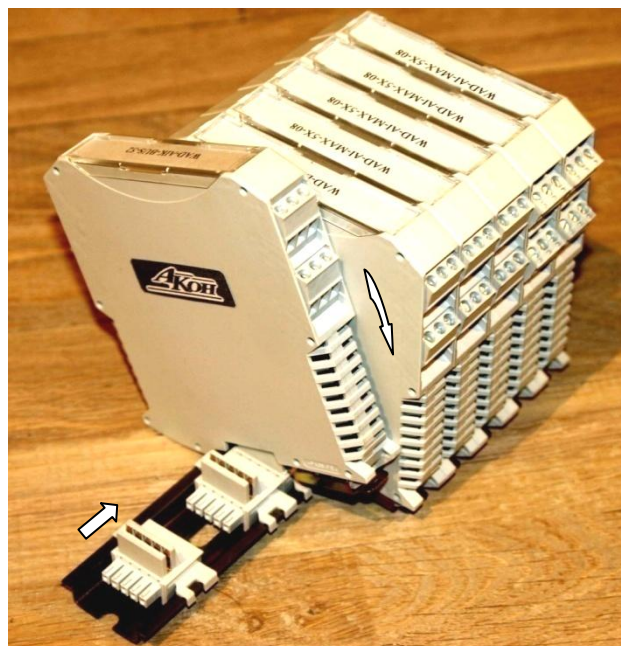

Модули ввода-вывода серии BUS

WAD-AIK-BUS

ТУ У 33.2-33056998-001:2009
АКОН.426437.001

Четырехканальный модуль аналогового ввода с поканальной гальванической развязкой входных каналов и интерфейсом USB или RS485, предназначенный для построения распределенных систем сбора данных



2015

Содержание

СОВМЕСТИМОСТЬ МОДУЛЕЙ АКОН С МИРОВЫМИ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫМИ БРЕНДАМИ. - 3 -	
АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ - 5 -	
НАЗНАЧЕНИЕ И УСТРОЙСТВО МОДУЛЯ..... - 5 -	
ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ - 6 -	
ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ЗАКАЗА..... - 7 -	
СТРУКТУРНАЯ СХЕМА И ПРИНЦИП РАБОТЫ МОДУЛЯ - 9 -	
НАЗНАЧЕНИЕ КОНТАКТОВ РАЗЪЕМОВ..... - 10 -	
СХЕМА ПОДАЧИ ПИТАНИЯ МОДУЛЯ..... - 11 -	
СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ - 12 -	
СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ - 13 -	
СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТОКА..... - 13 -	
ПОДКЛЮЧЕНИЕ К СЕТИ RS485..... - 14 -	
ПОДКЛЮЧЕНИЕ К USB..... - 15 -	
ПРОГРАММНАЯ НАСТРОЙКА МОДУЛЯ..... - 16 -	
КОНФИГУРИРОВАНИЕ МОДУЛЯ И ПРОГРАММА «АДМИНИСТРАТОР»..... - 16 -	
ПРОГРАММНАЯ СТРУКТУРА И АЛГОРИТМ РАБОТЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КАНАЛА - 17 -	
Работа измерительного канала в потоковом синхронном режиме..... - 18 -	
ВЫБОР ИЗМЕРЯЕМОГО ПАРАМЕТРА И ДИАПАЗОНА - 19 -	
УСТАНОВКА ЧАСТОТЫ СРЕЗА ФИЛЬТРА..... - 19 -	
УСТАНОВКА КОЭФФИЦИЕНТОВ ПОЛИНОМА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ..... - 19 -	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИНОМА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ..... - 20 -	
УСТАНОВКА ПРЕДЕЛОВ СВЕТОДИОДНОЙ ИНДИКАЦИИ - 20 -	
ПРОГРАММИРОВАНИЕ МОДУЛЯ - 21 -	
ПРОТОКОЛ ОБМЕНА MODBUS RTU - 21 -	
Функция 0x03 – чтение регистров - 21 -	
Функция 0x10 – запись регистров - 23 -	
Функция 0x06 – запись регистра..... - 24 -	
КАРТЫ РЕГИСТРОВ МОДУЛЯ - 25 -	
КАРТА РЕГИСТРОВ СИСТЕМНОГО ОБЪЕКТА - 27 -	
КАРТА РЕГИСТРОВ КАНАЛОВ АНАЛОГОВОГО ВВОДА - 28 -	
КАРТА РЕГИСТРОВ КОНТРОЛЛЕРА ПОТОКОВОГО ЧТЕНИЯ..... - 30 -	
КАРТА РЕГИСТРОВ РЕЗУЛЬТАТОВ - 32 -	

Совместимость модулей АКОН с мировыми аппаратно-программными брендами.

Протестировано со следующими продуктами:

Интерфейсы



RS232, RS485, USB, Ethernet, Current LOOP, 1-Wire

Протоколы обмена



MODBUS RTU - открытый коммуникационный протокол, основанный на архитектуре «клиент-сервер». Основные достоинства стандарта — открытость, простота программной реализации и элегантность принципов функционирования. Практически все промышленные системы контроля и управления имеют программные драйвера для работы с MODBUS-сетями.

SCADA



TRACE MODE. Инструментальный программный комплекс класса SCADA HMI. Предназначен для разработки программного обеспечения АСУТП, систем телемеханики, автоматизации зданий, систем учёта электроэнергии (АСКУЭ, АИИС КУЭ), воды, газа, тепла, а также для обеспечения их функционирования в реальном времени. Обладает функциями программирования промышленных контроллеров.



SCADA-система **InTouch** является наиболее популярным в мире программным пакетом визуализации для промышленных применений, установленным более чем на 600.000 объектах во всем мире. InTouch обеспечивает интеграцию со всеми основными поставщиками систем автоматизации, включая Siemens, Rockwell, Omron, Metso, ABB и др. InTouch обеспечивает беспрецедентные мощность, гибкость, простоту в использовании и масштабируемость при построении систем – от малых HMI приложений до крупнейших систем автоматизации предприятий.



PROMOTIC это комплекс инструментов для разработки приложений для мониторинга, управления и визуализации технологических процессов в самых различных отраслях промышленности. PROMOTIC предназначена для ОС Windows 8/7/Vista/XP/XPe/2003-8Server и выше. В систему PROMOTIC встроены все необходимые компоненты для создания простых и сложных систем визуализации и управления.



MasterSCADA™ — это не просто один из современных SCADA- и SoftLogic-пакетов, это принципиально новый инструмент разработки систем автоматизации и диспетчеризации. В нем реализованы средства и методы разработки проектов, обеспечивающие резкое сокращение трудозатрат и повышение надежности создаваемой системы.

OPC Server

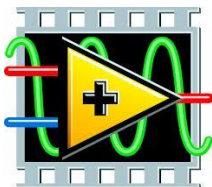


Основной продукт Kerware — **KEPServerEX**: модульный OPC-сервер, который обеспечивает связь с более чем 100 различных контроллеров, приводов и программных модулей, подгружая конкретный драйвер. KEPServerEX поддерживает последовательные и Ethernet-соединения с широчайшим диапазоном промышленных устройств. Сейчас KEPServerEX применяется в тысячах SCADA-системах по всему миру.



Modbus Universal MasterOPCServer это: расширенная функциональность в рамках технологии OPC, гибкие возможности пользовательского интерфейса, повышенная надежность и развитая диагностика, средства работы через Интернет, открытость и следование стандартам, рабочие демоверсии для загрузки.

Инструментальные средства



Основной продукт Kerware — **KEPServerEX**: модульный OPC-сервер, который обеспечивает связь с более чем 100 различных контроллеров, приводов и программных модулей, подгружая конкретный драйвер. KEPServerEX поддерживает последовательные и Ethernet-соединения с широчайшим диапазоном промышленных устройств. Сейчас KEPServerEX применяется в тысячах SCADA-системах по всему миру.

Программируемые логические контроллеры



Одной из важных особенностей продукции **VIPA** является поддержка открытых интерфейсов, широко применяемых в промышленности. Это создаёт возможность для подключения дополнительных аппаратных средств и облегчает интеграцию отдельных производственных участков в информационную сеть предприятия.



Система **DeltaV** это полностью цифровая архитектура, обеспечивающая цифровую точность и цифровое быстродействие. Встроенное ведение архива облегчает ввод в эксплуатацию и обслуживание. Сам контроллер занимает мало места, обеспечивает резервирование и отличается прочностью.

Датчики



Термопары

B, C, E, J, K, L, N, R, S, T, BP5/20 Гр.38, BP5/20 Гр.68, A1, A2, A3

Термосопротивления

TSM50, TSP50, TSP1006 TSP500, TSP1000, TSP1088, TSM53, TSP46, Pt100, Pt1000

DS18B20



Аппаратное обеспечение

Назначение и устройство модуля

Модуль WAD-AIK-BUS(USB) предназначен для измерения электрических величин, обработки информации и передачи ее в главный вычислитель сети (компьютер) по линиям последовательного двухпроводного интерфейса RS485, либо USB.

В своём составе модуль имеет **четыре поканально изолированных измерительных канала**, источник питания и интерфейсную часть. Вход каждого канала выполнен по 3-х зажимной схеме, что позволяет использовать 2-х и 3-х проводную схему подключения источника сигнала (4-х проводная реализована в WAD-AIK4-BUS), возможно использовать в качестве источников сигнала как нормированные выходы устройств, так и непосредственно сигналы от чувствительных элементов датчиков.

Свойства используемых датчиков (нелинейность и пр.) корректируются модулем, на выходе которого, благодаря возможности применения полиномов пользователя, формируются достоверные значения измеряемых параметров (напряжение, ток, сопротивление), или непосредственно физических величин (значение давления, температуры, влажности и т.д.)

Высокие метрологические свойства, стабильность и разрешающая способность WAD-AIK-BUS обеспечены применением **в каждом канале модуля 24-х разрядного АЦП с программируемым фильтром и усилением**. Чрезвычайно малое **напряжение смещения входного усилителя (порядка 5мкВ)** и дифференциальный вход позволяет корректно производить измерения сигналов в т.ч. микровольтового диапазона. В модуле **встроена автокоррекция “нуля” и усиления**, выполняемая автоматически при каждом включении, обеспечивая высокую стабильность свойств измерительного канала независимо от срока эксплуатации. Благодаря наличию программируемого усилителя на входе каждого канала, **модуль аппаратно является многопредельным устройством**.

Вид измеряемой величины и пределы измерения модуля указываются при заказе (на этих пределах производится заводская калибровка каналов). Диапазоны модуля и виды сигналов, прокалиброванные изготовителем, доступны для использования, и “видны” из программы “Администратор” (из комплекта поставки). “Администратор” предназначен для задания пользовательских настроек модуля: чувствительности, частоты среза фильтра, вида входного сигнала, порогов индикации и т.д. Все диапазоны и виды сигналов, поддерживаемые **данным** экземпляром изделия, автоматически обнаруживаются, и отображаются данной программой.

Пороги срабатывания встроенной поканальной индикации изменяются программно. Это позволяет мгновенно оценивать исправность линии связи и выход измеряемых величин за допустимые пределы.

Конструктивно модуль рассчитан для работы как в единственном числе, так и для построения систем с числом модулей до 127, объединённых по системной шине. Шина создаётся на DIN-рейке установкой соответствующего числа миниатюрных системных разъёмов, формируя собой подобие компактной материнской платы, или “бэк-плейна”. Сами модули являются неразборными, **легко и надёжно устанавливаются и снимаются в любом порядке, не “мешая” соседним. Допускается “горячая” замена, в т.ч. без остановки технологического цикла и управляющей программы.**

По системной шине передаются сигналы интерфейса RS485 и подводится питание. Входов питания два, основной и для резервного источника. Выход из строя любого из них никак не сказывается на работе системы.



Все **наружные цепи модулей (входы, питание, интерфейс) надёжно защищены** от перегрузок. **Защита - двухуровневая**: при кратковременной перегрузке срабатывает первый уровень защиты, при длительном превышении напряжения выше нормы срабатывает второй, размыкающий цепь. При исчезновении перегрузки работоспособность модуля восстанавливается автоматически.

Корпус модуля выполнен из высококачественного ударопрочного пластика, отличается надёжностью, высокой точностью изготовления, термостойкостью, отличным дизайном, **металлической защёлкой на DIN-рейку.**



Технические характеристики

Страница каталога:

(С полной версией каталога можно ознакомиться на сайте www.akon.com.ua в разделе "Документация")

DIN-рейка/RS485/Modbus RTU		АНАЛОГОВЫЙ ВВОД		Серия BUS	
ПАРАМЕТР	WAD-AIK-BUS ТУ 4012-001-67480593-2010		WAD-AIK12-BUS ТУ 4012-001-67480593-2010		
	Внешний вид				
Количество каналов	4		12		
Гальваноразвязка	Поканальная 1,5кВ (по требованию 2,5кВ)		Групповая 1,5кВ (по требованию 2,5кВ)		
Разрядность АЦП	24		12		
Погрешность при измерении напряжения	0,05%		0,15%		
Погрешность при измерении тока	До 100мА 0,07%; после 100мА не более 0,15%		До 100мА 0,2%; после 100мА не более 0,25%		
Погрешность при измерении сопротивления	0,07%		-		
Частота выборки	Простой режим	30Гц		50Гц	
	Синхронный режим	1200Гц			
	Спектральный анализ	До 6кГц		Спектральный анализ	
Измеряемые параметры и диапазоны	Напряжения: +/-15мВ, +/-30мВ,.....+/-500В, +/-1000В Токи: +/-1мА, +/-2мА, +/-5мА, +/- 20мА,.....+/-10А Сопротивления: 100м,.....20кОм Термопары: все виды, с компенсацией ХС и без Термосопротивления: все виды и градуировки Тензомосты: все виды Частота (режим «тахометр»): до 1.5МГц		Напряжения: 1В, 2В,.....500В, 1000В Токи: 1мА, 2мА, 5мА, 20мА, 50мА,100мА		
Схемы подключения	2х / 3х / 4х проводная		2х проводная		
Режимы измерения	Текущие значения СКЗ сигнала		Текущие значения СКЗ сигнала		
Полином пользователя	Есть (Второй порядок)		Нет		
Встроенный ФНЧ Система подавления импульсной помехи	Частота среза регулируется от 0,5 до 50,0Гц Время отклика от 100мс до 5000мс При установке в 0 этих значений, фильтр и система подавления импульсной помехи отключаются				
Рабочий температурный диапазон	По умолчанию: -20...+75 °С; расширенный: -40...+75 °С				
Габариты	114x105x17,5 мм		114x105x22,5 мм		
Вес	110г		140г		
Корпус и клеммы	Phoenix Contact(Германия); литые винтовые зажимные клеммы; сечение провода: 0.2-2.5 мм ²				
Связь	RS485 или USB, протокол Modbus RTU				
Потребляемая мощность	Не более 1,5Вт				
Питание	Постоянное (можно не стабилизированное) напряжение от 10В до 30В				

ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ

КОНТРОЛЬ ТЕМПЕРАТУР	ТЕНЗОМЕТРИЯ	НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
		
		
СЕЙСМОЛОГИЯ	СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ	ЭНЕРГЕТИКА

Информация для заказа

В полном обозначении модуля после названия WAD-AIK-BUS, указывается условный код, соответствующий входному диапазону: WAD-AIK-BUS-“код”. Отсутствующий канал обозначается “X”. Соответствие кодов диапазонам приведено в таблице:

Код		Входной сигнал
0	0	0-15мВ
0	1	0-30мВ
0	2	0-60мВ
0	3	0-125мВ
0	4	0-250мВ
0	5	0-500мВ
0	6	0-1В
0	7	0-2В
0	8	0-5В
0	9	0-10В
0	A	0-20В
0	B	0-40В
0	C	0-80В
0	D	0-160В
0	E	0-300В
0	F	0-600В
0	X	Другой диапазон для напряжения
1	0-F	Те же для переменного напряжения, с вычислением действующего значения
1	X	Другой, переменное напряжение, с вычислением действующего значения
2	0-F	Те же, двуполярные. 02→ 0-60мВ, 22→ +/-60мВ
2	X	Другой, двуполярный, для напряжения.
3	0	0-15Ом
3	1	0-30Ом
3	2	0-60Ом
3	3	0-125Ом
3	4	0-250Ом
3	5	0-500Ом
3	6	0-1кОм
3	7	0-2кОм
3	X	Другой
5	0	Термопара В
5	1	Термопара Е
5	2	Термопара J
5	3	Термопара К
5	4	Термопара N
5	5	Термопара R
5	6	Термопара S
5	7	Термопара Т
5	X	Другой тип термопары или использование части диапазона
7	0	TSM 50
7	1	TSM100
7	2	Pt50, ТСП 50
7	3	Pt100, ТСП 100
7	X	Другой тип термосопротивления или использование части диапазона
9	0	0-1мА
9	1	0-2мА
9	2	0-5мА
9	3	1-5мА
9	4	0-10мА

9	5	0-20мА
9	6	4-20мА
9	7	0-50мА
9	8	0-100мА
9	9	0-200мА
9	A	0-500мА
9	B	0-1А
9	C	0-2А
9	D	0-5А
9	X	Другой диапазон для тока
A	0-D	Те же диапазоны переменного тока, с вычислением действующего значения
A	X	Другой с вычислением действующего значения
B	0-D	Те же диапазоны, двуполярные
B	X	Другой, двуполярный, для тока

Пример 1: на входе всех каналов переменный сигнал с размахом до 40В. Обозначение модуля: WAD-AIK-BUS-1B. **Пример 2:** первый канал – постоянное напряжение 0-10В, второй канал на входе ~300В, третий - на входе термopара К (частичный диапазон 0-150°C), четвёртый канал - отсутствует.

Обозначение: WAD-AIK-BUS-09,1E,5X,X.

Если канал многопределный, в обозначении указывается **верхний** измеряемый предел.

Параметры каналов приводятся полностью в паспорте и гарантийном талоне.

Структурная схема и принцип работы модуля

Модуль состоит из следующих узлов: четырех измерительных каналов, внутренней шины, центрального процессора и цепей формирования сигналов интерфейса RS485(USB).

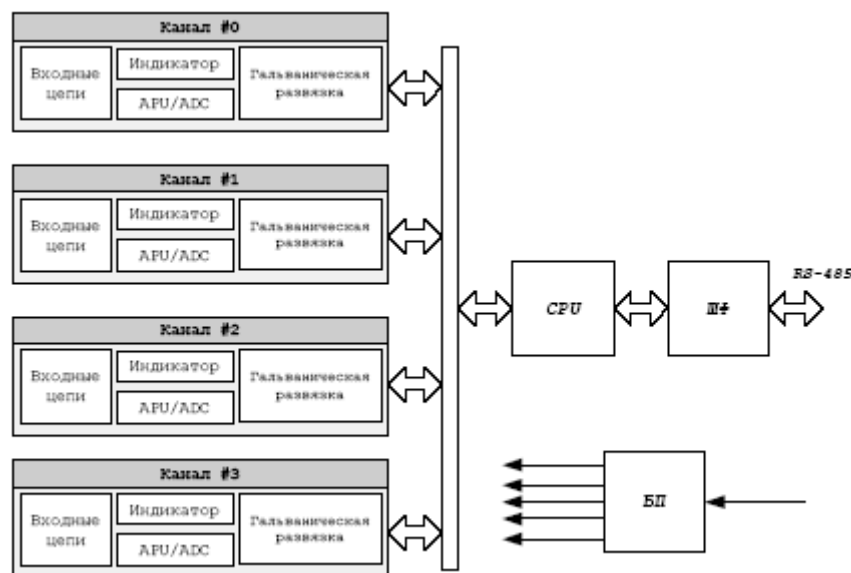


Рис 1. Структурная схема модуля WAD-AIK-BUS.

CPU - центральный процессор

ШФ - шинный формирователь

APU/ADC – каналный контроллер со встроенным 24 бит АЦП

БП - блок питания

Сигнал от источника информации поступает на измерительный вход модуля. После входной цепи сигнал поступает на каналный контроллер со встроенным АЦП, в котором происходит коррекция погрешностей, нормирование и вычисление значения измеряемого параметра. Выбор измеряемого параметра осуществляется программно.

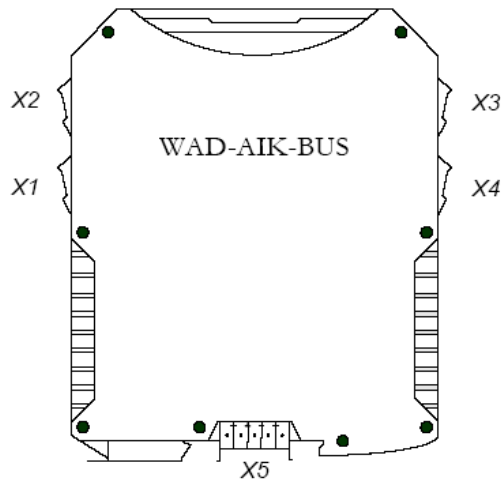
Схема светодиодной индикации предназначена для контроля уровня сигнала. Когда значение измеряемого параметра находится в пределах светодиодной индикации (задаются программно), то светодиод соответствующего канала постоянно подсвечивается, если ниже – не подсвечивается, и мигает, если значение измеряемого параметра превышает установленный предел.

Линии интерфейса с выхода шинного формирователя служат для поддержания связи с внешним вычислителем. Центральный процессор модуля обслуживает интерфейс и обеспечивает обмен данными с каналными контроллерами. Поканальная гальваническая развязка осуществляется по цифровому каналу внутренней шины данных, что обеспечивает высокие метрологические показатели.

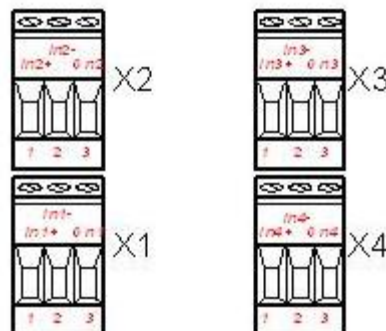
При получении запроса с внешней шины и признании его подлежащим обработке каналным контроллером, центральный процессор модуля передает запрос по внутренней шине каналному контроллеру. По интерфейсу производится настройка модуля, управление, а также получение значений измеряемых величин.

Назначение контактов разъемов

Модуль WAD-AIK-BUS имеет 2 типа разъемов: 4 сигнальных 3-х контактных клеммника (X1-X4) и один системный 5-ти контактный разъём (X5).



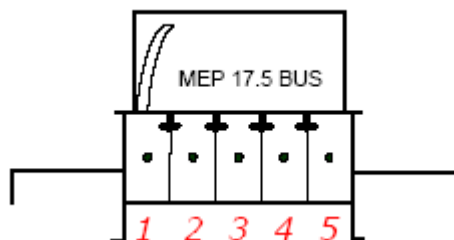
Внешний вид разъемов X1-X4:



Назначение контактов разъемов X1-X4:

Разъём X2:		
1 <i>In2+</i> (неинвертирующий вход 2)	2 <i>In2-</i> (инвертирующий вход 2)	3 <i>Gn2</i> (общий входа 2)
Разъём X1:		
1 <i>In1+</i> (неинвертирующий вход 1)	2 <i>In1-</i> (инвертирующий вход 1)	3 <i>Gn1</i> (общий входа 1)
Разъём X3:		
1 <i>In3+</i> (неинвертирующий вход 3)	2 <i>In3-</i> (инвертирующий вход 3)	3 <i>Gn3</i> (общий входа 3)
Разъём X4:		
1 <i>In4+</i> (неинвертирующий вход 4)	2 <i>In4-</i> (инвертирующий вход 4)	3 <i>Gn4</i> (общий входа 4)

Внешний вид разъема X5:

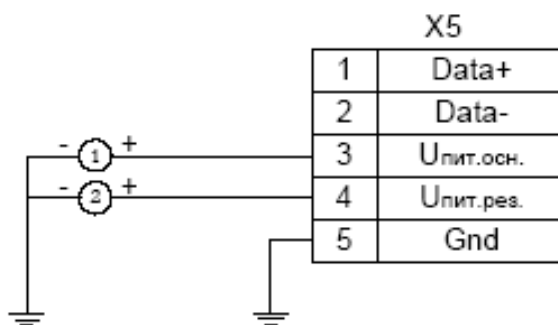


Назначение контактов разъема X5:

Номер контакта	Обозначение	Назначение
1	Data+	Линия Data+ интерфейса RS485
2	Data-	Линия Data- интерфейса RS485
3	Uпит.	Вход напряжения питания
4	Uпит.рез.	Вход резервного напряжения питания
5	Gnd	Общий провод для основного и резервного источников питания

Схема подачи питания модуля

Модуль имеет два канала подачи питания: основное питание и резервное.



1 - основной источник питания,
2 - резервный источник питания

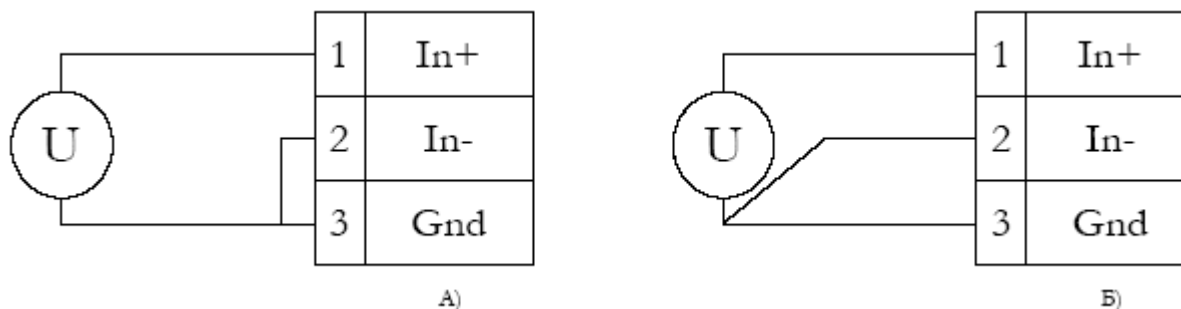


Рекомендация:

При выборе основного и резервного источников питания нужно учитывать, что мощность каждого из них должна быть достаточной для питания всех блоков системы. Когда включены два источника питания, они не нагружены поровну: вся нагрузка будет приходиться на тот, выходное напряжение которого больше. Распределение нагрузки между двумя блоками возможно лишь тогда, когда разбаланс выходных напряжений составляет менее 50мВ. Не нужно стремиться распределить нагрузку – скажем, основной источник может быть на 24В, а резервный – на 12В.

Схемы подключения для измерения напряжения

Измерение напряжения можно производить по 2-х и 3-х проводной схеме. Двухпроводная схема используется чаще всего, а также, она используется при подключении сигналов термопар.



Рекомендация:

Сигнальные входы WAD-AIK-BUS являются дифференциальными. Дифференциальный вход воспринимает абсолютную разницу напряжений между входами In+ и In-. Вывод земли (GND) служит для “привязки” потенциала на входах In+ и In- к потенциалу общего провода измерительного канала, для того, чтобы синфазное напряжение на входах не вышло за допустимые пределы, а также, для подключения экрана сигнального кабеля. Допустимое значение синфазного напряжения равно верхнему аппаратному пределу измерения канала (независимо от включенного предела измерения). Т.е., относительно земли (GND), ни на одном входе не должно быть напряжения более максимального входного предела измерения данного канала. При этом, измеряемое **дифференциальное** напряжение может составлять милливольты. Такая ситуация характерна, например, при подключении тензо-мостов: синфазный сигнал к примеру 2В, а измеряемый дифференциальный – 0...100мВ. Предел измерения канала в этом случае выбирается исходя из величины дифференциального сигнала, т.е., 0-125мВ.

Как следует из вышесказанного, вывод земли не должен оказываться незадействованным, чтобы избежать непредсказуемой величины синфазного напряжения на входах канала.

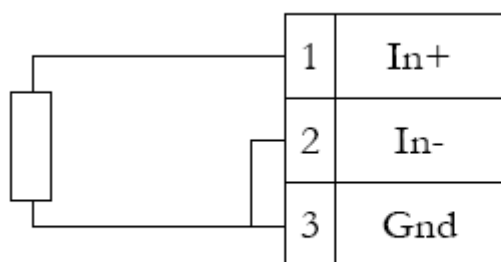
В большинстве случаев ограничиваются двухпроводной схемой подключения, изображённой на рисунке А, когда инвертирующий вход подключается к общему (Gnd).

Повышению точности измерений способствует трёхпроводная схема измерения напряжения (см. рис. Б), т.к. в данном случае сигнал снимается дифференциально, “прямо с источника сигнала”. Третий провод - служит экраном.

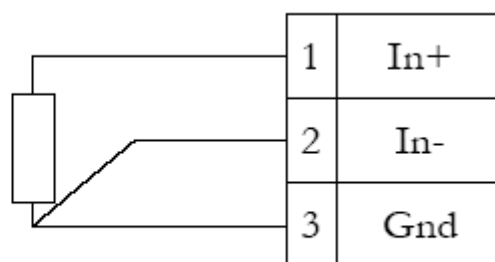
Свойством модуля является наличие входного тока, растущего с повышением чувствительности. На пределе 0-15мВ он достигает десятых долей микроампера, что может вызвать смещение по входу при не нулевом выходном сопротивлении источника сигнала. Однако, этот ток абсолютно **ОДИНАКОВ** для обоих дифференциальных входов, поэтому, при равенстве эквивалентного выходного сопротивления источника сигнала по выходам “-“ и выходу “+”, (как например выход тензо-моста), смещение проявляться не будет. Для устранения проявления входного тока при использовании двухпроводной схемы, рекомендуется “In-“ подключить к “Gnd” не напрямую, а через резистор, сопротивление которого равно выходному сопротивлению источника сигнала.

При измерении малых сигналов, при большом расстоянии между источником и измерителем, а также при работе в условиях повышенных помех, идеальным способом подключения является применение витой пары в экране. In+ и In- подключаются к внутренним жилам, а экран - к GND.

Схемы подключения для измерения сопротивления



А)



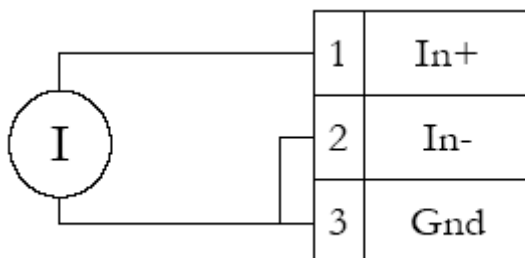
Б)



Рекомендация:

При существенном удалении измеряемого сопротивления от измерительного блока, основным источником погрешности становится сопротивление соединительных проводников. Благодаря схемотехнике входного каскада WAD-AIK-BUS, применение трёхпроводной схемы изображенной на рисунке Б, позволяет свести влияние соединительных проводников к минимуму. Это применяется в т.ч. при подключении термометров сопротивлений: Ptx, TCMx, TСПx. Для эффективного подавления сопротивления проводников важно соблюдать равенство сопротивления двух жил, идущих к In+ и In- (одинаковое сечение и тип провода), в этом случае эффективность подавления сопротивления соединительной линии составляет 100 и более раз.

Схема подключения для измерения тока



Рекомендация:

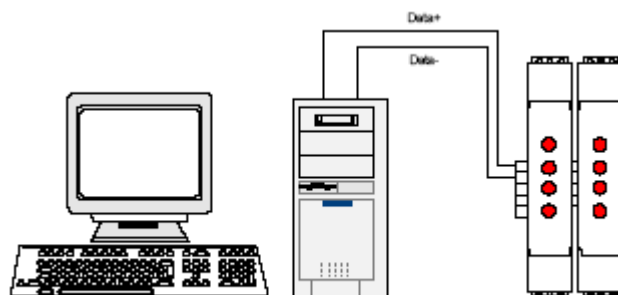
При измерении тока внешние помехи и сопротивление проводников проявляются крайне слабо, что позволяет рекомендовать этот способ при передаче сигнала на большие расстояния.

Подключение к сети RS485

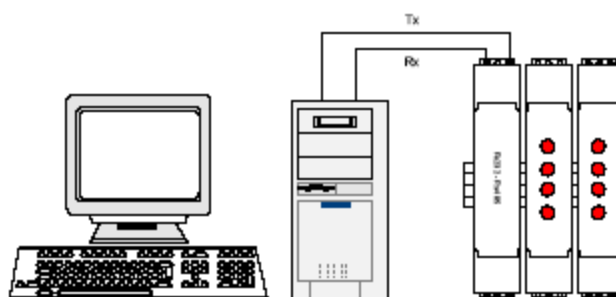
Подключение к сети заключается в одноимённом соединении двух линий DATA+ и DATA- головного вычислителя (компьютера, или выхода преобразователя RS232/RS485) и модуля WAD-...-BUS (или группы модулей, соединённых по системной шине).

Модуль WAD-AIK-BUS предназначен для работы в сетях типа Master-Slave, при этом, выступая всегда в роли Slave. При подключении нескольких устройств к сети нужно позаботиться о том, чтобы адрес каждого модуля в пределах сети был уникальным, и у всех модулей была установлена одинаковая скорость обмена. Поэтому, если адреса и скорости обмена неизвестны, рекомендуется производить настройку *каждого модуля в отдельности*, используя программу «АКОН Администратор» (см. п 2.1), и лишь потом подключить их в одну сеть.

Как пример приведем схему подключения двух таких модулей к вычислительной сети, которая в качестве мастера использует ПК. Для начала нужно настроить оба устройства в отдельности (если их предустановленные адреса и скорости обмена не известны), и потом подключить в сеть.



Если вычислитель не имеет встроенного интерфейса RS485, то необходимо использовать преобразователь интерфейса RS485/RS-232 типа WAD-RS232/485-BUS, или аналогичный.



Каких-либо особенностей подключения интерфейса не имеет, нужно только учитывать, что допустимая протяжённость линии связи интерфейса RS-232 не превышает 10-20 метров, в то время как RS485 позволяет проводить связь на расстоянии более километра. Чем длиннее линия связи, тем ниже будет максимально возможная скорость обмена. “Стандартной” является скорость 9600 бод, которая достаточна для решения подавляющего большинства задач.

Подключение к USB

При подключении устройства к компьютеру через USB интерфейс в операционной системе создается виртуальный COM-порт.

Для инсталляции виртуального COM-порта при подключении модуля к компьютеру укажите Мастеру Установки путь к inf-файлу:

[CDROM]:\АКОН Софт\USB\CDC ACM\Install\CDC_ACM.inf

или для 64-хразрядной версии Windows

[CDROM]:\АКОН Софт\USB\CDC ACM\Install\CDC_ACM x64.inf

Программная настройка модуля

Конфигурирование модуля и программа «Администратор»

Настройка модуля производится посредством интерфейса RS485. Для настройки рекомендуется использовать стандартный инструментарий, которым является программа «Администратор». Или можно использовать, опираясь на описание протокола обмена, собственные средства. Программа «Администратор» предназначена для настройки и проверки работоспособности модулей, разработанных компанией АКОН и поддерживающих протокол *ObjectsNet(см.п.3.4, стр.19)*. В «Администраторе» настройка модуля производится посредством наглядных графических структур, относящихся к настраиваемому объекту. По умолчанию «Администратор» отображает все прочитанные из модуля свойства: заводские установки и откалиброванные аппаратные пределы. «Администратор» отображает ВСЕ доступные в ДАННОМ экземпляре устройства пределы измерения, позволяет выбрать для дальнейшей работы любой из них, установить частоту среза фильтра, пределы индикации, адрес в сети, скорость обмена и т.д., т.е. – настроить модуль для дальнейшей самостоятельной работы. При обнаружении отсутствия необходимого Вам предела измерения - обращайтесь к изготовителю для проведения дополнительной калибровки.

При отсутствии модуля, при возникновении необходимости проверить, как должна проходить исправная настройка изделия в «Администраторе», в программе встроен эмулятор блоков производства АКОН. При выборе устройства Работа с которым идентична работе с модулем.

Для настройки модуля с помощью «Администратора» необходимо выполнить следующие шаги:

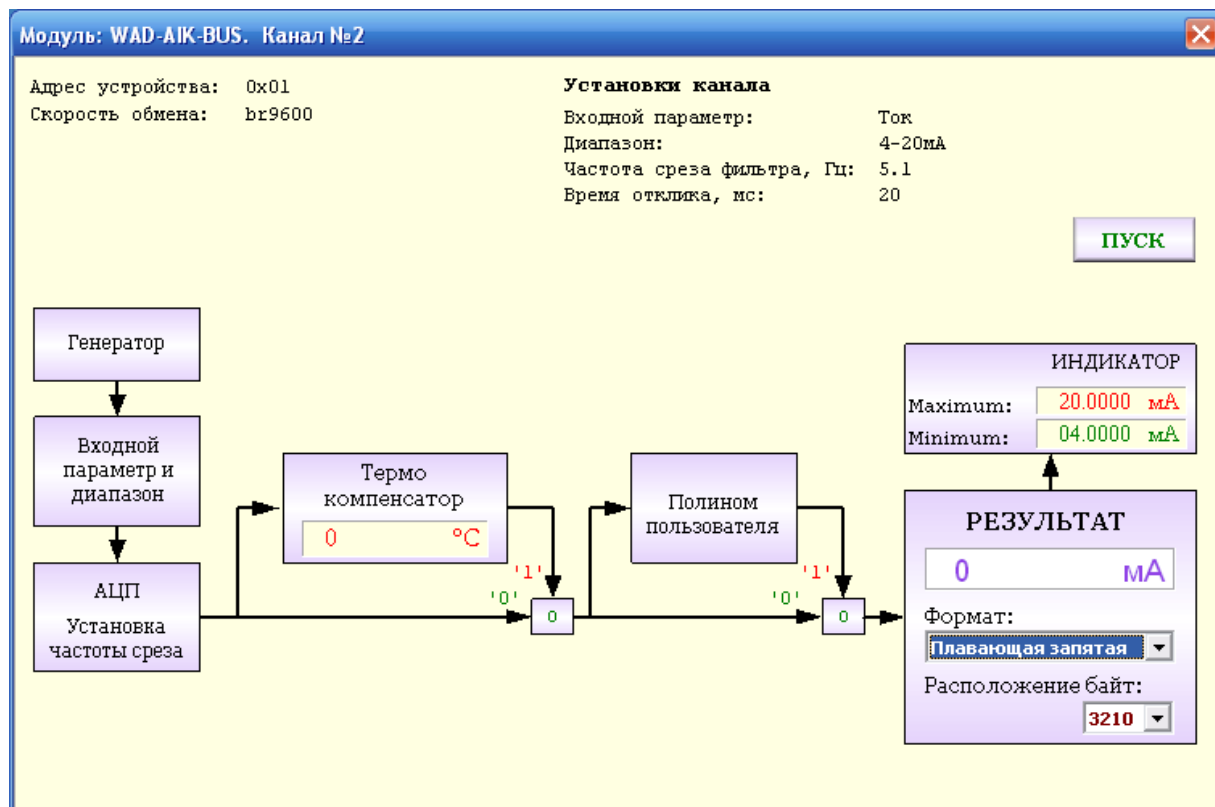
1. Подключить устройство к компьютеру. (См. раздел «Подключение к сети RS485»)
2. Запустить программу «Администратор» из комплекта поставки.
3. Выбрать «Шина», «Настройки», задать СОМ-порт и скорость обмена.
4. Выбрать «Шина», «Подключить».
5. Выбрать «Устройства», «Обнаружение устройств». Двойным щелчком выбрать нужное устройство из найденных на шине.
6. В открывшемся окне двойным щелчком выберите нужный объект модуля.
7. Используя функции «Администратора» произвести настройку устройства.
8. Выходя из программы, записать настройки во Флэш-память модуля.

Программа «Администратор» поддерживает весь спектр устройств серии WAD-...-BUS. Функции «Администратора» по настройке конкретной модели устройства приводятся в техническом описании на данное устройство.

Общие функции «Администратора» приведены в разделе «Помощь» программы «Администратор».

Программная структура и алгоритм работы измерительного канала

Структурная схема канала представлена на рисунке:



Сигнал от источника, через входные цепи и усилительный каскад, поступает на АЦП. После аналого-цифрового преобразования и нормализации получаем значение измеряемой величины. Далее вычисления зависят от выбранного алгоритма пересчета канала. Если текущий диапазон это термопара, то анализируется флаг который разрешает/запрещает компенсацию холодного спая. После термокомпенсатора значение поступает на полином пользователя. Если полином пользователя отключен, то значение канала будет результирующим значением. Если полином пользователя включен, то нормализованное значение будет дополнительно обработано полиномом пользователя. После того как получено результирующее значение, оно подается на блок индикации, где сравнивается с установленными порогами.

Блок термокомпенсации указывает текущую температуру модуля. Для получения текущего значения канала нужно читать свойство «**Значение канала**» из объекта «**Канал аналогового ввода**».

Работа измерительного канала в потоковом синхронном режиме

Потоковый синхронный режим доступен только в том случае если текущий протокол обмена Modbus RTU. Настройка параметров этого режима осуществляется через объект «Контроллер потокового чтения». Для настройки нужно указать частоту выборки АЦП, маску каналов которые требуется оцифровать и режим работы (Ведомый/Ведущий). Старт оцифровки происходит после записи единицы в свойство «Старт потокового режима». Потом должен следовать запрос чтения результатов (чтение регистра 0x2000).

Ниже представлен формат запроса для чтения результатов (запуска оцифровки):

Номер байта	Назначение	Пример
1	Адрес устройства	0x01
2	Номер функции	0x14
3	Номер регистра (старший байт)	0x20
4	Номер регистра (младший байт)	0x00
5	Количество регистров (старший байт)	0x01
6	Количество регистров (младший байт)	0x2D
7	Контрольная сумма (старший байт)	0xFB
8	Контрольная сумма (младший байт)	0x84

Формат ответа устройства:

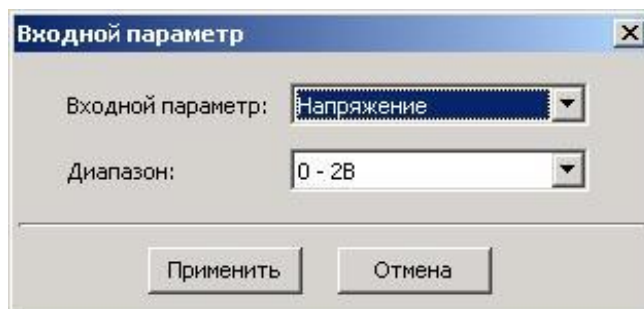
Номер байта	Назначение	Пример
1	Адрес устройства	0x01
2	Номер функции	0x14
3	Номер функции	0x14
4	Температура контроллера: старший байт	
5	Температура контроллера: младший байт	
6	Data 0: старший байт	...
7	Data 0: младший байт	...
...
...	Data 299: старший байт	...
...	Data 299: младший байт	...
606	Контрольная сумма (старший байт)	...
607	Контрольная сумма (младший байт)	...

Значения каналов в принятом пакете чередуются согласно маске каналов. Например, если в маске каналов указаны второй и четвертый каналы, то данные для n выборок расположатся в следующей последовательности:

Канал №2		Канал №4		Канал №2		Канал №4		...	Канал №2		Канал №4		Канал №2		Канал №4	
Data 0		Data 0		Data 1		Data 1		...	Data n - 1		Data n - 1		Data n		Data n	
Ст.	Мл.	Ст.	Мл.	Ст.	Мл.	Ст.	Мл.	...	Ст.	Мл.	Ст.	Мл.	Ст.	Мл.	Ст.	Мл.

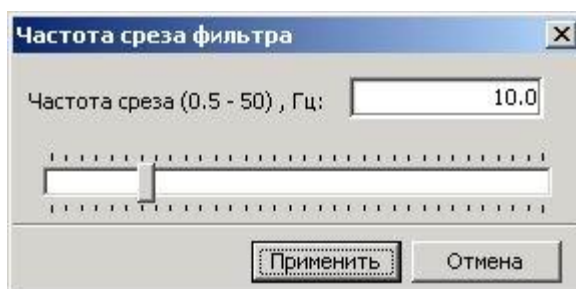
Выбор измеряемого параметра и диапазона

Щелчок на блоке «Входной параметр и диапазон» открывает окно выбора возможных для данного экземпляра модуля измеряемых параметров и диапазонов. Если в качестве входного параметра указан любой из датчиков, то поле диапазона становится не активным и игнорируется.



Установка частоты среза фильтра

Двойным щелчком на блоке «АЦП» указывается частота среза фильтра. Значение этого параметра лежит в пределах от 0,5Гц до 50Гц.



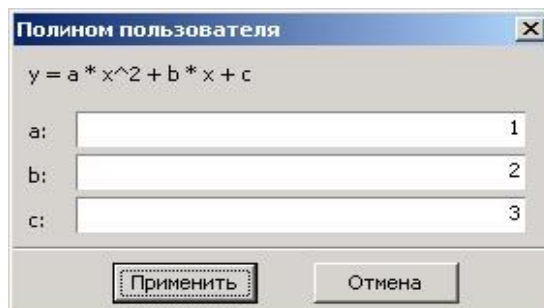
Повышение частоты среза повышает скорость реакции системы на изменение значения сигнала, но увеличивает чувствительность к шумам и помехам, поступающих от источника сигнала, или наводимых в линиях связи. В большинстве случаев значение частоты среза в диапазоне 1-10 Гц для задач автоматизации является оптимальным. Как правило, чем ниже уровень сигнала, тем ниже необходимо устанавливать частоту среза, т.к. помехи влияют всё больше. Для терморпар и термосопротивлений, т.к. скорость их реакции не высока, значение частоты среза может приближаться к минимальной величине (0,5-1Гц).

Установка коэффициентов полинома пользователя

Данный блок будет обрабатываться в том случае, если он указан в алгоритме пересчета для соответствующего канала. Полином имеет вид:

$$y = a * x^2 + b * x + c$$

С помощью полинома пользователя можно значение входного параметра пересчитать по полиному с указанными пользователем коэффициентами. Например, для пересчета напряжения с датчика давления в давление, или сопротивления с термодатчика в температуру. Это делается, в том числе и для устранения погрешностей датчика: нелинейности, смещения, погрешности коэффициента преобразования.



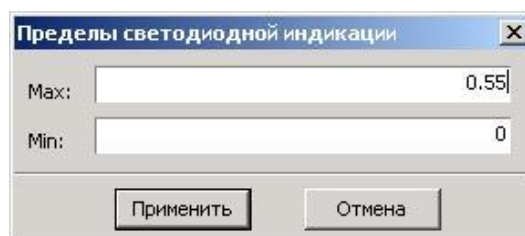
Использование полинома пользователя

Если полином пользователя используется, то в верхнем левом углу блока «Полином пользователя» (см. структурную схему канала на стр. 12) подсвечивается красный индикатор и на кнопке коммутатора появляется надпись «1». Если нет, то красный индикатор не подсвечивается и на кнопке коммутатора высвечивается надпись «0». Для изменения текущего статуса необходимо произвести щелчок на кнопке коммутатора.

В большинстве случаев полином пользователя не используется, но он бывает необходим, когда нужно сигнал от датчика с необычными свойствами преобразовать в требуемую истинную физическую величину.

Установка пределов светодиодной индикации

Для указания пределов светодиодной индикации нужно щелкнуть мышкой на блоке «Индикатор». При этом откроется окно, в котором нужно указать значение минимума и максимума.



При выходе из «Администратора» необходимо заданные Вами настройки записать в Флэш-память модуля (программа автоматически предлагает это сделать). После записи настроек WAD-AIK-BUS готов к применению.

Программирование модуля

Протокол обмена Modbus RTU

В своих устройствах Компания АКОН использует стандартный протокол Modbus RTU. Протокол применяется в сетях, в которых контроллеры соединяются, используя технологию master-slave, при которой только одно устройство (master) может инициировать передачу (сделать запрос). Другие устройства (slave) передают запрашиваемые главным устройством данные, или производят запрашиваемые действия. Главный контроллер может адресоваться к индивидуальному подчиненному или может инициировать широковещательную передачу сообщения на все подчиненные устройства. Подчиненное устройство возвращает сообщение в ответ на запрос, адресуемый именно ему. Ответы не возвращаются при широковещательном запросе от главного контроллера. При запросе от главного контроллера код функции говорит подчиненному устройству, какое действие необходимо провести. Байты данных содержат информацию необходимую для выполнения запрошенной функции. Для чтения используется функция 0x03, а для записи 0x06 и 0x10.

Функция 0x03 – чтение регистров

Формат запроса:

Название поля	Назначение
Address	Адрес модуля в сети
Function	Функция
Start register, H	Номер начального регистра (старший байт)
Start register, L	Номер начального регистра (младший байт)
Register number, H	Количество регистров (старший байт)
Register number, L	Количество регистров (младший байт)
CRC, H	Контрольная сумма запроса (старший байт)
CRC, L	Контрольная сумма запроса (младший байт)

Формат ответа:

Название поля	Назначение
Address	Адрес модуля в сети
Function	Функция
Byte counter, H	Счетчик байт
Data 0, H	Содержимое регистра X (старший байт)
Data 0, L	Содержимое регистра X (младший байт)
Data 1, H	Содержимое регистра X + 1 (старший байт)
Data 1, L	Содержимое регистра X + 1 (младший байт)
Data N, H	Содержимое регистра X + N (старший байт)
Data N, L	Содержимое регистра X + N (младший байт)
CRC, H	Контрольная сумма ответа (старший байт)
CRC, L	Контрольная сумма ответа (младший байт)

Пример. Нужно прочитать результат измерения канала аналогового ввода. Результат находится в регистре 0x0100 и занимает два регистра.

Запрос:

Address	Function	Start register	Number registers	CRC
0x01	0x03	0x0100	0x0002	0xC5F7

Ответ:

Address	Function	Byte counter	Data	CRC
0x01	0x03	0x04	0x41483127	0x3B98

Data = 0x41483127 = 12.512

Ниже предоставлена функция для вычисления CRC на языке Си.

```

unsigned short mbCrc(unsigned char *buf, unsigned short size)
{
    unsigned short crc;
    unsigned char bit_counter;

    crc = 0xFFFF; // initialize crc

    while ( size > 0 )
    {
        crc ^= *buf++; // crc XOR with data
        bit_counter = 0; // reset counter

        while ( bit_counter < 8 )
        {
            if ( crc & 0x0001 )
            {
                crc >>= 1; // shift to the right 1 position
                crc ^= 0xA001; // crc XOR with 0xA001
            }
            else
            {
                crc >>= 1; // shift to the right 1 position
            }

            bit_counter++; // increase counter
        }

        size--; // adjust byte counter
    }

    return crc; // final result of crc
}

```

Функция 0x10 – запись регистров

Формат запроса:

Название поля	Назначение
Address	Адрес модуля в сети
Function	Функция
Start register, H	Номер начального регистра (старший байт)
Start register, L	Номер начального регистра (младший байт)
Register number, H	Количество регистров (старший байт)
Register number, L	Количество регистров (младший байт)
Byte Counter	Счетчик байт
Data 0, H	Содержимое регистра X (старший байт)
Data 0, L	Содержимое регистра X (младший байт)
Data 1, H	Содержимое регистра X + 1 (старший байт)
Data 1, L	Содержимое регистра X + 1 (младший байт)
Data N, H	Содержимое регистра X + N (старший байт)
Data N, L	Содержимое регистра X + N (младший байт)
CRC, H	Контрольная сумма запроса (старший байт)
CRC, L	Контрольная сумма запроса (младший байт)

Формат ответа:

Название поля	Назначение
Address	Адрес модуля в сети
Function	Функция
Start register, H	Номер начального регистра (старший байт)
Start register, L	Номер начального регистра (младший байт)
Register number, H	Количество регистров (старший байт)
Register number, L	Количество регистров (младший байт)
CRC, H	Контрольная сумма ответа (старший байт)
CRC, L	Контрольная сумма ответа (младший байт)

Пример. Нужно установить четыре канала дискретного вывода в единицу. Каналы располагаются с адреса 0x4000 и на каждый канал отведен свой собственный регистр.

Запрос:

Address	Function	Start register	Number registers	Data	Data	Data	Data	CRC
0x01	0x10	0x4000	0x0004	0x0001	0x0001	0x0001	0x0001	0x1BAF

Ответ:

Address	Function	Start register	Number registers	CRC
0x01	0x03	0x4000	0x0004	0xD40A

Функция 0x06 – запись регистра

Формат запроса:

Название поля	Назначение
Address	Адрес модуля в сети
Function	Функция
Start register, H	Номер регистра (старший байт)
Start register, L	Номер регистра (младший байт)
Data, H	Содержимое регистра (старший байт)
Data, L	Содержимое регистра (младший байт)
CRC, H	Контрольная сумма запроса (старший байт)
CRC, L	Контрольная сумма запроса (младший байт)

Формат ответа:

Название поля	Назначение
Address	Адрес модуля в сети
Function	Функция
Start register, H	Номер регистра (старший байт)
Start register, L	Номер регистра (младший байт)
Data, H	Содержимое регистра (старший байт)
Data, L	Содержимое регистра (младший байт)
CRC, H	Контрольная сумма ответа (старший байт)
CRC, L	Контрольная сумма ответа (младший байт)

Пример. Нужно установить канал дискретного вывода в единицу. Адрес регистра 0x4000.

Запрос:

Address	Function	Start register	Data	CRC
0x01	0x06	0x4000	0x0001	0x5DCA

Ответ:

Address	Function	Start register	Data	CRC
0x01	0x06	0x4000	0x0001	0x5DCA

Карты регистров модуля

Устройство содержит карты регистров для следующих объектов

- Системный объект
- Канал аналогового ввода 1
- Канал аналогового ввода 2
- Канал аналогового ввода 3
- Канал аналогового ввода 4
- Контроллер потокового чтения
- Карта результатов

Для всех карт регистров, кроме карты результатов, доступ осуществляется только к двум регистрам одновременно и при этом номер первого регистра должен быть обязательно четным. Адресное пространство карты регистров результатов доступно для чтения пакетами произвольной длины, используя функцию 0x03.

Карта регистров системного объекта

Регистр, hex	Название	Тип данных	Доступ
0000	Код типа устройства	uin32	R
0002	Серийный номер устройства	uin32	R
0004	Маска каналов	uin32	R
0006	Адрес устройства, скорость обмена	uin32	R/W
0008	Сохранение в Flash текущих настроек системы	uin32	W
0010	Чтение с Flash ранее сохраненных настроек в ОЗУ	uin32	W
0020	Версия ПО	uin32	R
0022	Резерв	uin32	R/W
0024	Машинное время	uin32	R

Карта регистров каналов аналогового ввода (**n** это номер канала; нумерация с единицы)

Регистр, hex	Название свойства	Тип данных	Доступ
0n00-0n01	Значение канала	float	R
0n02-0n03	Тип входного параметра (Текущий диапазон)	uin32	R/W
0n0E-0n0F	Количество диапазонов в канале	uin32	R
0n1C-0n1D	Выбор индексов диапазона и параметра	uin32	W
0n1E-0n1F	Регистр значения списка диапазонов	float/uin32	R
0n06-0n07	Частота среза фильтра	float	R/W
0n0A-0n0B	Время отклика канала	uin32	R/W
0n08-0n09	Флаги канала	uin32	R/W
0n12-0n13	Коэффициент А полинома пользователя	float	R/W
0n14-0n15	Коэффициент В полинома пользователя	float	R/W
0n16-0n17	Коэффициент С полинома пользователя	float	R/W
0n18-0n19	Минимум светодиодной индикации	float	R/W
0n1A-0n1B	Максимум светодиодной индикации	float	R/W
0n20-0n21	Температура канала	float	R

Карта регистров контроллера потокового чтения

Регистр, hex	Название свойства	Тип данных	Доступ
0500-0501	<i>Значение частоты выборки</i>	float	R/W
0502-0503	<i>Маска опрашиваемых каналов</i>	uint8	R/W
0504-0505	<i>Флаги</i>	uint8	R/W
0506-0507	<i>Старт потокового режима</i>	uint8	R/W
0508-0509	<i>Индекс канала для чтения коэффициентов</i>	uint8	R/W
050A-050B	<i>Значение коэффициента наклона канала</i>	float	R
050C-050D	<i>Значение коэффициента смещения канала</i>	float	R

Карта регистров результатов

Регистр, hex	Название	Тип данных	Доступ
0FFF	<i>Опции</i>	uin16	R/W
1000-1001	<i>Канал 1</i>	float	R
1002-1003	<i>Канал 2</i>	float	R
1004-1005	<i>Канал 3</i>	float	R
1006-1007	<i>Канал 4</i>	float	R
1008-1009	<i>Температура контроллера</i>	float	R
100A	<i>Регистр статуса</i>	uin16	R
100B	<i>Канал 1 (word)</i>	uin16	R
100C	<i>Канал 2 (word)</i>	uin16	R
100D	<i>Канал 3 (word)</i>	uin16	R
100E	<i>Канал 4 (word)</i>	uin16	R
100F	<i>Температура контроллера</i>	uin16	R
1010	<i>Регистр статуса (копия)</i>	uin16	R
1011-1012	<i>Канал 1 (double word)</i>	uin32	R
1013-1014	<i>Канал 2 (double word)</i>	uin32	R
1015-1016	<i>Канал 3 (double word)</i>	uin32	R
1017-1018	<i>Канал 4 (double word)</i>	uin32	R

Карта регистров системного объекта

Код типа устройства содержит код устройства. Для модуля WAD-AIK-BUS его значение равно 0x0000.

Серийный номер устройства содержит серийный номер устройства.

Маска каналов указывает, какие каналы есть в модуле.

Адрес устройства, скорость обмена.

Диапазон адресов устройств лежит в пределах от 0x01 до 0xFF. Адрес 0x00 является широковещательным. Ответ от устройства при широковещательном запросе не формируется, за исключением чтения кода типа устройства.

Поля свойства:

3-й байт	2-й байт	1-й байт	0-й байт
<i>Parity ID</i>	<i>Reserve</i>	<i>Baudrate ID</i>	<i>Address</i>

Коды скоростей:

№	Скорость обмена	Код скорости обмена
1	<i>BR_4800</i>	0x05
2	<i>BR_9600</i>	0x06
3	<i>BR_14400</i>	0x07
4	<i>BR_19200</i>	0x08
5	<i>BR_38400</i>	0x09
6	<i>BR_56000</i>	0x0A
7	<i>BR_57600</i>	0x0B
8	<i>BR_115200</i>	0x0C

Коды четностей:

№	Четность	Код четности
1	<i>ptNone</i>	0
2	<i>ptOdd</i>	1
3	<i>ptEven</i>	2
4	<i>ptMark</i>	3
5	<i>ptSpace</i>	4

Версия ПО устройства указывает номер версии программного обеспечения устройства.

Поля свойства:

3-й байт	2-й байт	1-й байт	0-й байт
0	<i>Version Hi</i>	<i>Version Middle</i>	<i>Version Lo</i>

Машинное время это длинное целое беззнаковое число, указывающее количество секунд прошедших с момента последнего перезапуска устройства.

Сохранение в Flash текущих настроек системы. Чтение с Flash ранее сохраненных настроек в ОЗУ. Эти свойства применяются для работы с флэш-памятью и доступны только для записи. При записи выше перечисленных свойств будет выполнена соответствующая команда.

Карта регистров каналов аналогового ввода

Значение канала. Содержит значение канала, полученное в результате последовательности преобразований и вычислений, определяемых алгоритмом работы канала. Формат этой ячейки определяется битами 3 и 4 регистра флагов (См. ниже «**Флаги канала**»). Если биты формата сброшены, то результат ячейки выдается в формате с плавающей запятой. Если установлено 2-х или 3-х байтное кодирование, то значение ячейки меняется от нуля до **0xFFFF** или **0xFFFFFFFF** соответственно. При этом нижнему значению (нулю) соответствует значение, которое указано в ячейке «**Минимум светодиодной индикации**», а верхнему значению соответствует значение, которое указано в ячейке «**Максимум светодиодной индикации**». Эти же правила кодирования применяются и к ячейке «**Температура канала**», только нижнему и верхнему значению кодов соответствует диапазон температур от -40°C до +120°C.

Тип входного параметра (Текущий диапазон). Свойство предназначено для выбора входного параметра. Коды соответствуют заказанной конфигурации модуля (См. П.1.3. Информация для заказа, ст.5). Если канал работает в режиме «Тахометр», то запись в это свойство сбрасывает счетчик импульсов.

**Количество диапазонов,
Выбор индексов диапазона и параметра,
Регистр значения списка диапазонов.**

Свойства предназначены для получения списка диапазонов поддерживаемых каналом и параметров каждого диапазона. Таблица диапазонов канала аналогового ввода имеет следующую структуру:

Индекс диапазона	Индекс параметра диапазона					
	0 [UINT32]	1 [UINT32]	2 [FLOAT]	3 [FLOAT]	4 [FLOAT] <i>(LowerLimit)</i>	5 [FLOAT] <i>(UpperLimit)</i>
0	Код диапазона	Усиление	Наклон характеристики	Смещение характеристики	Нижний предел	Верхний предел
1	Код диапазона	Усиление	Наклон характеристики	Смещение характеристики	Нижний предел	Верхний предел
...
Count - 1	Код диапазона	Усиление	Наклон характеристики	Смещение характеристики	Нижний предел	Верхний предел

Чтение таблицы диапазонов канала происходит в следующем порядке.

1. Прочитать количество диапазонов из свойства «**Количество диапазонов**».
2. Записать в свойство «**Выбор индексов диапазона и параметра**» индекс диапазона и индекс параметра. Это свойство имеет следующую структуру:

Бит 15	Бит 14	Бит 13	Бит 12	Бит 11	Бит 10	Бит 9	Бит 8	Бит 7	Бит 6	Бит 5	Бит 4	Бит 3	Бит 2	Бит 1	Бит 0
Индекс диапазона								Индекс параметра диапазона							

3. Прочитать из свойства «**Регистр значения списка диапазонов**» значение параметра
4. Повторить шаги 2-3 для нужных параметров диапазона.

Частота среза фильтра. Определяет скорость реакции на изменения входной величины. При повышении частоты среза растёт скорость, но увеличивается уровень шумов и наоборот.

Время отклика. Данный параметр применяется для повышения достоверности показаний и/или подавления импульсных помех (кратковременных), т.е. не превышающих по длительности установленное в миллисекундах время отклика.

Флаги канала. Беззнаковое целое число, которое содержит флаги, определяющие режим работы канала.

Номер бита	Описание флага
0	Включение полинома пользователя
1	Включение компенсации холодного спая (Только для термопар. На другие типы датчиков не влияет)
2	Формат выдачи результата: 0x00 – плавающая запятая 0x01 – двухбайтное кодирование 0x02 – трехбайтное кодирование 0x03 – резерв(запрещенное состояние)
3	
4	Порядок следования байт в ответе: Для выбора порядка следования байтов нужно в флагах установить код порядка следования. Код это целое число от 0 до 3, указывающее следующий порядок байтов (байт 0 – младший байт мантиссы, байт 3 – байт знака и порядка): 0x00 – 3-2-1-0 (по умолчанию); 0x01 – 0-1-2-3; 0x02 – 1-0-3-2; 0x03 – 2-3-0-1.
5	
4 - 31	Резерв

Для включения функции нужно установить в единицу соответствующий бит в регистре флагов.

Коэффициенты полинома пользователя это коэффициенты полинома второй степени:

$$y = a * x^2 + b * x + c$$

предназначенного для пересчета электрического параметра (напряжение, ток, сопротивление) в физический параметр. Номера регистров для коэффициентов полинома пользователя:

№	Коэффициент	Номер регистра
1	A	0n12-0n13
2	B	0n14-0n15
3	C	0n16-0n17

Пределы светодиодной индикации. Значения типа float хранящие значение минимума и максимума для пределов светодиодной индикации. Номера регистров минимума и максимума:

№	Свойство	Номер регистра
1	Минимум	0n18-0n19
2	Максимум	0n1A-0n1B

Температура канала / Количество импульсов. Содержит значение температуры канала (float). Если канал работает в режиме тахометра, то в этой ячейке содержится количество импульсов после включения питания или последней операции сброса счетчика.

Карта регистров контроллера потокового чтения

Значение частоты выборки. Содержит значение частоты выборки каналов, указанных в маске каналов. Параметр указывается в герцах и лежит в диапазоне от 10 до 1200 Гц.

Маска опрашиваемых каналов. Свойство предназначено для выбора каналов предназначенных для оцифровки. Назначение битов параметра:

Номер бита	Назначение
0	Разрешить/Запретить оцифровку канала №1 (0 – запретить; 1 – разрешить)
1	Разрешить/Запретить оцифровку канала №2
2	Разрешить/Запретить оцифровку канала №3
3	Разрешить/Запретить оцифровку канала №4
4	Резерв
5	Резерв
6	Резерв
7	Резерв

Флаги. Свойство предназначено для выбора дополнительных режимов оцифровки. В нем указывается режим работы контроллера – ведущий или ведомый

Номер бита	Назначение
0	Резерв
1	Режим работы 0 – ведомый 1 – ведущий
2	Резерв
...	...
...	...
...	...
30	Резерв
31	Резерв

Индекс канала для чтения коэффициентов, Значение коэффициента наклона (Slope) канала,

Значение коэффициента смещения (Offset) канала. Данные свойства предназначены для чтения коэффициентов для обратного преобразования 16-битного кода в значение физической величины. Для чтения Slope и Offset канала нужно записать индекс канала в свойство «Индекс канала» и потом произвести чтение с ячеек для Slope и Offset. Для преобразования кода АЦП в значение физической величины нужно выполнить применительно к коду АЦП следующие действия

$$\text{Value} = (\text{ADCCode} - \text{Offset}) / \text{Slope}$$

Режим «Ведущий/Ведомый».

Один модуль WAD-AIK-BUS может синхронно оцифровывать только свои четыре канала. Если есть необходимость оцифровывать большее количество каналов с помощью WAD-AIK-BUS, то можно соединить несколько модулей для синхронной работы. В таком случае выбирается одно устройство и назначается ведущим, а остальные ведомыми. С ведущего модуля берется строб синхронизации и подается на ведомые устройства. Дальше все происходит как и для одного устройства: настраиваются частоты выборки, маски каналов и рассылается команда «Старт потокового режима».

Старт потокового режима. Свойство предназначено включения/выключения потокового режима. При записи единицы модуль переходит в потоковый режим. Запись нуля переводит модуль в обычный режим.

Карта регистров результатов

Адрес регистра, HEX	Название	Тип данных	Назначение
0FFF	Опции	uint16_t	Регистр опций
1000-1001	Канал 1	float	Значение канала №1
1002-1003	Канал 2	float	Значение канала №2
1004-1005	Канал 3	float	Значение канала №3
1006-1007	Канал 4	float	Значение канала №4
1008-1009	Температура контроллера	float	Температура контроллера, выраженная в градусах Цельсия
100A	Регистр статуса каналов	uint16_t	Младшие четыре бита регистра статуса указывают на наличие связи с соответствующим каналом
100B	Канал 1	uint16_t	Значение канала №1
100C	Канал 2	uint16_t	Значение канала №2
100D	Канал 3	uint16_t	Значение канала №3
100E	Канал 4	uint16_t	Значение канала №4
100F	Температура контроллера	int16_t	Температура контроллера, выраженная в градусах Цельсия
1010	Регистр статуса каналов	uint16_t	Младшие четыре бита регистра статуса указывают на наличие связи с соответствующим каналом
1011-1012	Канал 1	uint32_t	Значение канала №1
1013-1014	Канал 2	uint32_t	Значение канала №2
1015-1016	Канал 3	uint32_t	Значение канала №3
1017-1018	Канал 4	uint32_t	Значение канала №4

Карта регистров результатов носит собирательный характер и содержит в себе только самые необходимые регистры для работы с модулем. В каких-то детальном описаниях ее поля не имеют нужды, так как из их названий ясна их суть. Исключение составляют регистр опций и регистр статуса. Регистр опций определяет порядок следования байт во всех остальных регистрах. По умолчанию это значение равно нулю, что соответствует порядку следования 3210 для типа **float/dword** и 10 для типа **word**. Весь список вариантов рассмотрен в таблице:

Значение регистра «Опции»	Порядок следования байт для типа float	Порядок следования байт для типа word
0	3210	10
1	0123	10
2	1032	10
3	2301	10
4	3210	01
5	0123	01
6	1032	01
7	2301	01

Порядок следования принятый в Modbus RTU считается 3210. Но далеко не все контроллеры ориентируются на него и вместо этого применяют свои порядки. Для этого вот случая и введен регистр опций.

Регистр статуса в своих четырех младших битах отображает доступность каждого из каналов устройства, и соответственно валидность значения в регистрах соответствующих каналам. Единица в разряде регистра статуса соответствует тому, что канал передает свои данные центральному микроконтроллеру, а ноль указывает на то, что канал не отвечает и данным, которые пришли в ответе от устройства доверять не стоит.

Регистр статуса доступен по двум адресам **100A** и **1010** и значение температуры доступно по двум адресам **1008..1009** и **100F**. В обоих случаях по разным адресам отображается одно и то же значение. Это сделано для удобства при работе с разными типами данных. Допустим пользователю удобно работать с типом float, тогда он будет использовать регистр **1008..1009** для опроса значения температуры и регистр **100A** для проверки статуса каналов (валидности значений). А если пользователь будет работать с типом dword, то в этом случае более удобно использовать регистры **100F** для температуры и **1010** для статуса каналов.

При работе с каналом температуры через регистр **100F** нужно учитывать что коду 0 соответствует температура контроллера -40°C, а коду 0xFFFF температура +120°C.

При работе с каналами устройства через регистры **100B-100E (word)** и/или через регистры **1011-1018 (dword)** коду 0 соответствует минимальное значение физического канала, а коду 0xFFFF/0xFFFFFFFF максимальное значение физического канала.

