

Беспроводной датчик угла наклона Eurosens Degree BT
Руководство по эксплуатации



1. Общая информация

Беспроводной датчик угла наклона Eurosens Degree Bt (далее – датчик) предназначен для измерения углового положения частей и механизмов относительно вектора силы тяжести и передачи этих данных по радиоканалу 2.4 ГГц (Bluetooth BLE). Датчик имеет автономное питание от встроенной батареи питания. Для настройки датчика используется конфигурационное ПО для смартфонов под управлением ОС Android.



Рис. 1. Датчик угла наклона

Возможные варианты исполнения:

Eurosens Degree Bt – беспроводной датчик-регистратор угла наклона

Eurosens Degree Bt T – беспроводной датчик-регистратор угла наклона и температуры

Eurosens Degree Bt M – беспроводной датчик-регистратор угла наклона с энергонезависимой памятью

Eurosens Degree Bt MT – беспроводной датчик-регистратор угла наклона и температуры с энергонезависимой памятью

Датчик состоит из корпуса, электронного модуля с элементом питания ER14505 типоразмера AA. (рис.2).



Рис. 2. Датчик угла наклона

Таблица 1. Технические характеристики датчика.

Наименование параметра	Значение
Рабочая частота радиоканала	2,4 ГГц
Напряжение питания	3 ... 3,7В
Время автономной работы	3 года
Интерфейс обмена данными	Bluetooth Low Energy (BLE)
Чувствительность приёмника /мощность передатчика	-96 дБм / +4 дБм
Протокол обмена данными	Advertising-пакеты, описание прилагается
Дальность действия (при нормальных условиях эксплуатации в отсутствии помех и препятствий при работе с базой), не менее	10 метров
Погрешность измерения угла наклона	$\pm 1^\circ$
Погрешность измерения температуры	$\pm 1^\circ\text{C}$
Число записей регистратора о событиях (для моделей с индексом М)	900
Температура окружающей среды	- 40 ... + 85 $^\circ\text{C}$
Степень защиты оболочки	IP67
Габаритные размеры, не более мм	100x54x34
Масса, не более кг	0,3

2. Возможности датчика

2.1 Режим измерения углов и контроля событий.

Датчик измеряет 3 угла наклона координатных осей относительно вектора силы тяжести. Обратите внимание на возможности измерения различных отклонений объекта – измерение возможно только в том случае, если положение датчика изменяется относительно вектора силы тяжести (см. рис. 3-4).



Рис. 3. Контроль изменения положения рабочего механизма - возможно

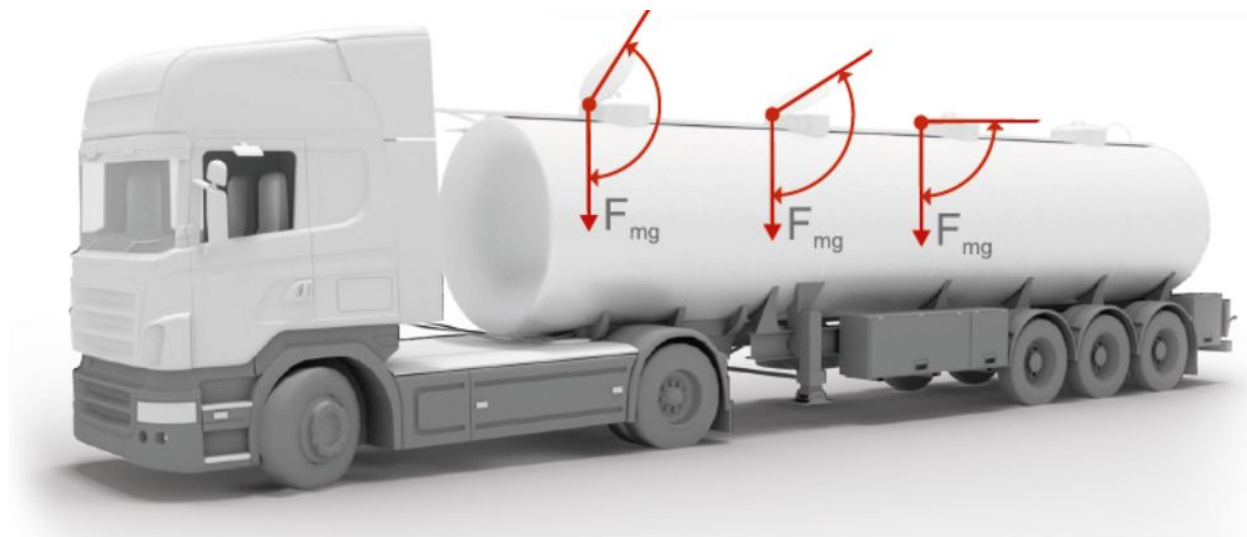


Рис. 4. Контроль открытия люков – возможно

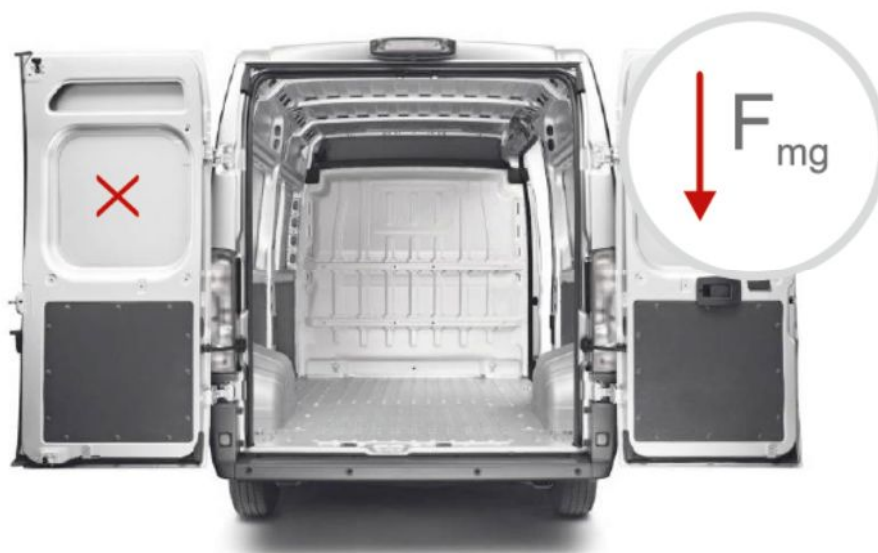


Рис. 5. Открытие створки двери – невозможно

Датчик передает измеренные величины 3 углов относительно вектора силы тяжести по протоколу BLE и совместим с такими терминалами мониторинга как Teltonika, СМАРТ (Navteletom), Neomatica, Fort-Monitor и другими. Уточняйте совместимость в нашей технической поддержке. Описание пакета данных приведено в Приложении 1.

Кроме измерения углов наклона датчик самостоятельно определяет События и Цепочки событий. Событием является выход угла за заданные границы. Событие можно настроить одно для каждой из осей (X,Y,Z). При совершении события счетчик событий увеличивается на единицу.

Цепочкой событий является выполнение условий последовательности событий, разделенных промежутками времени. Для каждого из событий задается ось измерения угла, значение угла и вид сравнения (<, >). Также задается максимальное время ожидания выполнения следующего условия.



Рис.6. Первое условие цепочки : угол <100

Далее ожидается следующее событие в течение 5 секунд.



Рис.7. Второе условие : угол >100

Далее ожидается следующее событие в течение 3 секунд.

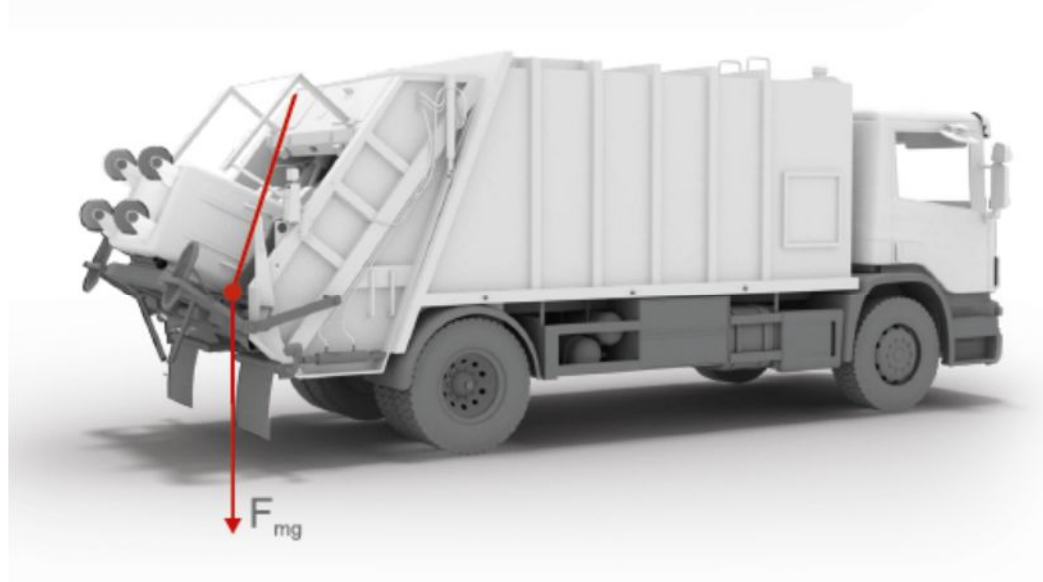


Рис.8. Последнее условие цепочки : угол >150

При выполнении цепочки событий значения счетчика цепочек увеличивается на единицу. Значения счетчиков событий и цепочек событий передаются по протоколу BLE (Приложение 1). Таким образом, вам не требуется осуществлять опрос углов ориентации датчика с высокой частотой, чтобы определить событие на стороне регистратора или системы сбора данных, потому что они определяются самим датчиком. Передача значений углов и счетчиков событий может осуществляться реже (например, каждые 30 секунд), что экономит встроенную батарею датчика.

2.2 Режим контроля автобетоносмесителя

В этом режиме датчик ожидает, что будет установлен на вращающийся горизонтальный или наклонный барабан для измерения скорости и направления его вращения, а также времени вращения (рис. 9). Измеренные значения передаются по Bluetooth в терминал мониторинга.



Рис. 9. Работа Eurosens Degree BT в режиме контроля бетоносмесителя

2.3 Режим "Манипулятор"

В этом режиме датчик контролирует сам факт движения рабочего органа спецтехники (манипулятор, отвал, стрела). Само измерение углов в этом случае не так важно как наличие движения рабочего органа (рис. 10). При этом в ходе рабочего процесса невозможно постоянно осуществлять движение, поэтому в настройках датчика задаются допустимые паузы между остановками рабочего органа. Если длительность покоя стрелы меньше допустимой паузы, то время остановки считается работой.



Рис. 10. Работа Eurosens Degree BT в режиме контроля стрелы

3. Настройка датчика

Для настройки датчика необходима программа Eurosens Degree Bt configurator (далее – программа). Ее можно скачать со страницы продукта.

<https://mechatronics.by/products/accessories/wireless-tilt-angle-sensor-eurosens-degree-bt/>

Включите модуль Bluetooth в смартфоне и запустите программу. Запустится поиск устройств Bluetooth (рис. 11).

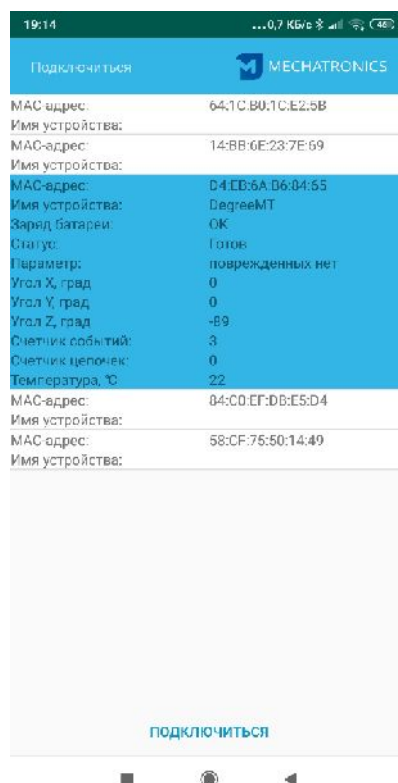


Рис. 11. Поиск устройств Bluetooth

Выберите датчик Eurosens Degree Bt и нажмите **Подключиться**.

Откроется главный экран настройки датчика и вкладка **Настройки** (рис. 12).

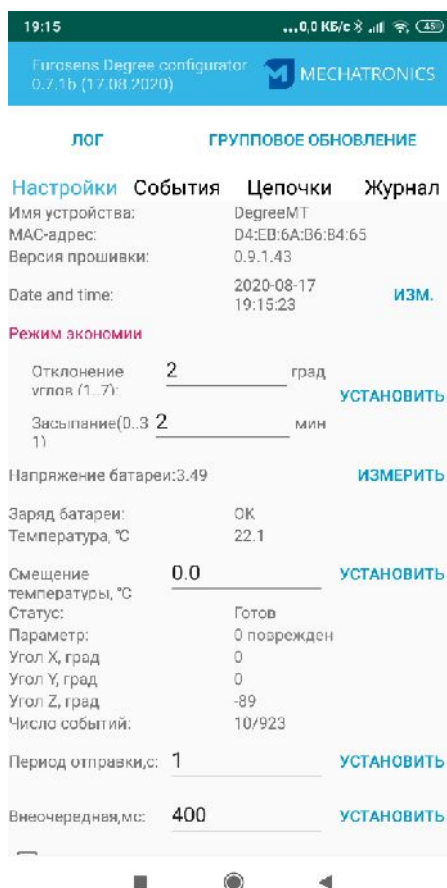


Рис. 12. Вкладка настройки

В верхней части описывается модель датчика и его уникальный идентификационный номер (MAC-адрес), который понадобится в будущем для подключения датчика к терминалам мониторинга.

Датчик содержит встроенные часы для хранения журнала событий. Текущее время датчика выведено в поле **Время и дата**.

В разделе **Режим экономии** можно изменить настройки перехода датчика в режим сна. Встроенный акселерометр непрерывно измеряет значения углов, и если они не отличаются больше чем на заданное отклонение по всем трем осям (**Отклонение углов**) в течение заданного периода времени (**Засыпание**), то передача данных с датчика прекращается. Для дальнейшего подключения к датчику в режиме сна необходимо вывести его из режима сна путем отклонения.

В поле **Температура** отображается текущее значение температуры с датчика, передаваемое по протоколу BLE. В поле **Смещение температуры** можно внести постоянную коррекцию в эти показания.

В поле **Статус** отображается результат самодиагностики датчика.

В поле **Параметр** : отображается результат самодиагностики ячеек памяти. Запись **0 поврежден** означает , что все в порядке.

Ниже значений трех **углов X, Y, Z** отображается **общий счетчик событий и цепочек событий / максимальное число событий в журнале**. Максимальное число событий в журнале обычно около 920, это значение имеет значение только для версий датчика с регистратором (индекс M). Версии без регистратора журнала событий не имеют.

Максимальное значение счетчика событий - 65535, переполнение журнала событий не влияет на его наращивание.

Период отправки задается в секундах и устанавливает периодичность отправки данных по протоколу BLE. Частая передача данных приводит к повышенному расходу встроенной батареи питания.

Параметр **Внеочередная** задается в миллисекундах и описывает время задержки отправки данных после наступления события.

Включение опции быстрый режим переводит встроенный акселерометр в режим обновления данных с частотой 12.5 Гц. Это приводит к ускоренному разряду батареи. Рекомендуем использовать режим по умолчанию с частотой обновления 1.6 Гц.

Режим работы определяет один из алгоритмов работы датчика (см. раздел 2). При выборе режима Бетоносмеситель или Манипулятор необходимо задать ось для контроля. Примеры выбора оси контроля приведены на рис. 14.

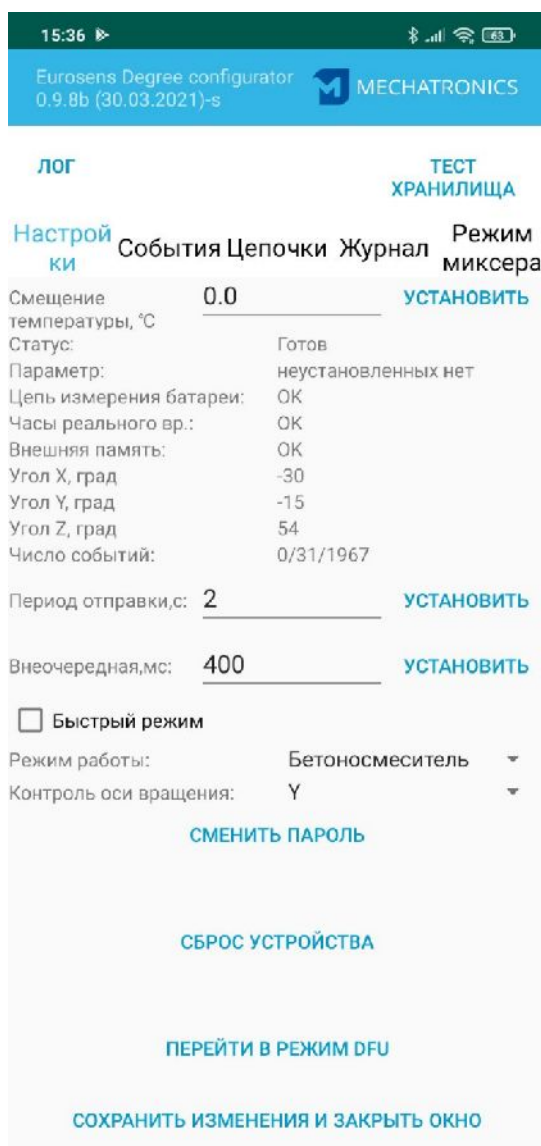


Рис. 13. Вкладка настройки

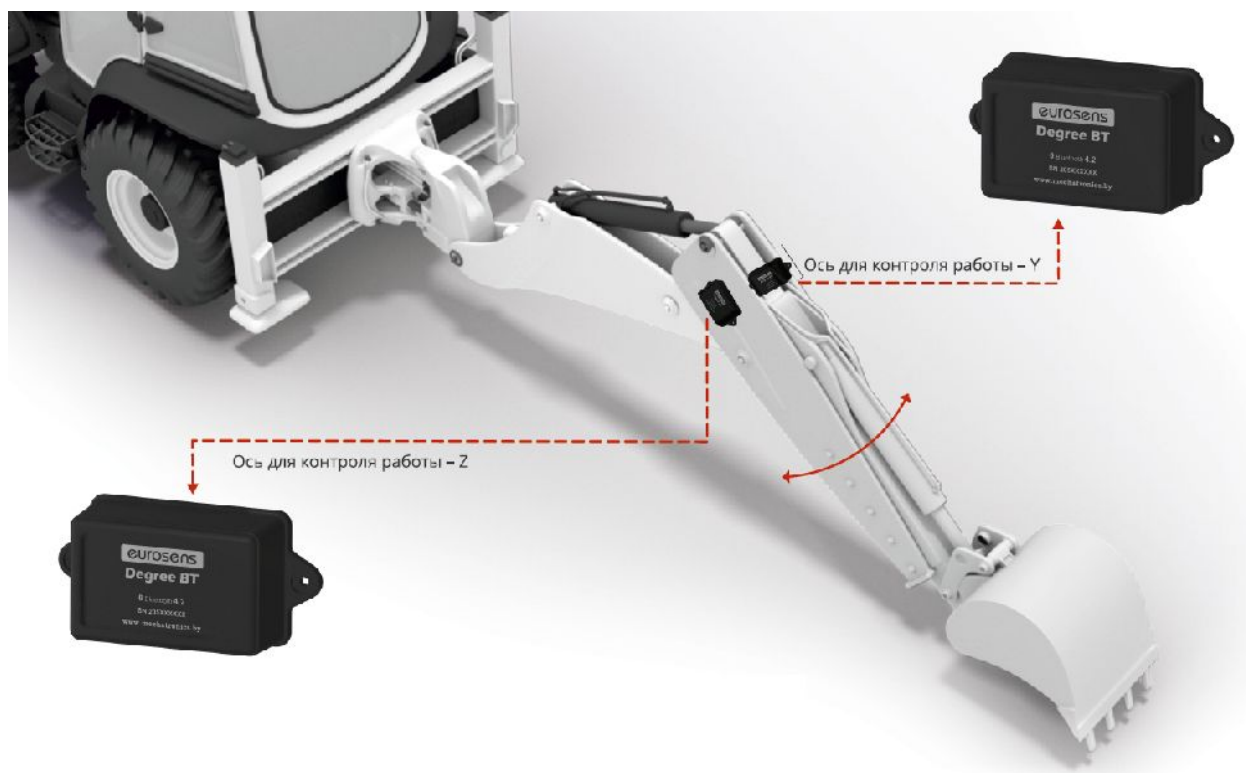


Рис. 14. Выбор оси контроля

Сброс устройства производит возврат датчика к заводским настройкам.

Кнопка **Перейти в режим DFU** переводит в датчик в режим обновления ПО. После обновления ПО необходимо нажать Сброс устройства для инициализации параметров датчика.

Вкладка события (рис. 15)

На этой вкладке можно задать граничные условия для выполнения событий. Можно установить 1 угол на каждую из осей. Для этого необходимо включить флаг **“Контролировать”** по нужной из осей, задать граничное условие и тип сравнения. Мониторинг выполнения условия может использовать **усреднение** показаний.

Значение Отклонение устанавливает допуск сработки события от граничного значения. Например, Граничное значение > 45 градусов и отклонение 2 градуса означает, что событие произойдет при угле > 44 (45 ± 1).

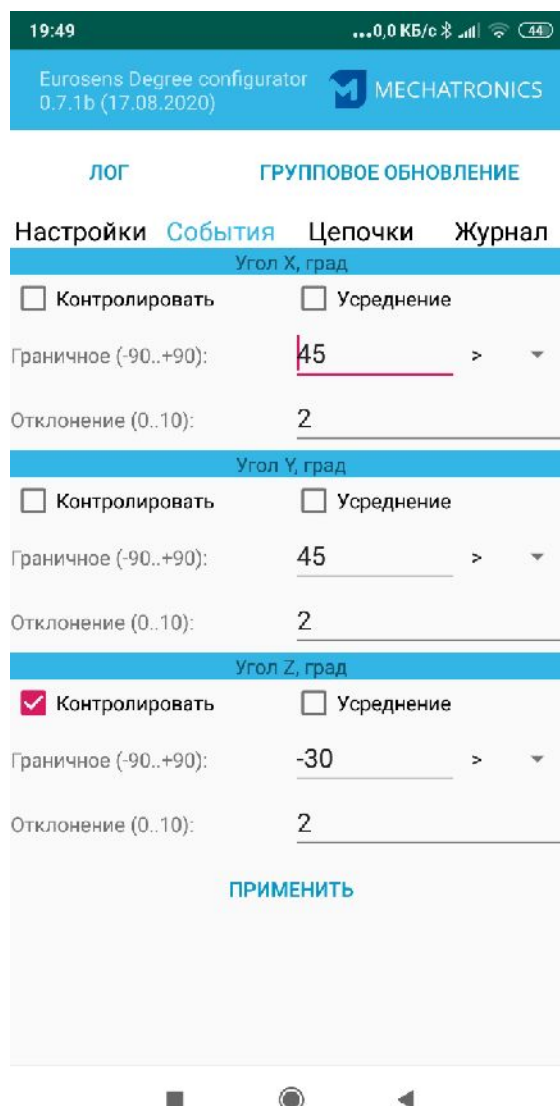


Рис. 15

Вкладка цепочки (Рис. 16).

Здесь можно задать одну цепочку событий, контролируемую датчиком.

Для создания событий цепочки нажмите кнопку **Добавить**.

Параметр **Ожидание** задается в секундах и означает максимальное время после фиксации события, в течение которого датчик ожидает следующее событие цепочки.

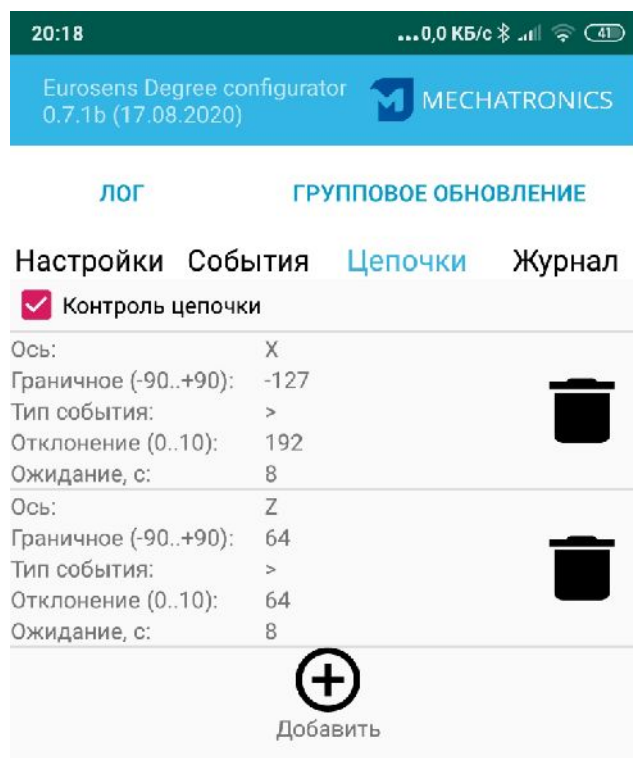


Рис.16

Пример на рис. 16:

Первое событие цепочки происходит, когда угол X превышает 5 градусов. После этого датчик ожидает следующее событие в течение 5 секунд. Если угол Y в течение этого времени примет значение меньше чем 45 градусов, то сработка цепочки будет зафиксировано. Счетчик цепочек нарастится на единицу, а в журнале появится запись о сработке цепочки.

Вкладка Журнал (рис. 17)

Регистратор произошедших событий и цепочек. Возможны 4 типа события – X, Y, Z и цепочка.

Тип события и его дата не передаются по протоколу BLE в терминал мониторинга, но их можно просматривать в этом разделе. Максимальное число записей – около 900. После заполнения памяти записи перезаписываются начиная с более старых.

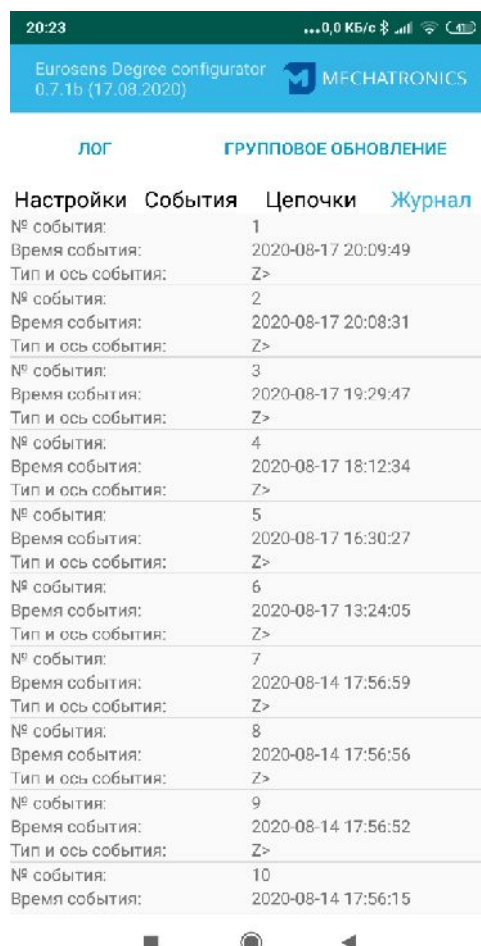


Рис. 17

В режиме Бетоносмесителя доступна еще одна вкладка журнала о работе бетоносмесителя (рис. 18).

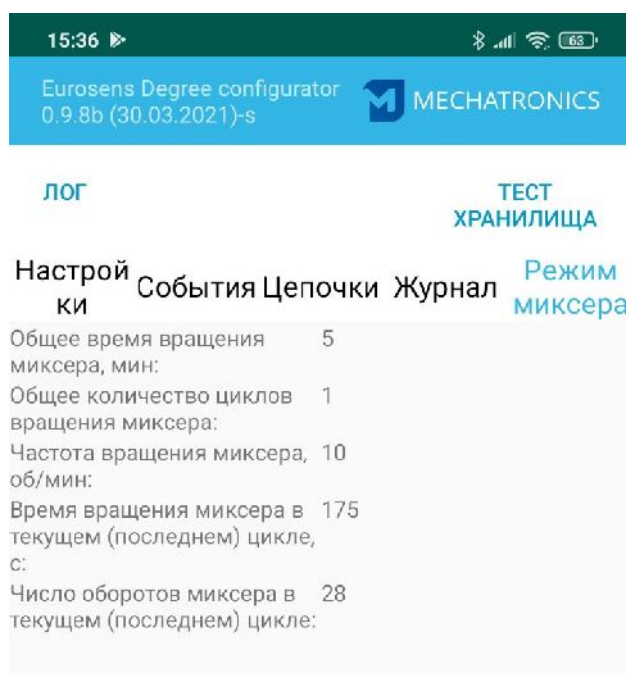


Рис. 18

4. Обновление прошивки

Скачать и установить приложение nRFConnect

<https://play.google.com/store/apps/details?id=no.nordicsemi.android.mcp&hl=ru>

Нажать кнопку **Перейти в режим DFU** на вкладке Настройки. Датчик отключится от программы.

Запустить nrfConnect и найти в списке устройство DfuTarg. Нажать кнопку “Connect” (Рис. 19).

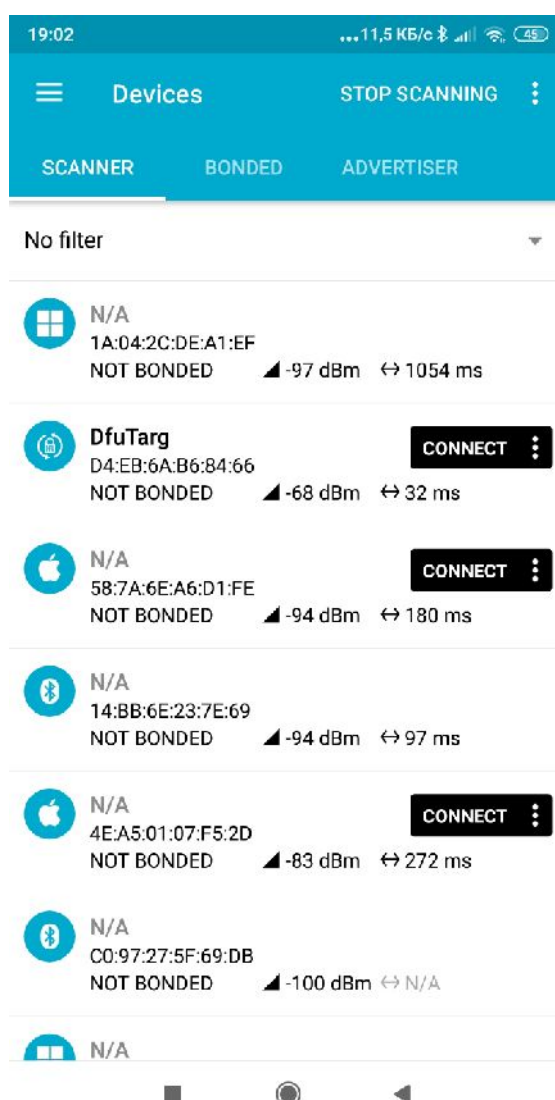


Рис. 19

Затем нажать небольшую иконку DFU справа сверху (Рис. 20).

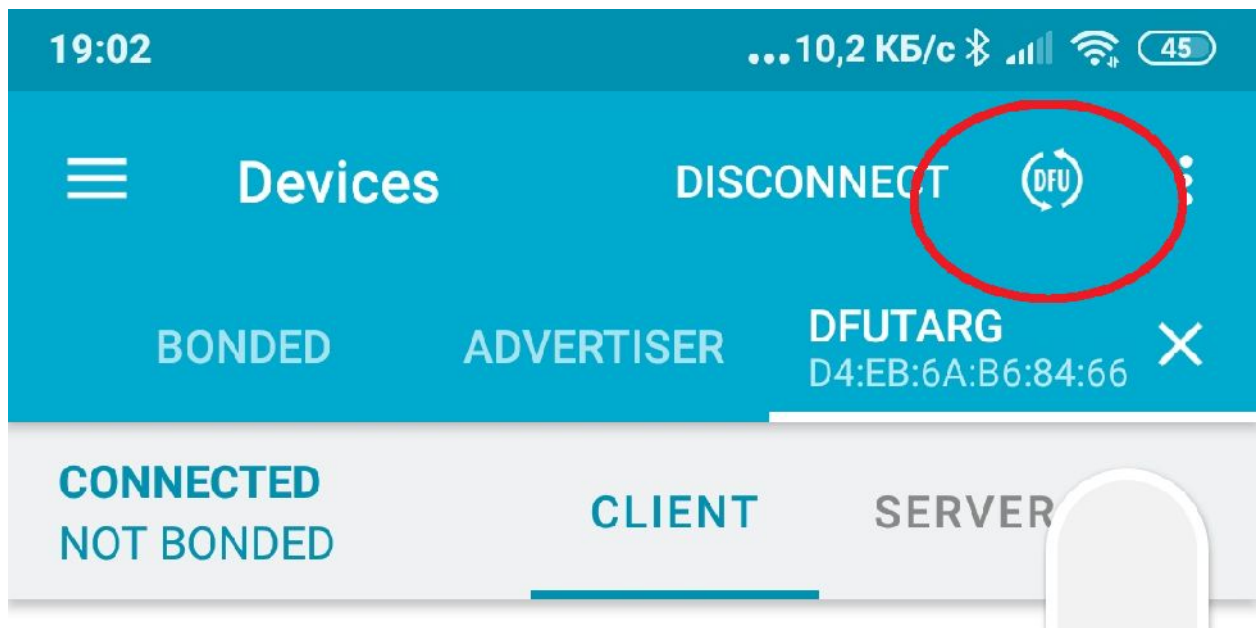


Рис. 20

Выбрать опцию Distribution packet и указать файл прошивки (рис. 19).

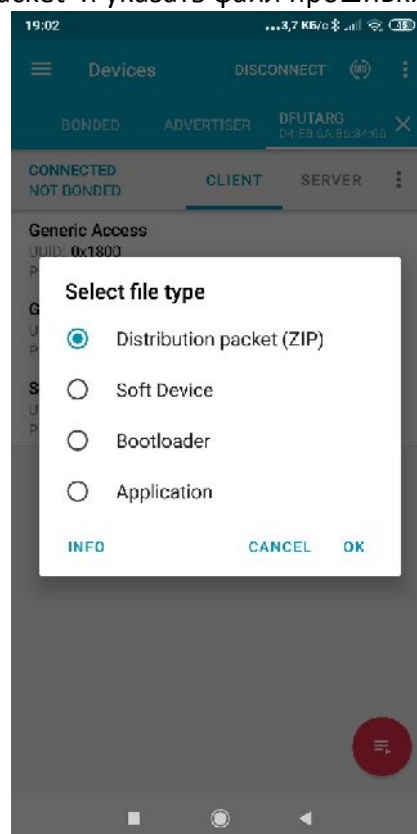


Рис.21

После этого начнется обновление (рис. 22).

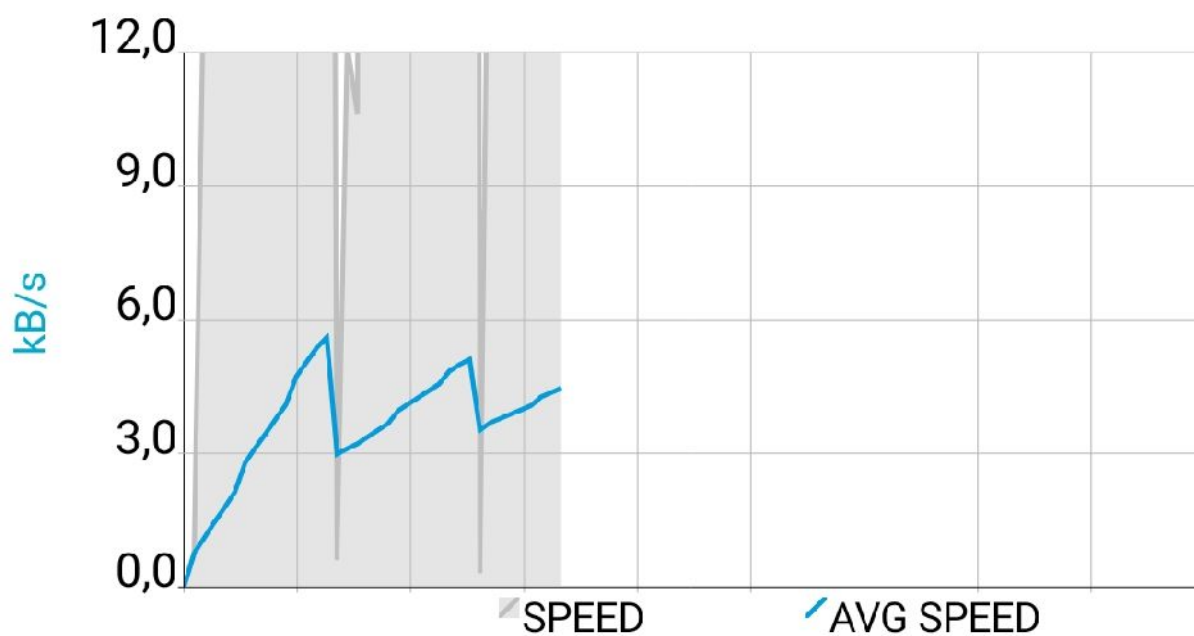
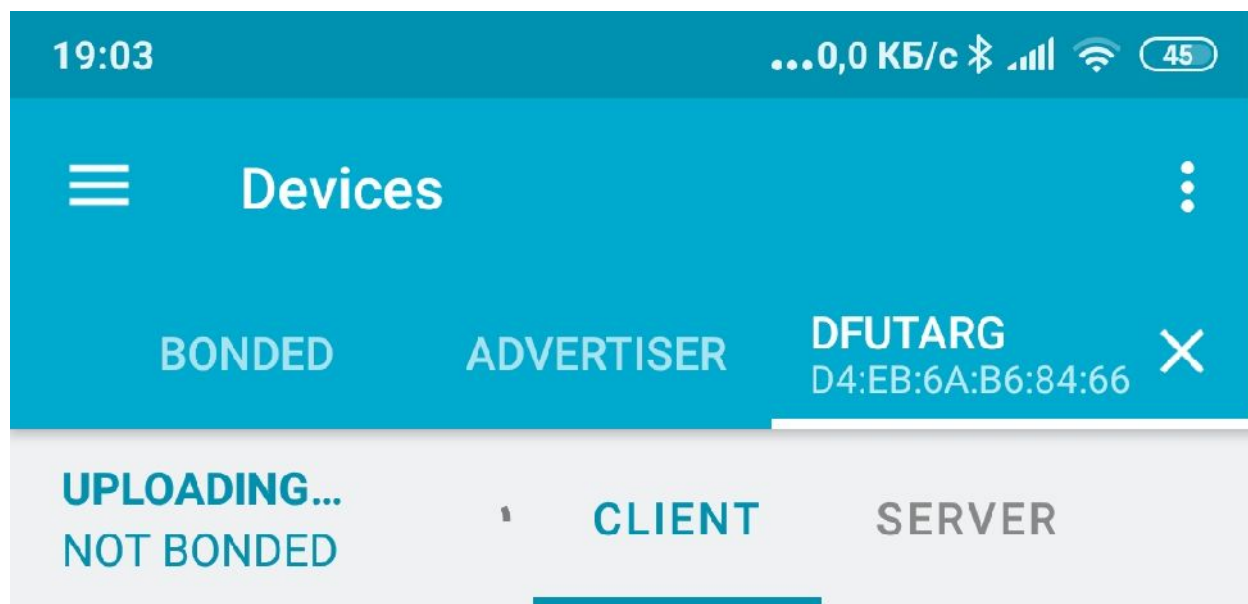


Рис.22

После завершения обновления датчик отключится от программы nrfConnect. В том случае если после обновления состояние датчика устанавливается в “Не готов” - необходимо произвести сброс настроек.

5. Защита настроек паролем.

Для защиты датчика от несанкционированного изменения настроек рекомендуем установить пароль. Для этого необходимо нажать кнопку “Сменить пароль” на главном экране. После этого задать шестизначный пароль, состоящий из цифр. После задания пароля датчик будет отключен от приложения. Пароль начнет запрашиваться при последующих подключениях к датчику.

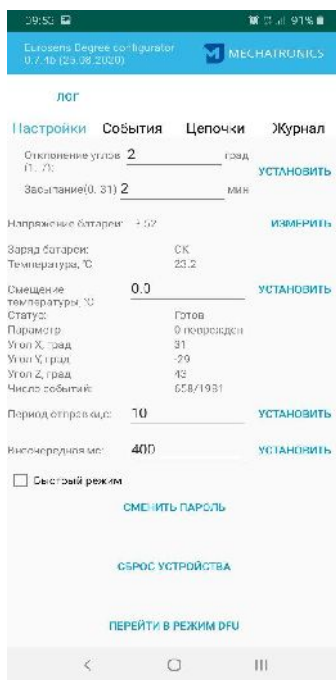


Рис. 23.1

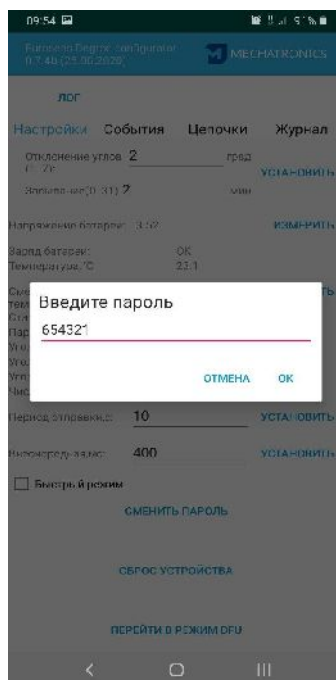


Рис. 23.2

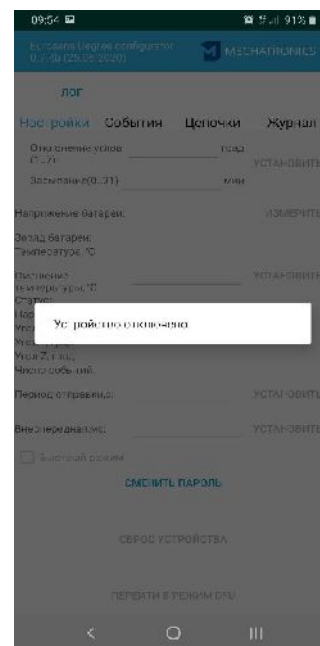


Рис. 23.3

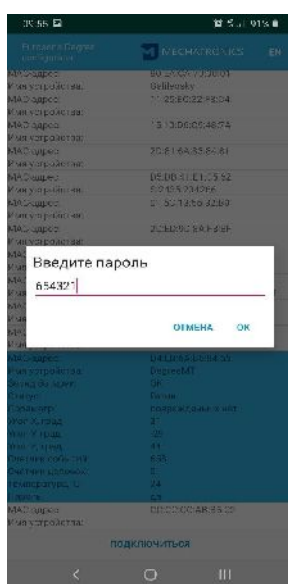


Рис. 23.4

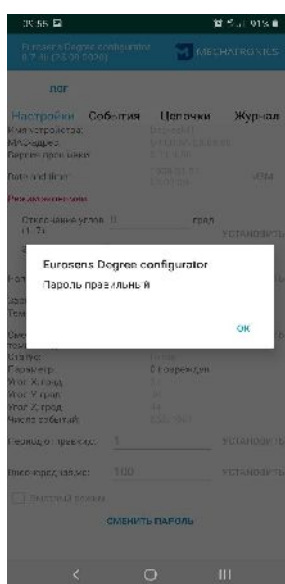


Рис. 23.5

Приложение 1. Протокол Eurosens Degree Bt BLE.

Модели Eurosens Bt, Euroens Bt M

Пример пакета данных

0x02010610FF59001700BE4900000000FFFFFFFF080944656772656511079ECADC240EE5A9E093F3A3B50100406E

Название параметра	Комментарий	Пример	Смещение, байт	Длина, байт
Угол X	-90°...+90°	0x17	7	1
Угол Y	-90°...+90°	0x00	8	1
Угол Z	-90°...+90°	0xBE	9	1
Статус датчика	Бит 1 – устройство готово (1), не готово (0) Бит 2 – все настройки установлены (1), не установлены (0) Бит 3 – пониженный заряд батареи (1), норма (0) Бит 4 – состояние пароля Бит 5-7 – заряд батареи (0-7)	0x49	10	1
Число событий		0x0000	11	2
Число цепочек		0x0000	13	2
Серийный номер		0xFFFFFFFF	15	4
Название датчика	DegreeM (с памятью)	0x4465677265654D	21	7
	or Degree (без памяти)	0x446567726565	21	6

Eurosens Bt T, Euroens Bt MT

0x02010610FF59001700BE49000000001FFFFFFFFF08094465677265655411079ECADC240EE5A9E093F3A3B50100406E

Название параметра	Комментарий	Пример	Смещение, байт	Длина, байт
Угол X	-90°...+90°	0x17	7	1
Угол Y	-90°...+90°	0x00	8	1
Угол Z	-90°...+90°	0xBE	9	1
Статус датчика	Бит 1 – устройство готово (1), не готово (0) Бит 2 – все настройки установлены (1), не установлены (0) Бит 3-5 – заряд батареи (0-7)	0x49	10	1
Число событий		0x0000	11	2
Число цепочек		0x0000	13	2
Температура		0x1F	15	1
Серийный номер		FFFFFFFF	16	4
Название датчика	DegreeT	0x44656772656554	22	7
	DegreeMT	0x4465677265654D54	22	8

Приложение 2. Протокол Eurosens Degree Bt BLE (режим бетоносмеситель).

Пример пакета данных

0x02010610FF590000FD565900060002142050000109094465677265654D4911079ECADC240EE5A9E093F3A3B50100406E

Название параметра	Комментарий	Пример	Смещение, байт	Длина, байт
Скорость вращения, об/мин	0...255	0x00	7	1
Угол Y	-90°...+90°	0xFD	8	1
Угол Z	-90°...+90°	0x56	9	1
Статус датчика	Бит 1 – устройство готово (1), не готово (0) Бит 2 – все настройки установлены (1), не установлены (0) Бит 3 – пониженный заряд батареи (1), норма (0) Бит 4 – состояние пароля Бит 5-7 – заряд батареи (0-7)	0x59	10	1
Время работы миксера, мин		0x0006	11	2
Число запусков барабана		0x0002	13	2
Температура		0x14	15	1
Серийный номер		20500001	16	4
Название датчика	DegreeMI	4465677265654D49	22	8

Приложение 3. Протокол Eurosens Degree Bt BLE (Режим “манипулятор”).

Пример пакета данных

0x02010610FF590004FEAC590001DF381FFFFFFFFF0909446567726565455811079ECADC240EE5A9E093F3A3B50100406E

Название параметра	Комментарий	Пример	Смещение, байт	Длина, байт
Угол X	-90°...+90°	0x04	7	1
Угол Y	-90°...+90°	0xFE	8	1
Угол Z	-90°...+90°	0xAC	9	1
Статус датчика	Бит 1 – устройство готово (1), не готово (0) Бит 2 – все настройки установлены (1), не установлены (0) Бит 3 – пониженный заряд батареи (1), норма (0) Бит 4 – состояние пароля Бит 5-7 – заряд батареи (0-7)	0x59	10	1
Статус работы	0 – работает 1- не работает	0x0001	11	2
Время работы манипулятора		0xDF38	13	2
Температура		0x1F	15	1
Серийный номер		FFFFFFFF	16	4
Название датчика	DegreeEX	4465677265654558	22	8

Приложение 4. Пример настройки терминала Teltonika FMB.

Терминалы мониторинга Телтоника для работы с датчиком угла наклона Eurosens Degree BT должны иметь возможность расширенной настройки Bluetooth (раздел Bluetooth 4.0 - Advanced)

Вводим следующие настройки для считывания параметров датчика:

1st Sensor									
Type	Data Offset	Data Size	Action	IO	Match	Endianness	Multiplier	Offset	
ff	0	0	Save	None		Little Endian	1	0	
ff	2	1	Save	Custom2		Little Endian	1	0	
ff	3	1	Save	Custom3		Little Endian	1	0	
ff	4	1	Save	Custom4		Little Endian	1	0	
ff	5	1	Save	Custom5		Little Endian	1	0	
ff	6	2	Save	Fuel Frequency		Little Endian	1	0	
ff	8	2	Save	Fuel		Little Endian	1	0	
ff	10	1	Save	Temperature		Little Endian	1	0	
	0	0	Match	None		Little Endian	1	0	
	0	0	Match	None		Little Endian	1	0	

После настройки мы увидим данные от датчика в конфигураторе терминала:

GNSS Info				GSM Info				I/O Info				Maintenance			
I/O Data															
0				627 mG				-727 mG				-1028 mG			
ICCID				Eco Score				User ID				BLE Temperature #1			
00				0				0x0000000000000000				24 °C			
BLE Temperature #2				BLE Temperature #3				BLE Temperature #4				BLE Battery #1			
3000 °C				3000 °C				3000 °C				0 %			
BLE Battery #2				BLE Battery #3				BLE Battery #4				BLE Humidity #1			
0 %				0 %				0 %				3000 %RH			
BLE Humidity #2				BLE Humidity #3				BLE Humidity #4				BLE Custom 1			
3000 %RH				3000 %RH				3000 %RH							
BLE 1 Custom 2				BLE 1 Custom 3				BLE 1 Custom 4				BLE 1 Custom 5			
2				1				169				13			
BLE 2 Custom 1				BLE 2 Custom 2				BLE 2 Custom 3				BLE 2 Custom 4			
				0				0				0			
BLE 2 Custom 5				BLE 3 Custom 1				BLE 3 Custom 2				BLE 3 Custom 3			
0								0				0			
BLE 3 Custom 4				BLE 3 Custom 5				BLE 4 Custom 1				BLE 4 Custom 2			
0				0								0			
BLE 4 Custom 3				BLE 4 Custom 4				BLE 4 Custom 5				BLE Fuel Level #1			
0				0				0				0 kvants			
BLE Fuel Level #2				BLE Fuel Level #3				BLE Fuel Level #4				BLE Luminosity #1			
0 kvants				0 kvants				0 kvants				0 lx			
BLE Luminosity #2				BLE Luminosity #3				BLE Luminosity #4				BLE Fuel Frequency #1			
0 lx				0 lx				0 lx				0			
BLE Fuel Frequency #2				BLE Fuel Frequency #3				BLE Fuel Frequency #4				BT Status			
0				0				0				1			

Значения полей (режим измерения углов).

Датчик 1: BLE Пользовательский 2 - Угол X, в градусах

Датчик 1: BLE Пользовательский 3 - Угол Y, в градусах

Датчик 1: BLE Пользовательский 4 - Угол Z, в градусах

Датчик 1: BLE Пользовательский 5 - Статус датчика (см. протокол передачи Eurosens Degree BT BLE)

Датчик 1: уровень топлива - число событий (штук)

Датчик 1: частота - число цепочек событий (штук)

BLE температура 1: температура

Согласно таблице Teltonika AVL ID этим параметрам соответствуют следующие ID протокола Teltonika: https://wiki.teltonika-gps.com/view/FMB_AVL_ID

Датчик 1: BLE Пользовательский 2 - Угол X **ID=463**

Датчик 1: BLE Пользовательский 3 - Угол Y **ID=464**

Датчик 1: BLE Пользовательский 4 - Угол Z **ID=465**

Датчик 1: BLE Пользовательский 5 - Статус датчика (см. протокол передачи Eurosens Degree BT BLE) **ID=466**

Датчик 1: уровень топлива - число событий **ID=270**

Датчик 1: частота - число цепочек событий **ID=306**

Датчик 1: температура - температура **ID=25**

Значения полей (режим бетоносмесителя).

В режиме бетоносмесителя вместо угла X передается **частота вращения барабана (об/мин)**, а вместо числа событий и числа цепочек событий – **время работы барабана (в минутах)** и **число запусков барабана**.

Датчик 1: BLE Пользовательский 2 - Частота вращения, об/мин **ID=463**

Датчик 1: BLE Пользовательский 3 - Угол Y **ID=464**

Датчик 1: BLE Пользовательский 4 - Угол Z **ID=465**

Датчик 1: BLE Пользовательский 5 - Статус датчика (см. протокол передачи Eurosens Degree BT BLE) **ID=466**

Датчик 1: уровень топлива – время работы барабана, мин **ID=270**

Датчик 1: частота – число запусков барабана **ID=306**

Датчик 1: температура - температура **ID=25**

Значения полей (режим “манипулятор”).

В режиме бетоносмесителя вместо числа событий и числа цепочек событий передается – **статус работы (работает – не работает)** и **общее время работы в минутах**.

Датчик 1: BLE Пользовательский 2 - Угол X **ID=463**

Датчик 1: BLE Пользовательский 3 - Угол Y **ID=464**

Датчик 1: BLE Пользовательский 4 - Угол Z **ID=465**

Датчик 1: BLE Пользовательский 5 - Статус датчика (см. протокол передачи Eurosens Degree BT BLE) **ID=466**

Датчик 1: уровень топлива – режим работы (1 – работает, 0 – не работает) **ID=270**

Датчик 1: частота – общее время работы **ID=306**

Датчик 1: температура - температура **ID=25**