

WMA-02

Модуль аналогового ввода

руководство пользователя

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- тип интерфейса – RS-485
- скорость обмена – 19200 бод
- протокол обмена – WAKE
- количество каналов аналогового ввода – 2
- разрядность АЦП – 24 бита
- входной диапазон – $0...+2.5$ В или ± 2.5 В
- усиление встроенного PGA – $1...128$
- фильтрация помех сетевой частоты
- выход опорного напряжения +2.5 В
- количество каналов дискретного ввода – 4
- количество каналов дискретного вывода – 2
- встроенный датчик температуры
- питание – внешнее 12 В, 200 мА
- габариты – 130 x 95 x 25 мм

НАЗНАЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА

Модуль аналогового ввода WMA-02 служит для управления промышленным технологическим оборудованием. Встроенный 24-разрядный АЦП с программируемым усилителем позволяет измерять сигналы с различных датчиков, таких как тензодатчики, датчики давления, термопары и т.д. При работе с термопарами для компенсации холодного спая можно использовать встроенный термометр. Для питания тензомостов имеется выход опорного напряжения +2.5 В, максимальный ток нагрузки – до 20 мА.

ОПИСАНИЕ УСТРОЙСТВА

Основой модуля является микросхема АЦП ADS1240 фирмы ("Texas Instruments"), которая представляет собой 24-разрядный дельта-сигма АЦП. Микросхема имеет программируемый усилитель (PGA), который обеспечивает усиление 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128. Значение коэффициента усиления выбирается программно. Также можно выбрать однополярный или двухполярный режим. Микросхема имеет два дифференциальных входа, переключаемых с помощью мультиплексора. Если требуется высокое входное сопротивление, можно программно включить внутренний буферный усилитель, но при этом несколько сужается диапазон допустимых входных напряжений и возрастает уровень шумов. Подробно характеристики микросхемы ADS1240 можно посмотреть в datasheet от производителя (<http://www-s.ti.com/sc/ds/ads1240.pdf>).

Модуль имеет встроенный датчик температуры холодного спая термопар, размещенный в непосредственной близости от входных клеммников. В качестве датчика используется микросхема цифрового термометра DS18S20 фирмы "Maxim". Дискретность измерения температуры – 0.1°C , время измерения – 1 сек.

Дополнительно модуль имеет 4 канала дискретного ввода и 2 канала дискретного вывода.

Конструктивно модуль выполнен в пластмассовом корпусе размером 130 x 95 x 25 мм с возможностью крепления на DIN-рейку. Схема внешних подключений модуля показана на рис. 1.

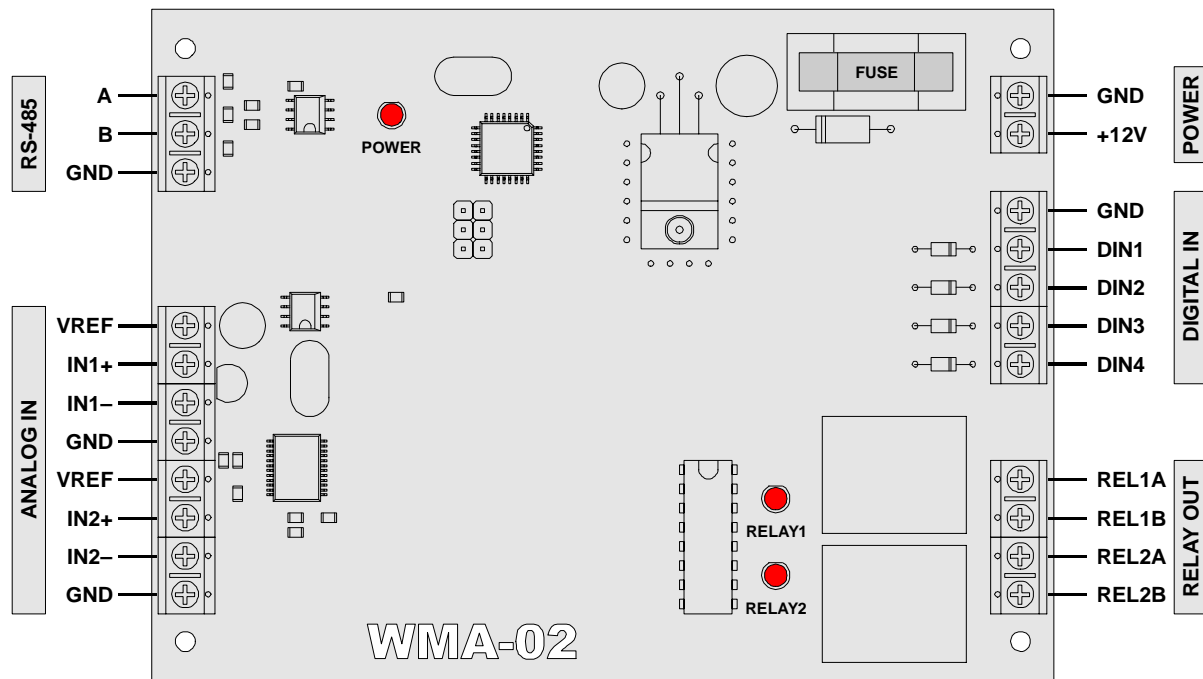


Рис. 1. Схема внешних подключений модуля WMA-02.

АНАЛОГОВЫЙ ВВОД

Блок-схема аналоговой части модуля WMA-02 приведена на рис. 2.

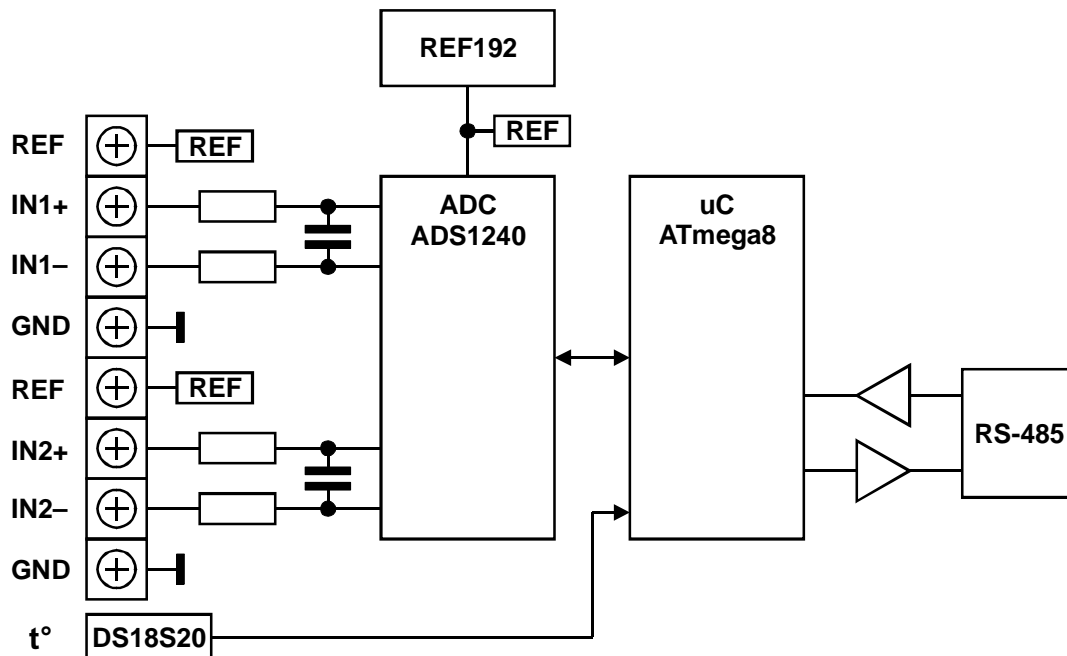


Рис. 2. Блок-схема аналоговой части модуля WMA-02.

Входы АЦП являются дифференциальными, допустимый диапазон синфазных напряжений от -0.1 В до $+5.1$ В при выключенном буфере и от $+0.05$ В до $+3.5$ В при

включенном буфере. Поскольку внутри ни один из входов не подключен ни к какому потенциалу, всегда нужно **соединять общий провод источника сигнала с клеммой «GND» или «REF»**. Входное сопротивление при выключенном буфере зависит от коэффициента усиления встроенного усилителя (PGA) и вычисляется по формуле: $R[\text{M}\Omega] = 5 / \text{PGA}$. При включенном буфере входное сопротивление близко к бесконечности (входной ток не превышает 0.5 нА).

ПРИМЕРЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ СИГНАЛА

Примеры подключения разных источников сигнала ко входу АЦП показан на рис. 3. При подключении к АЦП мостового резистивного тензодатчика его питание осуществляется от опорного источника +2.5 В. При этом синфазное напряжение на входах АЦП составляет примерно +1.25 В, что лежит внутри допустимого диапазона и позволяет измерять двухполярный выходной сигнал датчика.

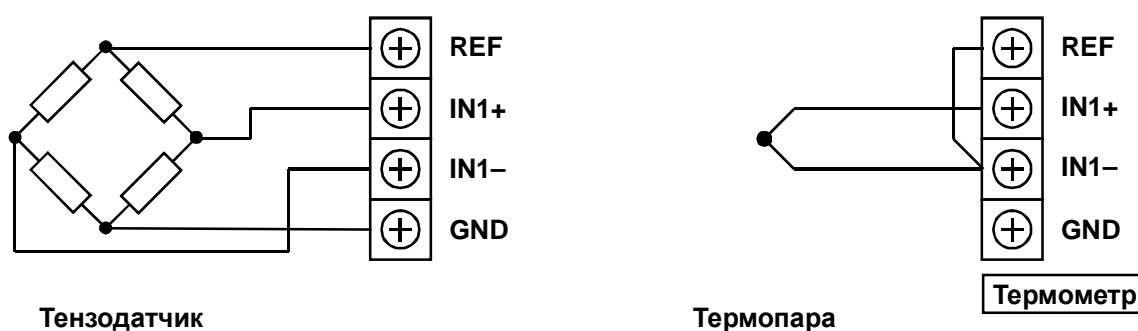


Рис. 3. Примеры подключения источников сигнала к модулю WMA-02.

При подключении к АЦП термопары для обеспечения работы в допустимых пределах синфазного напряжения, вход АЦП «-» необходимо соединить с выходом опорного напряжения. При этом обеспечиваются измерения в широком диапазоне температур, причем температура рабочего спая может быть как выше, так и ниже комнатной температуры (температуры холодного спая). Если же сигнал с термопары всегда положительный, то вход АЦП «-» можно соединить с общим выводом «GND». Для компенсации холодного спая термопары можно использовать встроенный термометр. Поскольку этот термометр расположен возле входных клеммников, то к клеммникам необходимо подключать непосредственно выводы термопары, или использовать для соединения специальный термокабель, специально предназначенный для конкретного типа термопары. Если холодный спай удален от АЦП, для измерения его температуры можно задействовать второй канал аналогового ввода, подключив к нему терморезистор или полупроводниковый диод в качестве датчика температуры.

ДИСКРЕТНЫЙ ВВОД

Схема дискретного ввода модуля не имеет гальванической развязки. Рабочее напряжение входов составляет 5 В, для каждого входа имеется схема защиты от выбросов напряжения. Входы через подтягивающие резисторы подключены к напряжению +5 В и срабатывают при замыкании их на землю. Типичное использование входов дискретного ввода – опрос состояния концевых выключателей. Выключатели при срабатывании должны

соединять входы с землей. Возможно подключение к входам дискретного ввода любых других датчиков с замыкающимися контактами или с ТТЛ выходом. Для обеспечения хорошей помехоустойчивости модуль производит фильтрацию сигналов дискретного ввода с постоянной времени 20 мс.

ДИСКРЕТНЫЙ ВЫВОД

Схема дискретного вывода реализована на реле, что обеспечивает гальваническую развязку и позволяет коммутировать любую нагрузку на переменном или постоянном токе. Максимальный ток нагрузки составляет 5 А переменного тока при напряжении до 220 В или 3 А постоянного тока при напряжении до 125 В. Реле имеют нормально-разомкнутые контакты.

Для индикации срабатывания каждого из реле дискретного вывода предусмотрены светодиоды «RELAY1» и «RELAY2».

ПИТАНИЕ УСТРОЙСТВА

Питание модуля осуществляется от внешнего источника напряжением 12 В $\pm 10\%$, потребляемый ток – не более 200 мА. Внутри модуля в цепи питания установлен плавкий предохранитель на ток 0.5 А.

ОПИСАНИЕ КОМАНД УПРАВЛЕНИЯ

Для управления модулем используется интерфейс RS-485 в полудуплексном режиме. Команды передаются в виде пакетов согласно протоколу WAKE. Скорость обмена - 19200 бод. Модуль имеет индивидуальный адрес, что позволяет организовать сеть. Инициатором обмена всегда выступает мастер, модуль является подчиненным устройством и отвечает на каждую команду. Для того, чтобы мастер гарантированно успел переключиться на прием, ответ передается с задержкой 20 мс. Команда представляет собой пакет, который содержит адрес модуля, номер команды и поле данных, где передаются необходимые параметры. Для разных команд число параметров может быть разным, есть команды, которые не имеют параметров вообще. Ответ представляет собой пакет, который содержит тот же адрес, номер команды и поле данных. Первый байт данных – это код ошибки (за исключением команд C_Echo и C_Info), далее могут следовать данные, если это предусмотрено командой. Если код ошибки 0, то команда выполнена правильно (см. раздел «Коды ошибок»).

CMD_NOP – нет операции. Используется для внутренних целей и никогда не передается мастеру или подчиненному устройству.

TX										RX									
CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
00h	0	-	-	-	-	-	-	-	-	00h	0	-	-	-	-	-	-	-	-

CMD_ERR – подчиненное устройство передает эту команду мастеру в качестве ответа на любую команду, если произошла ошибка приема пакета. Параметр Error Code для этой команды всегда равен ERR_TX.

TX										RX									
CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
01h	0	-	-	-	-	-	-	-	-	01h	0	Error Code							

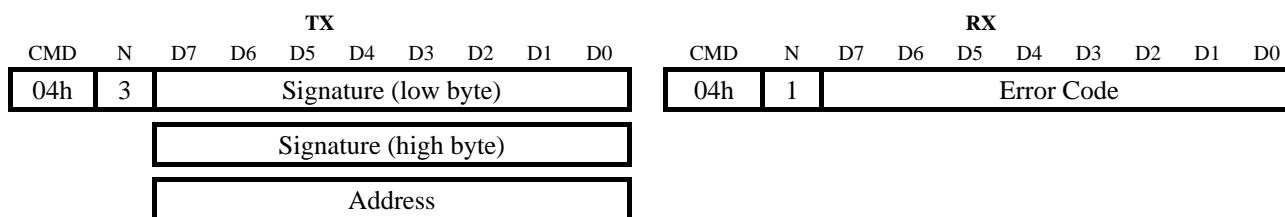
CMD_ECHO – команда запроса возврата пакета. Пакет может содержать до 32 байт произвольных данных. В ответ на эту команду подчиненное устройство передает пакет в неизменном виде обратно. Команда используется для проверки связи с подчиненным устройством.

TX										RX									
CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
02h	X	X	X	X	X	X	X	X	X	02h	X	X	X	X	X	X	X	X	X

CMD_INFO – запрос информации о названии модуля и версии встроенного программного обеспечения (firmware). В ответ передается пакет, содержащий 12 байт данных, которые представляют собой строку в коде ASCII: WMA-02 V1.0, где WMA-02 – название модуля, V1.0 – версия firmware 1.0. В качестве разделителей используются пробелы (код 20h). Строка заканчивается байтом 00h.

TX										RX									
CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
03h	X	X	X	X	X	X	X	X	X	03h	12	String: "WMA-02 V1.0", 00h							

CMD_SETADDR – запись адреса подчиненного устройства.



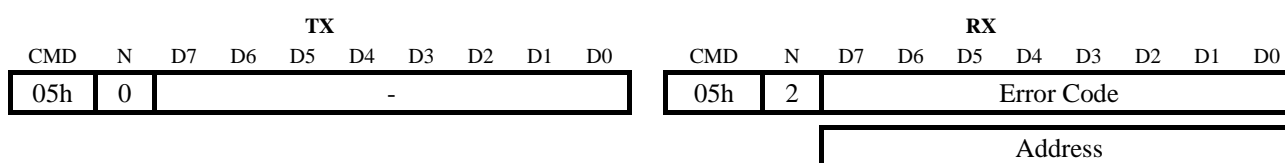
Параметр Signature представляет собой ключ, который необходимо передать устройству для получения прав изменения адреса. Ключ является неизменным и равен BEDAh.

Параметр Address представляет собой значение адреса подчиненного устройства (модуля) в сети. Адрес может принимать значения 0...127. Значение адреса, равное 0, совпадает с адресом для коллективного вызова и может использоваться лишь в случае наличия всего одного подчиненного устройства в сети. Если подключено несколько устройств, адрес может принимать значения 1...127. Каждое устройство должно иметь уникальный адрес, иначе передаваемые по сети данные будут искажены. Для того, чтобы назначить устройству адрес, устройство нужно подключить отдельно, т.е. без других устройств в сети, и выполнить команду CMD_SETADDR. При этом обращаться к устройству можно по ранее заданному адресу или по адресу 0, который является адресом коллективного вызова. В последнем случае новый адрес будет установлен, если даже заданный ранее адрес неизвестен.

Команда сохраняет переданный адрес в энергонезависимой памяти, что требует дополнительно 10 мс.

Команда возвращает код ошибки Error Code, который может принимать значение ERR_NO в случае нормального выполнения команды, ERR_PA – в случае неверного значения параметров.

CMD_GETADDR – чтение адреса подчиненного устройства.



Команда всегда возвращает код ошибки Error Code, равный ERR_NO.

Команда возвращает значение адреса подчиненного устройства (модуля) Address. Для того, чтобы узнать неизвестный адрес устройства, устройство нужно подключить отдельно, т.е. без других устройств в сети и выполнить команду CMD_GETADDR. Обращаться к устройству нужно по адресу 0, который является адресом коллективного вызова.

CMD_SETOUT – управление выходами.

TX										RX									
CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
06h	1	-	-	-	-	-	-	O2	O1	06h	1	Error Code							

Биты O1...O2 осуществляют управление выходами 1...2. Логическая единица соответствует включенному реле.

Команда всегда возвращает код ошибки Error Code, равный ERR_NO.

CMD_GETIN – чтение входов.

TX										RX									
CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
07h	0	-								07h	2	Error Code							
												-	-	-	-	I4	I3	I2	I1

Команда не имеет параметров.

Команда всегда возвращает код ошибки Error Code, равный ERR_NO.

Команда возвращает один байт данных, биты I1...I4 которого соответствуют входам 1...4. Логическая единица соответствует наличию на входе напряжения.

CMD_SETMODE – установка режима АЦП.

TX									
CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
08h	3	-	UB	S	BE	-	R	DR1	DR0
-	-	-	-	-	C	G2	G1	G0	
-	-	-	-	-	C	G2	G1	G0	

RX									
CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
08h	1	Error Code							

Первый параметр содержит биты управления режимом АЦП. Назначение отдельных бит параметра приведено в таблице:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Назначение бита
-	UB	S	BE	-	R	DR1	DR0	
						0	0	- частота опроса АЦП 15Гц (при S=0)
						0	1	- частота опроса АЦП 7.5Гц (при S=0)
						1	0	- частота опроса АЦП 3.75Гц (при S=0)
						1	1	- не используется
					0			- полная шкала АЦП $\pm 2.5V$
					1			- полная шкала АЦП $\pm 1.25V$
				X				- не используется
			0					- входной буфер АЦП выключен
			1					- входной буфер АЦП включен
		0						- частота модулятора $f_{mod} = f_{osc}/128$
		1						- частота модулятора $f_{mod} = f_{osc}/256$
	0							- биполярный режим
	1							- униполярный режим
X								- не используется

Второй и третий параметры содержат биты управления программируемым усилителем (PGA) для первого и второго канала аналогового ввода соответственно. Назначение отдельных бит параметров приведено в таблице:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Назначение бита
-	-	-	-	C	G2	G1	G0	
					0	0	0	- усиление 1
					0	0	1	- усиление 2
					0	1	0	- усиление 4
					0	1	1	- усиление 8
					1	0	0	- усиление 16
					1	0	1	- усиление 32
					1	1	0	- усиление 64
					1	1	1	- усиление 128
				0				- нормальный режим
				1				- режим тестирования (вкл. генераторов тока)
X	X	X	X					- не используются

Команда возвращает код ошибки Error Code, который может принимать значение ERR_NO в случае нормального выполнения команды, ERR_PA – в случае неверного значения параметров.

CMD_GETMODE – чтение текущего режима АЦП.

TX										RX										
CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
09h	0									-	09h	4	Error Code							
										-	UB	S	BE	-	R	DR1	DR0			
										-	-	-	-	C	G2	G1	G0			
										-	-	-	-	C	G2	G1	G0			

Команда всегда возвращает код ошибки Error Code, равный ERR_NO.

Первый возвращаемый параметр содержит биты управления режимом АЦП. Назначение отдельных бит параметра такое же, как и для команды CMD_SETMODE.

Второй и третий возвращаемые параметры содержат биты управления программируемым усилителем (PGA) для первого и второго канала аналогового ввода соответственно. Назначение отдельных бит параметра такое же, как и для команды CMD_SETMODE.

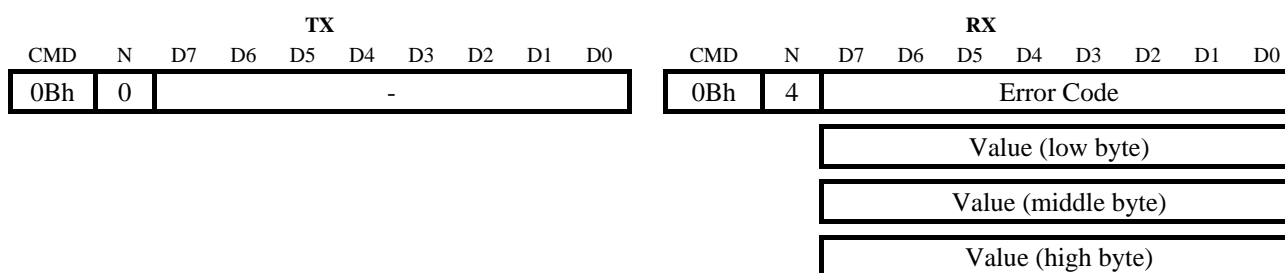
CMD_GETVAL1 – чтение измеренного значения для канала 1.

TX										RX										
CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	CMD	N	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0Ah	0									-	0Ah	4	Error Code							
										Value (low byte)										
										Value (middle byte)										
										Value (high byte)										

В случае успешного завершения команда возвращает код ошибки Error Code, равный ERR_NO. Если производится попытка считывания значения до того, как завершится хотя бы одно успешное измерение (например, сразу после сброса устройства), команда возвращает код ошибки ERR_RE, и байты данных не передает.

Возвращаемый параметр Value представляет собой код АЦП для первого канала аналогового ввода. Код представлен в виде 24-разрядного целого числа. Для униполярного режима это число является беззнаковым, для биполярного – знаковым.

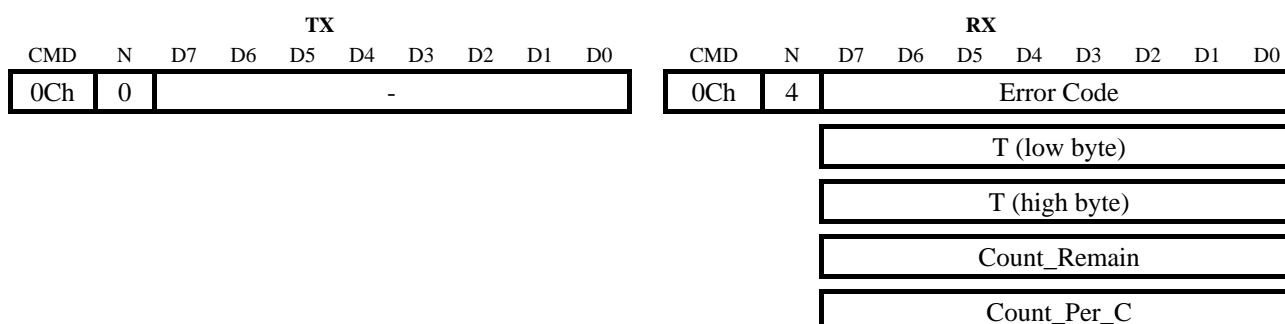
CMD_GETVAL2 – чтение измеренного значения для канала 2.



В случае успешного завершения команда возвращает код ошибки Error Code, равный ERR_NO. Если производится попытка считывания значения до того, как завершится хотя бы одно успешное измерение (например, сразу после сброса устройства), команда возвращает код ошибки ERR_RE, и байты данных не передает.

Возвращаемый параметр Value представляет собой код АЦП для второго канала аналогового ввода. Код представлен в виде 24-разрядного целого числа. Для униполярного режима это число является беззнаковым, для биполярного – знаковым.

CMD_GETTEMP – чтение показаний встроенного термометра.



В случае успешного завершения команда возвращает код ошибки Error Code, равный ERR_NO. Если при выполнении команды возникает ошибка (например, термометр отсутствует), то команда возвращает код ошибки ERR_NR и байты данных не передает. Если производится попытка считывания температуры до того, как завершится хотя бы одно успешное измерение (например, сразу после сброса устройства), команда возвращает код ошибки ERR_RE и байты данных не передает.

Возвращаемый параметр T представляет собой значение температуры с точностью 0.5°C. Это значение представлено в виде 16-разрядного целого знакового числа. Измеренная температура равна $T * 0.5^{\circ}\text{C}$. Если необходимо получить более точное значение температуры, то его можно вычислить, используя все 4 принятых байта. Для вычисления необходимо у числа $T * 0.5^{\circ}\text{C}$ отбросить дробную часть, вычесть 0.25°C и добавить поправку:

$$T = \text{int}(T * 0.5) - 0.25 + (\text{Count_Per_C} - \text{Count_Remain}) / \text{Count_Per_C}, [^{\circ}\text{C}]$$

Подробное описание режимов работы и форматов выходных данных АЦП можно найти в datasheet на микросхему ADS1240E (фирма Texas Instruments).

КОДЫ ОШИБОК

В ответах на команды могут содержаться коды ошибок. Описание стандартных кодов ошибок протокола WAKE приведено ниже:

Name	Error Code	Название ошибки
ERR_NO	00h	Нормальное завершение команды
ERR_TX	01h	Ошибка обмена с устройством
ERR_BU	02h	Устройство занято
ERR_RE	03h	Устройство не готово
ERR_PA	04h	Ошибка значений параметров
ERR_NR	05h	Нет ответа
ERR_NC	06h	Нет несущей

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Для управления сетью модулей используется набор библиотек, которые реализуют протокол обмена WAKE и все необходимые команды управления для каждого из модулей. Часть библиотек являются общими для всех модулей. Кроме того, каждый модуль имеет собственную библиотеку, в которой реализованы специфичные команды модуля. Взаимодействие библиотек друг с другом и управляющим приложением показано на рис. 4.

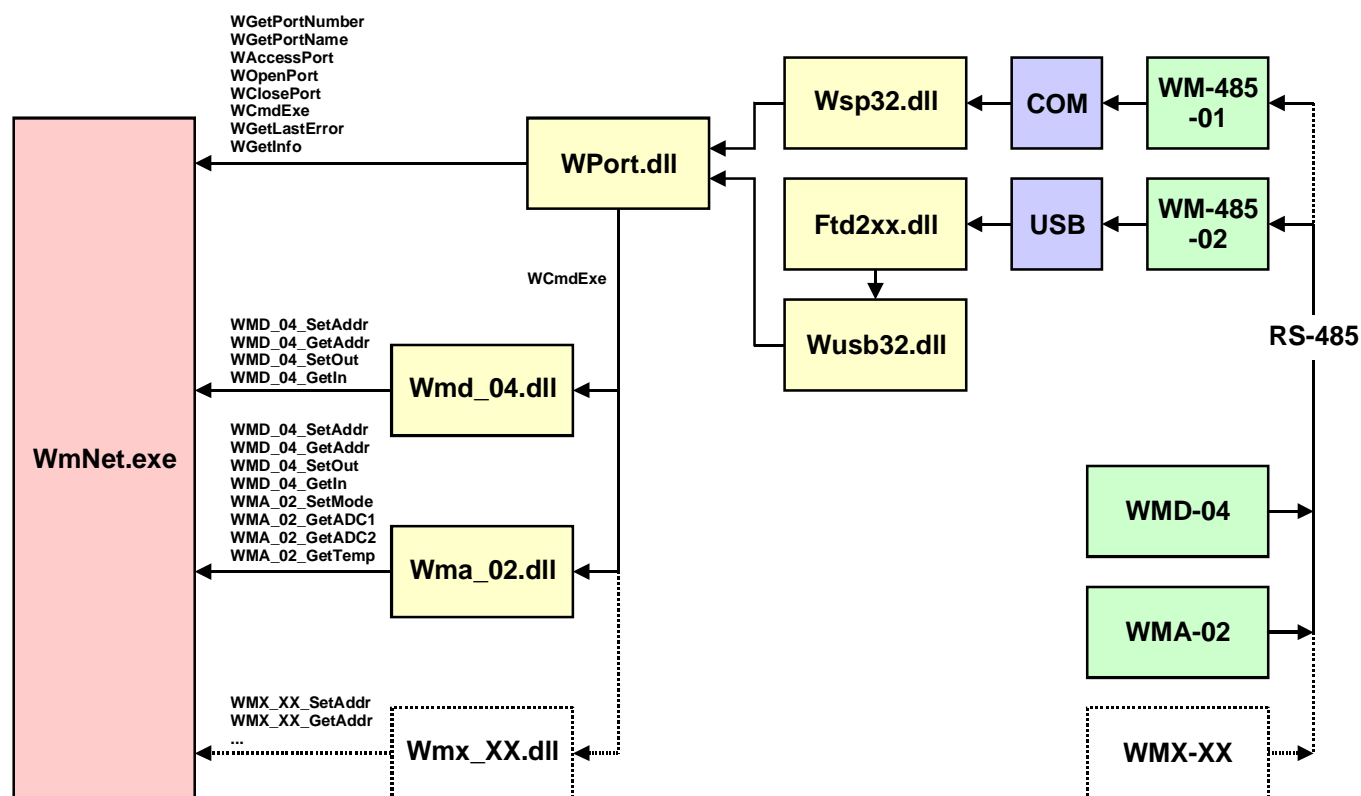


Рис. 4. Взаимодействие библиотек управления модулями.

Сеть RS-485 может быть организована с помощью преобразователей интерфейсов WM-485-01 (работа через COM) или WM-485-02 (работа через USB). Библиотека WPort.dll поддерживает оба варианта.

ТЕСТОВАЯ ПРОГРАММА

Работа сети модулей может быть протестирована с помощью тестовой программы WmNet.exe. Программа позволяет просканировать адреса сети и создать список всех подключенных модулей. Затем по известному адресу можно обратиться к любому модулю и вручную выполнить любую функцию.

Тестовая программа имеет главное меню, и несколько закладок, которые позволяют выполнять те или иные функции. Пункт «Port» главного меню позволяет открыть нужный порт, закрыть порт или выйти из программы. Пункт «Help» позволяет посмотреть информацию о программе.

Закладка «Scan Net» позволяет произвести сканирование сети (рис. 5). На этой закладке размещено поле, в которое выводится список найденных устройств с их адресами и

именами. Начать сканирование сети можно кнопкой «Start Scan». Сканирование можно прекратить в любой момент, если нажать кнопку «Stop Scan».

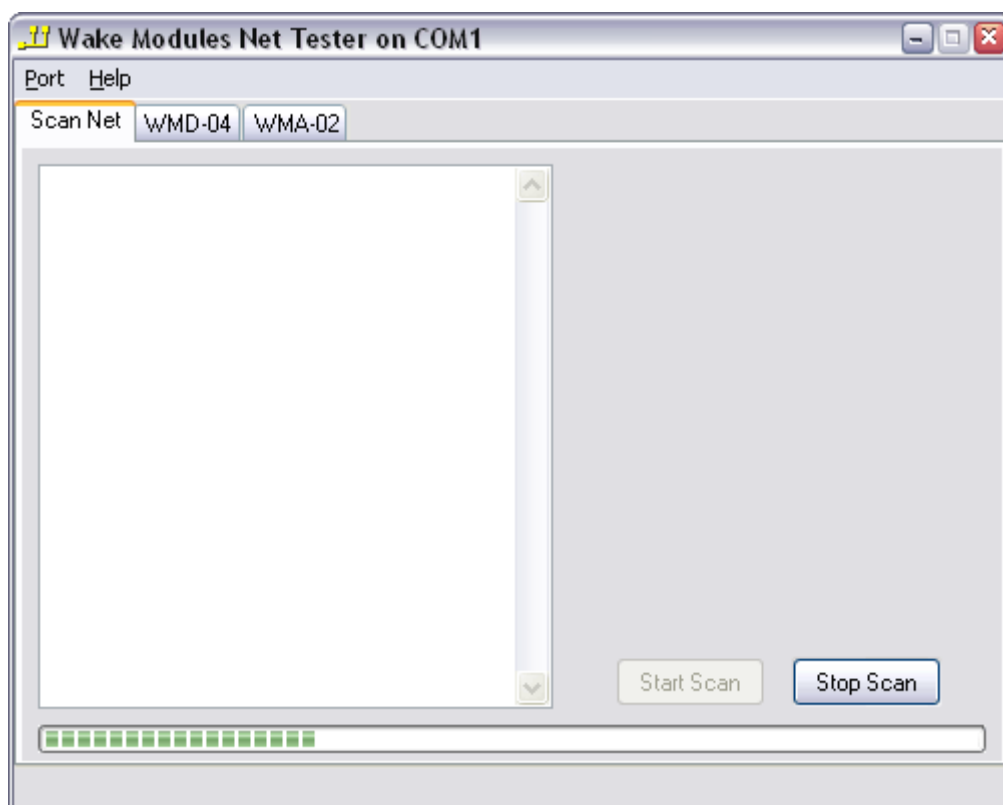


Рис. 5. Закладка сканирования сети тестовой программы.

Остальные закладки тестовой программы служат для управления разными типами модулей. Закладка управления модулем WMA-02 показана на рис. 6.

«Module Address» позволяет выбрать адрес, по которому будут происходить обращения к модулю. Кнопка «Set Address» служит для задания адреса модуля. Перед включением модулей в сеть, для каждого модуля должен быть определен уникальный адрес. Сделать это можно с помощью тестовой программы. Программируемый модуль нужно подключить к сети RS-485, **все другие модули в это время должны быть отключены**. Выбрать желаемый адрес в «Module Address» и нажать кнопку «Set Address». При этом в модуль будет передан выбранный адрес, где он будет сохранен в EEPROM.

Кнопка «Set Address» использует для работы нулевой адрес (коллективный вызов), поэтому функция установки нового адреса будет работать даже в том случае, когда старый адрес модуля неизвестен. Вместе с этим накладывается ограничение: функцией «Set Address» можно пользоваться только в том случае, если к сети подключен только один модуль.

Записанный адрес можно прочитать, если воспользоваться функцией «Get Address». Эта функция при работе использует адрес, заданный в поле «Module Address».

Если адрес модуля неизвестен, его можно узнать с помощью функции «Get Address». Для этого модуль нужно подключить к сети RS-485, все другие модули в это время должны быть отключены. Выбрать нулевой адрес в «Module Address» и нажать кнопку «Set Address». При этом будет показан текущий установленный адрес модуля.

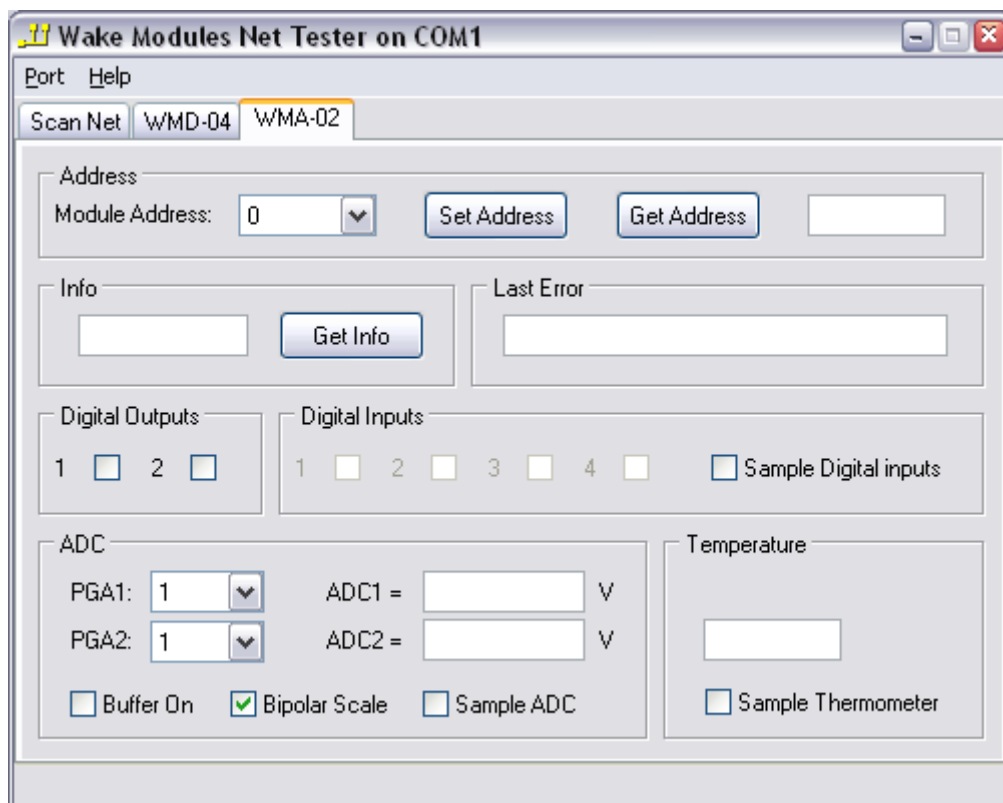


Рис. 6. Закладка управления модулем WMA-02.

Кнопка «Get Info» позволяет посмотреть информацию о модуле. Поскольку команда «Get Info» имеет одинаковый формат для всех типов модулей, она будет работать для всех модулей в сети.

Группа «Digital Outputs» позволяет осуществлять ручное управление дискретным выводом. Отмеченное состояние соответствует сработавшему реле дискретного вывода.

Группа «Digital Inputs» позволяет контролировать состояние каналов дискретного ввода. Отмеченное состояние соответствует замыканию входа на землю. Контроль осуществляется только в том случае, если он включен с помощью «Sample Digital Inputs».

Группа «ADC» позволяет задать режим работы и считать показания АЦП. Для каждого из каналов АЦП можно задать коэффициент усиления PGA от 1 до 128. «Buffer On» служит для включения входного буферного усилителя АЦП, «Bipolar Scale» позволяет включить двухполярный входной диапазон АЦП.

Показания АЦП выводятся в полях «ADC1» и «ADC2», если опрос АЦП включен с помощью «Sample ADC».

Группа «Temperature» позволяет считать показания встроенного термометра. Показания выводятся только в том случае, если опрос термометра разрешен с помощью «Sample Thermometer».