

**Датчики угла наклона ДУН-С2-15,
ДУН-А1-С2-15, ДУН-А2-С2-15**

Протокол информационного обмена

В датчике угла наклона ДУН-С2-15 реализованы три модели работы:

- однократная выдача данных по запросу;
- циклическая передача данных;
- чтение/ установка параметров работы устройства.

Каждой модели назначен свой идентификатор CAN- ID. Значения всех идентификаторов могут быть переназначены пользователем. Поддерживаются стандартный формат CAN- V2.0A с 11- битным идентификатором и расширенный формат CAN- V2.0B с 29- битным идентификатором.

1. Формат CAN сообщения Data Frame.

1.1. Поле данных CAN сообщения.

Структура поля данных сообщения, передаваемого датчику угла наклона, представлена в таблице 1.

Таблица 1

Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7
FSC	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6

FSC: Function select code- код операции
D0-D7: данные

Число передаваемых байт данных зависит от кода операции. Передаваемое датчику сообщение может содержать число байт большее, чем необходимо в соответствии с кодом операции- лишние байты не будут приняты во внимание.

Структура поля данных сообщения, передаваемого датчиком угла наклона, представлена в таблице 2.

Таблица 2

Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7
FSC	Status	D1	D2	D3	D4	D5	D6

Status: информация о текущем состоянии устройства (см. п.1.2)

Число байт данных в сообщении определено кодом операции.

1.2. Status байт.

Status байт передается устройством с каждым сообщением.

Структура байта Status представлена в таблице 3.

Таблица 3

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
-	-	Sensor Y error	Sensor X error	CmdParam error	EEPROM error	Default param	Cyclic mode

“Cyclic mode” установлен, когда датчик уровня работает в режиме циклической передачи данных.

“Default param” установлен, когда датчик уровня работает с установленными по умолчанию параметрами (таблица 13).

“EEPROM error” установлен, если при записи новых параметров работы датчика имела место ошибка записи в EEPROM. Бит сбрасывается после чтения статуса (Установка/чтение параметров с FSC 02h).

“CmdParam error” установлен в случаях:

- в принятом датчиком сообщении некорректный FSC,
- число байт данных недостаточное для принятого FSC,
- некорректные данные (значения выходят за пределы допустимых значений),
- ошибка при исполнении операции.

Бит сбрасывается после чтения статуса (Установка/чтение параметров с FSC 02h).

“Sensor X error” установлен, когда угол наклона по оси X вышел за пределы диапазона измерений $-15^{\circ} \dots 0 \dots +15^{\circ}$. Бит сбрасывается автоматически при возвращении в пределы диапазона $-15^{\circ} \dots 0 \dots +15^{\circ}$.

“Sensor Y error” установлен, когда угол наклона по оси Y вышел за пределы диапазона измерений $-15^{\circ} \dots 0 \dots +15^{\circ}$. Бит сбрасывается автоматически при возвращении в пределы диапазона $-15^{\circ} \dots 0 \dots +15^{\circ}$.

2. Boot up сообщение.

После аппаратного или программного сброса датчик посылает два “boot up” сообщения.

Структура поля данных “boot up” сообщения, передаваемого датчиком угла наклона, представлена в таблице 4.

Таблица 4

Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7
FFh	Status	SID0	SID1	SID2	SID3	SWV0	SWV1

SID0-3: ID для Установка/чтения параметров

SWV0-1: Версия рабочей программы датчик

Формат SWV: 16-бит целое беззнаковое число (67h= 103 соответствует версии 1.03)

3. Выдача данных по запросу.

Структура поля данных фрейма- запроса, передаваемого датчику угла наклона, представлена в таблице 5. По умолчанию ID=80000100h.

Таблица 5

Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7
00h	-	-	-	-	-	-	-

Структура поля данных фрейма- ответа, передаваемого датчиком угла наклона, представлена в таблице 6. По умолчанию ID=80000101h.

Таблица 6

Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7
00h	Status	AngleX0	AngleX1	AngleY0	AngleY1	T	-

AngleX0/X1: значение угла наклона по оси X, умноженное на 100 и представленное в формате 16-битного целого знакового числа в дополнительном коде

AngleY0/Y1: значение угла наклона по оси Y, умноженное на 100 и представленное в формате 16-битного целого знакового числа в дополнительном коде

T: значение температуры, представленное в формате 8-битного целого знакового числа в дополнительном коде

В таблице 7 приведены примеры преобразования полученного кода .

Таблица 7

AngleX0/Y0	AngleX1/Y1	T	HEX	Decimal	результат
1011 0000	0000 0100		0x04B0	1200	+12°
0110 0100	1111 1011		0xFB64	1180	-11,8°
		0001 1111	0x1F	31	31°C
		1111 1000	0xF8	8	-8°C

4. Циклическая передача данных.

Работая в этом режиме, датчик циклически, через интервал времени, заданный командой FSC=20h, передаёт сообщение с результатами измерений.

Структура поля данных циклической посылки с данными представлена в таблице 8.

По умолчанию ID=80000201h.

Таблица 8

Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7
30h	Status	AngleX0	AngleX1	AngleY0	AngleY1	T	-

5. Чтение/ установка параметров работы устройства.

5.1. Для чтения рабочих параметров или их изменения датчику посылается сообщение, содержащее код операции, которую необходимо выполнить, и соответствующие коду операции данные. Коды и формат команд чтения/установки параметров работы датчика представлены в таблице 9. По умолчанию ID=80000300h.

После выполнения команды датчик посылает сообщение- подтверждение. Структура фрейма-подтверждения представлена в таблице 10. По умолчанию ID=80000301h.

Новые значения параметров сохраняются в энергонезависимой памяти EEPROM и вступают в силу после аппаратного или программного сброса устройства. Исключение составляют команды FSC= 03h и FSC= 04h: значения параметров, задаваемые этими командами записываются в оперативную память RAM, вступают в силу сразу и действуют до аппаратного или программного сброса. (см. таблицу 13).

5.1.1. Новое значение идентификатора задается четырьмя байтами ID0, ID1, ID2, ID3. Бит 7 байта ID3 задает формат CAN- сообщения:

- “0” - стандартный формат CAN- V2.0A с 11- битным идентификатором;
- “1”- расширенный формат CAN- V2.0B с 29- битным идентификатором.

Устанавливаемое новое значение идентификатора не должно быть равным уже используемому устройством идентификаторам, иначе команда будет проигнорирована, а в ответном сообщении в Status- байте будет установлен бит “CmdParam error”.

Структура идентификатора ID представлена в таблице 11.

Таблица 11.

ID3								ID2								ID1						ID0									
7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
0																								11 Bit ID (CAN 2.0 A)							
1	-	29 Bit ID (CAN 2.0 B)																													

Пример: CAN ID= 361h (29 Bit ID CAN 2.0 B)
ID0=61h, ID1= 03h, ID2= 00h, ID3= 80h

5.1.2. Скорость обмена по CAN- шине задается байтом BR (см. таблицу 11). Соответствие значения BR скорости обмена представлено в таблице .

Таблица 13

Значение BR	Скорость обмена
0	10 Kbit/s
1	20 Kbit/s
2	50 Kbit/s
3	62,5 Kbit/s
4	100 Kbit/s
5	125 Kbit/s
6	250 Kbit/s
7	500 Kbit/s
8	800 Kbit/s
9	1 Mbit/s

5.1.3. Режим автоматической выдачи данных активируется/деактивируется байтом СУМ (см. таблицу 12).

Для активации режима циклической передачи данных необходимо пердать СУМ=1, для деактивации- СУМ=0.

5.1.4. Интервал автоматической выдачи данных задается 16- битным целым беззнаковым числом СУТ0/1. Диапазон 1- 65535 ms.

Таблица 9 Формат посылки “Установка/чтение параметров” (default ID =80000300h)

FSC	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Описание
01h	-	-	-	-	-	-	-	Программный сброс
02h	-	-	-	-	-	-	-	Читать статус
03h	CYT0	CYT1	-	-	-	-	-	Записать в RAM интервал автоматической выдачи данных
04h	CYM	-	-	-	-	-	-	Включить / выключить в RAM периодическую выдачу данных
05h	-	-	-	-	-	-	-	Читать заводской номер изделия и версию ПО
11h	-	-	-	-	-	-	-	Читать текущее значение интервала выдачи данных
12h	-	-	-	-	-	-	-	Читать текущую конфигурацию циклической модели
13h	-	-	-	-	-	-	-	Читать ID “Запрос результатов измерений”
14h	-	-	-	-	-	-	-	Читать ID “Ответ на запрос результатов измерений”
15h	-	-	-	-	-	-	-	Читать ID “Циклическая посылка с данными”
16h	-	-	-	-	-	-	-	Читать ID “Установка/чтение параметров”
17h	-	-	-	-	-	-	-	Читать ID “Ответ на команду установки параметров”
18h	-	-	-	-	-	-	-	Читать текущее значение скорости обмена
21h	CYT0	CYT1						Задать интервал автоматической выдачи данных Команда задаёт новое значение интервала выдачи данных (1...65535 ms) для режима циклической передачи данных
22h	CYM							Включить/ выключить периодическую выдачу данных По команде: - если CYM (Cyclic mode) =1- устанавливается режим циклической передачи данных с периодом, заданным командой 20h (если CYT0 =0- данные не выдаются; - если CYM =0- циклическая передача данных прекращается
23h	ID0	ID1	ID2	ID3				Задать новое значение ID для посылки “Запрос результатов измерений”
24h	ID0	ID1	ID2	ID3				Задать новое значение ID для посылки “Ответ на запрос результатов измерений”
25h	ID0	ID1	ID2	ID3				Задать новое значение ID для посылки “Циклическая посылка с данными”
26h	ID0	ID1	ID2	ID3				Задать новое значение ID для посылки “Установка/чтение параметров”
27h	ID0	ID1	ID2	ID3				Задать новое значение ID для ответного сообщения на посылку “Установка/чтение параметров”
28h	BR							Задать скорость обмена (baud rate) 0: 10 kBit/s 1: 20 kBit/s 2: 50 kBit/s 3: 62,5 kBit/s 4: 100 kBit/s 5: 125 kBit/s 6 :250 kBit/s 7: 500 kBit/s 8: 800 kBit/s 9: 1 MBit/ s
40h	52h	45h	53h	54h	4Fh	52h	45h	Восстановить параметры Default

Таблица 10 Формат ответного сообщения на посылку “Установка/чтение параметров” (default ID =80000301h)

FSC	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Описание
01h	2 фрейма с FSC= FFh							Программный сброс
02h	Статус	-	-	-	-	-	-	Читать статус
03h	Статус	-	-	-	-	-	-	Записать в RAM интервал автоматической выдачи данных
04h	Статус	-	-	-	-	-	-	Включить / выключить в RAM периодическую выдачу данных
05h	Статус	SN0	SN1	SN2	SN3	SWV0	SWV1	Читать заводской номер изделия и версию ПО
11h	Статус	CYT0	CYT1	-	-	-	-	Читать текущее значение интервала выдачи данных
12h	Статус	CYM	-	-	-	-	-	Читать текущую конфигурацию циклической модели
13h	Статус	ID0	ID1	ID2	ID3	-	-	Читать ID “Запрос результатов измерений”
14h	Статус	ID0	ID1	ID2	ID3	-	-	Читать ID “Ответ на запрос результатов измерений”
15h	Статус	ID0	ID1	ID2	ID3	-	-	Читать ID “Циклическая посылка с данными”
16h	Статус	ID0	ID1	ID2	ID3	-	-	Читать ID “Установка/чтение параметров”
17h	Статус	ID0	ID1	ID2	ID3	-	-	Читать ID “Ответ на команду установки параметров”
18h	Статус	BR	-	-	-	-	-	Читать текущее значение скорости обмена
21h	Статус	-	-	-	-	-	-	Задать интервал автоматической выдачи данных
22h	Статус	-	-	-	-	-	-	Включить/ выключить периодическую выдачу данных
23h	Статус	-	-	-	-	-	-	Задать новое значение ID для посылки “Запрос результатов измерений”
24h	Статус	-	-	-	-	-	-	Задать новое значение ID для посылки “Ответ на запрос результатов измерений”
25h	Статус	-	-	-	-	-	-	Задать новое значение ID для посылки “Циклическая посылка с данными”
26h	Статус	-	-	-	-	-	-	Задать новое значение ID для посылки “Установка/чтение параметров”
27h	Статус	-	-	-	-	-	-	Задать новое значение ID для ответного сообщения на посылку “Установка/чтение параметров”
28h	Статус	-	-	-	-	-	-	Задать скорость обмена
40h	Статус	-	-	-	-	-	-	Восстановить параметры Default

Таблица 13 Установки по умолчанию

Параметр	Значение по умолчанию
Интервал автоматической выдачи данных (СУТ)	250 ms
Циклическая модель (СУМ)	0
ID “Запрос результатов измерений”	80000100h (CAN 2.0 B Extended Frame)
ID “Ответ на запрос результатов измерений”	80000101h (CAN 2.0 B Extended Frame)
ID “Циклическая посылка с данными”	80000201h (CAN 2.0 B Extended Frame)
ID “Установка/чтение параметров”	80000300h (CAN 2.0 B Extended Frame)
ID “Ответ на команду установки параметров”	80000301h (CAN 2.0 B Extended Frame)
Скорость обмена	6 (250 kBit/s)

Таблица 12

Default ID	FSC		
80000100h	00h	Запрос результатов измерений	
80000101h	00h	Ответ на запрос результатов измерений	
80000201h	30h	Циклическая посылка с данными	
80000300h		Установка/чтение параметров	
	01h	Программный сброс	
	02h	Читать статус	
	03h	Записать в RAM интервал автоматической выдачи данных	
	04h	Включить / выключить в RAM периодическую выдачу данных	
	05h	Читать заводской номер изделия и версию ПО	
	11h	Читать текущее значение интервала выдачи данных	Читать из EEPROM
	12h	Читать текущую конфигурацию циклической модели	
	13h	Читать ID “Запрос результатов измерений”	
	14h	Читать ID “Ответ на запрос результатов измерений”	
	15h	Читать ID “Циклическая посылка с данными”	
	16h	Читать ID “Установка/чтение параметров”	
	17h	Читать ID “Ответ на команду установки параметров”	
	18h	Читать текущее значение скорости обмена	
	21h	Задать интервал автоматической выдачи данных	Записываются в EEPROM и вступают в силу после аппаратного или программного сброса
	22h	Включить/ выключить периодическую выдачу данных	
	23h	Задать ID “Запрос результатов измерений”	
	24h	Задать ID “Ответ на запрос результатов измерений”	
	25h	Задать ID “Циклическая посылка с данными”	
	26h	Задать ID “Установка/чтение параметров”	
	27h	Задать ID “Ответ на команду установки параметров”	
	28h	Задать скорость обмена	
	40h	Восстановить параметры Default	
	61h	Записать заводской номер изделия*	