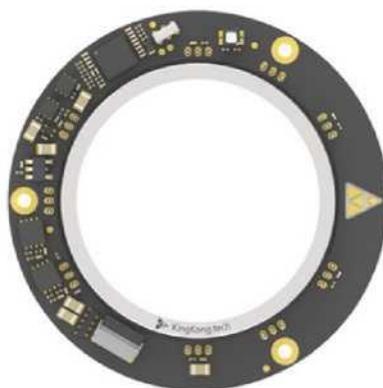




Руководство по эксплуатации магнитного датчика углового положения MBS



Магнитный датчик углового положения MBS



Магнитный датчик углового положения MBS представляет собой ультратонкий датчик, позволяющий получить абсолютное значение угла поворота. Прибор обладает широким набором выходных интерфейсов и отлично работает в условиях электромагнитных помех. Многообразие размерного ряда обеспечивает точность измерений даже при наличии пространственных ограничений.

Датчик сочетает в себе две уникальные технологии: высокоточную технологию измерения величины магнитного поля и технологию экранирования помех. Сканирование пространственного распределения магнитного поля намагниченного кольца, находящегося на подвижной части, осуществляется при помощи высокоточных датчиков Холла внутри устройства. При этом точность калибровки достигается за счет использования технологии KingKong. Каждое из устройств поставляется с уникальным набором данных калибровки магнитного поля, что обеспечивает оптимальную точность измерений в ходе дальнейшей эксплуатации.

Предложенная технология не накладывает жестких ограничений на монтаж устройства на движущейся или неподвижной частях, упрощая тем самым процедуру монтажа для пользователя, но сохраняя при этом точность бесконтактных измерений.

Такая комбинация с отдельной установкой датчика Холла и магнита представляет собой эффективное решение и обеспечивает стойкость к воздействию факторов окружающей среды, таких как вибрация, а также наличие пыли и масляных загрязнений. Датчик позволяет выполнять измерения при сверхвысоких скоростях, которые абсолютно не влияют на его точность и срок службы.

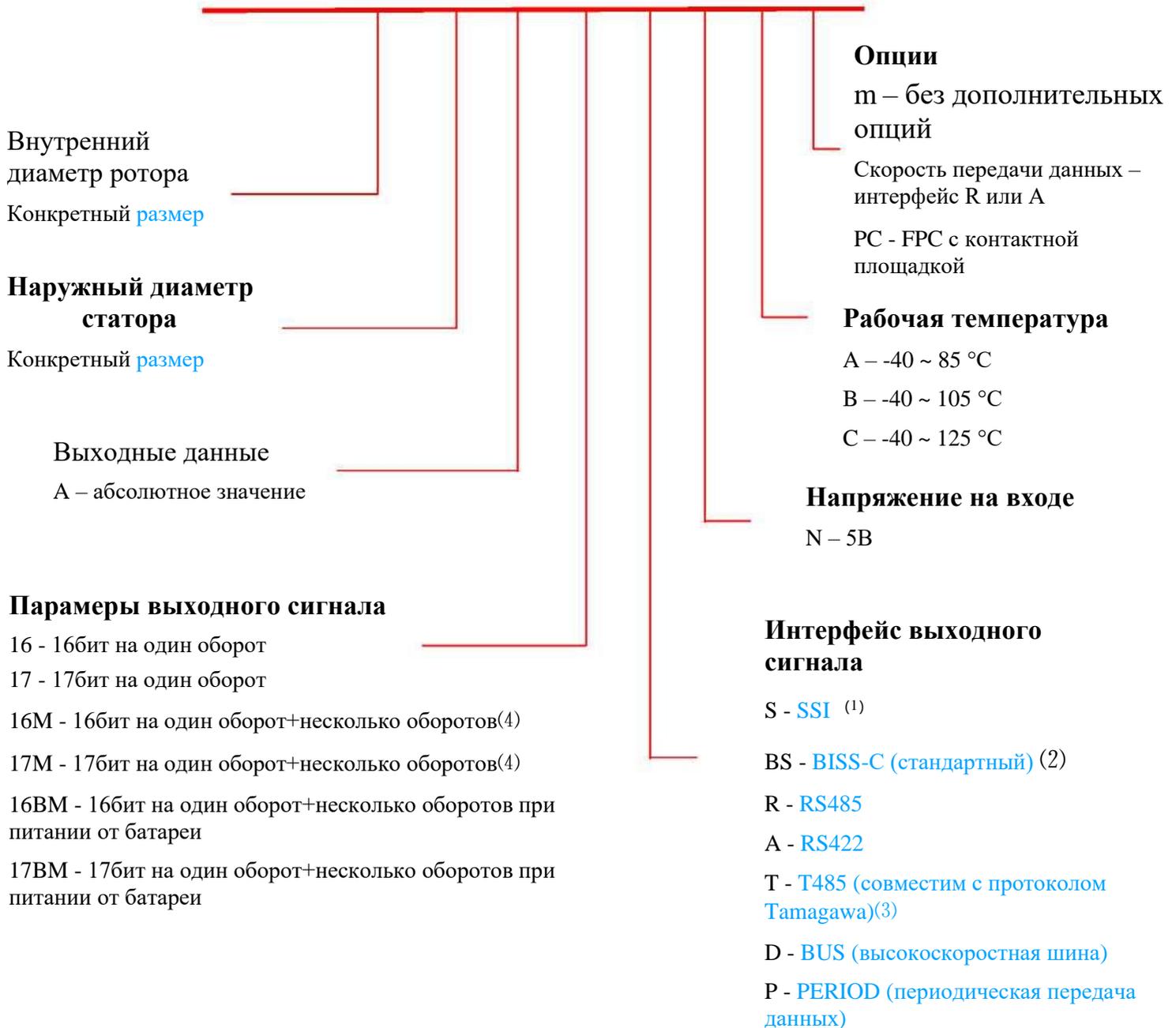
Реализованная в датчике технология экранирования помех позволяет обеспечить высокоточную передачу данных, независимо от присутствия электромагнитного фона.

Интеграция в систему такой сверхтонкой и миниатюрной полкой конструкции не составит труда независимо от варианта применения.

- Два выходных сигнала, 17 бит, при абсолютных измерениях
- Точность позиционирования при абсолютных измерениях $\pm 0.05^\circ$
- Миниатюрное исполнение (толщина 7 мм)
- Имеются модели с шагом 2 и 3 мм по внутреннему диаметру
- Ширина кольца по радиусу 8.5 мм
- Технология не предусматривает жестких монтажных допусков при установке устройства на движущейся и неподвижной частях
- Технология экранирования магнитных помех
- Полое конструктивное исполнение позволяет не накладывать пространственных ограничений при монтаже
- Максимальная скорость 20000 об/мин
- Уникальный набор данных, получаемый в процессе калибровки
- Батарея позволяет сохранять данные о полных оборотах вала
- Различные выходные интерфейсы
- Устойчивость к воздействиям окружающей среды

Модель

MBS-20-45-A-16-S-N-A-M



(1) В протоколе SSI не предусмотрена верификация CRC: для повышения надежности рекомендуется пользоваться стандартным протоколом BISS-C с тем же оборудованием.

(2) Протокол BS полностью использует формат стандартного протокола BISS-C.

(3) Допустимые выходные параметры для протокола T485 — 17М или 17ВМ.

(4) В обычном датчике углового положения с функцией хранения данных о нескольких оборотах такие данные сохраняются только при включенном питании. После отключения и повторного включения питания происходит сброс счетчика на ноль.

В - BISS-C [нестандартный, не рекомендован для использования в новых продуктах]

Размеры

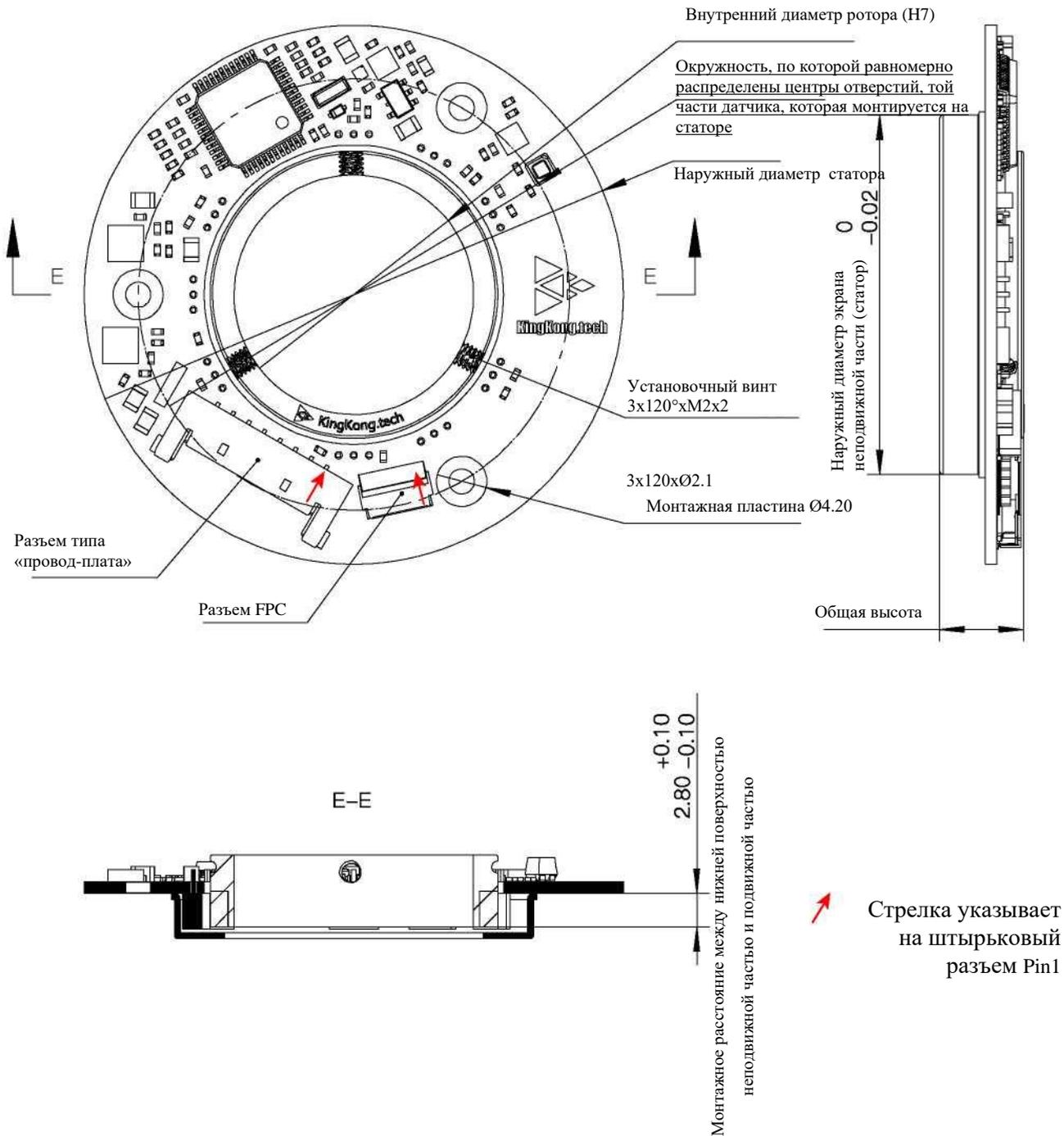
Серия	Исполнение	Размер	Внутренний диаметр ротора	Наружный диаметр статора	Окружность, по которой равномерно распределены центры отверстий, той части датчика, которая монтируется на статоре	Наружный диаметр экрана неподвижной части (статор)	Разъемы		Общая толщина
							провод-плата	FPC	
10	Стандартное	MBS-8-36	8	36	25	20	✓	✓	7
		MBS-10-36	10				✓	✓	
	Компактное	MBS-8-27	8	27	23		—	✓	
		MBS-10-27	10				—	✓	
15	Стандартное	MBS-12-40	12	40	30	25	✓	✓	
		MBS-13-40	13				✓	✓	
		MBS-15-40	15				✓	✓	
	Компактное	MBS-12-32	12	32	28		—	✓	
		MBS-13-32	13				—	✓	
		MBS-15-32	15				—	✓	
20	Стандартное	MBS-6-45	6	45	36	30	✓	✓	
		MBS-8-45	8				✓	✓	
		MBS-10-45	10				✓	✓	
		MBS-15-45	15				✓	✓	
		MBS-18-45	18				✓	✓	
		MBS-20-45	20				✓	✓	
	Компактное	MBS-18-37	18	37	33		—	✓	
		MBS-20-37	20				—	✓	
25	Стандартное	MBS-23-50	23	50	40	35	✓	✓	
		MBS-25-50	25				✓	✓	
	Компактное	MBS-23-42	23	42	38		—	✓	
		MBS-25-42	25				—	✓	
30	Стандартное	MBS-28-55	28	55	45	40	✓	✓	
		MBS-30-55	30				✓	✓	
	Компактное	MBS-28-47	28	47	43		—	✓	
		MBS-30-47	30				—	✓	
35	Стандартное	MBS-33-60	33	60	50	45	✓	✓	
		MBS-35-60	35				✓	✓	
	Компактное	MBS-33-52	33	52	48		—	✓	
		MBS-35-52	35				—	✓	
40	Стандартное	MBS-38-65	38	65	55	50	✓	✓	
		MBS-40-65	40				✓	✓	
	Компактное	MBS-38-57	38	57	53		—	✓	
		MBS-40-57	40				—	✓	
45	Стандартное	MBS-43-70	43	70	60	55	✓	✓	
		MBS-45-70	45				✓	✓	
	Компактное	MBS-43-62	43	62	58		—	✓	
		MBS-45-62	45				—	✓	
50	Стандартное	MBS-48-75	48	75	65	60	✓	✓	
		MBS-50-75	50				✓	✓	
	Компактное	MBS-48-67	48	67	63		—	✓	
		MBS-50-67	50				—	✓	
55	Стандартное	MBS-53-80	53	80	70	65	✓	✓	
		MBS-55-80	55				✓	✓	
	Компактное	MBS-53-72	53	72	68		—	✓	
		MBS-55-72	55				—	✓	

Для скачивания 3D-модели перейдите по ссылке: <https://kingkong.tech/encodeR/MBS>

Чертеж

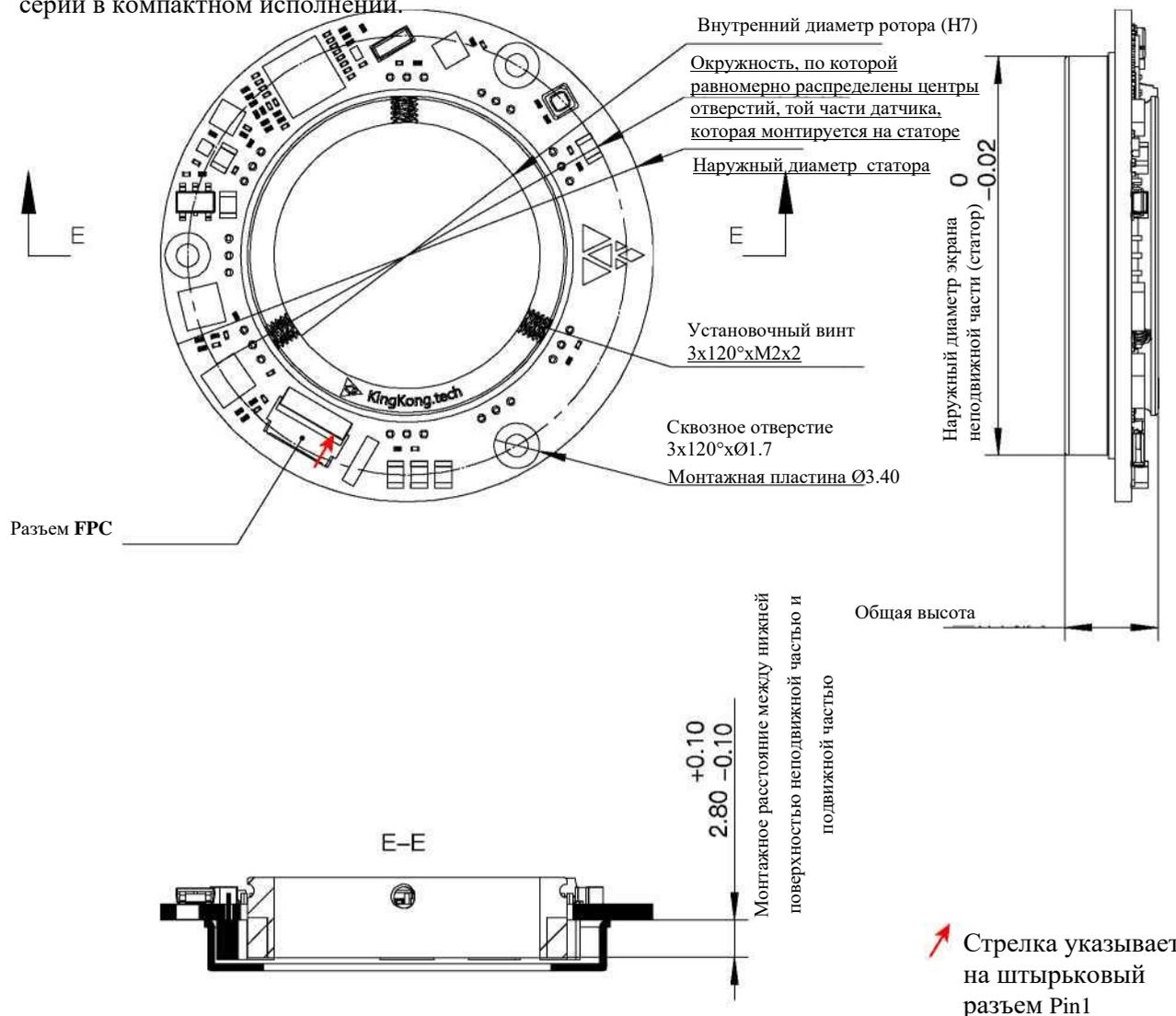
Стандартное исполнение

На чертеже представлены части для статора и ротора датчика указанной серии в стандартном исполнении.



Компактное исполнение

На чертеже представлены части для статора и ротора датчика указанной серии в компактном исполнении.



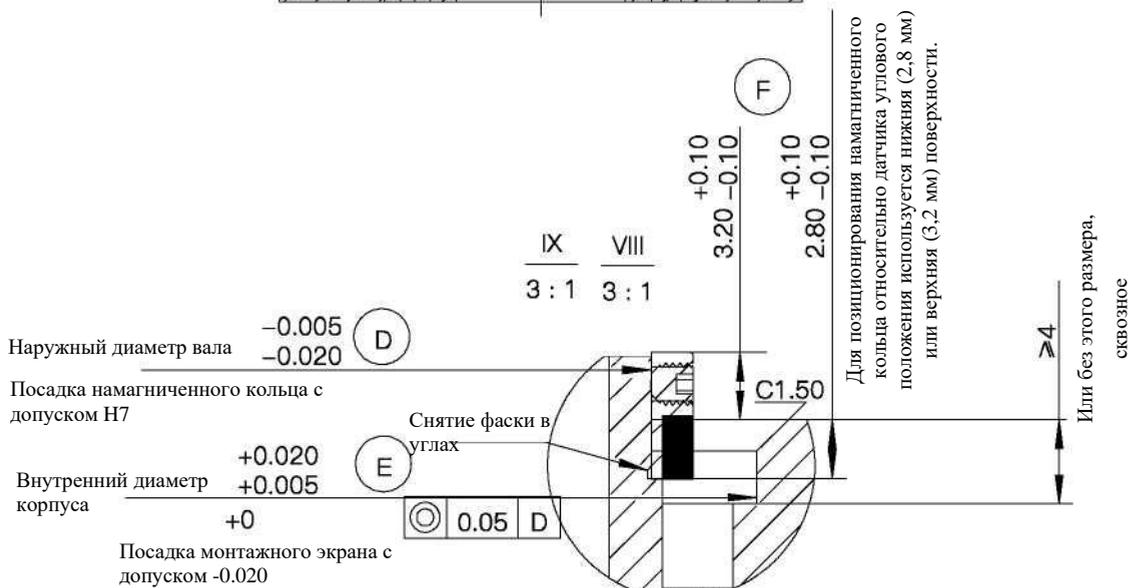
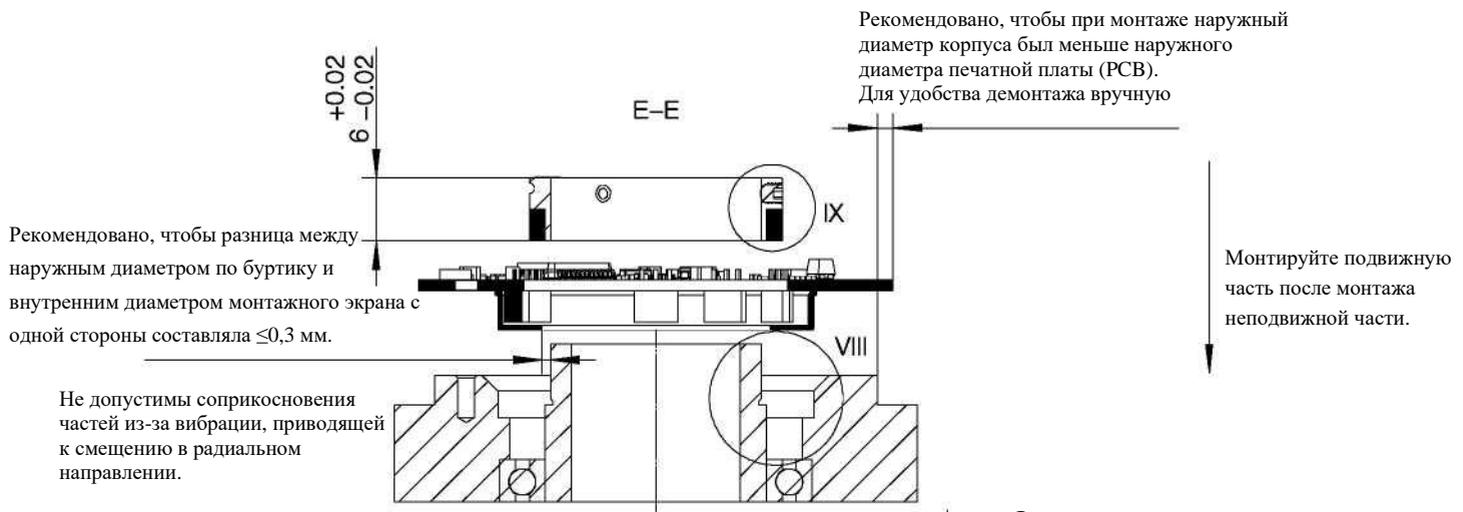
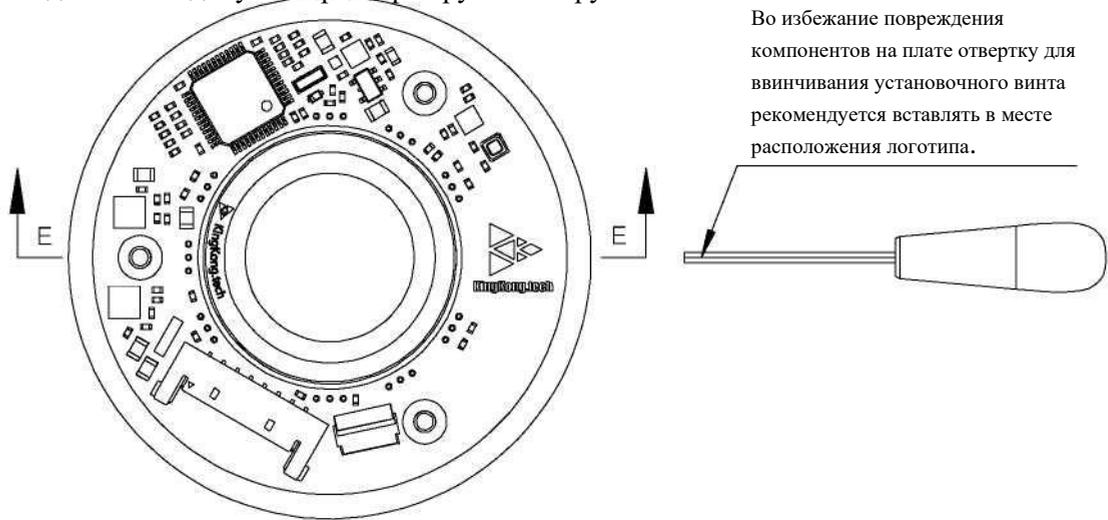
Посадка подвижной и неподвижной частей

Для позиционирования центра корпуса магнитного датчика углового положения предусмотрен допуск на посадку наружного диаметра экрана неподвижной части. При этом подвижная часть датчика концентрически устанавливается на вал конкретного размера с допуском на посадку внутреннего диаметра. Два указанных допуска обеспечивают соосность подвижной и неподвижной частей датчика, позволяя тем самым избежать появления погрешности из-за неправильного монтажа и воспроизводить точный набор данных, полученных при заводской калибровке.

Подвижная часть датчика углового положения расположена радиально внутри неподвижной части. Монтаж осуществляется в осевом направлении с фиксацией путем затягивания установочного винта снаружи. Для обеспечения нормального функционирования датчика углового положения, расстояние между нижней поверхностью подвижной части и экраном неподвижной части датчика не должно превышать 1 мм. Для выполнения максимально точных измерений необходимо позиционировать подвижную часть датчика углового положения в осевом направлении с использованием буртика вала. Расстояние между таким буртиком и монтажной поверхностью неподвижной части датчика равно величине С (как показано на рисунке) На заводе датчик калибруют с использованием приспособления с расстоянием С, равным 2,8 мм). При монтаже и эксплуатации, если С равно 2,8 мм, датчик максимально точно воспроизведет данные, полученные при заводской калибровке. Для получения более подробных сведений см. рекомендации по монтажу в следующем разделе.

Рекомендации по проектированию и монтажу

Для экрана неподвижной части датчика углового положения предусмотрен допуск на посадочный размер внутренней окружности, а для корпуса подвижной части датчика — допуск на размер наружной окружности вала.



Предусмотрено три посадочных размера с допусками, которые обеспечивают правильное позиционирование:

1. Радиальное положение подвижной части датчика углового положения (D)
2. Радиальное положение неподвижной части датчика углового положения (E)
3. Относительное осевое положение между подвижной и неподвижной частями датчика углового положения (F)

Три указанных размера четко определяют взаимное расположение неподвижной и подвижной частей датчика углового положения. После получения требуемого взаимного расположения, можно зафиксировать повторяемость и абсолютную точность позиционирования угла.

Показанный на рисунке способ монтажа позволяет максимально воспроизвести взаимное расположение подвижной и неподвижной частей датчика углового положения, которое имело место при заводской калибровке. Используя те же допуски при монтаже, можно достичь оптимальной точности данных без дополнительной калибровки, то есть устройство будет «готово к использованию» сразу после монтажа.

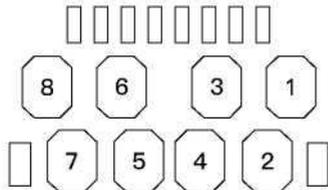
Подключение питания

Разъемы

	разъем типа «провод-плата»	Разъем FPC	fpc с пластиной под пайку
Модель	MOLEX 504050-0891	FH34SRJ-8S-0.5SH	Контактная площадка
Тип	провод-плата	Двусторонний тип FPC	Ручная пайка
Соединительные кабели	4P X AWG28 витая пара, наружный диаметр -4.0 мм	8P 0.5 мм FPC	Рекомендовано, чтобы сечение провода было меньше AWG28.
Варианты использования	Когда необходимо удлинение кабеля на значительную величину, например, в сервоприводах и т. д.	В условиях ограниченного пространства, когда схема привода расположена на плате или находится очень близко.	Невозможно использовать в условиях ограниченного пространства. Применение FPC

Контактная площадка

Контактная площадка (пластина под пайку) под компонентом FPC (с добавлением соединителя для площадки (Pad Connector)), позволяет вручную припаять соответствующие выводы (рекомендуется закрепление клеем).



Контакт

Контакт	Цвет	S	B	A	R	T	D	P
		SSI	BISS-C	RS422	RS485	T485	BUS	PERIOD
1	Красный	+5В						
2	Красный Черный	0В (ЗАЗЕМЛЕНИЕ)						
3	Зеленый	Clock +	MA +	RX +	A	A	A	—
4	Зелено-черный	Clock -	MA-	RX -	B	B	B	—
5	Желтый	Data +	SLO +	TX +	—	—	—	TX +
6	Желто-черный	Data —	SLO-	TX -	—	—	—	TX -
7	Белый	Батарея +	Батарея +	Батарея +	Батарея +	Батарея +	Батарея +	Батарея +
8	Бело-черный	Батарея -	Батарея -	Батарея -	Батарея -	Батарея -	Батарея -	Батарея -

* Контакты батареи +/- присутствуют только у моделей с режимом сохранения данных о нескольких оборотах при питании от батареи (BM).

* Контакт батареи присоединяют к ЗАЗЕМЛЕНИЮ (GND) внутри датчика. 8

* Рекомендуется заземлить экран на стороне привода.

Характеристики

Параметры системы

Способ монтажа	осевая полость
Точность	$\pm \pm 0.05$
Погрешность из-за температуры	$\pm 0.01^\circ/3^\circ\text{C}$

Питание

Питание	4.5 ~ 5.5 В
Батарея	2.7 ~ 3.6 В
Продолжительность пуска	15 мсек
Подключение	Разъем провод-плата MOLEX 504050, разъем FPC FH34SRJ-8S-0.5SH, пайка на контактной площадке.
Ток	= 60 мА
Ток при низком энергопотреблении	=35 мА (напряжение батареи 3,6 В, в режиме низкого энергопотребления при 6000 об/мин, см. параметры батареи)
Защита от электростатического разряда	Модель человеческого тела, макс. ± 2 кВ Модель заряженного устройства, макс. ± 1 кВ

Механические характеристики

Корпус намагнитического кольца	нержавеющая сталь Сплав из алюминия (MBS-6-45/MBS-8-45/MBS-10-45/MBS-12-45)
--------------------------------	--

Параметры окружающей среды

Рабочая температура	-40 ~ 85 °C / -40 ~ 105 °C / -40 ~ 125 °C
---------------------	---

Пояснения к характеристикам

Максимальная частота вращения

Благодаря отсутствию контакта между ротором и статором (вращающейся и неподвижной частью) между ними отсутствует трение, что позволяет достичь высокой максимальной частоты вращения в тех условиях эксплуатации, где это необходимо.

Внешние помехи

Технология выполнения измерений с использованием магнитных датчиков углового положения гарантирует таким датчикам определенную стойкость к воздействию вибрации и позволяет не допустить поломки самого датчика. Кроме того, датчики обладают высокой стойкостью к воздействиям немагнитного характера, например, к воздействию масла и пыли, присутствие которых никак не сказывается на точности измерений.

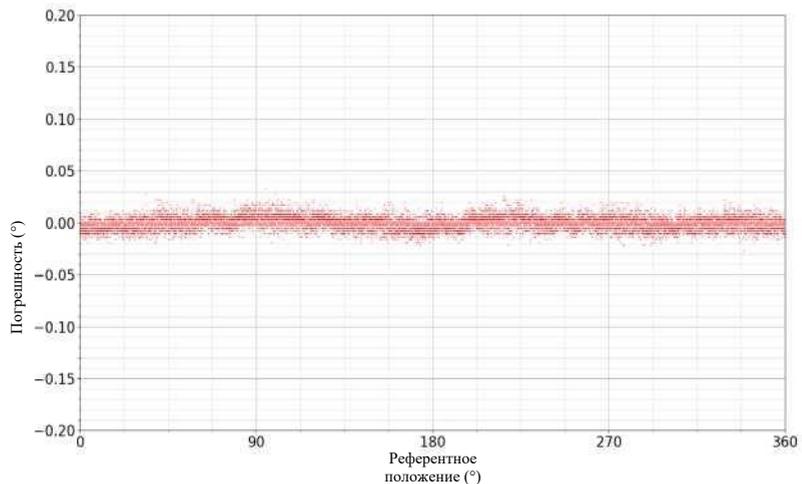
Внешние магнитные помехи

В датчиках углового положения MBS реализована уникальная технология защиты от электромагнитных помех. Технология экранирования помех позволяет блокировать электромагнитные помехи, создаваемые окружающей средой (например, помехи, создаваемые двигателями), а сила магнитного поля намагниченного кольца обычно значительно превышает внешние магнитные помехи. В совокупности эти особенности позволяют надежно противостоять внешним помехам.

Точность

В процессе производства в ходе намагничивания магнитного кольца могут иметь место проблемы рассогласования в работе системы. Однако каждый датчик на основе технологии KingKong проходит заводскую калибровку, в ходе которой инженеры получают уникальный набор данных для каждого намагниченного кольца.

На рисунке показан стандартный отчет о точности датчика после калибровки.



Набор абсолютных значений

Формат выходного сигнала

Один оборот

На выходе получаем данные об угловом положении

Несколько оборотов

На выходе получаем данные о числе оборотов и угловом положении

Число оборотов не сохраняется после отключения питания; при повторном включении счетчик оборотов сбрасывается на ноль.

Несколько оборотов, когда возможен переход на питание от батареи

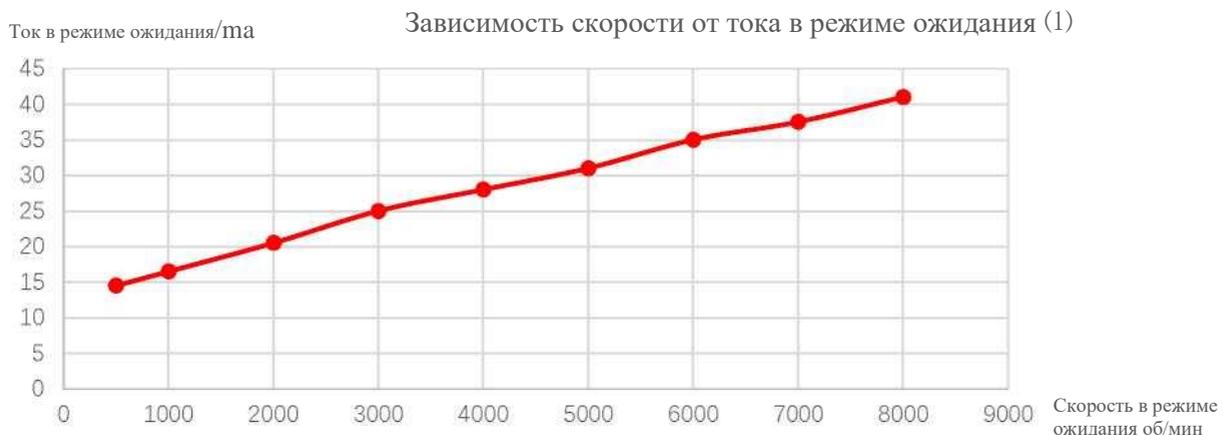
На выходе получаем данные о числе оборотов и угловом положении

После отключения питания датчик переходит на потребление энергии от батареи в режиме низкого энергопотребления, при этом его способность отслеживать вращение двигателя сохраняется. После восстановления питания можно получить данные о выполненном числе оборотов.

Значения при абсолютных измерениях

Число разрядов на один оборот	17, 16 бит
Максимальная частота вращения	> 20000 об/мин
Частота актуализации данных	27 кГц
Повторяемость	0 ~ ±1 бит (показатель зависит от выбранной разрядности)
Интерфейс выходного сигнала	SSI, BISS-C, RS485, RS422, T485, BUS, PERIOD

Параметры батареи



(1) Измерено при напряжении батареи 3,6 В и температуре 25°C.

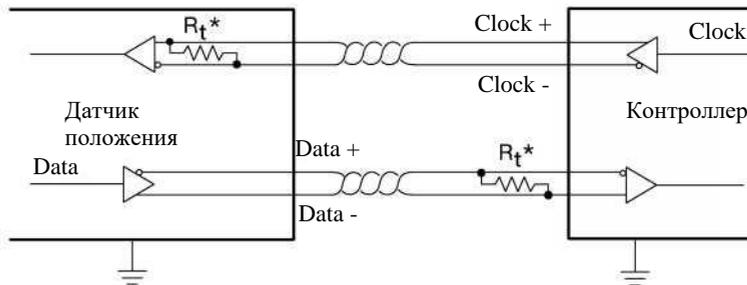
Расчет времени работы батареи:

$$\frac{\text{Емкость батареи (мАч)} \times 1000}{\text{Ток в режиме ожидания (9) } \times 24 \times 365} = \text{Время в режиме ожидания (лет)}$$

Просим выбирать скорость в режиме ожидания в соответствии с фактическими потребностями. Это обеспечит более длительный срок службы батареи и время ожидания. Скорость по умолчанию при отгрузке с завода составляет 6000 об/мин. При необходимости изменить эту опцию просим связываться с изготовителем.

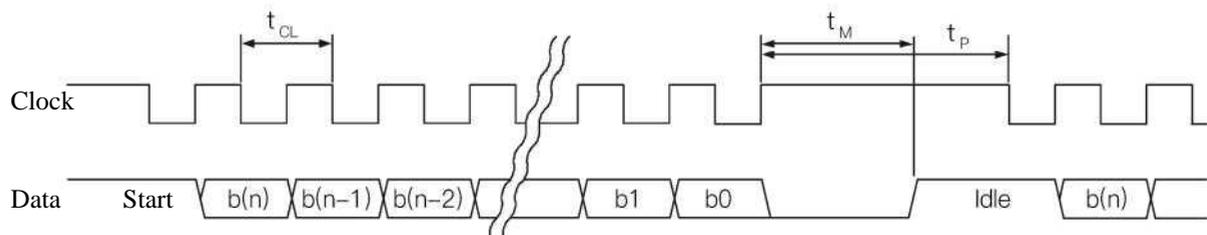
Интерфейс протокола SSI

Принципиальная схема подключения:



В интерфейсе реализована четырехпроводная система, состоящая из положительной и отрицательной фаз для тактового сигнала (Clock) и сигнала передачи данных (Data). Кроме того, для тактового сигнала (Clock) в датчик уже интегрирован оконечный резистор. Пользователю необходимо выполнить подключение оконечного резистора или же реализовать другое решение для согласования импеданса на стороне сигнала передачи данных (Data) в контроллере.

Диаграмма синхронизации:



Для синхронизации и получения последовательности тактов в протоколе используется тактовый сигнал Clock. При получении спадающего фронта сигнала система фиксирует текущие данные. Она начинает записывать данные (Data) при каждом нарастающем фронте тактового сигнала Clock, начиная со старшего значащего бита (MSB). На стороне контроллера данные сигнала передачи данных (Data) считываются на спадающем фронте тактового сигнала (Clock), и это продолжается до тех пор, пока младший значащий бит (LSB) не будет считан контроллером.

После завершения передачи данных и окончания интервала передачи данных t_M , сигнал передачи данных (Data) переходит на высокий уровень. Тактовый сигнал (Clock) должен оставаться на высоком уровне до тех пор, пока не будет разрешено следующее считывание, то есть до окончания интервала t_P . Интервал t_{CL} должен быть меньше интервала t_M ; при этом во время любой операции чтения данный интервал может превысить t_M , чтобы прервать чтение.

Параметры синхронизации:

Данные	Обозначение	Минимальное значение	Стандартное значение	Максимальное значение
Частота тактового сигнала	t_{CL}	400 нс		14 мкс
Частота тактового сигнала	t_{CL}	110 кГц		1.5 МГц(1)
Время ожидания передачи	t_M		10 мкс	
Длительность паузы	t_P	20 мкс		

(1) Если тактовый сигнал Clock продолжает оставаться на низком уровне в течение 500 нс (на первом низком уровне), то последующая частота тактового сигнала может достигать 10 МГц.

Формат данных:

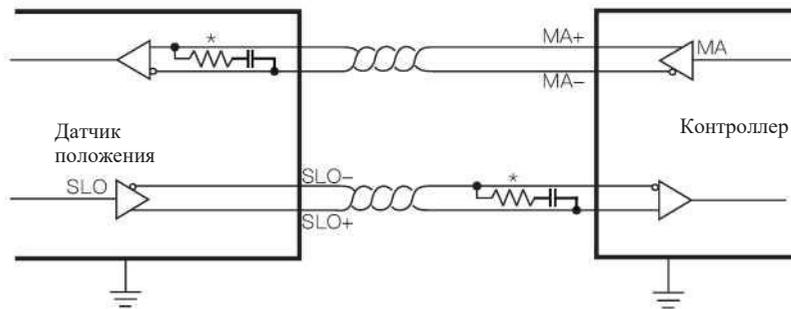
Биты	$b(23 + X) : b(8 + X)$	$b(7 + X) : b8$	b7	b6	$b5 : b0$
Длина	16 бит	X бит	1 бит	1 бит	6 бит
Данные	Счетчик нескольких оборотов (1)	Угол при одном обороте	Бит ошибки	Бит предупреждения	Бит состояния

(1) Счетчик нескольких оборотов присутствует только в моделях с функцией отслеживания данных по нескольким оборотам, в том числе в моделях с батареей.

Для получения сведений о битах состояния см. раздел «Биты состояния» далее по тексту.

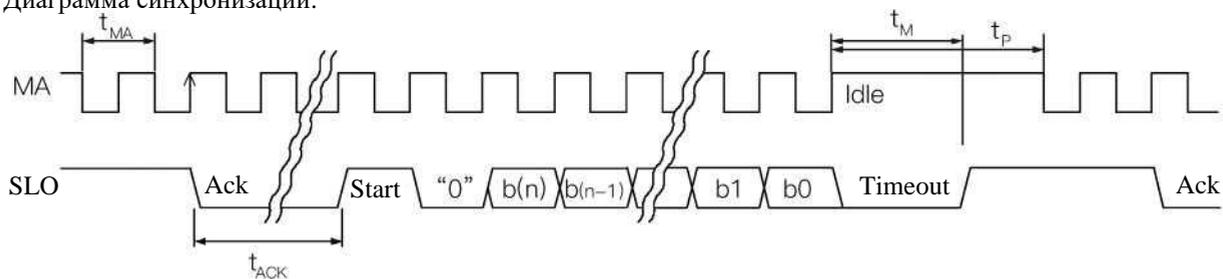
Интерфейс стандартного протокола BiSS-C

Принципиальная схема подключения интерфейсного модуля BiSS-C:



В интерфейсе реализована четырехпроводная система, состоящая из ведущего сигнала MA (прямого и инверсного), и ведомого сигнала SLO (прямого и инверсного). Кроме того, для ведущего сигнала (MA) в датчик уже интегрирован оконечный резистор. Пользователю необходимо выполнить подключение оконечного резистора или же реализовать другое решение для согласования импеданса на стороне ведомого сигнала (SLO) в контроллере.

Диаграмма синхронизации:



Для синхронизации и получения последовательности тактовых импульсов в протоколе используется ведущий сигнал (MA). Пока линия MA находится в режиме ожидания, она соответствует высокому уровню. При поступлении первого спадающего фронта система фиксирует текущие данные. При этом обмен информацией начинается с первого спадающего фронта. Датчик положения устанавливает ведомый сигнал (SLO) на низкий уровень на втором нарастающем фронте ведущего сигнала (MA). Начиная с 0, старший значащий бит (MSB) записывается на линию ведомого сигнала (SLO) на каждом нарастающем фронте ведущего сигнала (MA). На стороне контроллера данные на линии ведомого сигнала (SLO) считываются на спадающем фронте ведущего сигнала (MA), и этот процесс повторяется до тех пор, пока младший значащий бит (LSB) не будет считан контроллером.

Параметры синхронизации:

данные	Обозначение	Минимальное значение	Стандартное значение	Максимальное значение
Частота тактового сигнала	t_{MA}	400 нс		14 мкс
Частота тактового сигнала	f	120 кГц		2.5 МГц ⁽¹⁾
Длина ACK	t_{ACK}		5 бит	
Время ожидания передачи	t_M		10 мкс	
Длительность паузы	t_P	20 мкс		

(1) При наличии у пользователя технологии фазовой компенсации для компенсации задержки между дифференциальными переходами, частота может достигать до 10 МГц.

После завершения передачи данных и окончания интервала передачи данных t_M , ведомый сигнал (SLO) переходит на высокий уровень. Ведущий сигнал (MA) должен оставаться на высоком уровне до тех пор, пока не будет разрешено следующее считывание, то есть до окончания интервала t_P . Интервал t_{CL} должен быть меньше интервала t_M ; при этом во время любой операции чтения данный интервал может превысить t_M , чтобы прервать чтение.

Формат данных:

Биты	b(24 + X) : b(9 + X)	b(8 + X) : b8	b7	b6	b5 : b0
Длина	16 бит	X бит	1 бит	1 бит	6 бит
Данные	Счетчик нескольких оборотов (1)	Угол при одном обороте	Бит ошибки равен (2)	Бит предупреждения равен (3)	CRC(4)

(1) Счетчик нескольких оборотов присутствует только в моделях с функцией отслеживания данных по нескольким оборотам, в том числе в моделях с батареей.

(2) Бит ошибки активен при нахождении на низком уровне и может находиться на этом уровне только в моделях с батареей с режимом отслеживания данных по нескольким оборотам. Когда он равен 1, это указывает на то, что связанные с батареей биты состояния указывают на ее нормальный режим работы, а данные по нескольким оборотам надежны. Когда он равен 0, это указывает на то, что биты состояния указывают на сигнал о низком напряжении батареи или об отсоединении батареи. Для решения проблемы см. раздел «Биты состояния».

(3) Бит предупреждения активен при нахождении на низком уровне. Когда он равен 1, это указывает на отсутствие ошибок или предупреждений в системе. Когда он равен 0, это указывает на то, что система выдала, по меньшей мере, одну ошибку или предупреждение.

(4) Многочлен контроля с использованием циклического избыточного кода CRC равен $x^6 + x^1 + 1$ (т.е. 0x43). В соответствии с требованиями протокола BISS-C, вычисленный многочлен инвертируется перед отправкой. Для удобства в приложении приводится код для расчета CRC-6, который можно просто перенести и использовать.

Для получения сведений о битах состояния см. раздел «Биты состояния» далее по тексту.

Интерфейс протокола BISS-C

Данный интерфейс в основном идентичен стандартному интерфейсу BISS-C по своему внутреннему устройству, за исключением следующих различий в формате данных, что делает его нестандартным интерфейсом BISS-C.

Формат данных:

Биты	b(29 + X) : b(14 + X)	b(13 + X) : b14	b13	b12	b11 : b6	b5 : b0
Длина	16 бит	X бит	1 бит	1 бит	6 бит	6 бит
Данные	Счетчик нескольких оборотов (1)	Угол при одном обороте	Бит ошибки	Бит предупреждения	Бит состояния	CRC(2)

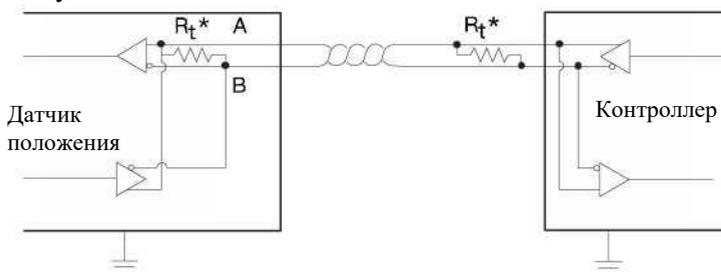
(1) Счетчик нескольких оборотов присутствует только в моделях с функцией отслеживания данных по нескольким оборотам, в том числе в моделях с батареей.

(2) Многочлен контроля с использованием циклического избыточного кода CRC равен $x^6 + x^1 + 1$ (т.е. 0x43). В соответствии с требованиями протокола BISS-C, вычисленный многочлен инвертируется перед отправкой. Для удобства в приложении приводится код для расчета CRC-6, который можно просто перенести и использовать.

Для получения сведений о битах состояния см. раздел «Биты состояния» далее по тексту.

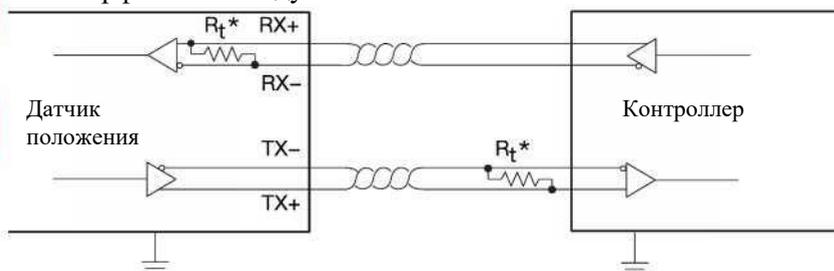
Интерфейсы протоколов RS485/RS422

Принципиальная схема подключения интерфейсного модуля RS485:



Интерфейс представляет собой двухпроводную систему на основе дифференциальных сигналов А и В. Концы двух проводов необходимо подключить к клеммам оконечных резисторов.

Принципиальная схема подключения интерфейсного модуля RS422:



В интерфейсе реализована четырехпроводная система, состоящая из дифференциального выхода TX и дифференциального входа RX. Кроме того, для дифференциального входа (RX) в датчик уже интегрирован оконечный резистор. Пользователю необходимо выполнить подключение оконечного резистора или же реализовать другое решение для согласования импеданса на стороне дифференциального входа (RX) в контроллере.

Базовый протокол интерфейсных модулей RS485 и RS422 является протокол UART. Поскольку в данном протоколе не предусмотрена линия передачи синхронизирующего сигнала, для организации процесса передачи данных датчик углового положения и контроллер должны работать на согласованной одинаковой частоте и использовать единый формат данных.

Конфигурация протокола:

Длина символьной строки	Контроль четности	Стоповый бит	Управление потоком данных	Порядок следования в байте
8 бит	Нет	1	Нет	Младший (значащий) бит первым

Поддерживаемые скорости передачи данных (если не указано в приложении, то рекомендованное значение по умолчанию В):

Код	A	B
Скорость передачи данных (Мбит/с)	0.1152	2.5

Указания по организации взаимодействия:

Команда "0" (0x30) задает нулевое положение датчика положения (3)

Возвращаем 1 байт устанавливает значение счетчика.

ые данные 1 байт контрольной суммы CRC-8.

Команда "1" (0x31) получает данные о положении.

Возвращаем 2 байта для счетчика нескольких оборотов (1), MSB; n байтов для угла при одном
ые данные обороте (2), MSB; 1 байт для контрольной суммы CRC-8.

Команда "d" (0x64) получает данные о положении вместе с информацией о состоянии.

Возвращаем 2 байта для счетчика нескольких оборотов (1), MSB

ые данные байтов для угла при одном обороте (2), MSB

1 байт информации о состоянии

1 байт контрольной суммы CRC-8

Команда "s" (0x73) получает данные о положении вместе с информацией о скорости.

Возвращаем 2 байта для счетчика нескольких оборотов (1), MSB

ые данные байтов для угла при одном обороте (2), MSB

2 байта для информации о скорости (это значение равно оборотам в секунду * 10),
со знаком, MSB

1 байт контрольной суммы CRC-8

Команда "t" (0x74) получает данные о положении вместе с информацией о температуре (4)

Возвращаем 2 байта для счетчика нескольких оборотов (1), MSB

ые данные n байтов для угла при одном обороте (2), MSB

2 байта для информации о температуре (это значение равно °C * 10), со знаком,
MSB

1 байт контрольной суммы CRC-8 (5)

(1) Счетчик нескольких оборотов присутствует только в моделях с функцией отслеживания данных по нескольким оборотам, в том числе в моделях с батарей.

(2) Когда число битов по одному обороту ≤ 16 бит, это 2 байта; когда $16 \text{ бит} < \text{числа битов по одному обороту} \leq 24$ бит, это 3 байта.

(3) Для успешной установки нулевого положения, команды "1" и "0" необходимо отправить поочередно в общей сложности 10 раз. Когда команда "0" возвращает значение счетчика 10, происходит установка нулевого положения. Данный процесс занимает 40 мс, в течение которых датчик не реагирует ни на какие команды.

(4) Информация о температуре подразумевает под собой температуру перехода на чипе.

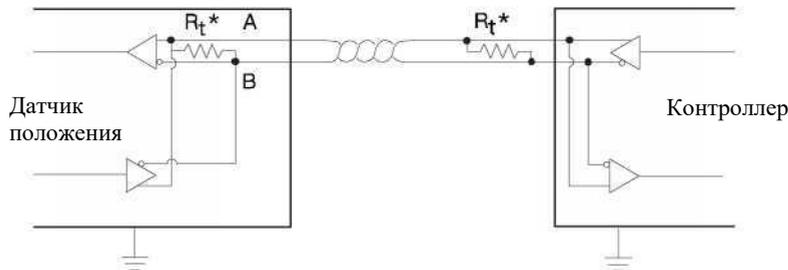
(5) Байт CRC (многочлен CRC равен $x^8+x^7+x^4+x^2+x^1+1$, см. соответствующий метод расчета в приложении с алгоритмом для [CRC-8 \$x^8+x^7+x^4+x^2+x^1+1\$](#))

Для получения сведений о битах состояния см. раздел «Биты состояния» далее по тексту.

Интерфейс протокола T485

* Интерфейс совместим с протоколом Tamagawa

Принципиальная схема подключения интерфейсного модуля RS485:



Интерфейс представляет собой двухпроводную систему на основе дифференциальных сигналов А и В. Концы двух проводов необходимо подключить к клеммам оконечных резисторов.

Протокол T485 разработан на основе протокола RS485 и имеет определенный протокол взаимодействия. Интерфейс принимает запрос на выполнение операции размером 1 байт и возвращает соответствующие данные от датчика положения в соответствии с запросом. В конец данных добавляется контрольная сумма CRC-8 для проверки.

Конфигурация протокола:

Длина символьной строки	Контроль четности	Стоповый бит	Управление потоком данных	Порядок следования в байте
8 бит	Нет	1	Нет	Младший (значащий) бит первым

Данные для запроса на выполнение операции:

Бит данных	b7 ~ b3	b2	b1	b0
Состав данных	Тип операции	0	1	0

Возвращаемые данные:

Байт	B0	B1	B(2 ~ n)	B(n + 1)
Состав данных	Запрос на выполнение операции (1)	Состояние	Возвращаемые данные	CRC(2)

(1) Возвращенный запрос на выполнение операции совпадает с отправленным запросом на выполнение операции.

(2) Байт CRC (многочлен CRC равен $x^8 + 1$, см. соответствующий метод расчета [CRC-8 в приложении](#))

B1, формат информации о состоянии:

Бит данных	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
Состав данных	0	Ошибка обмена информацией	Ошибка датчика положения	0	0	0	0	0

В (2 ~ n), тип операции и соответствующие возвращаемые данные (А для углового положения, М для нескольких оборотов, Е для ошибки):

Тип операции					Вход	n	Возвращаемые данные							
b7	b6	b5	b4	b3			B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
0	0	0	0	0	Получение углового положения	4	A0	A1	A2					
1	0	0	0	1	Получение значения по нескольким оборотам	4	M0	M1	M2					
0	0	0	1	1	Получение всех данных	9	A0	A1	A2	17	M0	M1	M2	E
1	1	0	0	0	Сброс углового положения (3)	4	A0	A1	A2					
0	1	1	0	0	Сброс значения по нескольким оборотам (4)	4	A0	A1	A2					

(1) An и Mn выровнены по левому краю, то есть если А — 17-битные данные, то старшие 7 бит А2 равны 0.

(2) Если тип операции не соответствует таблице В(2 ~ n), то выдается ошибка обмена информацией, а возвращаемые данные будут такими же, как и данные для получения углового положения.

(3) Для сброса углового положения необходимо отправить команду 10 раз подряд, чтобы она сработала.

(4) Для сброса значения по нескольким оборотам необходимо отправить команду 10 раз подряд, чтобы она сработала.

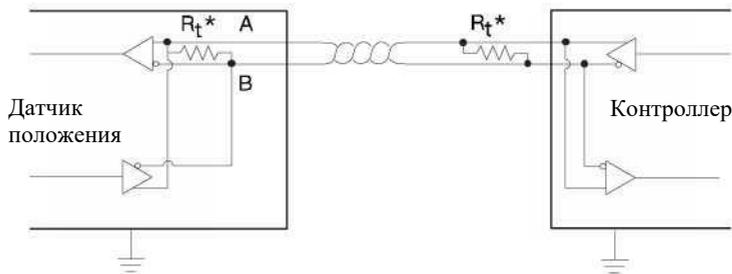
Е, бит ошибки (см. раздел «Биты состояния», в Т485 указываются только исключения ошибок):

b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
Отсоединение батареи	Низкое напряжение батареи	0	0	0	0	0	0

См. индикацию светодиода в разделе «Биты состояния».

Интерфейс протокола BUS (высокоскоростная шина)

Принципиальная схема подключения высокоскоростной шины BUS:



Интерфейс представляет собой двухпроводную систему на основе дифференциальных сигналов А и В. Оба провода необходимо подключить к клеммам оконечных резисторов. Оконечный резистор на стороне датчика положения уже интегрирован в датчик положения. Пользователю необходимо подключить оконечный резистор на стороне контроллера.

Протокол обмена основан на протоколе RS485, передача данных осуществляется в формате UART, а рабочая частота составляет 2,5 Мбит/с. Интерфейс принимает запрос на выполнение операции размером 1 байт и возвращает соответствующие данные от датчика положения в соответствии с запросом. В конец данных добавляется контрольная сумма CRC-8 (x^8+1) для проверки.

Выбор версии:

Число разрядов на один оборот	Число разрядов для нескольких оборотов	Модель
XX	Нет	XX-D
	8	XXM1-D
	16	XXM2-D

Конфигурация протокола:

Длина символьной строки	Контроль четности	Стоповый бит	Управление потоком данных	Порядок следования в байте
8 бит	Нет	1	Нет	Младший (значащий) бит первым

Данные для запроса на выполнение операции:

Бит данных	b7	b6 ~ b5	b4 ~ b0
Состав данных	Контроль по нечетности	Тип операции	Адрес устройства



Возвращаемые данные:

Байт	B0	B(1 ~ N)	B(n + 1)
Состав данных	Запрос на выполнение операции	Возвращаемые данные	CRC

B(1 ~ n), типы операций и соответствующие возвращаемые данные (M для нескольких оборотов, A для углового положения, C для установки счетчика, S для состояния):

Тип операции		Вход	Версия модели		n	Возвращаемые данные					
b6	b5		Число разрядов на один оборот	Число разрядов для нескольких оборотов		B1	B2	B3	B4	B5	B6
0	0	Получение информации	<16	Нет	3	S	A0	A1			
			<16	8	4	S	A0	A1	M0		
			>16	16	5	S	A0	A1	M0	M1	
			>16	Нет	4	S	A0	A1	A2		
			>16	8	5	S	A0	A1	A2	M0	
			>16	16	6	S	A0	A1	A2	M0	M1
0	1	Задание нулевого положения			2	S	C				
1	0	Задание адреса			2	S	C				

Тип операции		Вход	n	Возвращаемые данные		
b6	b5			B1	B2	B3
0	0	Получение информации	3	S	A0	A1
0	1	Задание нулевого положения	2	S	C	
1	0	Задание адреса	2	S	C	

Для получения сведений о битах состояния см. раздел «Биты состояния» далее по тексту.

Примечание:

1. Когда тип операции не соответствует таблице B(1 ~ n), например, 0b11, возврата данных не произойдет.
2. С — непрерывно работающий счетчик; такой возврат соответствует установке датчика без отсрочки. Возврат 10 указывает на то, что установка будет выполнена без отсрочки (процесс занимает не более 50 мс, в течение которых датчик не реагирует ни на какие команды).
3. Заводской адрес по умолчанию — 0x1F, что соответствует 0b11111.

Операция задания нулевого положения:

Для гарантии того, что задание нулевого положения не будет выполнено ошибочно, необходимо попеременно отправить команды 00, 01, 00, 01, 00, 01, 00, 01 в общей сложности десять раз (после отправки каждой команды необходимо дожидаться ответа датчика, прежде чем отправлять следующую команду) для успешного задания нулевого положения. Число оставшихся отправок можно определить на основе значения С, возвращаемого командой 01.

Примечание:

1. Когда команда, идущая перед 01 не является командой 00, требование начала последовательности не выполняется, и значение С равно 0.
2. Когда предпоследняя команда перед 01 не является 01, требование последовательности не выполняется, и значение С равно 1. Отсчет начинается с этого момента.

Операция настройки идентификатора (ID):

Для гарантии того, что настройка идентификатора ID не будет выполнена ошибочно, необходимо использовать определенную последовательность значений адресов для подтверждения входа в функцию настройки идентификатора (ID) перед выполнением конфигурирования идентификатора (ID). Значения адресов, отправляемые для настройки ID, соответствуют следующим (в два раза больше, чем значение С, возвращенное в прошлый раз):

Значение адреса	X	2	4	6	8	10	12	14	16	Y
С	Нет	Нет	Нет	4	5	6	7	8	9	10

Примечание:

1. Где значение X является произвольным, а значение Y — это фактическое значение адреса, который нужно сконфигурировать.
2. Первые три набора данных в последовательности не возвращают никаких данных. Это сделано для предотвращения случайного срабатывания, пока шина находится в рабочем состоянии. Поскольку данная команда располагает полномочиями, превышающими ограничения, предусмотренные для идентификатора (ID), она может приводить к произвольной передаче данных и получению от шины собирательного отклика.
3. При вставке другой команды значение С, возвращаемое следующей командой настройки, равно 1. С этого момента начинается отсчет.
4. Когда отправленное значение адреса не соответствует последовательности, возвращаемое значение С равно 1. С этого момента начинается отсчет.

Устройства на шине:

Все устройства на шине должны переходить в режим «сна» на определенное время, когда полученный идентификатор (ID) не соответствует идентификатору их собственного устройства. В это время они не должны отвечать на какие-либо команды на шине. Такой подход помогает предотвратить появление ответных пульсаций.

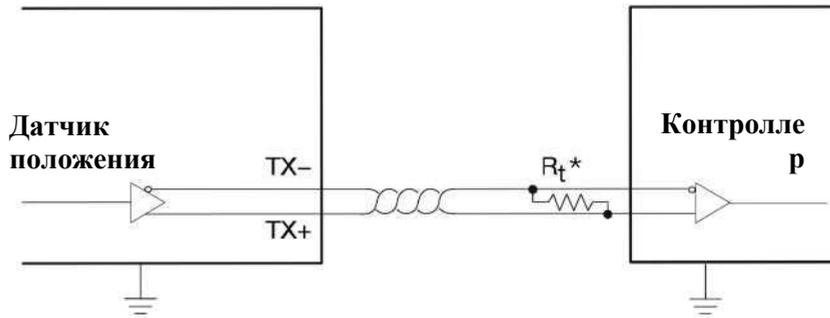
Для удобства продления интервала такой интервал в режиме «сна» определяется как $T_{suspend}$. Метод расчета интервала показан в следующей таблице:

Число разрядов на один оборот	Число разрядов для нескольких оборотов	Число байт для режима «сна» шины BSUSPEND	Интервал в режиме «сна» шины $T_{SUSPEND}$ (мкс)
XX	YY	$\text{ceil}(XX/8) + YY/8 + 4$	$B_{suspend} * (1 + 8 + 1) / 2.5$

Пример: Для модели 16M1-D $T_{SUSPEND}$ рассчитывается как $(\text{ceil}(16 / 8) + 8 / 8 + 4) * (1 + 8 + 1) / 2.5 = 28\text{мкс}$.

Интерфейс протокола циклической передачи данных PERIOD

Принципиальная схема подключения по интерфейсу PERIOD:



Интерфейс представляет собой двухпроводную систему на основе дифференциальных сигналов **A** и **B**. Оба провода необходимо подключить к клеммам оконечных резисторов. Пользователю необходимо выполнить подключение оконечного резистора на стороне контроллера.

Данный протокол сформирован на основе протокола RS422, с единственным отличием: он в активном режиме выдает данные наружу через дифференциальный выход TX с интервалом 1 мс и не реагирует на данные на линии дифференциального входа RX. Внутри датчика положения периодически будет срабатывать команда "**d**" (0x64) для отправки данных соответствующей команды. См. интерфейс протоколов RS485/RS422.

Биты состояния

В протоколах SSI/BISS-C/RS485/RS422 используемые биты состояния являются согласованными. При возникновении предупреждения или ошибки в выходных данных устанавливается определенный бит предупреждения или ошибки, что позволяет четко понять причину возникшей ситуации посредством битов состояния.

Позиции битов ошибки/предупреждения для каждого интерфейса:

	Бит ошибки	Бит предупреждения
SSI	b7	b6
BISS-C	b13	b12
RS485/RS422	b7	b6
BUS	b7	b6
PERIOD	b7	b6

Биты состояния:

Позиция	Присутствует только у моделей с режимом сохранения данных о нескольких оборотах при питании от батареи.		b3	b2	b1	b0
	b5	b4				
Описание	Отсоединение батареи	Низкое напряжение батареи	Слишком сильное магнитное поле	Слишком слабое магнитное поле	Температура за пределами установленного диапазона	Слишком высокая скорость
Светодиод мигает	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Нет

Если бит предупреждения равен 1, то данные все еще продолжают оставаться корректными. В это время светодиодный индикатор состояния горит желтым, однако некоторые параметры битов состояния приближаются к своим предельным значениям. Можно проверить биты состояния, чтобы понять, что происходит. Если бит ошибки равен 1, это означает, что данные некорректны. В это время светодиодный индикатор состояния горит красным, а конкретную ситуацию можно определить при помощи битов состояния. При нормальном режиме эксплуатации светодиодный индикатор горит зеленым.

Светодиод будет мигать с интервалом в 1 секунду, чтобы предупредить пользователя о возникновении соответствующей ошибки или предупреждения.

Биты состояния, связанные с батареей:

	b5	b4
		Отсоединение батареи
Бит предупреждения равен 1	—	Напряжение батареи ниже 2.9 В
Бит ошибки равен 1	Батарея отсоединена или напряжение слишком низкое во время отключения датчика положения от сети, что приводит к ошибке счетчика для нескольких оборотов. В результате данные по нескольким оборотам не являются корректными. При возникновении такой ошибки происходит сброс счетчика для нескольких оборотов на ноль.	Напряжение батареи ниже 2.7 В
Решение	Проверьте монтаж и напряжение батареи. Включите датчик положения заново, чтобы сбросить его.	Замените батарею датчика положения.

Приложение

Пример расчета многочлена CRC-8 ($x^8+x^7+x^4+x^2+x^1+1$)

```
//poly =  $x^8+x^7+x^4+x^2+x^1+1$  uint8_t crcTable [256] = {
```

```
    0x00, 0x97, 0xB9, 0x2E, 0xE5, 0x72, 0x5C, 0xCB, 0x5D, 0xCA, 0xE4, 0x73, 0xB8, 0x2F, 0x01, 0x96, 0xBA, 0x2D, 0x03, 0x94,
    0x5F, 0xC8, 0xE6, 0x71, 0xE7, 0x70, 0x5E, 0xC9, 0x02, 0x95, 0xBB, 0x2C, 0xE3, 0x74, 0x5A, 0xCD, 0x06, 0x91, 0xBF, 0x28, 0xBE,
    0x29, 0x07, 0x90, 0x5B, 0xCC, 0xE2, 0x75, 0x59, 0xCE, 0xE0, 0x77, 0xBC, 0x2B, 0x05, 0x92, 0x04, 0x93, 0xBD, 0x2A, 0xE1, 0x76,
    0x58, 0xCF, 0x51, 0xC6, 0xE8, 0x7F, 0xB4, 0x23, 0x0D, 0x9A, 0x0C, 0x9B, 0xB5, 0x22, 0xE9, 0x7E, 0x50, 0xC7, 0xEB, 0x7C, 0x52,
    0xC5, 0x0E, 0x99, 0xB7, 0x20, 0xB6, 0x21, 0x0F, 0x98, 0x53, 0xC4, 0xEA, 0x7D, 0xB2, 0x25, 0x0B, 0x9C, 0x57, 0xC0, 0xEE, 0x79,
    0xEF, 0x78, 0x56, 0xC1, 0x0A, 0x9D, 0xB3, 0x24, 0x08, 0x9F, 0xB1, 0x26, 0xED, 0x7A, 0x54, 0xC3, 0x55, 0xC2, 0xEC, 0x7B, 0xB0,
    0x27, 0x09, 0x9E, 0xA2, 0x35, 0x1B, 0x8C, 0x47, 0xD0, 0xFE, 0x69, 0xFF, 0x68, 0x46, 0xD1, 0x1A, 0x8D, 0xA3, 0x34, 0x18, 0x8F,
    0xA1, 0x36, 0xFD, 0x6A, 0x44, 0xD3, 0x45, 0xD2, 0xFC, 0x6B, 0xA0, 0x37, 0x19, 0x8E, 0x41, 0xD6, 0xF8, 0x6F, 0xA4, 0x33, 0x1D,
    0x8A, 0x1C, 0x8B, 0xA5, 0x32, 0xF9, 0x6E, 0x40, 0xD7, 0xFB, 0x6C, 0x42, 0xD5, 0x1E, 0x89, 0xA7, 0x30, 0xA6, 0x31, 0x1F, 0x88,
    0x43, 0xD4, 0xFA, 0x6D, 0xF3, 0x64, 0x4A, 0xDD, 0x16, 0x81, 0xAF, 0x38, 0xAE, 0x39, 0x17, 0x80, 0x4B, 0xDC, 0xF2, 0x65, 0x49,
    0xDE, 0xF0, 0x67, 0xAC, 0x3B, 0x15, 0x82, 0x14, 0x83, 0xAD, 0x3A, 0xF1, 0x66, 0x48, 0xDF, 0x10, 0x87, 0xA9, 0x3E, 0xF5, 0x62,
    0x4C, 0xDB, 0x4D, 0xDA, 0xF4, 0x63, 0xA8, 0x3F, 0x11, 0x86, 0xAA, 0x3D, 0x13, 0x84, 0x4F, 0xD8, 0xF6, 0x61, 0xF7, 0x60, 0x4E,
    0xD9, 0x12, 0x85, 0xAB, 0x3C
};
```

```
uint8_t calcCRC(uint8_t * buffer, uint8_t length){ uint8_t temp = *buffer++;
    while(--length){
        temp = *buffer++ ^ crcTable[temp];
    }

    return crcTable[temp];
}
```

Расчет CRC-8 (x^8+1)

```
//poly =  $x^8+1$ 
```

```
//Искомое значение совпадает с результатом, найденным для многочлена
```

```
uint8_t calcCRC(uint8_t * buffer, uint8_t length){ uint8_t temp = *buffer++;
    while(--length){
        temp = *buffer++ ^ temp;
    }

    return temp;
}
```

Расчет CRC-6

```

#define DATA_TOTAL_BIT_LENGTH 47

//poly = x^6+x^1
uint8_t tableCRC6[64] = {
0x00, 0x03, 0x06, 0x05, 0x0C, 0x0F, 0x0A, 0x09, 0x18, 0x1B, 0x1E, 0x1D, 0x14, 0x17, 0x12, 0x11, 0x30, 0x33, 0x36, 0x35, 0x3C, 0x3F, 0x3A, 0x39, 0x28, 0x2B, 0x2E, 0x2D, 0x24, 0x27, 0x22, 0x21, 0x23,
0x20, 0x25, 0x26, 0x2F, 0x2C, 0x29, 0x2A, 0x3B, 0x38, 0x3D, 0x3E, 0x37, 0x34, 0x31, 0x32, 0x13, 0x10, 0x15, 0x16, 0x1F, 0x1C, 0x19, 0x1A, 0x0B, 0x08, 0x0D, 0x0E, 0x07, 0x04, 0x01, 0x02
};

uint8_t calcBissCRC6(uint8_t buffer[])
{
#define CRC_BIT_LENGTH 6
#define DATA_CRC_MASK ((1 << CRC_BIT_LENGTH) - 1)
#define DATA_WITHOUT_CRC_BIT_LENGTH (DATA_TOTAL_BIT_LENGTH - CRC_BIT_LENGTH)
#define TOP_BYTE_BITLENGTH (DATA_WITHOUT_CRC_BIT_LENGTH % CRC_BIT_LENGTH)
#if TOP_BYTE_BITLENGTH == 0
#define TOP_BYTE_BITLENGTH
#define TOP_BYTE_BITLENGTH CRC_BIT_LENGTH
#endif

uint32_t firstWord = __REV*(uint32_t *) buffer;
#if DATA_WITHOUT_CRC_BIT_LENGTH > 32
uint32_t secondWord = __REV*(uint32_t *) (buffer + 4);
#endif

uint8_t crc = tableCRC6[firstWord >> (32 - TOP_BYTE_BITLENGTH)];

#undef CURRENT_CRC_BIT_LENGTH
#define CURRENT_CRC_BIT_LENGTH (TOP_BYTE_BITLENGTH + CRC_BIT_LENGTH * 1)
#if DATA_WITHOUT_CRC_BIT_LENGTH - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH >= 0
    crc = tableCRC6[crc ^ (firstWord >> (32 - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH) & DATA_CRC_MASK)];
#endif

#undef CURRENT_CRC_BIT_LENGTH
#define CURRENT_CRC_BIT_LENGTH (TOP_BYTE_BITLENGTH + CRC_BIT_LENGTH * 2)
#if DATA_WITHOUT_CRC_BIT_LENGTH - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH >= 0
    crc = tableCRC6[crc ^ (firstWord >> (32 - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH) & DATA_CRC_MASK)];
#endif

#undef CURRENT_CRC_BIT_LENGTH
#define CURRENT_CRC_BIT_LENGTH (TOP_BYTE_BITLENGTH + CRC_BIT_LENGTH * 3)
#if DATA_WITHOUT_CRC_BIT_LENGTH - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH >= 0
    crc = tableCRC6[crc ^ (firstWord >> (32 - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH) & DATA_CRC_MASK)];
#endif

#undef CURRENT_CRC_BIT_LENGTH
#define CURRENT_CRC_BIT_LENGTH (TOP_BYTE_BITLENGTH + CRC_BIT_LENGTH * 4)
#if DATA_WITHOUT_CRC_BIT_LENGTH - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH >= 0
    crc = tableCRC6[crc ^ (firstWord >> (32 - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH) & DATA_CRC_MASK)];
#endif

#undef CURRENT_CRC_BIT_LENGTH
#define CURRENT_CRC_BIT_LENGTH (TOP_BYTE_BITLENGTH + CRC_BIT_LENGTH * 5)
#if DATA_WITHOUT_CRC_BIT_LENGTH - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH >= 0
    #if 32 - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH >= 0
        crc = tableCRC6[crc ^ (firstWord >> (32 - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH) & DATA_CRC_MASK)];
    #elif 32 - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH > -CRC_BIT_LENGTH
        crc = tableCRC6[crc ^ (((firstWord << -(32 - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH)) & DATA_CRC_MASK) | (secondWord >> (64 - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH)))];
    #else
        crc = tableCRC6[crc ^ (secondWord >> (64 - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH) & DATA_CRC_MASK)];
    #endif
#endif

#undef CURRENT_CRC_BIT_LENGTH
#define CURRENT_CRC_BIT_LENGTH (TOP_BYTE_BITLENGTH + CRC_BIT_LENGTH * 6)
#if DATA_WITHOUT_CRC_BIT_LENGTH - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH >= 0
    crc = tableCRC6[crc ^ (secondWord >> (64 - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH) & DATA_CRC_MASK)];
#endif

#undef CURRENT_CRC_BIT_LENGTH
#define CURRENT_CRC_BIT_LENGTH (TOP_BYTE_BITLENGTH + CRC_BIT_LENGTH * 7)
#if DATA_WITHOUT_CRC_BIT_LENGTH - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH >= 0
    crc = tableCRC6[crc ^ (secondWord >> (64 - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH) & DATA_CRC_MASK)];
#endif

#undef CURRENT_CRC_BIT_LENGTH
#define CURRENT_CRC_BIT_LENGTH (TOP_BYTE_BITLENGTH + CRC_BIT_LENGTH * 8)
#if DATA_WITHOUT_CRC_BIT_LENGTH - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH >= 0
    crc = tableCRC6[crc ^ (secondWord >> (64 - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH) & DATA_CRC_MASK)];
#endif

#undef CURRENT_CRC_BIT_LENGTH
#define CURRENT_CRC_BIT_LENGTH (TOP_BYTE_BITLENGTH + CRC_BIT_LENGTH * 9)
#if DATA_WITHOUT_CRC_BIT_LENGTH - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH >= 0
    crc = tableCRC6[crc ^ (secondWord >> (64 - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH) & DATA_CRC_MASK)];
#endif

#if 32 - DATA_TOTAL_BIT_LENGTH >= 0
    crc = tableCRC6[crc ^ DATA_CRC_MASK ^ (firstWord >> (32 - DATA_TOTAL_BIT_LENGTH) & DATA_CRC_MASK)];
#elif 32 - CURRENT_CRC_BIT_LENGTH > -CRC_BIT_LENGTH
    crc = tableCRC6[crc ^ DATA_CRC_MASK ^ (((firstWord << -(32 - DATA_TOTAL_BIT_LENGTH)) & DATA_CRC_MASK) | (secondWord >> (64 - DATA_TOTAL_BIT_LENGTH)))];
#else
    crc = tableCRC6[crc ^ DATA_CRC_MASK ^ (secondWord >> (64 - DATA_TOTAL_BIT_LENGTH) & DATA_CRC_MASK)];
#endif

return crc;
}

```

Указания по использованию программы:

Программу можно запускать на микроконтроллерах серии ARM для реализации максимально быстрого контроля с использованием циклического избыточного кода CRC-6 через компилятор. Единственное, что необходимо сделать, — это изменить DATA_TOTAL_BIT_LENGTH на значение, соответствующее вашей модели.

Гнездовой разъем: 17M байт равен 47, 16M байт равен 30.

Примечания по использованию программы:

При вызове используется 32-битная команда чтения для буфера, требующая, чтобы буфер был выровнен по 4 байта (при отсутствии такого выравнивания программа не будет работать при некоторых версиях ядра; даже в случае поддержки невыровненного чтения ядру потребуется дополнительное время для выполнения операции конкатенации).

В случае получения данных по протоколу BISS-C первый полученный байт будет служебным байтом с ACK, а данные о положении начинаются со второго байта. Поэтому нам нужно вычислить CRC, начиная с адреса, где начинаются данные о положении, а для быстрого чтения данных и вычисления CRC такой адрес должен иметь выравнивание по 4 байта.

Пример вызова:

```
STRUCT {
    uint8_t notUsedForAlignment[3];           //Только для выравнивания адреса
    uint8_t placeholder;                    //Первый фиксированный служебный байт BISS-C 0x82
    uint8_t buffer[8] _attribute_((aligned(4))); //Буфер выровнен по границам 4 байт для быстрого расчета CRC
} receiveBuffer;
```

```
//Конфигурирование SPI (последовательного периферийного интерфейса) и DMA (прямого доступа к памяти)
```

```
//Используйте &receiveBuffer.placeholder в качестве адреса получения
```

```
//.....
```

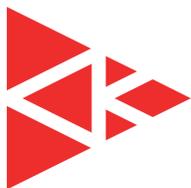
```
//Расчет CRC
```

```
//Для расчета используйте уже выровненный по 4 байта receiveBuffer.buffer
uint8_t crc = calcBissCCRC(receiveBuffer.buffer);
```

```
//Если результат crc равен 0, это означает, что контроль пройден if ( crc != 0 ) {
if ( crc != 0 ) {
    //Контроль CRC не пройден
}
```

Хронология редакций документа

Период	Редакция	Внесенные изменения
15 мая 2017г.	Ред. 1.0	Первоначальный вариант
15 августа 2022г.	Ред. 2.4	Добавлен ряд параметров и моделей.
30 августа 2023г.	Ред. 5	Добавлен интерфейс стандартного протокола BISS-C



KingKong.tech
金钢科技



ИННОДРАЙВ
ТЕХНОЛОГИИ ИМЕЮТ ЗНАЧЕНИЕ

ООО «ИнноДрайв» - официальный дистрибьютор
KingKong Technology

+7 (812) 317-77-93
www.innodrive.ru
sales@innodrive.ru

