подтверждение в образ входного процесса (см. пример).

Адрес регистра, к которому производится адресация, вводится в биты 0-5 управляющего байта.

Ст. бит

REG=1	W/R	A5	A4	A3	A2	A1	A0
-------	-----	----	----	----	----	----	----

REG = 0<sub>bin</sub>: Обмен данными процесса

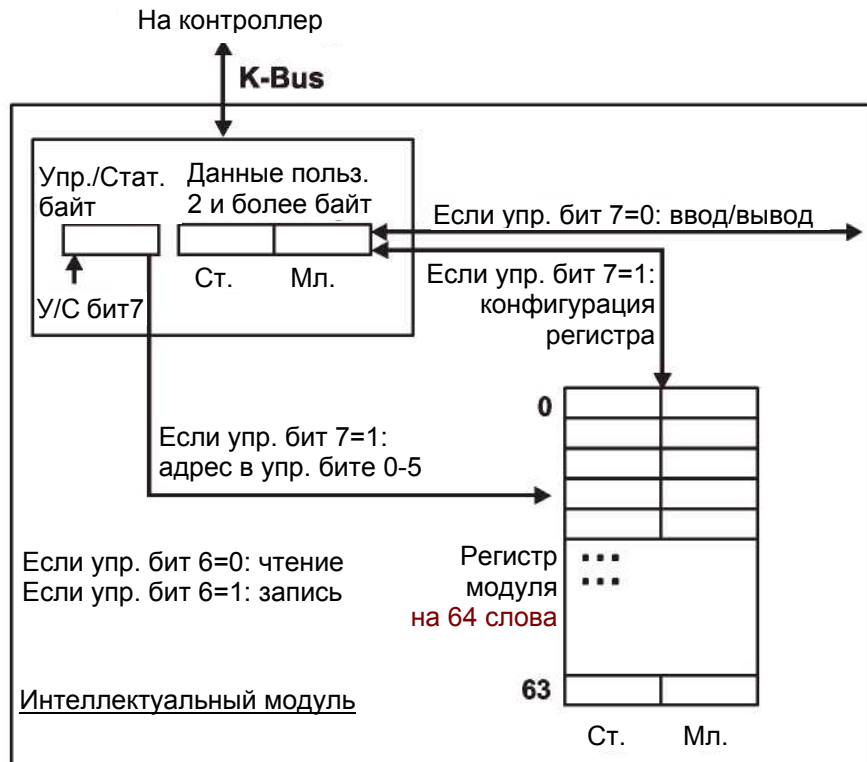
REG = 1<sub>bin</sub>: Доступ к структуре регистра

W/R = 0<sub>bin</sub>: Чтение регистра

W/R = 1<sub>bin</sub>: Запись в регистр

A5...A0 = адрес регистра

Адресные биты A5-A0 можно использовать для адресации до 64 регистров.



Управляющий или статусный байт занимает самый младший адрес в логическом канале. Значения соответствующего регистра находятся в следующих 2 байтах данных. (Контроллер ВК2000 представляет исключение: здесь после управляющего или статусного байта автоматически вставляется неиспользуемый (зарезервированный) байт данных, и значение регистра помещается на границу слова).

Пример 1

Считывание регистра 8 контроллера ВК2000 модулем KL3312 с заглушкой: Если с контроллера на модуль передаются следующие байты,

Байт	Байт3	Байт 2	Байт1	Байт0
Название	DataOUT 1	DataOUT 0	Не исп.	Управл. байт
Значение	0xXX	0xXX	0xXX	0x88

модуль возвращает следующий идентификатор типа (0x0CF0 соответствует целому числу 3312 без знака).

Байт	Байт3	Байт 2	Байт1	Байт0
Название	DataIN 1	DataIN 0	Не исп.	Статусн. байт
Значение	0x0C	0xF0	0x00	0x88

Запись в регистр 31 контроллера ВК2000 интеллектуальным модулем с заглушкой:

Если с контроллера на модуль передаются следующие байты (кодвое слово),

Байт	Байт3	Байт 2	Байт1	Байт0
Название	DataOUT 1	DataOUT 0	Не исп.	Управл. байт
Значение	0x12	0x35	0xXX	0xDF

кодвое слово принимается, и в качестве подтверждения модуль возвращает адрес регистра с 7 битами для доступа к регистру.

Байт	Байт3	Байт 2	Байт1	Байт0
Название	DataIN 1	DataIN 0	Не исп.	Статусн. байт
Значение	0x00	0x00	0x00	0x9F

# Приложение

## Отображение модулей в памяти контроллера

Как уже говорилось в разделе «Конфигурирование модуля», каждый шинный модуль имеет отображение в памяти контроллера. По умолчанию отображение конкретного модуля формируется за счет стандартных настроек контроллера. Стандартные настройки можно изменить с помощью конфигурационного ПО KS2000 или конфигурационной утилиты (TwinCAT System Manager, ComProfibus).

Если модули были подвергнуты полному анализу, они занимают часть памяти в образе входного и выходного процессов.

Следующие таблицы содержат информацию об отображении модулей в зависимости от условий, определенных контроллером.

### KL3311

Стандартное отображение для: CANopen, CANCAL, DeviceNet, ControlNet, Modbus, RS232, RS485

Условия	Смещение слова	Старший байт	Младший байт
Полный анализ: нет	0	Ch0D1	Ch0D0
Формат Motorola: нет	1	-	-
Выравнивание по границе слова:	2	-	-
любое	3	-	-

Стандартное отображение для: PROFIBUS, Interbus

Условия	Смещение слова	Старший байт	Младший байт
Полный анализ: нет	0	Ch0D0	Ch0D1
Формат Motorola: да	1	-	-
Выравнивание по границе слова:	2	-	-
любое	3	-	-

Стандартное отображение для: Lightbus, Ethernet, EtherCAT- и Bus Terminal-контроллера (BCxxxx, BXxxxx)

Условия	Смещение слова	Старший байт	Младший байт
Полный анализ: да	0	резерв.	Ch0 CB/SB
Формат Motorola: нет	1	Ch0D1	Ch0D0
Выравнивание по границе слова:	2	-	-
да	3	-	-

Условия	Смещение слова	Старший байт	Младший байт
Полный анализ: да	0	резерв.	Ch0 CB/SB
Формат Motorola: да	1	Ch0D0	Ch0D1
Выравнивание по границе слова:	2	-	-
да	3	-	-

Пояснения

см. KL3312.

### KL3312 (KL3302)

Стандартное отображение для: CANopen, CANCAL, DeviceNet, ControlNet, Modbus, RS232, RS485

Условия		Смещение слова	Старший байт	Младший байт
Полный анализ:	нет	0	Ch0D1	Ch0 D0
Формат Motorola:	нет	1	ChD1	Ch1 D0
Выравнивание по границе слова:	любое	2	-	-
		3	-	-

Стандартное отображение для: PROFIBUS, Interbus

Условия		Смещение слова	Старший байт	Младший байт
Полный анализ:	нет	0	Ch0D0	Ch0D1
Формат Motorola:	да	1	Ch1D0	Ch1 D1
Выравнивание по границе слова:	любое	2	-	-
		3	-	-

Условия		Смещение слова	Старший байт	Младший байт
Полный анализ:	да	0	Ch0 D0	Ch0 CB/SB
Формат Motorola:	нет	1	Ch1 CB/SB	Ch0D1
Выравнивание по границе слова:	нет	2	Ch1 D1	Ch1 D0
		3	-	-

Условия		Смещение слова	Старший байт	Младший байт
Полный анализ:	да	0	Ch0D1	Ch0 CB/SB
Формат Motorola:	да	1	Ch1 CB/SB	Ch0 D0
Выравнивание по границе слова:	нет	2	Ch1 D0	Ch1 D1
		3	-	-

Стандартное отображение для: Lightbus, Ethernet, EtherCAT- и Bus Terminal-контроллера (BCxxxx, BXxxxx)

Условия		Смещение слова	Старший байт	Младший байт
Полный анализ:	да	0	резерв.	Ch0 CB/SB
Формат Motorola:	нет	1	Ch0D1	Ch0 D0
Выравнивание по границе слова:	да	2	резерв.	Ch1 CB/SB
		3	Ch1 D1	Ch1D0

Условия		Смещение слова	Старший байт	Младший байт
Полный анализ:	да	0	резерв.	Ch0 CB/SB
Формат Motorola:	нет	1	Ch0D0	Ch0 D1
Выравнивание по границе слова:	да	2	резерв.	Ch1 CB/SB
		3	Ch1 D0	Ch1D1D0

Пояснения

Полный анализ: модуль отображается с управляющим и статусным байтами.

Формат Motorola: можно установить формат Motorola или Intel.

Выравнивание по границе слова: образ модуля представлен в памяти контроллера на границе слова.

Ch n SB: статусный байт для канала n (в образе входного процесса).

Ch n CB: управляющий байт для канала n (в образе выходного процесса).

Ch n D0: канал n, байт данных 0 (байт с самым малым значением)

Ch n D1: канал n, байт данных 1 (байт с самым большим значением)

"-": этот байт не используется модулем.

резерв. (зарезервирован): этот байт занимает область памяти в данных процесса, но не используется.

### KL3314

Стандартное отображение для: CANopen, CANCAL, DeviceNet, ControlNet, Modbus, RS232, RS485

Условия		Смещение слова	Старший байт	Младший байт
Полный анализ	нет	0	Ch0D1	Ch0D0
Формат Motorola:	нет	1	Ch1 D1	Ch1 D0
Выравнивание по границе слова	любое	2	Ch2D1	Ch2D0
		3	Ch3D1	Ch3D0

Стандартное отображение для: PROFIBUS, Interbus

Условия		Смещение слова	Старший байт	Младший байт
Полный анализ:	нет	0	Ch0D0	Ch0D1
Формат Motorola:	да	1	Ch1 D0	Ch1 D1
Выравнивание по границе слова:	любое	2	Ch2D0	Ch2D1
		3	Ch3D0	Ch3D1

Условия		Смещение слова	Старший байт	Младший байт
Полный анализ:	да	0	Ch0D0	Ch0 CB/SB
Формат Motorola:	нет	1	Ch1 CB/SB	Ch0D1
Выравнивание по границе слова:	нет	2	Ch1 D1	Ch1 D0
		3	Ch2D0	Ch2 CB/SB
		4	Ch3 CB/SB	Ch2D1
		5	Ch3D1	Ch3D0

Условия		Смещение слова	Старший байт	Младший байт
Полный анализ:	да	0	Ch0D1	Ch0 CB/SB
Формат Motorola:	да	1	Ch1 CB/SB	Ch0D0
Выравнивание по границе слова:	нет	2	Ch1 D0	Ch1 D1
		3	Ch2D1	Ch2 CB/SB
		4	Ch3 CB/SB	Ch2D0
		5	Ch3D0	Ch3D1

Стандартное отображение для: Lightbus, Ethernet, EtherCAT- и Bus Terminal-контроллера (BCxxxx, VXxxxx)

Условия		Смещение слова	Старший байт	Младший байт
Полный анализ:	да	0	резерв.	Ch0 CB/SB
Формат Motorola:	нет	1	Ch0D1	Ch0D0
Выравнивание по границе слова:	да	2	резерв.	Ch1 CB/SB
		3	Ch1 D1	Ch1 D0
		4	резерв.	Ch2 CB/SB
		5	Ch2D1	Ch2D0
		6	резерв.	Ch3 CB/SB
		7	Ch3D1	Ch3D0

Условия		Смещение слова	Старший байт	Младший байт
Полный анализ:	да	0	резерв.	Ch0 CB/SB
Формат Motorola:	да	1	Ch0D0	Ch0D1
Выравнивание по границе слова:	да	2	резерв.	Ch1 CB/SB
		3	Ch1 D0	Ch1 D1
		4	резерв.	Ch2 CB/SB
		5	Ch2D0	Ch2D1
		6	резерв.	Ch3 CB/SB
		7	Ch3D0	Ch3D1

Пояснения

см. KL3312.

## Таблица регистров

По одному регистру на каждый канал.

Адрес	Название	Стандартное значение	R/W (Чтение/Запись)	Тип памяти
R0	Исходное значение АЦП	любое	R	RAM
R1	зарезервирован	0x0000	R	
R5	зарезервирован	0x0000	R	
R6	Регистр диагностики	любое	R	RAM
R7	Регистр команд, не используется	0x0000	R	
R8	Тип модуля	3302/3312	R	ROM
R9	Номер ПО	0x????	R	ROM
R10	Мультиплексный регистр сдвига	0x0218/0130	R	ROM
R11	Каналы сигнала	0x0218	R	ROM
R12	Минимальная длина данных	0x0098	R	ROM
R13	Структура данных	0x0000	R	ROM
R14	зарезервирован	0x0000	R	
R15	Регистр выравнивания	любое	R/W	RAM
R16	Номер версии устройства	0x????	R/W	SEEROM
R17	Аппаратная коррекция: сдвиг	specific	R/W	SEEROM
R18	Аппаратная коррекция: усиление	specific	R/W	SEEROM
R19	Шкала производителя: сдвиг	0x0000	R/W	SEEROM
R20	Шкала производителя: усиление	0x00A0	R/W	SEEROM
R21	Аппаратная коррекция: опорная температура	индивидуально	R/W	SEEROM
R22	зарезервирован	0x0000	R/W	SEEROM
R30	зарезервирован	0x0000	R/W	SEEROM
R31	Регистр кодового слова	любое	R/W	RAM
R32	Регистр свойств	0x1006	R/W	SEEROM
R33	Шкала пользователя: сдвиг	0x0000	R/W	SEEROM
R34	Шкала пользователя: усиление	0x0100	R/W	SEEROM
R35	зарезервирован	0x0000	R/W	SEEROM
R36	зарезервирован	0x0000	R/W	SEEROM
R37	зарезервирован	0x0138	R/W	SEEROM
R63	зарезервирован	0x0000	R/W	SEEROM

---

## Техническая поддержка и обслуживание

Компания Beckhoff и ее зарубежные партнеры предлагают всестороннюю техническую поддержку и обслуживание, оказывая быструю и квалифицированную помощь по всем вопросам, касающимся продукции и системных решений компании Beckhoff.

### Отделения и представительства Beckhoff

Для получения технической поддержки и обслуживания устройств Beckhoff обращайтесь в отделение или представительство Beckhoff в вашем регионе!

Адреса отделений представительств Beckhoff в разных странах мира можно найти на нашем сайте: <http://www.beckhoff.com>. Там же представлена ознакомительная документация о продукции Beckhoff.

### Штаб-квартира компании Beckhoff

Beckhoff Automation GmbH  
Eiserstr. 5 D-33415Verl  
Germany

Тел.: +49(0)5246/963-0  
Факс: +49(0)5246/963-198  
e-mail: [info@beckhoff.com](mailto:info@beckhoff.com)  
web: <http://www.beckhoff.com>

### Техническая поддержка Beckhoff

В рамках технической поддержки предоставляется не только всесторонняя помощь в эксплуатации отдельных продуктов Beckhoff, но и широкий выбор других услуг:

- техническая поддержка во всех странах мира
- проектирование, программирование и ввод в эксплуатацию комплексных систем автоматизации
- интенсивная программа обучения работе с компонентами систем Beckhoff

Тел.: +49(0)5246/963-157  
Факс: +49(0)5246/963-9157  
e-mail: [support@beckhoff.com](mailto:support@beckhoff.com)

### Техническое обслуживание Beckhoff

Сервисный центр Beckhoff окажет вам содействие по всем вопросам послепродажного обслуживания:

- обслуживание на местах
- ремонтные работы
- поставка запасных частей
- срочные консультации по телефону

Тел.: +49(0)5246/963-460  
Факс: +49(0)5246/963-479  
e-mail: [service@beckhoff.com](mailto:service@beckhoff.com)