

Серия модулей УСО WAD-...-BUS, WAD-...-USB

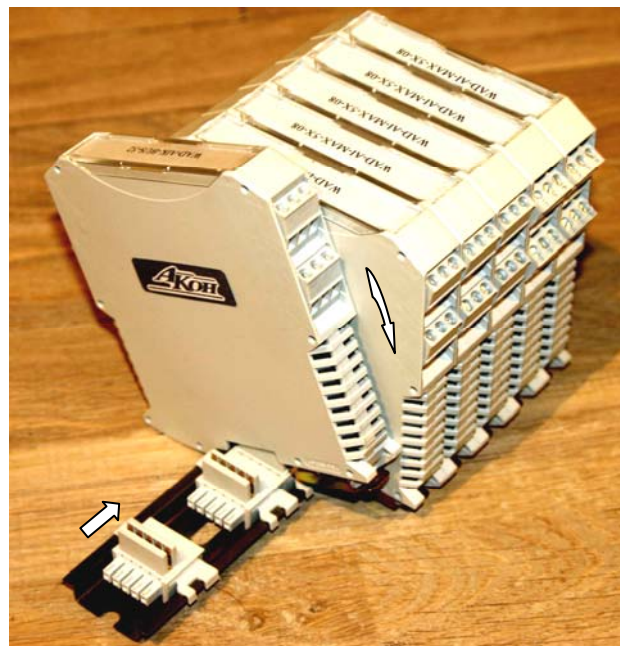
Техническое описание WAD-AO-BUS(USB)

WAD-AO6-BUS

ТУ У 33.2-33056998-001:2009

АКОН.426435.001, АКОН.426435.002

(Четырех- или шестиканальный модуль аналогового вывода с поканальной гальванической развязкой выходных каналов и интерфейсом RS-485 либо USB, предназначенный для построения распределенных систем сбора данных)



Содержание.

Стр.

1. АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.	- 3 -
1.1. НАЗНАЧЕНИЕ И УСТРОЙСТВО МОДУЛЯ.	- 3 -
1.2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ WAD-AO-BUS.	- 4 -
1.3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ WAD-AO6-BUS.	- 5 -
1.4. ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ЗАКАЗА.	- 6 -
1.5. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА И ПРИНЦИП РАБОТЫ МОДУЛЯ.	- 7 -
1.6. НАЗНАЧЕНИЕ КОНТАКТОВ РАЗЪЕМОВ.	- 8 -
1.7. СХЕМА ПОДАЧИ ПИТАНИЯ МОДУЛЯ.	- 10 -
1.8. ПОДКЛЮЧЕНИЕ ВЫХОДОВ.	- 10 -
2. ПРОГРАММНАЯ НАСТРОЙКА МОДУЛЯ.	- 13 -
2.1. КОНФИГУРИРОВАНИЕ МОДУЛЯ И ПРОГРАММА «АДМИНИСТРАТОР».	- 13 -
2.2. НАСТРОЙКИ КАНАЛА И УСТАНОВКА ВЫХОДА.	- 14 -
2.3. ВЫБОР ВЫХОДНОГО ПАРАМЕТРА.	- 14 -
3. ПРОГРАММИРОВАНИЕ МОДУЛЯ.	- 15 -
3.1. ПРОТОКОЛ ОБМЕНА ОВЖЕСТNET.	- 15 -
3.1.1. Описание форматов.	- 15 -
3.1.2. Пример использования протокола.	- 16 -
3.2. ПРОГРАММНЫЕ ОБЪЕКТЫ МОДУЛЕЙ.	- 18 -
3.3. ФОРМАТЫ ДАННЫХ СВОЙСТВ СИСТЕМНОГО ОБЪЕКТА.	- 18 -
3.4. ФОРМАТЫ ДАННЫХ СВОЙСТВ ОБЪЕКТА “КАНАЛ АНАЛОГОВОГО ВЫВОДА”.	- 20 -
3.5. ПРОТОКОЛ MODBUS RTU.	- 21 -
3.6. ПРОТОКОЛ ADLINK COMPATIBLE.	- 23 -

1. Аппаратное обеспечение.

1.1. Назначение и устройство модуля.

Модули WAD-AO-BUS(USB) и WAD-AO6-BUS предназначены для формирования аналоговых сигналов тока или напряжения по четырём(шести) независимым каналам, получая данные по линиям двухпроводного интерфейса RS-485(USB). USB интерфейс доступен только у 4-х канального модуля.

В своём составе модули имеют **четыре(шесть) поканально изолированных канала**, источник питания и интерфейсную часть.

Высокие метрологические свойства, стабильность и разрешающая способность WAD-AO/AO6-BUS обеспечены применением **в каждом канале модуля 16-ти разрядного ЦАП**.

Вид формируемой величины (напряжение или ток) и пределы 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: вида выходного сигнала и его уровня. Все диапазоны и виды сигналов, поддерживаемые **данным** экземпляром изделия, автоматически обнаруживаются, и отображаются данной программой. Каналы в одном модуле могут различаться по калиброванным диапазонам и видам сигнала.

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 RS-485 и подводится питание. Входов питания два, основной и для резервного источника. При выходе из строя любого из них работа системы не прерывается.

Все **наружные цепи модулей (выходы, питание, интерфейс) надёжно защищены** от перегрузок. **Защита - двухуровневая:** при кратковременной перегрузке срабатывает первый уровень защиты, при длительном превышении внешнего 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.**

1.2. Технические характеристики WAD-AO-BUS.

СВОЙСТВО	ЗНАЧЕНИЕ
Количество выходных каналов	4
Разрядность ЦАП	16 бит
Гальваническая развязка	Выход-выход, выход-питание, выход-интерфейс, питание-интерфейс
Пробивное напряжение гальванической развязки	1,5кВ
Формирование постоянного напряжения (возможные пределы):	0-1В, 0-2В, 0-5В, 0-10В, +/-1В, +/-2В, +/-5В, +/-10В ($R_{нагр} > 500\text{Ом}$)
Формирование постоянного тока (возможные пределы)	0-5мА, 1-5мА, 0-10мА, 0-20мА, 4-20мА (напряжение до 10В, $R_{нагр} < 2\text{кОм}$ на пределе 5мА и $< 500\text{Ом}$ на пределе 20мА)
Выходное сопротивление	$\leq 0,2\text{Ом}$ выход по напряжению $\geq 10\text{МОм}$ выход тока
Приведенная основная погрешность в режиме формирования напряжения	0,05%
Приведенная основная погрешность в режиме формирования тока	0,1%
Дополнительная температурная погрешность	0,005% на °С
Эксплуатационный температурный диапазон	-20...+75 °С
Допустимая влажность воздуха	До 90% без конденсации
Напряжение питания (постоянное)	10-30В
Потребляемая мощность	не более 1,6Вт (выходы по напряжению), не более 3,0Вт (выходы по току)
Средний срок службы, лет	12
Средняя наработка на отказ, часов	60 000
Габариты блока	114x105x17,5 мм
Вес	130 г

ВНИМАНИЕ! В таблице приведены все технически возможные пределы и виды выходных сигналов WAD-AO-BUS. При заказе модуля оговариваются **конкретные** пределы и виды сигнала. Каждый канал может быть многопредельным. Для выбранных пределов производится заводская калибровка. Разные каналы в одном блоке могут быть предназначены для формирования разных величин и пределов. Не откалиброванные изготовителем пределы пользователю не доступны. Свойства каналов кодируются в полном обозначении модуля, и отражаются в паспорте.

По запросу заказчика модуль комплектуется актом заводских испытаний с указанием фактических параметров данного образца.

1.3. Технические характеристики WAD-AO6-BUS.

СВОЙСТВО	ЗНАЧЕНИЕ
Количество выходных каналов	6
Разрядность ЦАП	16 бит
Гальваническая развязка	Выход-выход, выход-питание, выход-интерфейс, питание-интерфейс
Пробивное напряжение гальванической развязки	1,5кВ
Формирование постоянного напряжения (возможные пределы):	0-1В, 0-2В, 0-5В, 0-10В ($R_{нагр} > 500\text{Ом}$)
Формирование постоянного тока (возможные пределы)	0-5мА, 1-5мА, 0-10мА, 0-20мА, 4-20мА (напряжение до 10В, $R_{нагр} < 2\text{кОм}$ на пределе 5мА и $< 500\text{Ом}$ на пределе 20мА)
Выходное сопротивление	$\leq 0,15\text{Ом}$ выход по напряжению $\geq 10\text{МОм}$ выход тока
Приведенная основная погрешность в режиме формирования напряжения	0,05%
Приведенная основная погрешность в режиме формирования тока	0,07%
Дополнительная температурная погрешность	0,005% на °С
Эксплуатационный температурный диапазон	-10...+75 °С
Допустимая влажность воздуха	До 90% без конденсации
Напряжение питания (постоянное)	10-30В
Потребляемая мощность	не более 1,5Вт (выходы по напряжению, $R_n > 10\text{кОм}$), не более 3,0Вт (выходы по току)
Габариты блока	114x105x22,5 мм
Вес	130 г

ВНИМАНИЕ! В таблице приведены все технически возможные пределы и виды выходных сигналов WAD-AO6-BUS. При заказе модуля оговариваются **конкретные** пределы и виды сигнала. Каждый канал может быть многопредельным. Для выбранных пределов производится заводская калибровка. Разные каналы в одном блоке могут быть предназначены для формирования разных величин и пределов. Не откалиброванные изготовителем пределы пользователю не доступны. Свойства каналов кодируются в полном обозначении модуля, и отражаются в паспорте.

По запросу заказчика модуль комплектуется актом заводских испытаний с указанием фактических параметров данного образца.

1.4. Информация для заказа.

В полном обозначении модуля после названия WAD-AO/AO6-BUS, указывается условный код, соответствующий выходному диапазону: WAD-AO/AO6-BUS-“код”. Если все каналы одинаковы, указывается только один код, если каналы отличаются, коды каналов отделяются запятыми. В этом случае перечисляются все 4 канала.

Отсутствующий канал обозначается “X”. Различные пределы одного и того же канала указываются через тире.

Необходимо учитывать, что у 6-ти канального модуля выходы по напряжению могут быть только однополярными (первые 4 диапазона в таблице ниже).

Соответствие кодов диапазонам приведено в таблице:

КОД		Выходной сигнал
0	6	0-1В
0	7	0-2В
0	8	0-5В
0	9	0-10В
2	6	+/-1В
2	7	+/-2В
2	8	+/-5В
2	9	+/-10В
0	X	Другой диапазон для напряжения
9	2	0-5мА
9	3	1-5мА
9	4	0-10мА
9	5	0-20мА
9	6	4-20мА
9	X	Другой диапазон для тока

Пример 1: 4-х канальный модуль, на выходе всех каналов формируется напряжение 0-10В. Обозначение модуля: WAD-AO-BUS-09.

Пример 2: 4-х канальный модуль, интерфейс - USB, первый канал формирует напряжение 0-10В, второй канал формирует ток 4-20мА, третий и четвёртый каналы формируют ток 1-5мА. Обозначение: WAD-AO-USB-09,96,93,93.

Пример 3: 6-ти канальный модуль, все выходы многопредельные, формируют напряжения 0-1В, 0-5В, 0-10В. Обозначение: WAD-AO6-BUS-06-08-09.

Параметры каналов приводятся полностью в техническом паспорте на изделие.

1.5. Структурная схема и принцип работы модуля.

Модуль состоит из следующих узлов: четырех выходных каналов, внутренней шины, центрального процессора и цепей формирования сигналов интерфейса RS-485(USB).

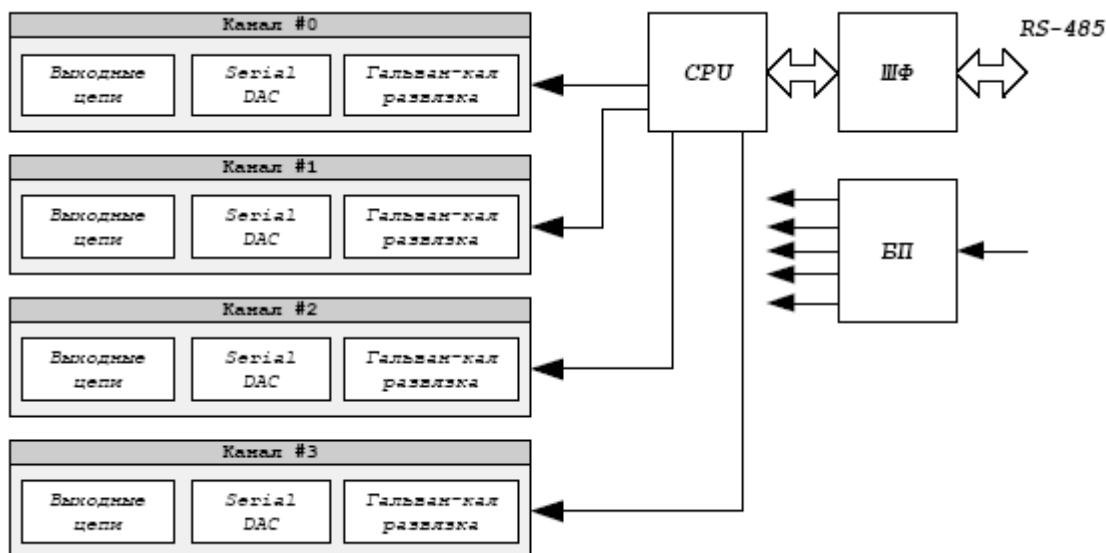


Рис 1. Структурная схема модуля WAD-AO-BUS.

Структурная схема модуля WAD-AO6-BUS имеет ту же структуру, но выходных каналов 6.

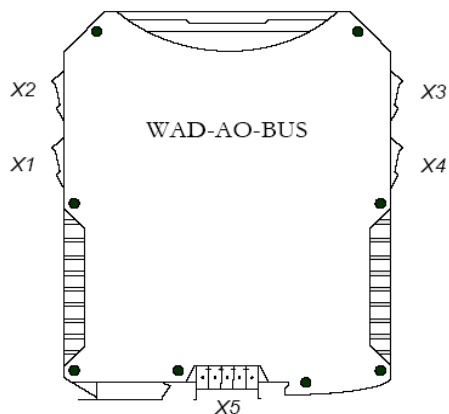
Канал модуля WAD-AO-BUS(USB) имеет два типа выхода: токовый и выход по напряжению. Тип выхода определяется свойством канала «Тип выхода», который задается посредством интерфейса. Если установлен выход по току, то выход по напряжению использовать не корректно, и наоборот.

Канал модуля WAD-AO6-BUS имеет один тип выхода: или токовый, или выход по напряжению (выбирается при заказе).

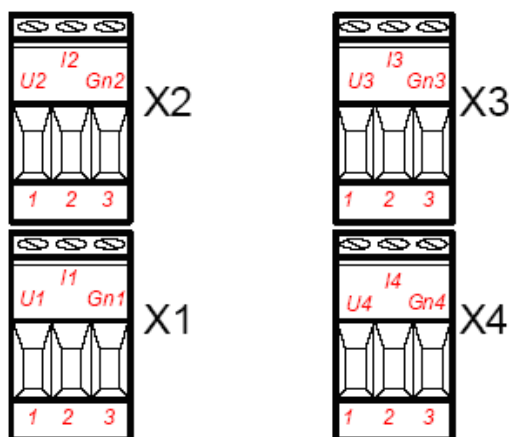
Интерфейс предназначен для поддержания связи с внешним вычислителем. С помощью цифрового интерфейса производится настройка модуля, а также установка и получение значения выходного параметра.

1.6. Назначение контактов разъемов.

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



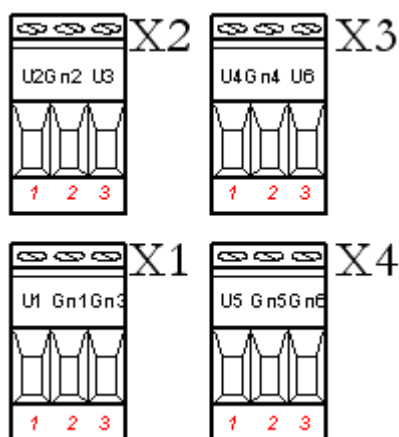
Внешний вид разъемов X1-X4 модуля WAD-AO-BUS:



Назначение контактов разъемов X1-X4 модуля WAD-AO-BUS:

Разъём X1:		
1	2	3
U1 (выход напряжения канала 1)	I1 (выход тока канала 1)	Gn1 (общий выхода 1)
Разъём X2:		
1	2	3
U2 (выход напряжения канала 2)	I2 (выход тока канала 2)	Gn2 (общий выхода 2)
Разъём X3:		
1	2	3
U3 (выход напряжения канала 3)	I3 (выход тока канала 3)	Gn3 (общий выхода 3)
Разъём X4:		
1	2	3
U4 (выход напряжения канала 4)	I4 (выход тока канала 4)	Gn4 (общий выхода 4)

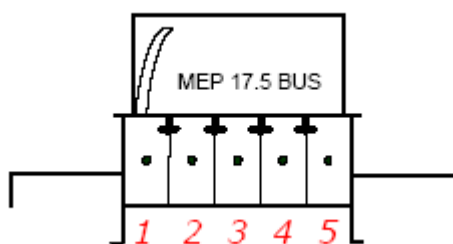
Внешний вид разъемов X1-X4 модуля WAD-AO6-BUS:



Назначение контактов разъемов X1-X4 модуля WAD-AO6-BUS:

Разъём X1:		
1	2	3
U1 (выход напряжения канала 1)	Gn1 (общий выхода 1)	Gn3 (общий выхода 3)
Разъём X2:		
1	2	3
U2 (выход напряжения канала 2)	Gn2 (общий выхода 2)	U3 (выход напряжения канала 3)
Разъём X3:		
1	2	3
U4 (выход напряжения канала 4)	Gn4 (общий выхода 4)	U6 (выход напряжения канала 6)
Разъём X4:		
1	2	3
U5 (выход напряжения канала 5)	Gn5 (общий выхода 5)	Gn6 (общий выхода 6)

Внешний вид разъема X5:

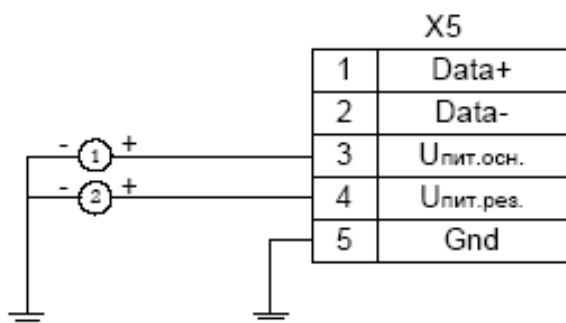


Назначение контактов разъема X5:

Номер контакта	Обозначение	Назначение
1	Data+	Линия Data+ интерфейса RS-485
2	Data-	Линия Data- интерфейса RS-485
3	Упит.	Вход напряжения питания
4	Упит.рез.	Вход резервного напряжения питания
5	Gnd	Общий провод для основного и резервного источников питания


1.7. 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.

1.8. Подключение выходов.

Примечание: четырёхканальный модуль WAD-AO-BUS(USB) имеет разные выходы напряжения и тока. Модуль не предусматривает одновременное использование обоих выходов, т.к. для них используются разные калибровочные коэффициенты.

Рекомендации:



В модуле WAD-AO-BUS(USB) программно выбирается вид выходного сигнала: напряжение или ток. Выбранный - подлежит использованию, однако, второй выход канала при этом также формируется. Погрешность формирования второго выхода при этом не нормируется. Также, необходимо позаботиться о том, чтобы выход по напряжению, когда включен программно выход по току, не оказался нагруженным на значительную и/или нелинейную нагрузку

(превышающую допустимую паспортную), т.к. это может привести к дополнительной погрешности формирования выхода по току. Поэтому рекомендуется клемму незадействованного выхода оставлять свободной.

При передаче напряжения на значительные расстояния (более 5м), рекомендуется использовать экранированный провод. На коротких трассах менее 5м допустимо использовать скрутку двух проводников, без экрана. Необходимая степень экранирования зависит от широкополосности приёмника сигнала: если это быстродействующий АЦП (скорость преобразования 10кГц и выше), то экранирование необходимо, если это вход какого-либо инерционного устройства, то экранирование, как правило, не требуется даже при длине линии связи более 100 м.

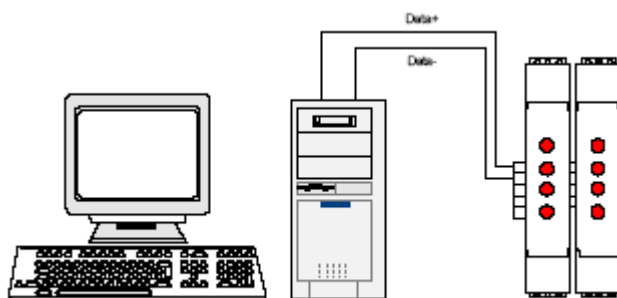
При передаче сигнала тока степень защищённости сигнала в целом на порядок выше, а применение экрана, как правило, не требуется.

1.9. Подключение к сети RS-485.

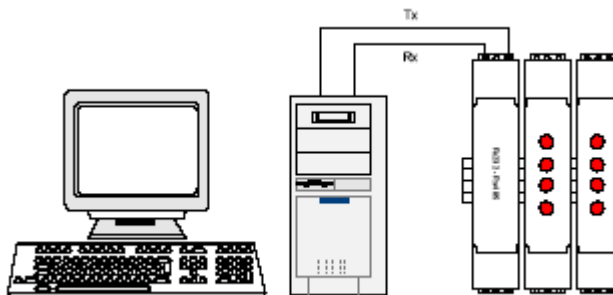
Подключение к сети заключается в одноимённом соединении двух линий DATA+ и DATA- головного вычислителя (компьютера, или выхода преобразователя RS232/RS485) и модуля WAD-...-BUS (или группы модулей, соединённых по системной шине).

Модуль WAD-AO-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 “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 RS-485, то необходимо использовать преобразователь интерфейса RS-485/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 RS-485 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.

2. Программная настройка модуля.

2.1. Конфигурирование модуля и программа «Администратор».

Настройка модуля производится посредством интерфейса RS-485. 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 *ObjectNet*(см.н.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 желаемого устройства все возможности и функции «Администратора» работают так же, как с подключенным блоком, позволяя получить навык реальной настройки и работы с модулями серии WAD-...-BUS.

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

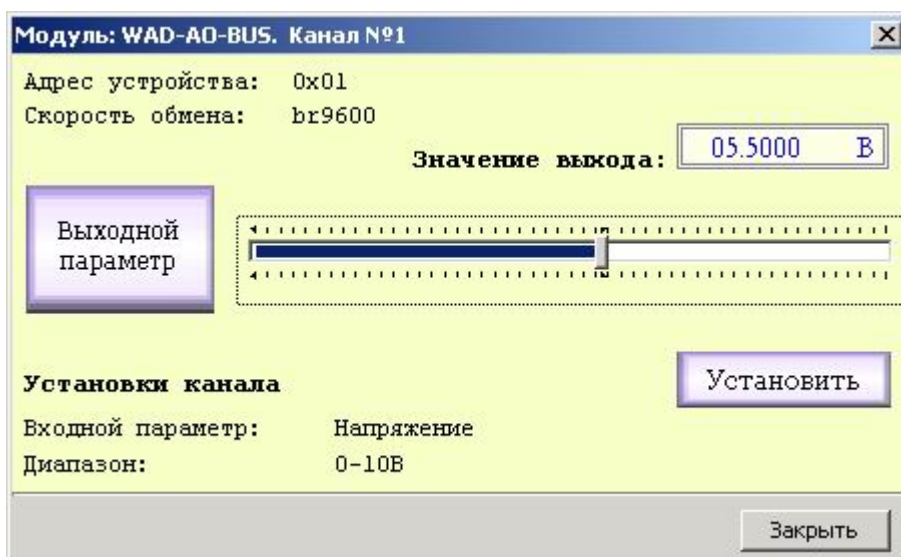
1. Подключить устройство к компьютеру. (См. раздел 1.8.(стр.9) «Подключение к сети RS-485»)
2. Запустить программу «Администратор» из комплекта поставки.
3. Выбрать «Шина», «Настройки», задать СОМ-порт и скорость обмена.
4. Выбрать «Шина», «Подключить».
5. Выбрать «Устройства», «Обнаружение устройств». Двойным щелчком выбрать нужное устройство из найденных на шине.
6. Используя функции «Администратора» произвести настройку устройства.
7. 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».

2.2. Настройки канала и установка выхода

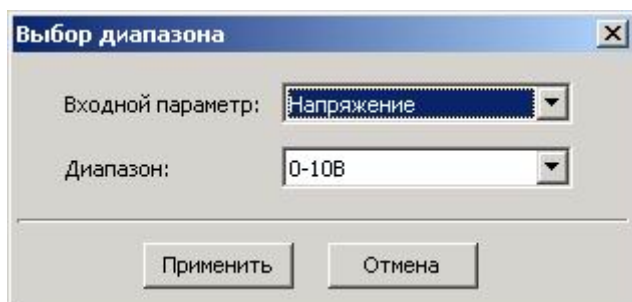
Щелчок на объекте в окне параметров устройства программы «Администратор» открывает окно параметров канала:



Для установки выхода нужно бегунком выбрать значение выходного параметра и нажать кнопку «Установить». Выбор параметра осуществляется нажатием на кнопку «Параметр».

2.3. Выбор выходного параметра

Щелчок на блоке «Параметр» открывает окно выбора возможных выходных параметров. Функция активна только в 4-х канальном блоке.



3. Программирование модуля.

3.1. Протокол обмена ObjectNet.

Для своих устройств Компания АКОН использует протокол обмена собственной разработки ObjectNet. В основу протокола ObjectNet заложена объектная модель представления внутренней архитектуры модулей. Программную архитектуру практически всех модулей можно представить в виде объектов и их свойств. К объектам можно соотнести: каналы аналогового и дискретного ввода/вывода, фильтры, различного рода регуляторы, счетчики импульсов и т.д. К свойствам объекта относятся, например: коэффициенты нормализации (для каналов аналогового ввода/вывода), коэффициент деления (для счетчиков импульсов), частота среза (для фильтров). 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 и над каким объектом необходимо провести. Байты данных содержат информацию необходимую для выполнения запрошенной функции. Если при приеме посылки модуль обнаружил ошибку, то ответ не формируется.

3.1.1. Описание форматов.

В состав протокола ObjectNet входит всего один формат запроса и идентичный ему формат ответа. В их состав входят следующие поля:

1 байт	1 байт	1 байт	2 байта	4 байта	2 байта
Address	Function	Object	Property	Data	Crc

Total = 11 bytes

где:

Название поля	Назначение
Address	Адрес модуля в сети
Function	Функция, применяемая к объекту
Object	Номер объекта модуля
Property	Номер свойства объекта
Data	Данные
Crc	Контрольная сумма

Поле «Адрес»

Поле «Адрес» используется для идентификации модуля в сети. Адреса модулей лежат в диапазоне 0x01÷0xFF. Адрес 0x00 используется как широковещательный.

Поле «Объект»

Указывает интересующий объект модуля. Нумерация объектов в модуле - сквозная. Нулевой объект это объект, содержащий свойства, отвечающие за функционирование самого протокола обмена и системы в целом. Этот объект называется системным. Например, в модуле есть четыре канала аналогового ввода и два канала аналогового вывода. Тогда, системный объект: 0; каналы AI: 1, 2, 3, 4; каналы AO: 5, 6.

Поле «Свойство»

Свойство это не что иное, как параметр объекта (см. выше). Указывает, над каким параметром объекта нужно выполнить требуемое действие. Нумерация свойств в объекте производится с нуля.

Поле «Данные»

Поле может содержать данные, как целого, так и вещественного типа.

Поле «Функция»

Определяет тип действия над конкретным объектом. Поле «Функция» два возможных значения – READ_PROPERTY или WRITE_PROPERTY.

Поле «Сгс – контрольная сумма»

Предназначено для контроля целостности посылки. Методика вычисления контрольной суммы такая же, как и в протоколе Modbus. Ниже предоставлена функция для вычисления CRC на языке Object Pascal.

```
function CalculateCRC (DataPtr: Pointer; DataSize: Cardinal): word;
var
    i, j: Cardinal;
begin
    result := $ffff;

    for i := 0 to DataSize - 1 do
    begin
        result := Result xor (PByte (Cardinal (DataPtr) + i) ^);

        for j := 1 to 8 do
        begin
            if (Result and 1) = 1 then
            begin
                result := Result shr 1;
                result := Result xor $A001;
            end
            else
            begin
                Result := Result shr 1;
            end;
        end;
    end;

    Result := (Result shl 8) or (Result shr 8);
end;
```

3.1.2. Пример использования протокола.

Пусть есть модуль, в который содержит два типа объектов: 4 канала AI для измерения напряжения и 2 канала DO с релейным выходом. Свойства канала AI:

№	Название	Тип	Метод доступа
0	Значение канала	Float	Чтение
1	Диапазон входного сигнала	Unsigned char	Чтение/запись
2	Коэффициент нормализации k	Float	Чтение/запись
3	Коэффициент нормализации b	Float	Чтение/запись

Свойства канала DO:

№	Название	Тип	Метод доступа
0	Значение канала	Boolean	Чтение/запись

Свойства системного объекта:

№	Название	Тип	Метод доступа	Значение
0	Адрес модуля	Unsigned char	Запись	0x01
1	Скорость обмена	Unsigned char	Запись	0x06 (9600bps)
2	Серийный номер	Unsigned long	Чтение	0x00001234
3	Код изделия	Unsigned char	Чтение	0x05

Пример №1. Чтение серийного номера модуля.

Запрос:

Address	Function	Object	Property	Data	Crc
0x01	0x00	0x00	0x0002	0x00000000	0x7EA0
1 байт	1 байт	1 байт	2 байта	4 байта	2 байта

Ответ:

Address	Function	Object	Property	Data	Crc
0x01	0x00	0x00	0x0002	0x00001234	0x73D7
1 байт	1 байт	1 байт	2 байта	4 байта	2 байта

Пример №2. Чтение значения второго канала AI.

Запрос:

Address	Function	Object	Property	Data	Crc
0x01	0x00	0x02	0x0000	0x00000000	0x24A0
1 байт	1 байт	1 байт	2 байта	4 байта	2 байта

Ответ:

Address	Function	Object	Property	Data	Crc
0x01	0x00	0x02	0x0000	0x3F9E0419	0x8A50
1 байт	1 байт	1 байт	2 байта	4 байта	2 байта

Data = 0x3F9E0419, что равняется 1.2345 мВ

3.2. Программные объекты модулей.

В состав программных объектов входят:

WAD-AO-BUS

<i>Номер объекта</i>	<i>Название объекта</i>
0	Системный объект
1-4	Каналы аналогового вывода

WAD-AO6-BUS

<i>Номер объекта</i>	<i>Название объекта</i>
0	Системный объект
1-6	Каналы аналогового вывода

Свойства системного объекта:

<i>Номер свойства</i>	<i>Название свойства</i>	<i>Тип данных</i>	<i>Метод доступа</i>
0x00	Код типа устройства	Unsigned long	R
0x01	Серийный номер устройства	Unsigned long	R
0x02	Версия прошивки	Unsigned long	R
0x03	Адрес устройства, скорость обмена, протокол обмена	Unsigned char	R/W
0x05	Сохранение в Flash текущих настроек системы	Unsigned char	W
0x06	Чтение с Flash ранее сохраненных настроек в ОЗУ	Unsigned char	W

Свойства канала аналогового вывода:

<i>Номер свойства</i>	<i>Название свойства</i>	<i>Тип данных</i>	<i>Метод доступа</i>
0x00	Значение канала	Float	R/W
0x01	Выходной параметр	Unsigned char	R/W
0x0E	Количество диапазонов	Unsigned char	R
0x10	Класс точности	Unsigned char	R
0x30	Выбор элемента из массива диапазонов	Unsigned int	W
0x31	Элемент из массива диапазонов	ULONG/FLOAT	R

3.3. Форматы данных свойств системного объекта

Код типа устройства это длинное целое беззнаковое число, указывающее код устройства. Для модуля WAD-AO-BUS его значение равно *0x0002*. Это единственное свойство, при чтении которого даже в случае широковещательного запроса формируется ответ. Эта возможность используется программой «Администратор» для обнаружения,

подключенного оборудования. После подключения устройства и запуска программы «Администратор» нужно произвести подключение к COM-порту и выбрать скорость обмена. Следует учесть два способа сканирования в зависимости от количества подключенных к сети устройств.

Сканирование по скоростям. Когда к сети подключено всего одно устройство, то можно выбрать метод сканирования называемый скоростным. Так как модули поддерживают широковещательные запросы (адрес: 0x00) , то в данном методе сканируются не адреса, а скорости обмена. Этот метод нельзя применять, если к сети подключено более одного устройства.

Сканирование по адресам. При адресном сканировании происходит перебор адресов на выбранных скоростях обмена. Сканирование адресов и скоростей осуществляется автоматически. Данный метод можно применять при любом количестве подключенных устройств к сети.

Серийный номер устройства это длинное целое беззнаковое число, указывающее серийный номер устройства.

Маска каналов это длинное целое беззнаковое число, указывающее, какие из каналов есть в модуле.

Адрес устройства, скорость обмена, протокол обмена это длинное целое беззнаковое число, указывающее адрес устройства, код скорости обмена и код протокола 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.

Коды скоростей обмена поддерживаемые модулями WAD-AO/AO6-BUS:

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

Коды протоколов обмена поддерживаемые модулями WAD-AO/AO6-BUS:

№	Протокол обмена	Код протокола обмена
1	ObjectNet	0x00
2	Modbus RTU	0x01
3	AdLink Compatible	0x02

Поля свойства:

3-й байт	2-й байт	1-й байт	0-й байт
Reserved	Address	Baudrate code	Protocol code

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 в выше перечисленные свойства любого числа будет выполнена соответствующая команда.

3.4. Форматы данных свойств объекта “Канал аналогового вывода”

Значение канала это число типа float, указывающее значение напряжения или тока на выходе канала в зависимости от выбранного типа выхода.

Для того, что бы узнать какие диапазоны поддерживает канал нужно проделать следующие шаги:

1. Определить, сколько диапазонов запрограммировано для данного канала
 - Прочитать из свойства 0x0E количество диапазонов

```
ReadWithProperty(0x0E, &RangeCount);
```

2. Выбрать элемент из массива диапазонов
 - Записать в свойство 0x31 индекс массива в виде (index << 8)

```
for(index = 0; index < RangeCount; index++)  
{  
    WriteInProperty(0x31, index << 8);  
    ReadWithProperty(0x30, &Code);  
  
    RangeCode[index] = Code;  
}
```

3. Прочитать значение элемента массива
 - Прочитать из свойства 0x30 код диапазона

Коды диапазонов, прочитанные из массива диапазонов, используются для выбора выходного диапазона. (Запись в свойство 0x01).

3.5. Протокол Modbus RTU

Таблица регистров модулей WAD-AO/AO6-BUS при обмене по протоколу Modbus RTU.

Код операции	Адрес регистра	Наименование параметра	Диапазон изменений
Системный объект			
03	0x00	Код изделия	0x00000000: WAD-AIK-BUS 0x00000001: WAD-AI8-BUS 0x00000002: WAD-AO-BUS 0x00000003: WAD-AO8-BUS 0x00000004: WAD-DI-BUS 0x00000005: WAD-DO-BUS 0x00000006: WAD-DIO-BUS 0x00000007: WAD-DOS-BUS 0x00000008: WAD-DOR-BUS
03	0x02	Серийный номер изделия	
03	0x04	Дополнительная информация	
03/10	0x06	Адрес устройства	0-255
03/10	0x08	Сохранение в Flash текущих настроек системы	
03/10	0x0A	Чтение с Flash настроек системы	
10	0x0E	Выбор протокола обмена	0 – ObjectNet 1 – Modbus 2 - AdLink

Код операции	Адрес регистра	Наименование параметра	Диапазон изменений
Канал №1			
10	0x10	Значение канала	
03/10	0x12	Нормализация (Вкл/Выкл)	
03/10	0x14	Диапазон измерения	
03	0x16	Класс точности	
03	0x18	Количество используемых диапазонов	
10	0x1C	Выбор индекса	
03	0x1E	Реестр используемых диапазонов	

Код операции	Адрес регистра	Наименование параметра	Диапазон изменений
Канал №2			
10	0x30	Значение канала	
03/10	0x32	Нормализация (Вкл/Выкл)	
03/10	0x34	Диапазон измерения	
03	0x36	Класс точности	
03	0x38	Количество используемых диапазонов	
10	0x3C	Выбор индекса	
03	0x3E	Реестр используемых диапазонов	

Код операции	Адрес регистра	Наименование параметра	Диапазон изменений
Канал №3			
10	0x50	Значение канала	
03/10	0x52	Нормализация (Вкл/Выкл)	
03/10	0x54	Диапазон измерения	
03	0x56	Класс точности	
03	0x58	Количество используемых диапазонов	
10	0x5C	Выбор индекса	
03	0x5E	Реестр используемых диапазонов	

Код операции	Адрес регистра	Наименование параметра	Диапазон изменений
Канал №4			
10	0x70	Значение канала	
03/10	0x72	Нормализация (Вкл/Выкл)	
03/10	0x74	Диапазон измерения	
03	0x76	Класс точности	
03	0x78	Количество используемых диапазонов	
10	0x7C	Выбор индекса	
03	0x7E	Реестр используемых диапазонов	

Регистры каналов 5-6 для модуля WAD-AO6-BUS

Код операции	Адрес регистра	Наименование параметра	Диапазон изменений
Канал №5			
10	0x90	Значение канала	
03/10	0x92	Нормализация (Вкл/Выкл)	
03/10	0x94	Диапазон измерения	
03	0x96	Класс точности	
03	0x98	Количество используемых диапазонов	
10	0x9C	Выбор индекса	
03	0x9E	Реестр используемых диапазонов	

Код операции	Адрес регистра	Наименование параметра	Диапазон изменений
Канал №6			
10	0XB0	Значение канала	
03/10	0XB2	Нормализация (Вкл/Выкл.)	
03/10	0XB4	Диапазон измерения	
03	0XB6	Класс точности	
03	0XB8	Количество используемых диапазонов	
10	0XBC	Выбор индекса	
03	0XBE	Реестр используемых диапазонов	

3.6. Протокол AdLink Compatible

Системные команды:

Название команды	Формат запроса	Пример
Чтение типа модуля	\$<Addr>MN<0D>	Запрос: \$01MN\r Ответ: !0100000000\r Чтение кода модуля. Ответ получен от модуля WAD-AIK-BUS
Чтение серийного номера модуля	\$<Addr>SN<0D>	
Чтение дополнительной информации	\$<Addr>AI<0D>	
Смена адреса и скорости обмена	\$<Addr>WA<New_Addr><New_Rate><0D>	Смена новый адрес: 0x01, новая скорость обмена: br14400 \$12WA00000107
Сохранение настроек системы в Flash-память	\$<Addr>WS<00000000><0D>	
Чтение настроек системы с Flash-памяти	\$<Addr>WR<00000000><0D>	
Выбор протокола обмена	\$<Addr>TP<ProtocolID><0D>	0 – ObjectNet 1 – Modbus 2 - AdLink

Команды для работы с каналом аналогового ввода

Название команды	Формат запроса	Пример
Установка значения канала	Request: #<Addr><Channel><Data><0D> Response: ><0D> <i>Note:</i> <i>Параметр <Channel> указывается полубайтом.</i>	Запрос на установку нулевого канала в модуле с адресом 0x12: #120+05.172\r Ответ: >\r
Чтение значения канала	@<Addr>CV<Channel><0D>	@12CV0\r !1200000001\r
Чтение диапазона измерения	@<Addr>MR<Channel><0D>	@12MR0\r !1200000001\r
Чтение класса точности канала	@<Addr>AR<Channel><0D>	
Чтение количества используемых диапазонов	@<Addr>RC<Channel><0D>	
Чтение реестра измеряемых диапазонов	@<Addr>DR<Channel><0D>	
Установка диапазона	@<Addr>RM<Channel><Range Code><0D>	
Установка индекса реестра измеряемых диапазонов	@<Addr>WO<Channel><Col><Row><0D>	
Установка реестра измеряемых диапазонов	@<Addr>RD<Channel><Value><0D>	



Модуль разработан и изготовлен Компанией АКОН.
Предлагаем к поставке модули АЦП, модули ЦАП,
устройства ввода-вывода цифровой информации,
модули нормирующих преобразователей с гальванической развязкой, модули
для распределённых систем и другое оборудование.

Украина, г. Киев,
ул. Лебедева-Кумача 6, 48
тел. (8044) 496-29-60, (8067)442-33-89
E-mail: sales@akon.com.ua
Http: www.akon.com.ua