

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «Лаборатория Микроприборов»

_____ А.С. Тимошенко
«__» _____ 2023 г.

ДАТЧИК УГЛОВОЙ СКОРОСТИ ДУС САН

ПРОТОКОЛ
информационного взаимодействия по CAN-интерфейсу
ЛМАП.402131.051Д1

Разработал

_____ А.А. Галкин
«__» _____ 2023 г.

Проверил

_____ С.А. Анчутин
«__» _____ 2023 г.

Нормоконтролер

_____ Н.А. Соломкина
«__» _____ 2023 г.

Содержание

Введение	3
Список сообщений CAN Open для ДУС складского робота.....	4
Лист регистрации изменений	11

Введение

Датчик угловой скорости ДУС CAN с встроенными CAN (Controller Area Network) драйверами поддерживают стандарт CAN 2.0 (A/B). На рисунке 1 показана общая схема подключения.

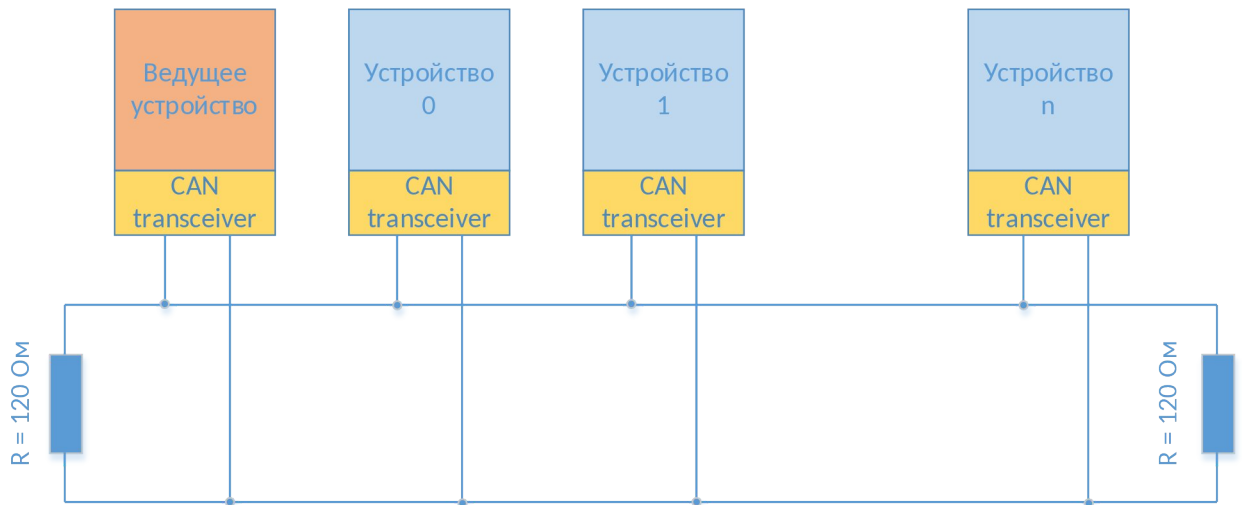


Рисунок 1 – Общая схема подключения к CAN шине

Скорость CAN шины, по умолчанию 125 кбит/с. Частота выдачи данных 100 Гц. Порядок передачи данных от старшего к младшему (big-endian).

ДУС CAN может как выдавать данные по CAN шине, так и принимать.

В ДУС CAN реализован высокоуровневый протокол CANOpen, структура CAN-сообщения которого представлена на рисунке 2. В протоколе используются CAN-сообщения с размером поля данных от 1 до 8 байт.

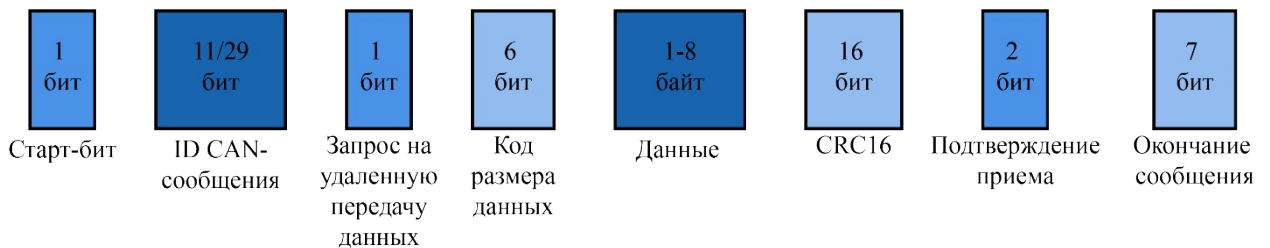


Рисунок 2 – Структура CAN сообщения

Список сообщений CAN Open для ДУС складского робота

PDO (Process Data Object) (передаются с частотой 100 Гц):

1. Данные ДУС и Угол-интеграл/приращение угла (в зависимости от режима):

CAN-ID	Bytes 0-3 (float32)	Bytes 4-7 (float32)
0x180 + Node ID	Показания ДУС	Курс/приращение курса

2. Данные акселерометра X и Y:

CAN-ID	Bytes 0-3 (float32)	Bytes 4-7 (float32)
0x280 + Node ID	Показания акселерометра X	Показания акселерометра Y

3. Метка времени:

CAN-ID	Bytes 0-3 (uint32)
0x380 + Node ID	Метка времени, мс

Служебные сообщения:

1. Установка режима работы устройства (NMT) (master->device):

CAN-ID	Byte 0 (uint8)	Byte 1 (uint8)
0x000	Код команды: 0x01 Переход в рабочий режим 0x02 Переход в режим остановки 0x80 Переход в предрабочий режим 0x81 Сброс устройства	Node ID (при установке 0x00 распространяется на все устройства сети)

2. Сообщение о критической ошибке (device->master):

CAN-ID	Bit 0	Bit 1	Bit 2	Bytes 3-63
0x080 + Node ID	Ошибка ДУС	Ошибка акселерометра	Ошибка АЦП	Зарезервировано

3. Heartbeat/сообщение о готовности устройства (device->master):

CAN-ID	Byte 0 (uint8)
0x700 + Node ID	Состояние устройства: 0x00 Режим ожидания 0x04 Режим остановки 0x05 Рабочий режим 0x7F Предрабочий режим 0xFE Режим загрузчика

4. Запрос/запись поля объектного словаря (SDO master->device)

CAN-ID	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Bytes 4-7
0x600 + Node ID	Параметры записи/запроса	Младший байт OD Индекс	Старший байт OD Индекс	Субиндекс	Данные (при записи)

5. Ответ на запрос/запись поля объектного словаря (SDO device -> master)

CAN-ID	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Bytes 4-7
0x580 + Node ID	Параметры ответа	Младший байт OD Индекс	Старший байт OD Индекс	Субиндекс	Данные (при ответе на запрос)

Спецификатор параметров запроса/ответа:

Бит 4-7	Биты 2-3	Биты 0-1
Для записи/запроса: 0x02 – команда записи 0x04 - команда запроса Для ответа: 0x04 – успех 0x08 – ошибка	Количество байт, не содержащих данные	Зарезервировано

Объектный словарь (OD) с доступом по SDO (Service Data Object):

1. Тип устройства:

Индекс в OD	Субиндекс	Формат данных	Описание поля
0x1000	0x00	uint32	Идентификатор типа устройства, равный 402131051

2. Статус устройства:

Индекс в OD	Субиндекс	Формат данных	Описание поля
0x1002	0x00	uint32	Набор битовых полей, отражающих состояние устройства

Подробное описание поля:

Номер бита:	Описание бита:
0	Ошибка ДУС
1	Ошибка акселерометра
2	Ошибка АЦП
3..31	Зарезервировано

3. ID сообщения о критической ошибке (COB-ID EMCY):

Индекс в OD	Субиндекс	Формат данных	Описание поля
0x1014	0x00	uint32	Идентификатор сообщения (11 бит) для отправки сообщений о критических ошибках. По умолчанию равен 0x80 + Node ID

Интервал отправки HeartBeat:

Индекс в OD	Субиндекс	Формат данных	Описание поля
0x1017	0x00	uint16	Интервал отправки HeartBeat сообщений в мс. При значении 0 отправка не осуществляется. По умолчанию значение поля равно 0.

4. Идентификатор устройства

Индекс в OD	Субиндекс	Формат данных	Описание поля
0x1018	0x00	uint8	Number of Subsequent Parameters
	0x01	uint32	ID производителя
	0x02	uint32	Код продукта
	0x03	uint32	Номер исполнения
	0x04	uint32	Серийный номер

5. Настройки устройства:

Индекс в OD	Субиндекс	Формат данных	Описание поля
0x2000	0x00	uint8	Number of Subsequent Parameters
	0x01	uint8	Идентификатор устройства в сети, задаваемый мастером. Может принимать значения от 1 до 127. По умолчанию равен 0x0A. После установки для присвоения нового ID необходимо сбросить устройство через NMT или HardReset.
	0x02	uint32	Набор битовых полей, регулирующих режим работы устройства и формат выдачи данных

Подробное описание поля 0x02:

Номер бита:	Описание бита:
0	Hard Reset: При установке бита в единицу происходит аппаратный сброс датчиков, обнуление отметки времени и угла-интеграла
1	Soft Reset: При установке бита в единицу происходит обнуление отметки времени и угла-интеграла
2	Единицы измерения данных ДУС: 0 – °/с, 1 – рад/с
3	Единицы измерения данных акселерометра: 0 – м/с ² , 1 – g
4	Единицы измерения угла: 0 – °, 1 – рад
5	Режим выдачи курса:

	0 – угол-интеграл, 1 – приращение угла
6-7	Режим работы устройства: 00 – рабочий режим 01 – самотестирование (переключение уровня сигнала датчиков для проверки работоспособности) 10..11 – зарезервировано
8-31	Зарезервировано

6. Заводские калибровочные коэффициенты:

Индекс в OD	Субиндекс	Формат данных	Описание поля
0x2001	0x00	uint8	Number of Subsequent Parameters
	0x01 ... 0x4A	float32	Калибровочные коэффициенты для минимизации смещения нуля и линеаризации передаточной характеристики

Заводские калибровочные коэффициенты представляют собой коэффициенты компенсации смещения нуля и нестабильности масштабного коэффициента ДУС и акселерометров. Записываются в датчик на стадии производства. Пользователю не рекомендуется редактировать данные коэффициенты во избежание ухудшения выходных параметров. В случае сбоя flash-памяти и утраты калибровочных коэффициентов обратитесь к производителю для их восстановления.

7. Отметка времени:

Индекс в OD	Субиндекс	Формат данных	Описание поля
0x2002	0x00	uint32	Отметка времени в мс, данные этого объекта передаются в сообщениях TPDO

8. Показания акселерометра по оси X:

Индекс в OD	Субиндекс	Формат данных	Описание поля
0x2010	0x00	float32	Показания оси X акселерометра, данные этого объекта передаются в сообщении TPDO

9. Показания акселерометра по оси Y:

Индекс в OD	Субиндекс	Формат данных	Описание поля
0x2020	0x00	float32	Показания оси Y акселерометра, данные этого объекта передаются в сообщении TPDO

10. Показания ДУС:

Индекс в OD	Субиндекс	Формат данных	Описание поля
-------------	-----------	---------------	---------------

0x2030	0x00	float32	Показания ДУС, данные этого объекта передаются в сообщении TPDO
--------	------	---------	---

11. Пользовательская калибровка, масштабный коэффициент и смещение нуля акселерометра X:

Индекс в OD	Субиндекс	Формат данных	Описание поля
0x2013	0x00	uint8	Number of Subsequent Parameters
	0x01	float32	Смещение нуля акселерометра X (в м/с ² или g в зависимости от выбранного режима), по умолчанию поле равно 0.0
	0x02	float32	Масштабный коэффициент акселерометра X относительно заводского, по умолчанию поле равно 1.0

12. Пользовательская калибровка, масштабный коэффициент и смещение нуля акселерометра Y:

Индекс в OD	Субиндекс	Формат данных	Описание поля
0x2023	0x00	uint8	Number of Subsequent Parameters
	0x01	float32	Смещение нуля акселерометра Y (в м/с ² или g в зависимости от выбранного режима), по умолчанию равно 0.0
	0x02	float32	Масштабный коэффициент акселерометра Y относительно заводского, по умолчанию равно 1.0

13. Пользовательская калибровка, масштабный коэффициент и смещение нуля ДУС:

Индекс в OD	Субиндекс	Формат данных	Описание поля
0x2033	0x00	uint8	Number of Subsequent Parameters
	0x01	float32	Смещение нуля ДУС (в °/с или рад/с в зависимости от выбранного режима), по умолчанию равно 0.0
	0x02	float32	Масштабный коэффициент ДУС относительно заводского, по умолчанию равно 1.0

Вычисление выходных данных при пользовательской калибровке ДУС и акселерометров осуществляется в формате:

$$A = k \cdot (A_0 + b)$$

где k – пользовательский масштабный коэффициент, b – пользовательское смещение нуля, A_0 – значения заводских показаний ДУС/акселерометров.

14. Угол интеграл/приращение угла:

Индекс в OD	Субиндекс	Формат данных	Описание поля
0x2041	0x00	float32	В зависимости от выбора режима выдачи курса в поле настроек (0x2000), данное поле содержит приращение угла или угол-интеграл курса.

15. Команда автокалибровки (списание нулевого сигнала ДУС):

Индекс в OD	Субиндекс	Формат данных	Описание поля
0x2050	0x00	uint8	При записи в данное поле значения 1 устройство списывает из выходного сигнала ДУС значение нулевого сигнала за время, заданное в поле 0x2051. Списание проводится сразу после получения команды.

16. Интервал времени списания для автокалибровки

Индекс в OD	Субиндекс	Формат данных	Описание поля
0x2051	0x00	uint8	Значение времени, за которое будет усреднён и списан нулевой сигнал ДУС при получении устройством команды автокалибровки (в секундах от 1 до 255). Значение поля по умолчанию составляет 10 секунд.

17. Команда запись текущих настроек во флэш:

Индекс в OD	Субиндекс	Формат данных	Описание поля
0x2100	0x00	uint8	При записи в данное поле значения 1 устройство записывает текущие настройки во flash-память.

ПРИМЕЧАНИЕ: Запись настроек во flash-память рекомендуется производить не чаще 1 раза в 2 секунды. Более частая запись или сброс питания в процессе записи настроек может привести к сбою в работе устройства и сбросу настроек к значениям по умолчанию.

18. Команда изменения Baudrate CAN-интерфейса:

Индекс в OD	Субиндекс	Формат данных	Описание поля
0x2200	0x00	uint8	0 - Baudrate 10kbit/s 1 - Baudrate 20kbit/s 2 - Baudrate 50kbit/s 3 - Baudrate 100kbit/s 4 - Baudrate 125kbit/s 5 - Baudrate 250kbit/s 6 - Baudrate 500kbit/s 7 - Baudrate 1Mbit/s

19. Команда сброса настроек к заводским значениям:

Индекс в OD	Субиндекс	Формат данных	Описание поля
0x2300	0x00	uint8	При записи в данное поле значения 1 устройство заменяет текущие настройки устройства на значения по умолчанию: - пользовательская калибровка - Node ID - режим выдачи данных - Baudrate Заводская калибровка не сбрасывается

ПРИМЕЧАНИЕ: При записи Baudrate, Node ID, режима выдачи данных, а также пользовательской калибровке для сохранения настроек при перезагрузке устройства необходимо выполнить команду записи настроек во flash-память. Пользовательская калибровка и режим выдачи данных обновляются в момент записи, Node ID и Baudrate обновляются после перезагрузки (или команды сброса устройства). Интервал отправки HeartBeat и ID сообщения о критической ошибке во flash-память не записываются и после перезагрузки или сброса устройства возвращаются к значениям по умолчанию.

1. Команда перехода в режим загрузчика:

Индекс в OD	Субиндекс	Формат данных	Описание поля
0x2500	0x00	uint8	Для перехода в режим загрузчика необходимо записать единицу по данному индексу. Устройство перестанет выдавать данные и в течение 10 секунд перейдёт в режим загрузчика.

В этом режиме может быть обновлена прошивка устройства по CAN-интерфейсу. В режиме загрузчика устройство выдаёт Heartbeat с интервалом в 1 секунду со значением 0xFE. В случае программных сбоев устройство также переходит в режим загрузчика.

Лист регистрации изменений

№ п/п	Дата	Версия	Краткое содержание изменений	№№ изменяемых листов
	24.01.24		Исправлены опечатки о порядке байт индекса OD (стр. 4-5) Добавлены описания команд изменения Vaudrate и сброса к заводским настройкам (стр. 9)	
	19.02.24		Добавлены описания полей команды автокалибровки и интервала списания сигнала ДУС при автокалибровке (стр.9)	
	28.01.2025		Добавлен режим загрузчика (стр.4,10)	

