УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «Лаборатория Микроприборов»

_____А.С. Тимошенков
«___» _____ 2021 г.

МОДУЛЬ ИНЕРЦИАЛЬНЫЙ ГКВ И МГ

ПРОТОКОЛ
информационного взаимодействия по CAN-интерфейсу
ЛМАП.402131.009Д2

Разработал

_____ А.В. Михеев
«___» _____ 2021 г.

Проверил

_____ А.М. Каменский
«___» _____ 2021 г.

Нормоконтролер

_____ Н.А. Соломкина
«___» _____ 2021 г.

Содержание

Содержание 2
1 Введение 3
1 Команды настройки CAN через основной интерфейс UART или RS-232/485 3
1.1 Общее описание команд настройки интерфейсов 4
1.2 Команда «Настройка параметров интерфейса» 5
1.3 Команда «Настройка параметров сообщения» 7
2 Список сообщений 8
3 CAN сообщения, выдаваемые устройством 9
Лист регистрации изменений 14

Введение

Инерциальный модели серии ГКВ и МГ с встроенными CAN (Controller Area Network) драйверами поддерживают стандарт CAN 2.0 (A/B). На рисунке 1 показана общая схема подключения.

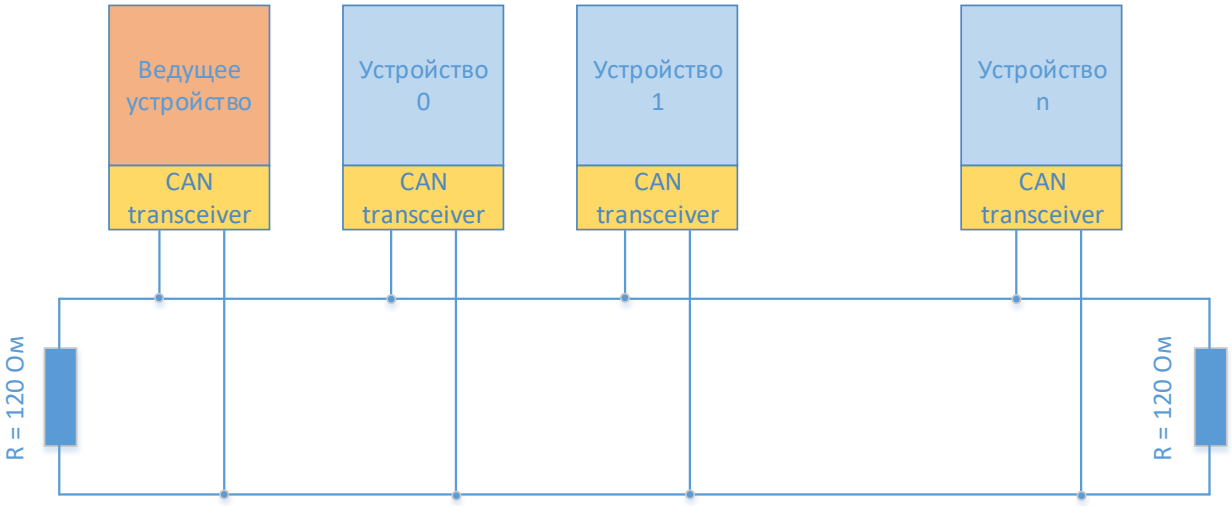


Рисунок 1 – Общая схема подключения к CAN шине

CAN драйвер должен быть сконфигурирован с использованием основного интерфейса UART или RS-232/485.

Скорость CAN шины, по умолчанию 1 Мбит/с. Частота выдачи данных соответствует частоте выдачи данных по основному интерфейсу. Порядок передачи данных от старшего к младшему (big-endian).

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

1 Команды настройки CAN через основной интерфейс UART или RS-232/485

Команды настройки параметров выдаваемых CAN сообщений представляют собой пакеты с типом 0x30 стандартного протокола устройств ООО «Лаборатория Микроприборов». Общая схема пакета представлена на рисунке 2. Подробное описание протокола см. в ЛМАП.4021321.009Д1 Протокол информационного взаимодействия с изделием.

Важно: после любых изменений в параметрах выдачи данных (наборный пакет, настройки) необходимо перезагрузить устройство. Подробнее см. р. 7.2 в ЛМАП.4021321.009Д1 Протокол информационного взаимодействия с изделием

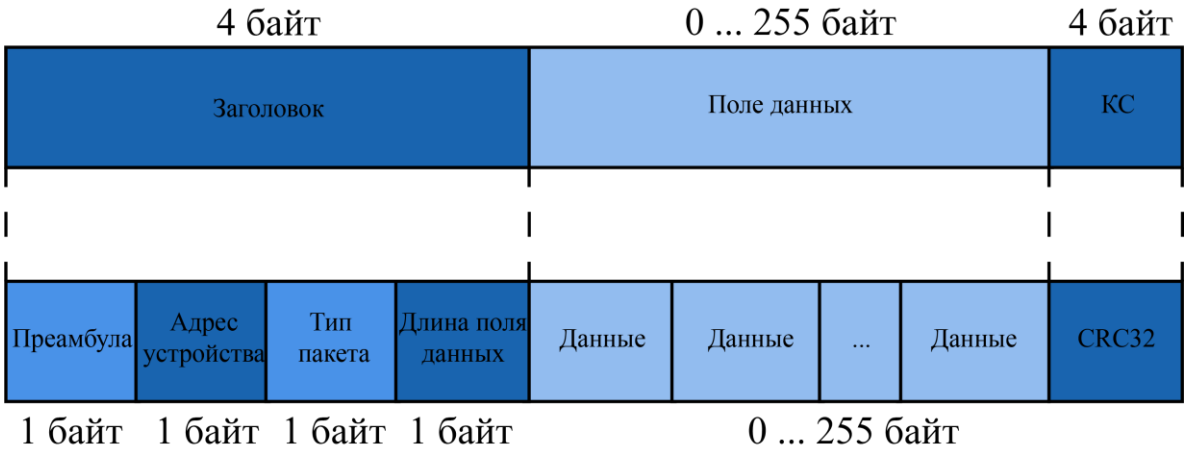


Рисунок 2 – Общая схема пакета протокола информационного обмена устройств ООО «Лаборатория микроприборов»

1.1 Общее описание команд настройки интерфейсов

Пакеты с типом 0x30 предназначены для настройки интерфейсов и протоколов. Структура поля данных такого пакета представлена на рисунке 3.

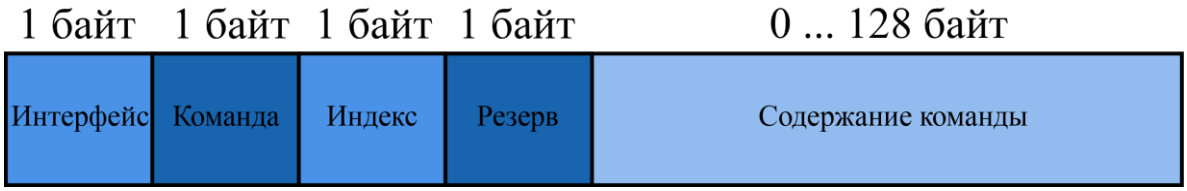


Рисунок 3 – Структура поля данных пакета ИфПрот

Поле «Интерфейс» предназначено для выбора интерфейса, который требуется сконфигурировать.

Значение поля «Интерфейс»	Выбранный интерфейс
0	Основной UART/RS-232/RS-485
1	Дополнительный RS-485
5	UART внутреннего приемника CHC (для работы в режиме RTK)
6	Внутренний UART1
7	Внутренний UART2
10	CAN1
11	CAN2

Поле «Команда» предназначено для выбора интерпретации поля «Содержание команды». Для настройки параметров работы CAN-интерфейса используются две команды:

Значение поля «Команда»:	Описание команды

1	Настройка параметров интерфейса
10	Настройка параметров сообщения

Поле «Индекс» используется, если задана команда «Настройка параметров сообщения» и заполняется индексом выбранного сообщения. Если выбрана другая команда, поле будет игнорироваться.

Значение поля «Индекс»	Тип сообщения, которое будет настроено текущим пакетом.
Данные с датчиков (исходная частота пакетов 1000 Гц):	
0x01	Статус и счетчик пакетов
0x11	Угловые скорости
0x12	Акселерометр
0x13	Магнитометр
0x14	Барометр
0x15	Температура
Ориентация (исходная частота пакетов 100 Гц):	
0x21	Углы Эйлера
0x22	Кватернион ориентации
0x23	Инклинометр
Навигация (исходная частота пакетов 100 Гц):	
0x30	Статус навигационного алгоритма
0x31	Широта, долгота
0x32	Высота
0x33	Горизонтальные координаты XY
0x34	Скорость

Подробное описание данных типов сообщений приведено в разделе 4.

1.2 Команда «Настройка параметров интерфейса»

Команда «Настройка параметров интерфейса» используется для установки битрейта и параметров дополнительного протокола, с которым будет работать устройство (например, сообщений автомобильной CAN-шины). Длина поля «Содержание команды» в данном случае составляет 8 байт и имеет структуру:

Битрейт:	Протокол:	ID сообщений-команд:
uint16	uint16	uint32

«Битрейт» – поле, задающее скорость передачи данных по CAN-интерфейсу может принимать следующие значения:

Значение поля «Битрейт»	Скорость CAN интерфейса:
50	50 кбит
100	100 кбит
125	125 кбит
250	250 кбит
500	500 кбит
800	800 кбит
1000	1 Мбит
0	«CAN-интерфейс отключён»

«Протокол» – поле, задающее используемый дополнительный протокол, с которым будет работать устройство помимо выдачи выбранных сообщений (подробное описание в разделе 4) и приема команд управления (подробное описание в разделе 5).

Название режима:	Значение поля «Протокол»:	Описание режима:
PROTO_DISABLED	0	Дополнительный протокол отключён
PROTO_RX_PASSTHROUGHT	1	Режим проброса – принятые данные по CAN-интерфейсу отправляются через основной интерфейс UART или RS-232/485 как поле данных пакета 0x42 **(любой ID принимается на проброс)**
PROTO_RX_CARCAN_FORD	2	Устройство принимает сообщения автомобильной CAN-шины (см. приложение 1)
PROTO_RX_CARCAN_KIA_RIO_15	3	
PROTO_RX_CARCAN_RENAULT_LOGAN	4	

«ID сообщений-команд» – идентификатор CAN-сообщения, которое будет восприниматься устройством, как команда (список команд см. в разделе 5). Схема поля представлена на рисунке 7.

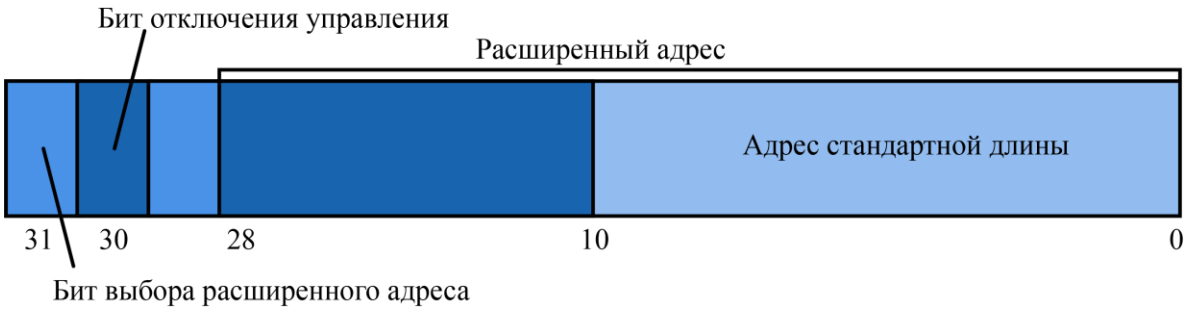


Рисунок 7 – Схема поля «ID сообщения-команды»

По умолчанию используется адрес стандартной длины (11 бит). Для выбора расширенного адреса (29 бит) необходимо установить бит 31 в единицу.

Если установить бит 30 в единицу, прием команд управления (список команд см. в разделе 5) будет отключен.

1.3 Команда «Настройка параметров сообщения»

Команда «Настройка параметров сообщения» используется для установки ID и предделителя для конкретного CAN-сообщения. Выбор типа сообщения, настройка которого происходит, осуществляется через поле «Индекс» пакета с типом 0x30 (см. таблицу для поля «Индекс» в пункте 3.1). Поле «Содержание команды» в данном случае занимает 6 байт и имеет следующую структуру:

Предделитель:	Резерв	ID сообщения:	Диапазон значений:
uint16	uint16	uint32	float

«Предделитель» – поле, отвечающее за частоту выдачи пакетов по шине CAN относительно исходной частоты пакетов. Исходная частота пакетов указана в таблице описания поля «Индекс». При предделителе равном “i" в CAN сообщениях будут передаваться данные из каждого i-го пакета. При установке значения равном 0 настраиваемое сообщение отправляться не будет.

«ID сообщения» – идентификатор CAN-сообщения, выбранного в поле «Индекс». Схема поля представлена на рисунке 8

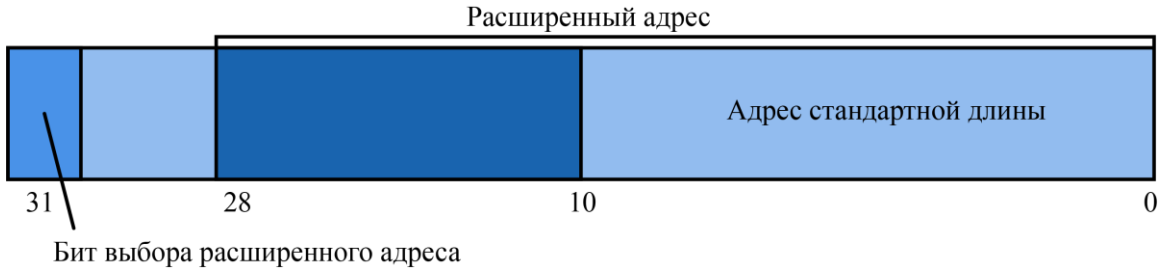


Рисунок 8 – Схема поля «ID сообщения»

По умолчанию используется адрес стандартной длины (11 бит). Для выбора расширенного адреса (29 бит) необходимо установить бит 31 в единицу.

«Граница диапазона» – значение, которое задаёт границу показаний, передаваемых в int16. Используется при настройке сообщений, содержащих данные с датчиков (акселерометров, датчиков угловой скорости и магнитометров) и данные о скорости. Единицами измерений данных с датчиков являются:

g – для акселерометров;

°/с – для датчиков угловой скорости;

Гс – для магнитометра;

м/с – для скорости.

То есть, если при настройке сообщения показаний акселерометра задать для границы диапазона величину 1, то в сообщении, передаваемом по CAN, значение $(2^{15} – 1) = 32767$ будет соответствовать ускорению в 1g, а значение – 32767 будет соответствовать ускорению в – 1g.

Таким образом, в пунктах 3.2, 3.3, 3.4 и 3.13 масштабный коэффициент рассчитывается на основании Rng, который является величиной, заданной в поле «Граница диапазона».

2 Список сообщений

ID пакетов по умолчанию

Тип сообщения	ID
Угловая скорость	0x010
Акселерометр	0x011
Магнитометр	0x012
Барометр	0x013
Ориентация углы Эйлера	0x020
Ориентация кватернион	0x021
Инклинометр	0x022
Координаты широта долгота	0x023
Координаты высота	0x024
Горизонтальные координаты в NED	0x025

3 CAN сообщения, выдаваемые устройством

Общая схема CAN-сообщения, выдаваемого устройством соответствует стандарту CAN 2.0 и представлена на рисунке 9. В протоколе инерциальных модулей серии ГКВ и МГ используются CAN-сообщения с размером поля данных от 3 до 8 байт. Идентификатор каждого выдаваемого сообщения является настраиваемым (см разделы 2-3). Данные в сообщении передаются от младшего байта к старшему.



Рисунок 9 – Схема CAN сообщения

Выдаваемые сообщения

3.1 Статус и счетчик

Длина поля	Данные	
	0..3	4..5
DLC	счётчик пакетов	статус
6	uint32	uint16

3.2 Угловая скорость

Длина поля	Данные		
	0..1	2..3	4..5
DLC	Ось X	Ось Y	Ось Z
6	int16	int16	int16

Масштабный коэффициент $M = Rng/2^{15}$, единицы измерения град/с. Здесь Rng – граница диапазона, заданная при настройке CAN-сообщения (см. пункт 1.3). Rng по умолчанию 2700.

$W = M * W_{int}$

3.3 Акселерометр

Длина поля	Данные		
	0..1	2..3	4..5
DLC	Ось X	Ось Y	Ось Z
6	int16	int16	int16

Масштабный коэффициент $M = Rng/2^{15}$, единицы измерения g. Здесь Rng – граница диапазона, заданная при настройке CAN-сообщения (см. пункт 1.3). Rng по умолчанию 100.

$A = M * A_{int}$

3.4 Магнитометр

Длина поля	Данные		
	0..1	2..3	4..5
DLC	Ось X	Ось Y	Ось Z
6	int16	int16	int16

Масштабный коэффициент M = Rng/2^{15}, величина безразмерная. Здесь Rng – граница диапазона, заданная при настройке CAN-сообщения (см. пункт 1.3). Rng по умолчанию 8.

Примечание: для корректной передачи данных магнитометра по CAN, магнитометр должен быть откалиброван через демо ПО!

3.5 Барометр

Длина поля	Данные
	0..3
DLC	барометр
4	uint32

Единицы измерения Па, масштабный коэффициент равен единице

Диапазон измерения от 30000 до 125000 Па.

$P = P_{uint}$

3.6 Статус алгоритма

Длина поля	Данные		
	0	1	2
DLC	этап (stage)	обновление (update)	ошибка (fails)
3	uint8	uint8	uint8

3.7 Ориентация углы Эйлера

Длина поля	Данные		
	0..1	2..3	4..5
DLC	Курс (yaw)	Тангаж (pitch)	Крен (roll)
6	int16	int16	int16

Масштабный коэффициент M = pi/2^{15}, единицы измерения рад, 180/2^{15}– единицы измерения градусы.

3.8 Ориентация Кватернион

Длина поля	Данные			
	0..1	2..3	4..5	6..7
DLC	Q0	Q1	Q2	Q3

8	int16	int16	int16	int16

Масштабный коэффициент M = $(2^{15}-1)^{-1}$ безразмерная величина. Диапазон изменения ± 1.

3.9 Инклинометр

Длина поля	Данные	
	0..1	2..3
DLC	Альфа	Бета
4	int16	int16

Масштабный коэффициент M = pi/2^{15}, единицы измерения рад, 180/2^{15}– единицы измерения градусы. Диапазон измерения ± pi/2, ± 90°.

3.10 Координаты широта долгота

Длина поля	Данные	
	0..3	4..7
DLC	Широта	Долгота
8	int32	int32

Масштабный коэффициент M = pi/2^{31}, единицы измерения рад, 180/2^{31} – единицы измерения градусы. Диапазон измерения ± pi/2, ± 90°.

3.11 Высота

Длина поля	Данные
	0..3
DLC	Высота
4	int32

Масштабный коэффициент M = 1/10000, единицы измерения м.

3.12 Горизонтальные координаты в NED

Длина поля	Данные	
	0..3	4..7
DLC	X	Y
8	int32	int32

Масштабный коэффициент M = 1/10000, единицы измерения м.

3.13 Скорость по осям X, Y, Z

Длина поля	Данные		
	0..1	2..3	4..5
DLC	X	Y	Z

6	int16	int16	int16

Масштабный коэффициент M = Rng/2^{15}, единицы измерения м/с. Здесь Rng – граница диапазона, заданная при настройке CAN-сообщения (см. пункт 1.3). Rng по умолчанию 500.

4 CAN команды, принимаемые устройством

4.1 Команда сброса

Длина поля	Данные	
	0	1
DLC	Индекс команд uint8	Команда сброса uint8
8	0x10	0x10

4.2 Списание смещения нулей ДУС

Длина поля	Данные		
	0	1	2..5
DLC	Индекс команд uint8	Команда списания смещения uint8	Количество сэмплов для усреднения uint32
8	0x10	0x01	1..10 000

Лист регистрации изменений

№ п/п	Дата	Версия	Краткое содержание изменений	№№ изменяемых листов
1	25.01.2023	1	CAN-сообщения приведены в соответствие с работой изделий	14