



ООО «Арго-про»

**КОМПЛЕКС ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ
МУР 1001**

**УСТРОЙСТВО ДИАГНОСТИКИ ТЕПЛОТРАСС ППУ
МУР 1001.5 TDT**

Руководство по эксплуатации

АПУ.420600.001-040.2РЭ

Содержание

1 Описание и работа изделия	3
1.1 Назначение изделия.....	3
1.2 Технические характеристики	3
1.3 Устройство и работа.....	4
1.4 Конструкция.....	5
1.5 Маркирование и пломбирование	7
2 Использование изделия.....	8
2.1 Указание мер безопасности	8
2.2 Подготовка к использованию и использование	8
2.3 Депассивация батареи	14
3 Техническое обслуживание	15
4 Текущий ремонт.....	16
5 Хранение и транспортирование	16
Приложение А (обязательное). Расположение клемм.	17
Приложение Б (обязательное). Работа с интерфейсом USB.	18

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с принципом работы, конструкцией и порядком эксплуатации устройства диагностики теплотрасс ППУ МУР 1001.5 TDT, далее устройство диагностики.

Руководство содержит описание устройства диагностики и другие сведения, необходимые для полного использования технических возможностей и правильной его эксплуатации.

Обслуживающий персонал должен иметь общетехническую подготовку, изучить настоящее руководство и пройти инструктаж на рабочем месте по правилам эксплуатации устройства диагностики и мерам безопасности при работе с ним.

1 Описание и работа изделия

1.1 Назначение изделия

Устройство диагностики предназначено для измерения электрического сопротивления тепловой пенополиуретановой изоляции стальных трубопроводов. Данные об электрическом сопротивлении тепловой изоляции передаются на сервер информационной сети LoRaWAN, далее сервер, информационная сеть.

1.2 Технические характеристики

Наименование	Значение
Количество контролируемых участков трубопроводов	2
Максимальная длина контролируемого участка трубопровода, м	2000
Диапазон измерения сопротивления изоляции трубопровода, кОм	от 1 до 1000
Диапазон измерения сопротивления сигнального проводника трубопровода, Ом	от 0 до 300
Пределы приведенной погрешности измерения сопротивления изоляции трубопровода и сигнального проводника, %	±5
Пределы абсолютной погрешности хода часов, с/сут	±1
Периодичность проведения измерений и передачи данных на сервер, с	от 60
Антенна - исп. «в тубе» - исп. «G-212»	внутренняя или внешняя внешняя
Максимальная выходная мощность передатчика, мВт	25
Дальность радиосвязи с базовой станцией в условиях прямой видимости, м	до 15000
Наличие охранных входов: - исп. «в тубе» - исп. «G-212»	- 2
Электропитание: - исп. «в тубе» - исп. «G-212»	встр. батарея встр. батарея, внешнее
Расчетное время работы от встроенной батареи, лет	6*
Напряжение внешнего электропитания, В	10...12
Подключение внешних цепей	клеммные соединители

Рабочий диапазон температур окружающего воздуха, °С	от -40 до +85
Габаритные размеры, не более, мм: - исп. «в тубе» (диаметр x высота) - исп. «G-212» (ширина x высота x глубина)	41 x 170 150 x 90 x 55
Масса, не более, г: - исп. «в тубе» - исп. «G-212»	150 300
Средняя наработка на отказ, ч	50000
Характеристики радиоканала LoRa**	
Частотные планы	RU868, EU868, IN865, AS923, AU915, KR920, US915, KZ865
Виды активации	ОТАА, АВР
Класс	А, С
LoRaWAN спецификация	1.0.3
Характеристики антенны	
Диапазон частот, МГц	от 864,0 до 870,0
Коэффициент усиления, дБи	2.7 ±0.2
Коэффициент стоячей волны	1.5 ±0.1
Сопротивление, Ом	50
* при периодичности передачи данных не более 1 раза в час	
** устанавливается при выпуске из производства	

1.3 Устройство и работа

Устройство диагностики может работать в двух режимах. В режим «Загрузка» устройство входит при переходе из обесточенного состояния при подаче питания: для исп. «в тубе» на 10 секунд, для исп. «G212» на 30 секунд. В этом режиме с устройством можно связаться программой «Конфигуратор устройств» и установить настроечные параметры устройства. Если связь осуществилась, устройство диагностики остается в режиме «Загрузка» еще на 1 минуту. Затем устройство переходит в режим «Работа».

В режиме «Работа» устройство диагностики измеряет электрическое сопротивление тепловой изоляции между трубой трубопровода и проволочной петлей, составленной из медных проводников, проложенных в тепловой изоляции трубопровода согласно требованиям ГОСТ 30732.

Схема, поясняющая принцип измерения электрического сопротивления тепловой изоляции, приведена на рисунке 1.

Контроллер устройства диагностики выдает тестовое эталонное напряжение $U_{эт}$. Эталонное напряжение $U_{эт}$ делится делителем напряжения, состоящим из эталонного резистора - $R_{эт}$ и сопротивления тепловой изоляции – $R_{ти}$. Выходное напряжение делителя напряжения - $U_{дел}$ измеряется контроллером устройства диагностики.

При повышении влажности тепловой изоляции, например при прорыве трубопровода, ее сопротивление уменьшается, при этом выходное напряжение делителя напряжения ($U_{дел}$) также

уменьшается. Контроллер устройства диагностики вычисляет сопротивление тепловой изоляции по формуле: $R_{ти} = R_{эт} \cdot U_{дел} / (U_{эт} - U_{дел})$.

Контролируется замыкание сигнального проводника на трубу. Обратный проводник проволочной петли позволяет контролировать обрыв сигнального провода.

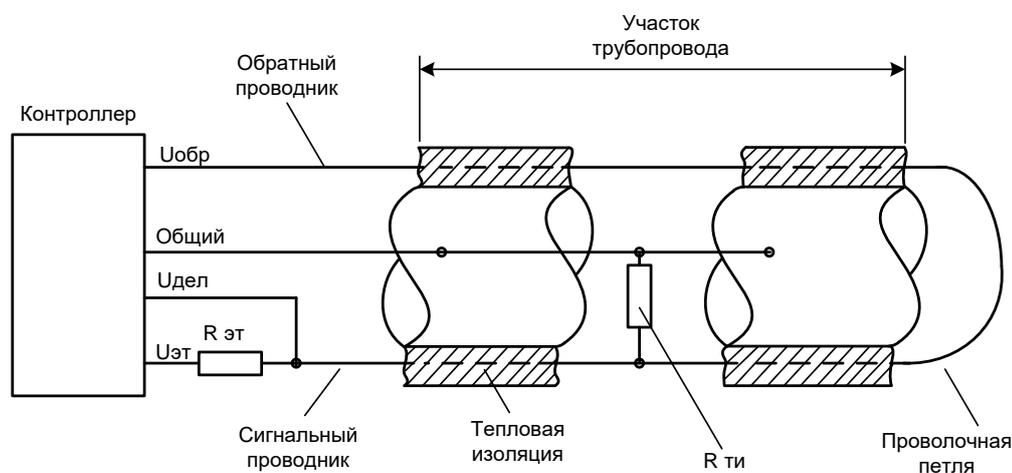


Рисунок 1 - схема, поясняющая принцип измерения устройством диагностики электрического сопротивления тепловой изоляции на участке трубопровода

Устройство диагностики, через назначаемые интервалы времени измерения, проводит измерение электрического сопротивления тепловой изоляции. Данные о сопротивлении тепловой изоляции сохраняются в памяти устройства диагностики. Передача на сервер данных, о сопротивлении тепловой изоляции (пакеты данных), производится через назначаемые интервалы времени передачи. Очередность передачи данных - от самого раннего измерения к самому позднему. При необходимости, устройство диагностики прерывает передачу на сервер, выполняет очередное измерение, после чего продолжает передачу.

Внеочередная передача происходит при включении электропитания устройства диагностики, при замыкании контактов принудительной передачи или срабатывании геркона, установленного на электронном блоке устройства диагностики.

Устройство диагностики производит контроль заряда встроенной батареи, поставляется с отключенной батареей.

1.4 Конструкция

1.4.1 Габаритные и установочные размеры устройства диагностики исполнения «в трубе» приведены на рисунке 2(а).

Корпус устройства диагностики состоит из цилиндрического основания -1 и заглушек -2 и -3. Основание выполнено из полипропилена, заглушки - из резины. На основании наклеена маркировочная этикетка -4.

Внутри корпуса размещен электронный блок –5, на котором установлены клеммные соединители – 6, через которые производятся подключения к устройству диагностики.

Ввод кабеля к клеммным соединителям производится через заглушку -3.

Встроенная антенна – 7 расположена в верхней части устройства диагностики.

Внешняя антенна, подключается через коаксиальное гнездо –8.

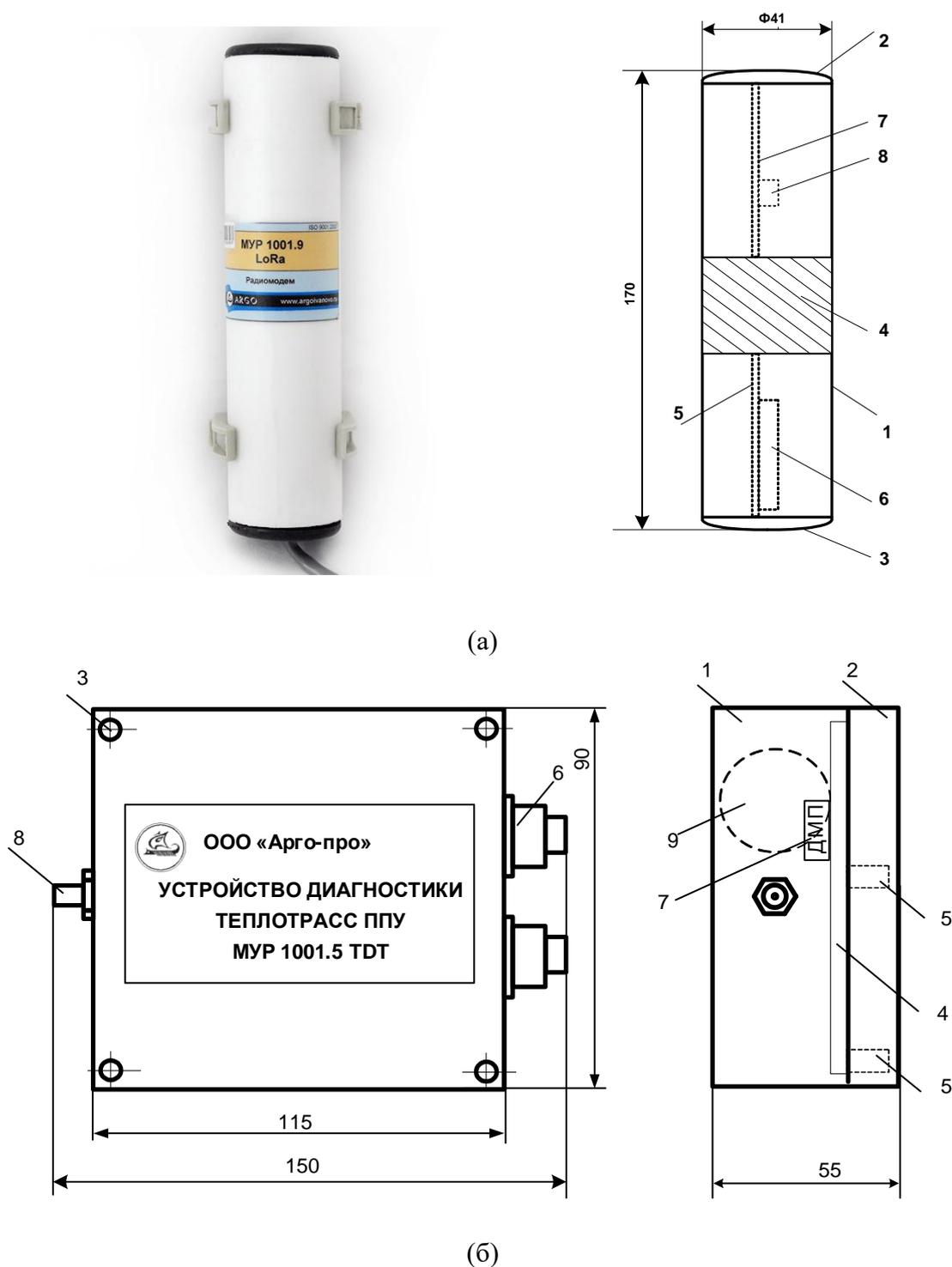


Рисунок 2 - внешний вид и конструкция устройств диагностики

а – исполнение «в трубе»

б – исполнение «G-212»

1.4.2 Габаритные и установочные размеры устройства диагностики исполнения «G-212» приведены на рисунке 2(б).

Корпус устройства диагностики состоит из основания -1 и крышки -2, которые соединены винтами -3.

Внутри корпуса размещен электронный блок –4 на котором установлены клеммные соединители -5, через которые производятся подключения к устройству диагностики.

Ввод кабелей производится через два кабельных ввода -6.

Место расположения датчика магнитного поля указано маркировочной этикеткой –7.

Коаксиальное гнездо для подключения внешней антенны - 8 расположено на боковой стенке основания.

Батарея –9 закреплена на электронном блоке капроновым хомутом.

Крепление устройства диагностики производится на плоскую поверхность или на монтажную планку 35 мм (DIN-рейку). Отверстия крепления устройства диагностики на плоскую поверхность расположены под крышкой –2. Для крепления устройства диагностики на DIN-рейку, на основание -1 должно быть установлено специальное переходное устройство (ПУ). Возможно использование ПУ различных конструкций. На рисунке 2 ПУ не показано.

1.5 Маркирование и пломбирование

При выпуске, пломбирование устройства диагностики не производится.

Наименование устройства диагностики, товарный знак предприятия-изготовителя, вариант исполнения, серийный номер и дата изготовления указаны на маркировочных этикетках.

Параметры активации АВР устройства диагностики в информационной сети указаны на этикетках, на электронном корпусе устройства диагностики.

Полное наименование устройства диагностики: «Устройство диагностики теплотрасс ППУ МУР 1001.5 TDT Н1–Н2- Н3», где Н1...Н3– идентификаторы исполнения, см. таблицу 1.

Пример обозначения устройства диагностики: «Устройство диагностики теплотрасс ППУ МУР 1001.5 TDT LW-T-IA, АПУ.411622.001ТУ».

Таблица 1 - идентификаторы исполнения

Идентификаторы исполнения	Назначение	Варианты идентификаторов	Описание идентификаторов
Н1	Протокол связи	LW LI L	LoRaWan LoRaIWan LoRa
Н2	Конструктивное исполнение	T G	В тубе G-212
Н3	Исполнение антенны	IA EA EA2	Внутренняя Внешняя - провод Внешняя – через разъем

2 Использование изделия

2.1 Указание мер безопасности

В устройстве диагностики не имеется напряжений, опасных для жизни.

2.2 Подготовка к использованию и использование

2.2.1 Извлеките устройство диагностики из упаковки.

2.2.2 Произведите внешний осмотр устройства диагностики. Устройство диагностики не должно иметь механических повреждений, надписи на маркировочных этикетках должны быть четкими.

2.2.3 При необходимости (для исполнения «G212») провести коррекцию параметров по интерфейсу USB согласно приложению В.

Внимание! По завершении работы с USB выполнить:

- отключить интерфейс USB;
- отключить батарею (снять джампер BAT);
- нажать кнопку S1,
- выждать 10-20 секунд.

При несоблюдении этого порядка батарея будет разряжена.

2.2.4 Регистрация устройства диагностики на сервере

Устройство диагностики должно быть зарегистрировано в сети для АВР и ОТАА. Процесс регистрации и активации устройства диагностики на сервере описана в разделах «Добавление устройства» и «Активация устройства» руководства оператора сервера.

2.2.5 Опробование устройства диагностики

Устройство диагностики должно находиться в зоне уверенного приема с уровнем сигнала не менее -110 dB. Контроль данных, передаваемых устройством диагностики производится с помощью интерфейса «Монитор» сервера приложений. Данный интерфейс описан в соответствующем разделе руководства оператора сервера приложений.

Установите джампер на штыревой соединитель «BAT» на электронном блоке устройства диагностики. Устройство диагностики через установленное время (для исп. «G212» через 30 сек.) перейдет в рабочий режим и передаст данные на сервер. Далее данные будут передаваться на сервер при наступлении событий:

- по завершению настроенного интервала времени;
- при нажатии кнопки на устройстве;
- при поднесении магнита к геркону;
- при замыкании (размыкании) одного из охранных входов.

Контакты
принудительной
передачи

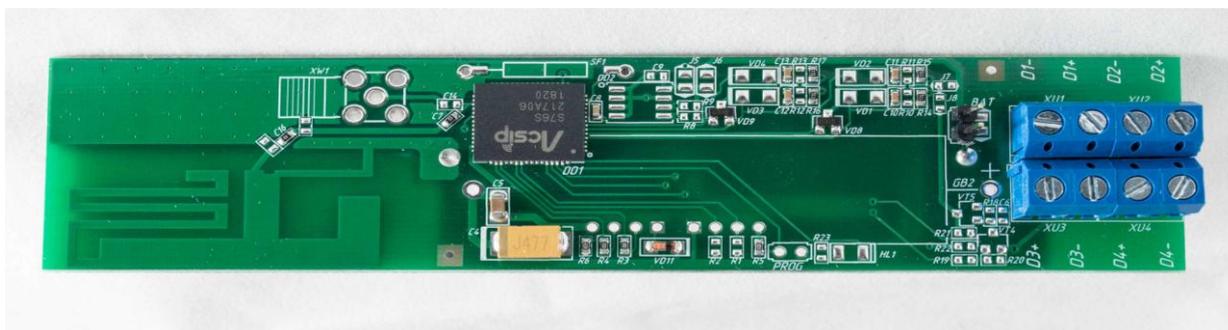


Рисунок 3 - контакты принудительной передачи, исполнение «в трубе»

Подключите к устройству диагностики эталонные резисторы, имитирующие сопротивление тепловой изоляции, согласно схеме, приведенной на рисунке 4. Резисторы R1 и R2 имитируют сопротивление тепловой изоляции 1-го и 2-го участков трубопровода соответственно.

Замкните контакты принудительной передачи (кнопку S1 для исп.G212) или поднесите магнит к геркону.

Считайте информационный пакет данных, полученный от устройства диагностики и в нем величины измеренного сопротивления.

Абсолютная погрешность измерения сопротивлений не должна превышать пределов заявленной абсолютной погрешности. В случае использования эталонных резисторов номиналом 200 кОм, величины измеренного сопротивления должны находиться в пределах от 00BE до 00D2 (Hex).

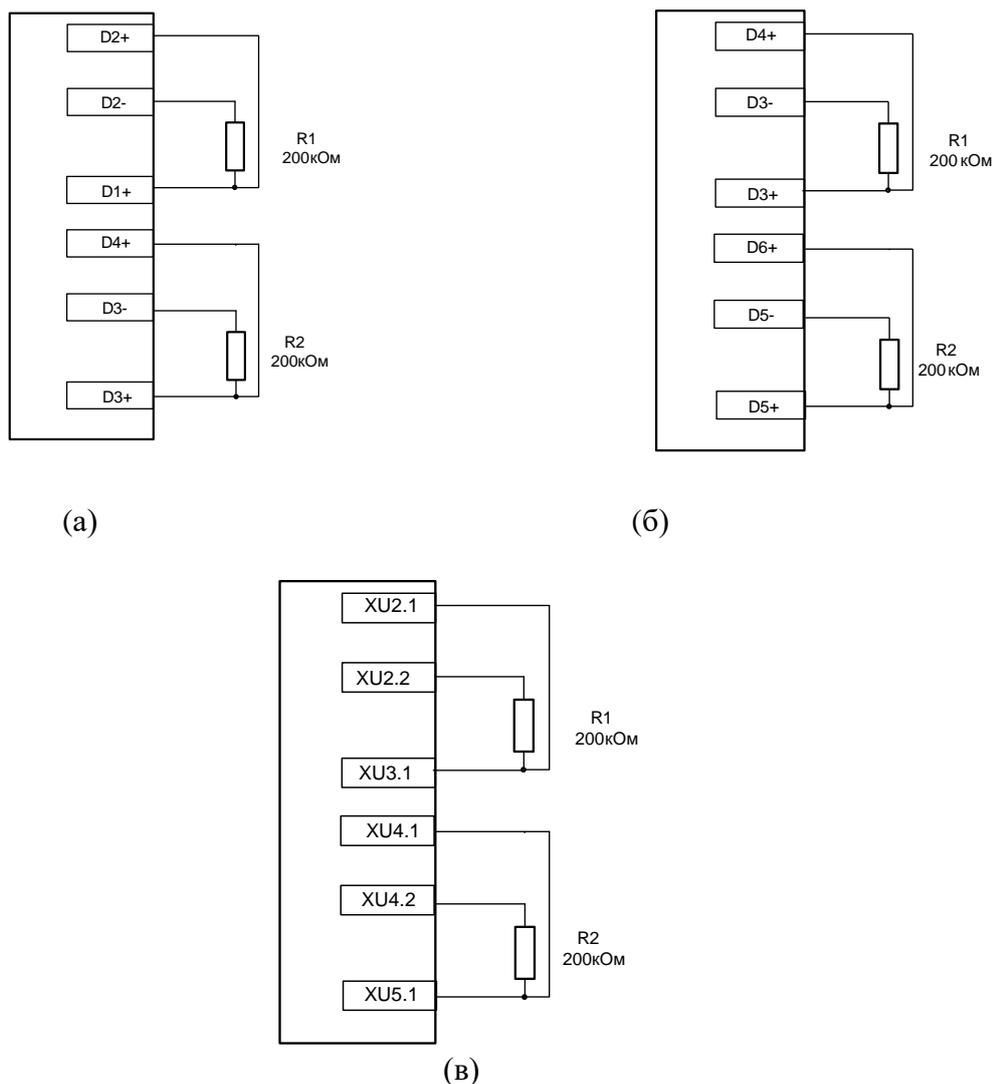


Рисунок 4 – схемы подключения эталонных имитирующих резисторов
 а – вариант конструктивного исполнения - «в тубе»
 б – вариант конструктивного исполнения - «в тубе», электронного блока - с модулем MOD-S76
 в) – вариант конструктивного исполнения – «G-212»

2.2.6 Подключение устройства диагностики

2.2.6.1 Исполнение «в тубе»

Для подключения устройства диагностики к проводникам трубопровода, снимите заглушку 3, см. рисунок 2. Прodelайте в заглушке отверстие, пропустите проводники через проделанное отверстие, снимите изоляцию с проводников на длине 5...10 мм.

Извлеките электронный блок устройства диагностики, зафиксируйте проводники в клеммных соединителях согласно схеме, приведенной на рисунке 5, установите электронный блок в корпус установите заглушку.

Для подключения внешней антенны к устройству диагностики, снимите заглушку 2, см. рисунок 2. Прodelайте в заглушке отверстие, пропустите кабель антенны через проделанное

отверстие, извлеките электронный блок устройства диагностики, соедините штекер и гнездо антенного разъема, установите электронный блок в корпус, установите заглушку.

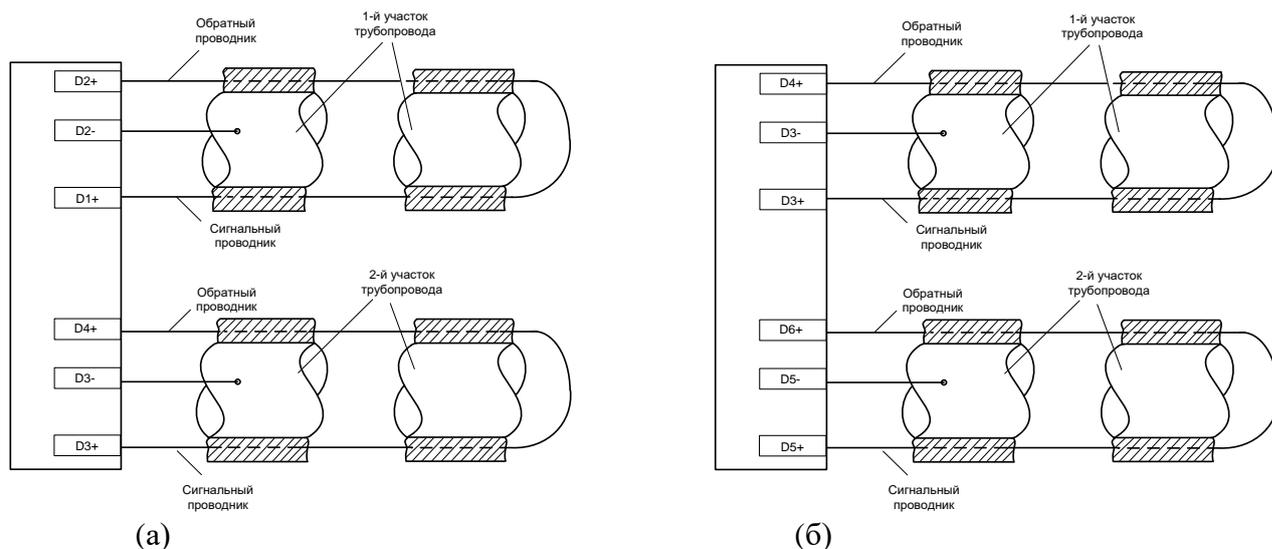


Рисунок 5 – схемы подключения к устройству диагностики

а – вариант конструктивного исполнения - « в трубе»

б) – вариант конструктивного исполнения - « в трубе», электронного блока - с модулем MOD-S76

2.2.6.2 Исполнение «G-212»

Для подключения устройства диагностики к проводникам трубопровода или к датчикам охранной сигнализации, снимите крышку корпуса, пропустите проводники, через кабельные вводы, зафиксируйте проводники в клеммных соединителях, согласно схеме, приведенной на рисунке 6.

Внимание! В кабельных вводах обязательно должна быть кольцеобразная резиновая прокладка (из комплекта гермоввода).

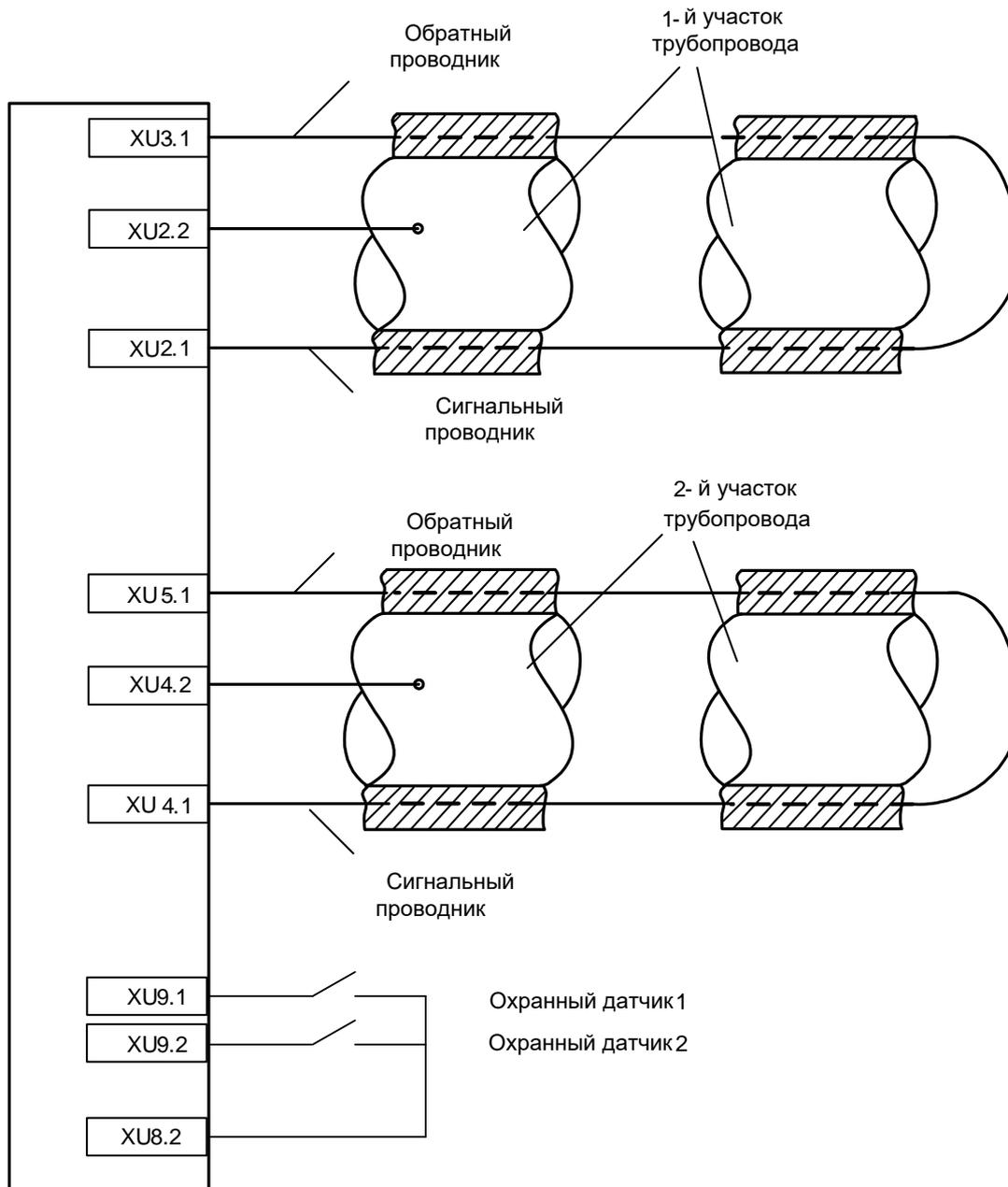


Рисунок 6 – схема подключения к устройству диагностики, вариант конструктивного исполнения – «G-212»

2.2.7 Установка устройства диагностики на месте использования

2.2.7.1 Исполнение «в трубе»

Крепление устройства диагностики производится хомутами или скобами для крепления полипропиленовых труб. При использовании металлических хомутов, крепление устройства диагностики с внутренней антенной должно производиться за нижнюю часть корпуса. Пример способа установки устройства диагностики приведен на рисунке 7.

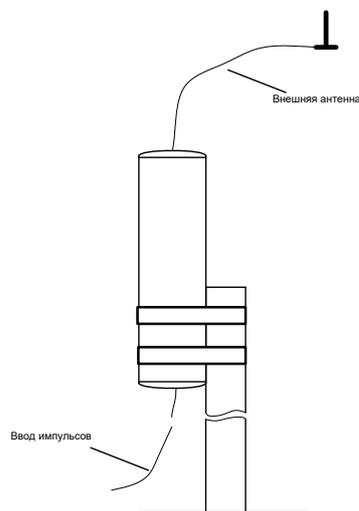


Рисунок 7 – пример способа установки устройства диагностики

2.2.7.2 Исполнение «G-212»

При установке устройства диагностики на плоскую поверхность, для доступа к крепежным отверстиям, снимите крышку корпуса.

Крепление устройства диагностики с установленным DIN - реечным фиксатором, производится на DIN рейку 35 мм.

2.2.7.3 Дополнительная герметизация

Для получения повышенной степени защиты устройства диагностики исполнения «G-212», антенный разъем, место сочленения основания и крышки корпуса, отверстия крепления кабельных вводов и отверстия ввода кабелей в кабельные вводы должны быть дополнительно герметизированы.

После ввода кабелей, отверстия кабельных вводов должны быть герметизированы герметиком Sila PRO Max Sealant High Temp3.

Место сочленения основания и крышки корпуса должно быть обработано универсальной силиконовой смазкой.

Должны быть обеспечены меры по герметизации антенного разъема.

2.3 Депассивация батареи

Депассивация батареи должна производиться после ее длительного пребывания в нерабочем состоянии.

Для проведения депассивации замкните выводы батареи через нагрузочный резистор, величина которого и время депассивации указаны в таблице 2.

Таблица 2 – депассивация батареи

Батарея	Нагрузочный резистор, Ом	Время депассивации от времени пребывания батареи в нерабочем состоянии		
		3 мес.	6 мес.	12 мес.
ER14505M	165	10 мин	20 мин	30 мин
ER26500M	56	10 мин	20 мин	30 мин

При достижении напряжения батареи 3.2 В и более, депассивацию допускается прекратить.

Для тестирования батареи, через 1...2 часа после депассивации:

- проверьте напряжение батареи, должно быть не менее 3.6В;
- замкните выводы батареи через нагрузочный резистор, указанный в таблице 2 и проверьте напряжение батареи, должно быть не менее 3.2В.

3 Техническое обслуживание

К техническому обслуживанию может быть допущен персонал, имеющий специальное техническое образование и изучивший настоящее руководство.

Техническое обслуживание проводится:

- после монтажа устройства диагностики;
- после длительного пребывания в нерабочем состоянии;
- после каждого случая выхода условий эксплуатации за установленные пределы

(температура, влажность и т.п.);

- периодически.

Перечень работ по техническому обслуживанию устройства диагностики и периодичность их выполнения приведены в таблице 3.

Таблица 3 – виды работ по техническому обслуживанию и периодичность их выполнения

№	Виды работ	Периодичность, мес.
1	Очистка корпуса, кабельных вводов, разъемов устройства диагностики и внешней антенны (при ее наличии) от пыли и влаги.	6
2	Визуальный осмотр, проверка на отсутствие механических повреждений, состояния маркировки.	6
3	Очистка клеммных, соединителей, проверка надежности крепления проводов в клеммных, соединителях.	6
4	Замер напряжения батареи.	12
5	Проверка точности измерения сопротивления.	12
6	Депассивация батареи.	6*
7	Проверка доп. герметизации.	6
8	Замена батареи.	72

* -для устройств диагностики, пребывающих в нерабочем состоянии (с отключенной батареей)

Также, при техническом обслуживании, может быть проведено обновление прошивки микроконтроллера устройства диагностики.

Перечень приборов, оборудования и материалов, используемых при техническом обслуживании устройства диагностики, приведен в таблице 4.

Таблица 4 – перечень приборов, оборудования и материалов, используемых при техническом обслуживании

Наименование	№№ п.п. регламентных работ
Тканевая ветошь, кисть	1
Отвертка крестовая	3, 8
Отвертка плоская, мелкая	3
Спирт этиловый	3
Тестер	4
Набор эталонных резисторов	5
Нагрузочный резистор	6
Герметизирующая мастика	7

Нормы материалов, и запасных частей используемых при техническом обслуживании устройств диагностики, приведены в таблице 5.

Таблица 5 – нормы материалов и зап. частей при техническом обслуживании

Наименование	Норма расхода / на количество устройств диагностики, шт.
Тканевая ветошь	1м.кв. / 100
Кисть	1 шт./ 500
Спирт этиловый	0,1 л / 100
Герметизирующая мастика	1 уп. / 500
Антенна (ЗИП)	1 шт. / 100
Батарея (ЗИП)	1 шт. / 100

4 Текущий ремонт

К текущему ремонту устройства диагностики может быть допущен персонал, имеющий специальное техническое образование и изучивший настоящее руководство.

5 Хранение и транспортирование

Условия хранения устройства диагностики - в упаковке предприятия - изготовителя - по условиям хранения 3 по ГОСТ 15150. Диапазон температур от -50 °С до +75°С при относительной влажности до 98%. При хранении коробки с упакованными устройствами диагностики должны быть защищены от атмосферных осадков и механических повреждений.

Устройства диагностики транспортируют всеми видами крытых транспортных средств, кроме не отапливаемых отсеков самолетов в соответствии с требованиями ГОСТ 15150 и правилами перевозки грузов, действующими на каждом виде транспорта.

При транспортировании коробки с упакованными устройствами диагностики должны быть защищены от атмосферных осадков и механических повреждений.

Приложение А (обязательное). Расположение клемм.

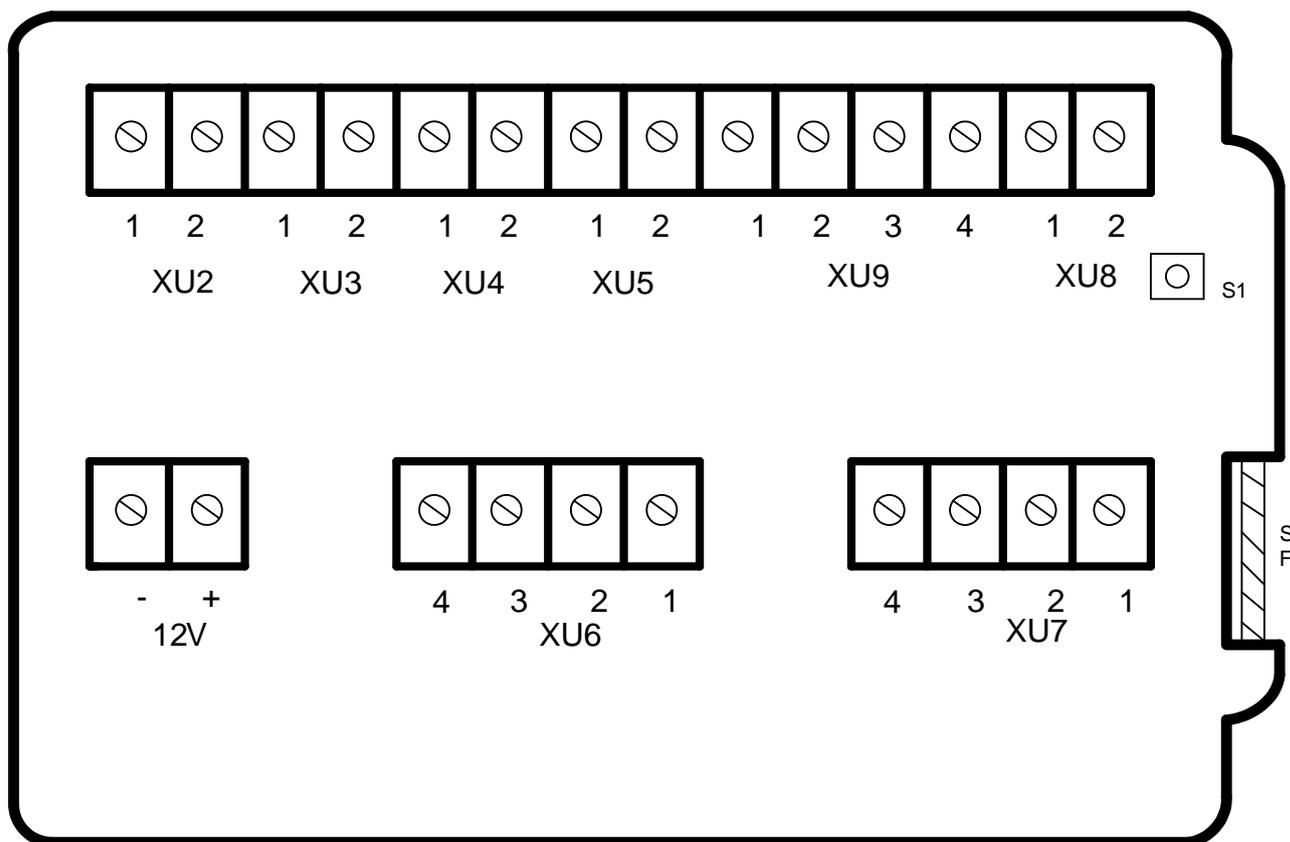


Рисунок А.1. Расположение клемм на лицевой стороне платы, расположение кнопки S1 и геркона SF.

Приложение Б (обязательное). Работа с интерфейсом USB.

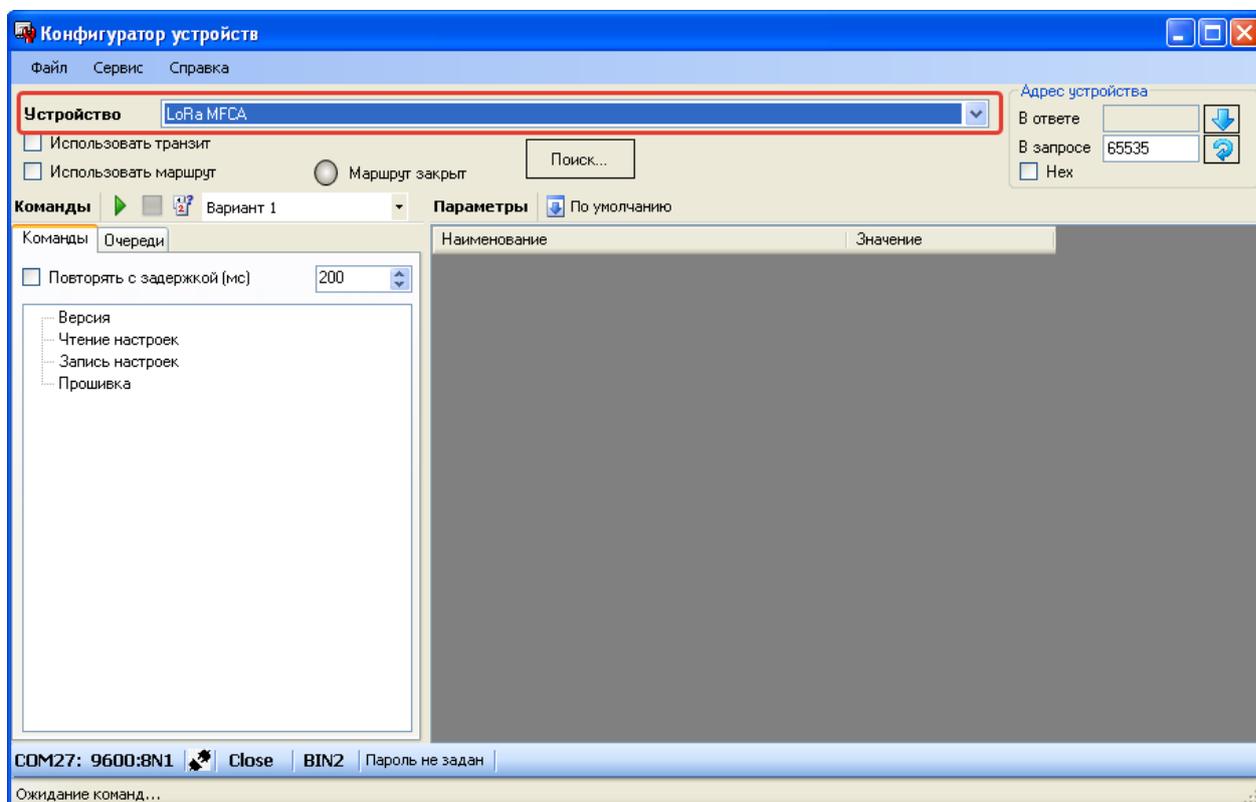
Для Windows XP, 7,8 установите драйвер USB. Он находится на сайте <https://www.st.com/en/development-tools/stsw-stm32102.html> или может быть выслан по запросу службой поддержки. Для Windows 10 и выше драйвер установится автоматически.

Отключите питание устройства диагностики. Для этого снимите джампер «BAT», нажмите кнопку S1.

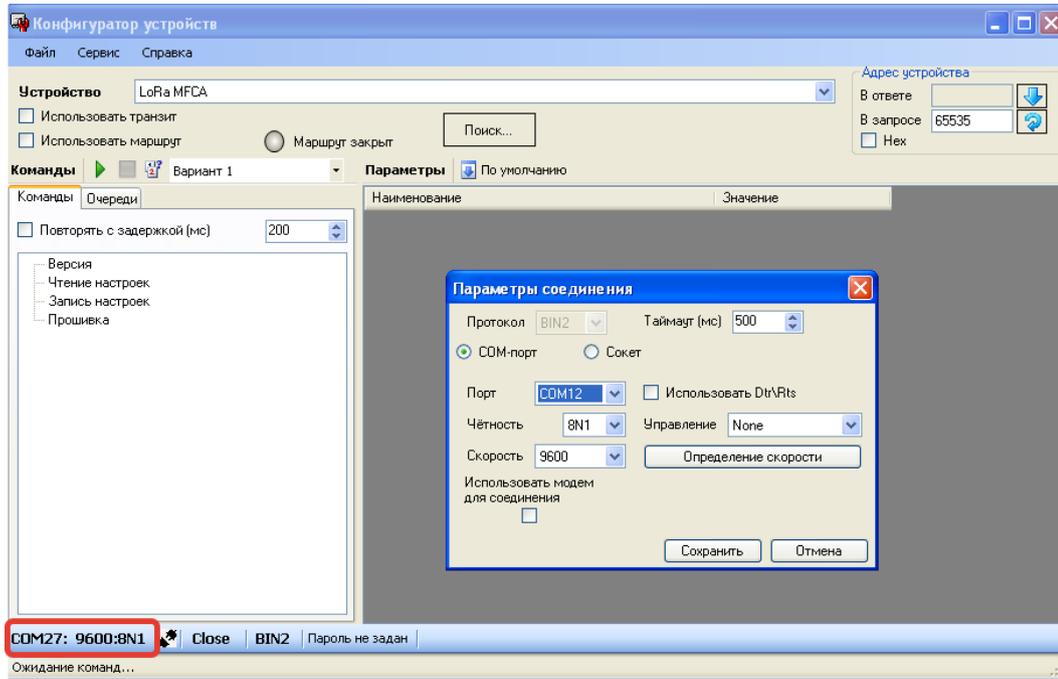
Подключите кабель micro-USB к разъему на плате устройства диагностики. На компьютере в разделе «Диспетчер устройств/Порты (COM и LPT)» наблюдайте появление нового порта.

Внимание! Далее в течении 30 секунд надо успеть связаться с устройством диагностики. После сеанса связи устройство будет доступно в течении 1 минуты.

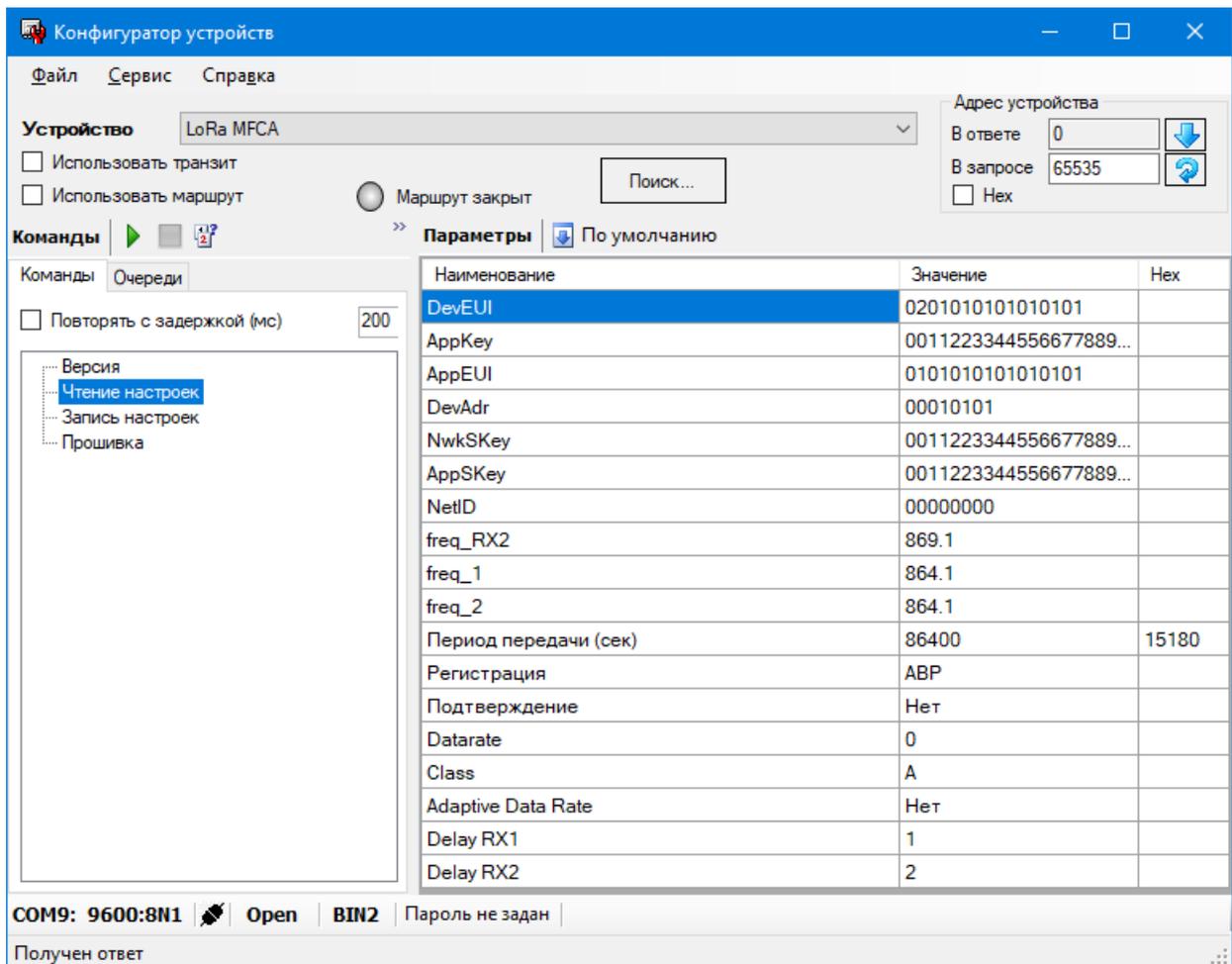
Запустите программу «Конфигуратор устройств» (файл «DevicesConfig.exe»). В нём выберите устройство «LoRa MFCA».



Откройте меню «Сервис/Параметры соединения» и настройте параметры связи. Данный раздел также можно открыть двойным нажатием на порт в нижнем левом углу окна.



Для чтения данных с устройства выбрать команду «Чтение настроек» и нажать зеленую стрелку .



Для изменения параметров настройки, выберете команду «Запись настроек», измените параметры и нажмите зеленую стрелку .

Список параметров:

1. DevEUI – Идентификатор устройства (согласно спецификации LoRaWAN 1.0.3)
2. AppKey – Ключ приложения 16 байт (согласно спецификации LoRaWAN 1.0.3)
3. DevAddr – Сетевой адрес устройства. (согласно спецификации LoRaWAN 1.0.3)
4. NwkSKey – Сессионный ключ сети. (согласно спецификации LoRaWAN 1.0.3)
5. AppSKey – Сессионный ключ приложения (согласно спецификации LoRaWAN 1.0.3)
6. NetID – Идентификатор сети (согласно спецификации LoRaWAN 1.0.3)
7. Частота_RX2 – частота RX2 (согласно спецификации LoRaWAN 1.0.3 и LoRaWAN™ 1.1 Regional Parameters)
8. Частота канал 1 – Частота 1 рабочего канала RX2 (согласно спецификации LoRaWAN 1.0.3 и LoRaWAN™ 1.1 Regional Parameters)
9. Частота канал 2 – Частота 2 рабочего канала RX2 (согласно спецификации LoRaWAN 1.0.3 и LoRaWAN™ 1.1 Regional Parameters)
10. Период передачи – Период передачи устройства значение +/- 30%
11. Период чтения – Период чтения данных в архив. При получении устройством времени, периоды чтения привязываются ко времени.
12. Активация – Активация ABP/OTAA
13. Подтверждение – Отправка данных с подтверждением
14. Скорость передачи данных – (Data Rate – DR) в соответствии с проектом регионального частотного диапазона
15. Мощность – Коэффициент мощности от номинального
16. Класс LoRaWAN – Класс устройства А или С
17. ADR – адаптивная настройка скорости
18. Задержка приёмного окна RX1 – В секундах. (согласно спецификации LoRaWAN 1.0.3)
19. Задержка приёмного окна RX2 – В секундах. (согласно спецификации LoRaWAN 1.0.3)
20. Количество повторов при отправке с подтверждением – не более 8, если 0 то 8
21. Срабатывание охраны 1 – Тип срабатывания охранного входа 1 (Фронт, Спад, Фронт/Спад)
22. Срабатывание охраны 2 - Тип срабатывания охранного входа 1 (Фронт, Спад, Фронт/Спад)
23. Сопротивление изоляции линии (КОм) – Предел измерения **менее** которого во время измерения происходит передача.
24. Сопротивление линии (Ом) - Предел измерения **более** которого во время измерения происходит передача.

