



Общество с ограниченной ответственностью «В-КЛАСС»

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «В-КЛАСС»


О.С. Волков
М.П. «23» января 2023 г.



Контроллер сопряжения с инклинометром (КСИ) LoRaWAN

**Руководство по эксплуатации
0129644277.464411.030 РЭ-ЛУ**

Москва - 2022



Общество с ограниченной ответственностью «В-КЛАСС»

УТВЕРЖДЕН

0129644277.464411.030 РЭ-ЛУ

Контроллер сопряжения с инклинометром (КСИ) LoRaWAN

Руководство по эксплуатации

0129644277.464411.030 РЭ

Москва - 2022

Содержание

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА	4
1.1 Описание и работа КСИ LoRaWAN.....	4
2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ.....	8
2.1 Эксплуатационные ограничения	8
2.2 Подготовка изделия к использованию.....	9
2.3 Использование по назначению	16
2.4 Действия в экстремальных условиях	20
3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....	21
3.1 Общие указания.....	21
3.2 Проверка работоспособности изделия.....	21
4 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ	23
4.1 Текущий ремонт КСИ LoRaWAN	23
5 ХРАНЕНИЕ	25
6 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ.....	26
7 УТИЛИЗАЦИЯ.....	27
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ПРОТОКОЛ КОНФИГУРАЦИИ КСИ LORAWAN	29
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ПРИКЛАДНОЙ ПРОТОКОЛ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ (ППВ) КСИ LORAWAN С ИНКЛИНОМЕТРОМ СMIK ДИ15.....	42
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. СХЕМА ВНЕШНИХ СОЕДИНЕНИЙ КСИ LORAWAN	54

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для изучения устройства, правил эксплуатации и ремонта контроллера сопряжения с инклинометром (КСИ) LoRaWAN. Руководство по эксплуатации содержит общее функциональное описание КСИ LoRaWAN, указания по его эксплуатации. Обслуживающий персонал, допущенный к её эксплуатации, должен иметь соответствующий уровень специальной подготовки. Требования настоящего документа являются обязательными для всех категорий лиц при проведении всех видов работ в процессе эксплуатации КСИ LoRaWAN.

При эксплуатации КСИ LoRaWAN необходимо руководствоваться указаниями, описанными в настоящем РЭ, и соблюдать меры безопасности.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПОДКЛЮЧАТЬ КСИ LoRaWAN К ИСТОЧНИКУ ВНЕШНЕГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ В СЛУЧАЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ КАБЕЛЕЙ ПИТАНИЯ ИЛИ РАЗЪЁМОВ!

Настоящее РЭ и паспорт 0129644277.464411.030 ПС входят в комплект КСИ LoRaWAN и должны постоянно находиться с КСИ LoRaWAN.

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1 Описание и работа КСИ LoRaWAN

Назначение КСИ LoRaWAN.

КСИ LoRaWAN 0129644277.464411.030 предназначен для обеспечения работы инклинометра СМИК ДИ15 в сети LoRaWAN. КСИ LoRaWAN обеспечивает обмен данными в радиосети LoRaWAN с сервером IOT Vega Server посредством базовых станций Вега БС 1.2, 2.2, 0.1 и 3 в диапазоне 868 МГц.

Технические характеристики.

Технические характеристики изделия показаны в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 – Технические характеристики

Наименование	Характеристики
Параметры внешнего электрического питания: – напряжение постоянного тока, В – потребляемый ток не менее, А	12/24 0,1
Интерфейс подключения инклинометра СМИК ДИ15	RS-485
Габаритные размеры (без антенны), (ДхШхВ), мм, не более	145x117x55
Масса, кг, не более (без кабеля)	0,2
Встроенный источник электропитания, тип	ER26500
Напряжение, В	3,6
Частотный диапазон, МГц,	864-869
Используемые частотные каналы	LoRaWAN Regional Parameters: (RU, EU)
Поддерживаемые классы устройств LoRaWAN	A, C

Наименование	Характеристики
Поддержка технологии Adaptive Data Rate (ADR)	Да
Степень защиты по ГОСТ 14254-2015	IP65
Срок службы, лет	До 10

Состав изделия.

Комплект поставки должен соответствовать таблице 2.

Т а б л и ц а 2 – Комплект поставки

Наименование	Обозначение	Количество
Контроллер сопряжения с ин-клинометром (КСИ) LoRaWAN	КСИ LoRaWAN	1 шт.
Антенна	ТХ868-ЖК-11 SMA-J	1 шт.
Программное обеспечение**	Конфигуратор КСИ	1 шт.
Транспортировочная упаковка	-	1 шт.
Паспорт	0129644277.464411.030 ПС	1 экз.
Руководство по эксплуатации*	0129644277.464411.030 РЭ	1 экз.
<p>*При поставке одному потребителю более одного контроллера сопряжения с инклинометром (КСИ) LoRaWan (датчик СМИК ДИ15 в комплект не входит) поставляется 1 экземпляр (шт.) на комплект поставки</p> <p>**Программное обеспечение актуальной версии доступно для скачивания по ссылке: https://vclass.su/product-ksi</p>		

Устройство и работа.

КСИ LoRaWAN состоит из блока контроллера и антенны. Подключение КСИ LoRaWAN к внешнему питанию и инклинометру СМИК ДИ15 осуществляется кабелями, проходящими через гермовводы PG-7 и PG-9. Корпус, разъем и гермовводы обеспечивают степень защиты устройства IP65.

Функционально КСИ LoRaWAN обеспечивает обмен данными в радиосети LoRaWAN между инклинометром СМИК ДИ15 и сервером IOT Vega Server, а также коммутацию питания на инклинометр СМИК ДИ15 от внешнего источника питания либо от встроенного в КСИ LoRaWAN от непerezаряжаемого литий-тионилхлоридного (LiSOC12) элемента питания с номинальным напряжением 3,6 В, формата ER26500 (типоразмер С).

Маркировка.

Маркировка на КСИ LoRaWAN осуществляется на предприятии-изготовителе. Маркировка должна включать:

на передней панели (крышке устройства):

- а) логотип/наименование производителя;
- б) наименование изделия;

на боковой правой грани корпуса:

- а) наименование производителя;
- б) наименование изделия;
- в) год и месяц выпуска;
- г) заводской номер изделия;
- д) надпись - «Разработано и сделано в России».

Упаковка.

Упаковка на КСИ LoRaWAN обеспечивает защиту датчика при транспортировании автомобильным транспортом на расстояние до 1000 км при

условии, что на транспортном средстве предусмотрена защита упаковки от атмосферных осадков, а также при условии хранения в отапливаемых складских помещениях при температуре от 278 до 323 К (от 5 до 50 °С) и относительной влажности – не более 80 % (при температуре 25 °С) при отсутствии в воздухе паров кислот, щелочей и других агрессивных примесей.

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1 Эксплуатационные ограничения

Запрещается применение КСИ LoRaWAN не по назначению.

Предостережение: при эксплуатации КСИ LoRaWAN должна исключать влияние:

- резонанса конструкции синусоидальной вибрации;
- воздействия поражающих факторов ядерного взрыва;
- воздействия соляного (морского) тумана;
- плесневых грибов;
- компонентов ракетного топлива;
- рабочих растворов и агрессивных сред;
- электромагнитных полей и токов естественного и искусственного происхождения.

Предостережение: подключение внешних устройств должно производиться только через поддерживаемые интерфейсы.

Внимание! Внешнее электропитание КСИ LoRaWAN должно осуществляться от источника Постоянного тока напряжением 12/24В, обеспечивающего выходной ток не менее 0,1А!

Внимание! Внутреннее электропитание КСИ LoRaWAN должно осуществляться от Неперезаряжаемого литий-тионилхлоридного (LiSOCl₂) элемента питания с номинальным напряжением 3,6В, размера ER26500 (типоразмер с) с коннектором 2.54 mm. После хранения обязательна депассивация током 0,06А в течение 25 минут для выхода на рабочее напряжение.

К работе с КСИ LoRaWAN допускаются лица, изучившие в полном объёме настоящее РЭ.

2.2 Подготовка изделия к использованию

Меры безопасности.

Перед началом работы необходимо обеспечить надежную установку КСИ LoRaWAN, крепление кабелей внешнего электропитания и информационного обмена данными с инклинометром СМИК ДИ15.

Перед подключением КСИ LoRaWAN к внешнему источнику электропитания необходимо убедиться в исправности кабеля, а также соединителей, к которым он подключается.

Порядок подготовки КСИ LoRaWAN к использованию.

1. Проверить внешнее состояние КСИ LoRaWAN. При проверке внешнего состояния необходимо убедиться в отсутствии механических повреждений КСИ LoRaWAN и антенны.

КСИ LoRaWAN рекомендуется устанавливать на плоской вертикальной поверхности, гермовводы для подходящих кабелей должны быть направлены вниз как показано на рисунке 1.

Примечание – На поверхности установки должны быть предварительно подготовлены отверстия необходимого диаметра на необходимом межосевом расстоянии для саморезов или винтов, выбранных в соответствии с диаметром крепежных отверстий на корпусе КСИ LoRaWAN (рисунок 2).



Рисунок 1 – Рекомендуемое расположение КСИ LoRaWAN на вертикальной поверхности.

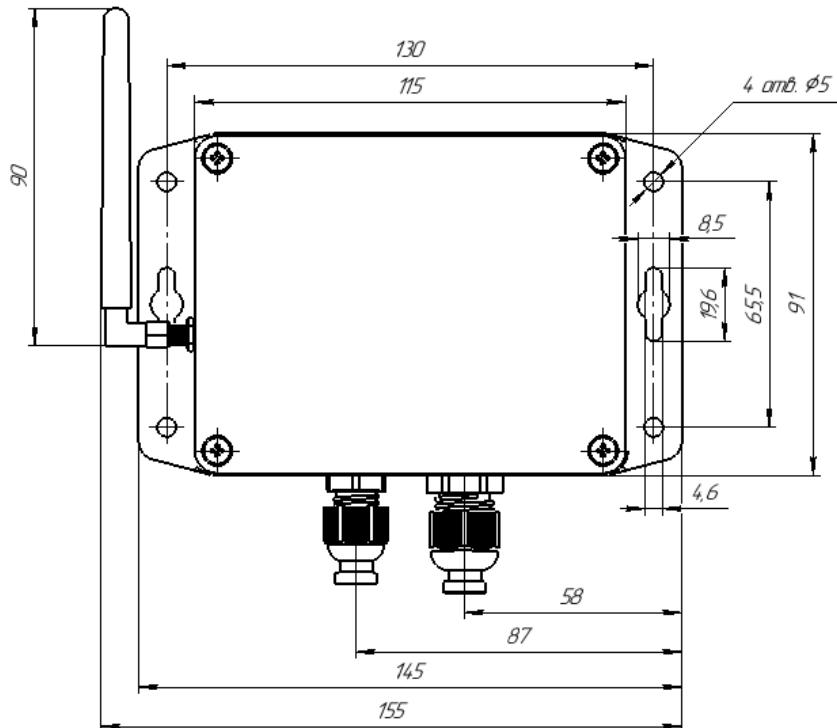


Рисунок 2 – Габаритно-установочные размеры.

2. Подключить внешнюю антенну к разъему SMA на левой стороне КСИ LoRaWAN.
3. Снять верхнюю крышку КСИ LoRaWAN открутив четыре винта.
4. Завести кабель информационного обмена и подключения питания к инклинометру СМИК ДИ15 в гермоввод PG-7 (слева на рисунке 3).

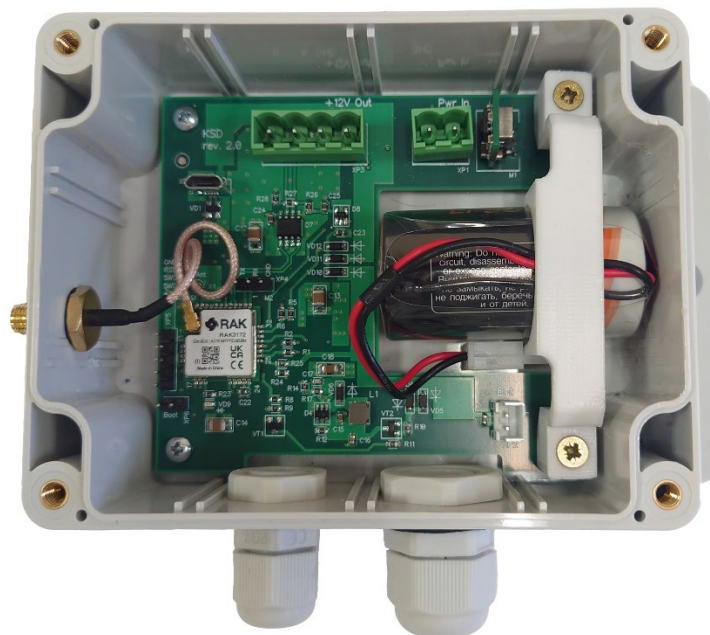


Рисунок 3 – Внутреннее расположение элементов КСИ LoRaWAN.

5. Подключить провода кабеля информационного обмена данными и питания инклинометра СМИК ДИ15 к четырехконтактной розетке (поставляется в комплекте с КСИ LoRaWAN) согласно схеме подключения, приведенной в Приложении 3 настоящего документа.
6. При использовании внутреннего электропитания подключить кабель от батареи к разъему Vat XP2 в нижней правой части платы

соблюдая полярность (красный провод к контакту +). Схема подключения приведена в Приложении 3 настоящего документа.

7. При использовании внешнего электропитания (12/24 VDC) продеть кабель через гермоввод PG-9 (справа на рисунке 3) и подключить к двухконтактной розетке соблюдая полярность. Вставить разъем в соответствующую двухконтактную вилку XP1 PWR In на верхней части платы (рисунок 3 справа). Схема подключения приведена в Приложении 3 настоящего документа.
8. Установить на ноутбук драйвер CP2102 для ОС Windows 7-10.
9. Запустить на ноутбуке программу «Конфигуратор КСИ» (*Важно! программа конфигуратор должна быть запущена до подключения датчика к ПК*).
10. Вставить кабель USB(A)-microUSB в разъем USB ноутбука. Вставить разъем кабеля micro-USB в разъем XS1 microUSB в левой части платы.
11. В окне программы «Конфигуратор КСИ» на вкладке «Устройство» произвести проверку или изменение требуемых настроек в соответствии с параметрами сети LoRaWAN (рисунок 4). Описание всех настроек приведены в Приложении 1 - Протокол конфигурации КСИ LoRaWAN.
12. В окне программы «Конфигуратор КСИ» на вкладке «Настройки устройства» произвести проверку или изменение требуемых настроек режимов работы КСИ LoRaWAN (рисунок 5). Описание всех настроек приведены в Приложении 1 - Протокол конфигурации КСИ LoRaWAN.
13. В окне программы «Конфигуратор КСИ» на вкладке «Пороговые значения углов» произвести проверку или изменение требуемых

настроек пороговых значений углов для инклинометра СМИК ДИ15 (рисунок 6). Описание всех настроек приведены в Приложении 1 - Протокол конфигурации КСИ LoRaWAN.

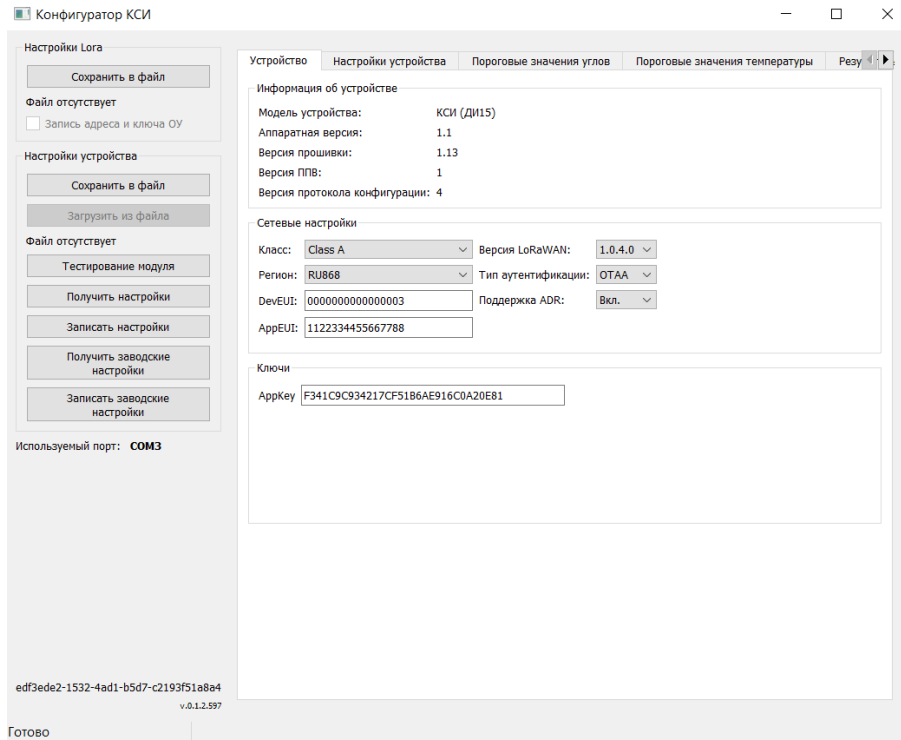


Рисунок 4 – Вкладка «Устройство» программы «Конфигуратор КСИ».

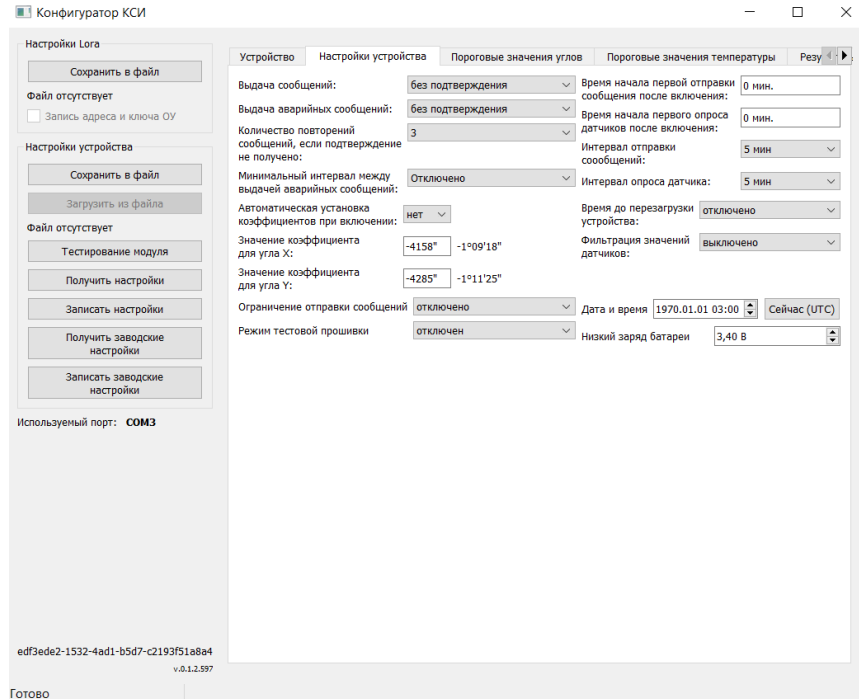


Рисунок 5 – Вкладка «Настройки устройства» программы «Конфигуратор КСИ».

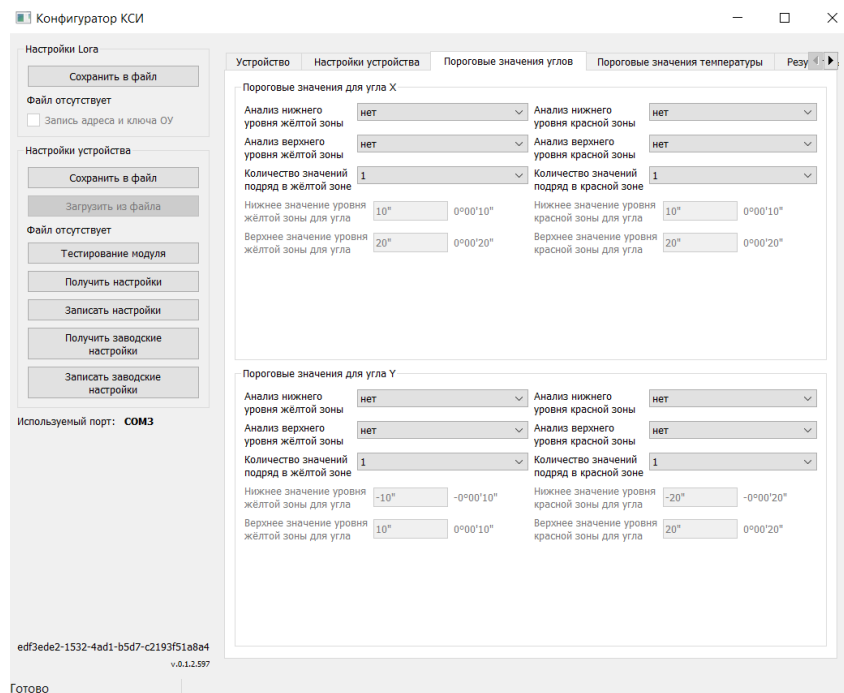


Рисунок 6 – Вкладка «Пороговые значения углов» программы «Конфигуратор КСИ».

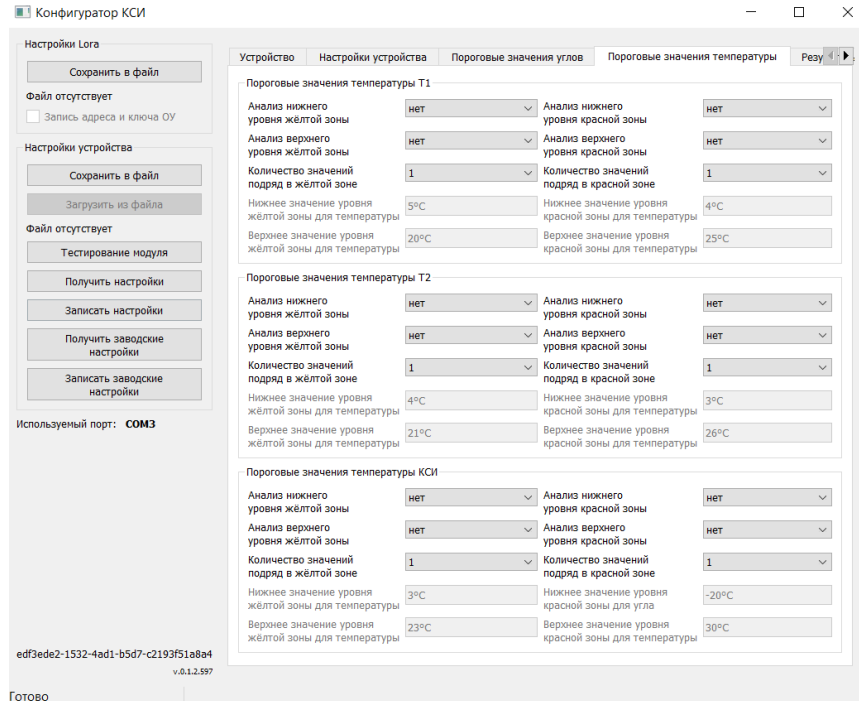


Рисунок 7 – Вкладка «Пороговые значения температуры» программы «Конфигуратор КСИ».

14. В окне программы «Конфигуратор КСИ» на вкладке «Пороговые значения температуры» произвести проверку или изменение требуемых пороговых значений температуры для инклинометра СМИК ДИ15 и контроллера КСИ LoRaWAN. Нажать кнопку «Записать настройки» в секции «Настройки устройства» (рисунок 7). Описание всех настроек приведены в Приложении 1 Протокол конфигурации КСИ LoRaWAN.
15. Нажать кнопку «Сохранить в файл» в секции «Настройки устройства».
16. Отключить разъем кабеля micro-USB от разъема XS1 microUSB в левой части платы КСИ LoRaWAN.
17. Установить верхнюю крышку КСИ LoRaWAN, закрутив четыре винта.

Обновление прошивки КСИ LoRaWAN.

1. Снять верхнюю крышку КСИ LoRaWAN открутив четыре винта.
2. Установить перемычку на контакты Boot (слева внизу на рисунке 3).
3. Запустить на ноутбуке программу «Конфигуратор КСИ».
4. Вставить кабель USB(A)-microUSB в разъем USB ноутбука. Вставить разъем кабеля micro-USB в разъем XS1 microUSB в левой части платы (слева вверху на рисунке 3).
5. В открывшемся окне программы выбрать файл последней прошивки КСИ LoRaWAN (например, «di15-ksd11-vx.xx.bin»).
6. Нажать кнопку Прошить Устройство и убедиться по индикатору прошивки в успешном завершении процесса. Все настройки устройства сохраняются.
7. Отсоединить разъем кабеля micro-USB в разъем XS1 microUSB в левой части платы (слева вверху на рисунке 3).
8. Снять перемычку с контактов Boot (слева внизу на рисунке 3).
9. Установить верхнюю крышку КСИ LoRaWAN, закрутив четыре винта

2.3 Использование по назначению

При использовании КСИ LoRaWAN по назначению необходимо строго соблюдать меры безопасности.

При подаче внешнего электропитания или от батареи при отключенном кабеле к microUSB КСИ LoRaWAN переходит в рабочее состояние, в котором внутренняя программа обеспечивает функционирование КСИ LoRaWAN, включающее ряд основных режимов.

Режим первоначальной регистрация в сети LoRaWAN. КСИ LoRaWAN ожидает наступление времени `start_message_time`. Параметр используется, если одновременно включается группа устройств, что может вызвать одновременную радиопередачу и ошибки связи. Чтобы это исключить, необходимо установить различное время начала передачи для устройств этой группы. При наступлении указанного времени устройство регистрируется в сети LoRaWAN (в случае ОТАА) и передает на сервер аварийное сообщение с текущими значениями состояния и установленным флагом `after_boot`. В дальнейших аварийных сообщениях этот флаг будет сброшен. По значению `after_boot` можно определить неисправность с постоянной перезагрузкой устройства. После аварийного сообщения отправляется первое сообщение с данными.

Режим выдачи аварийных сообщений. Значение аварийного сообщения является фактически текущим состоянием устройства и описаны в Приложении 2 - Прикладной протокол взаимодействия (ППВ) КСИ LoRaWAN с инклинометром СМИК ДИ15. Если состояние устройства изменяется (меняется флаг, либо значение датчика переходит из одной зоны в другую), то запоминается новое состояние устройства и формируется аварийное сообщение на отправку. Чтобы исключить "спам" аварийными сообщениями в случае неисправности или постоянного изменения какого-либо значения, задается параметр `min_alarm_time`, который определяет минимальный интервал между отправками. Если за время ожидания очередного времени отправки аварийного сообщения происходит изменение состояния, то старое аварийное сообщение заменяется новым.

Режим использования коэффициентов `k_X`, `k_Y`. Если в настройках установлен флаг `auto_k`, то при включении питания устройство опрашивает датчик наклона и устанавливает `k_X`, `k_Y` в полученные от датчика значения с противоположным знаком, после чего флаг `auto_k` сбрасывается. Если флаг `auto_k`

сброшен, то используются значения коэффициентов из настроек. При получении значений углов наклона X , Y от датчика устройство выполняет корректировку полученных значения согласно коэффициентам $\text{angle_X} = X + k_X$, $\text{angle_Y} = Y + k_Y$. Дальнейшая выдача и анализ порогов выполняются уже со скорректированными значениями.

Режим передачи данных и выход в радиосеть. Первоначальный опрос датчиков происходит во время `start_sensor_time`. В последующем значения от датчика считываются с указанной в настройках периодичностью. Если частота получения значений от датчика меньше интервала выдачи сообщений, то выдаются последние полученные значения. Если значения еще не получены, то выдаются максимальные значения (для углов наклона по оси X и Y значение 5592405, для температуры 127). Если частота получения значений больше, то данные записываются в буфер, а затем выдаются последовательно в одном или нескольких сообщениях. При максимальной частоте получения данных 5 мин. за время 24 часа получим 288 значений, что составляет 2592 байта данных. Эти данные будут передаваться на сервер при минимальной скорости LoRaWAN (длина 51 байт) в 57 пакетах, что займет около 5 минут. При формировании сообщений устройство пробует упаковать данные в сжатый формат пакета. Если устройство определяет, что сжатие дает выигрыш в размере передаваемых данных, то передается сжатое сообщение, иначе обычное.

Анализ пороговых значений. При получении значений от датчиков устройство анализирует значение на попадание в желтую/красную зону (если это включено в настройках). Для исключения ложных срабатываний, а также сокращения аварийных сообщений, когда значения датчиков находятся на границе зон, в настройки добавлены параметры `count_yellow` и `count_red`. С помощью них можно установить условие попадания в желтую или красную зону: значение датчика должно находиться в зоне подряд указанное число раз.

Режим фильтрация данных. Устройство может фильтровать (сглаживать) получаемые от датчика данные углов. Общее описание алгоритма для фильтрации данных: 1) Запись элементов в массив, записывается $n1$ значений, параметр определяется настройкой `median`; 2) Сортировка массива по возрастанию; 3) Выбор медианного значения, т. е. элемента, находящегося по середине упорядоченного массива (например, при $n1 = 7$ выбирается 4-й по порядку элемент массива), и передача его в `angle_X` или `angle_Y`; 4) Сдвиг массива на один элемент, добавление нового значения, переход на шаг 2). Фильтрация не выполняется для значения температур.

Режим перезагрузки устройства. Перезагрузка устройства может выполняться: 1) по команде с сервера; 2) в случае ошибки в работе; 3) автоматически по истечении определенного времени с момента включения питания, указывается в параметре `reboot_time`. Автоматическая перезагрузка добавлена для исключения возникновения каких-либо непредвиденных ошибок из-за длительной работы устройства (переполнение переменных и т.п.). О режиме работы устройства можно узнать по светодиоду на плате при открытой верхней крышке КСИ LoRaWAN (справа вверху на рисунке 3):

1) При подаче питания на устройство, светодиод зажигается на время инициализации устройства, после чего гаснет.

2) В случае питания от батареи, светодиод светится во время опроса датчика и передачи сообщения.

3) В случае питания от USB или от внешнего источника питания, светодиод светится постоянно.

4) При работе в режиме Otaa светодиод моргает четыре раза в течении 500 мс при регистрации в сети LoRaWAN.

5) В случае аппаратной ошибки и невозможности считать настройки из памяти, светодиод мигает в течении 5 минут, после чего устройство перезагружается.

Основные параметры режимов работы КСИ LoRaWAN описаны в документе Прикладной протокол взаимодействия (ППВ) контроллера сопряжения с инклинометром LoRaWAN

В процессе эксплуатации своевременно и должным образом должно производиться заполнение паспорта 0129644277.464411.030 ПС.

2.4 Действия в экстремальных условиях

При отказе КСИ LoRaWAN, способном привести к возникновению опасных аварийных ситуаций, необходимо принять меры по их устранению. Если своими силами не удастся устранить отказ, необходимо вызвать сервисных представителей предприятия-изготовителя КСИ LoRaWAN для устранения отказа.

Запрещается при возникновении пожара ТС СЧ КСИ LoRaWAN заливать водой, а также применять средства пожаротушения, не предназначенные для тушения электроустановок.

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

3.1 Общие указания

При эксплуатации КСИ LoRaWAN при получении на сервере LoRaWAN сообщения о низком напряжении батареи (это значение устанавливается при настройках устройства, что описано в Приложении 2) в течении недели требует провести замену батареи в следующем порядке.

Снять верхнюю крышку КСИ LoRaWAN открутив четыре винта.

Отсоединить разъем батареи разъема Bat XP2 на плате КСИ LoRaWAN (справа внизу на рисунке 3).

Отверткой с крестообразным шлицем открутить два винта на крепежной планке батареи (справа на рисунке 3).

Вынуть батарею и установить новую (предварительно депассивированную).

Отверткой с крестообразным шлицем открутить Два винта на крепежной планке батареи (справа на рисунке 3).

Подключить разъем батареи к разъему Bat XP2 на плате КСИ LoRaWAN (справа внизу на рисунке 3).

Установить верхнюю крышку КСИ LoRaWAN закрутив четыре винта.

После всех действий по снятию/установке крышки КСИ LoRaWAN, заведению проводов через кабельные вводы, подключения антенны необходимо провести проверку на герметичность фланцев, кабельных вводов, и антенного разъема.

3.2 Проверка работоспособности изделия

Проверка работоспособности КСИ LoRaWAN проводится перед использованием по назначению.

Проверка работоспособности КСИ LoRaWAN заключается в тестировании радио модуля, памяти и взаимодействия с инклинометром СМИК ДИ15.

Проверка осуществляется из программы «Конфигуратор КСИ» через кабель USB, соединённый с КСИ LoRaWAN путем запуска тестов в закладке результаты тестов кнопкой «Тестирование модуля» при установленных галочках на всех тестах.

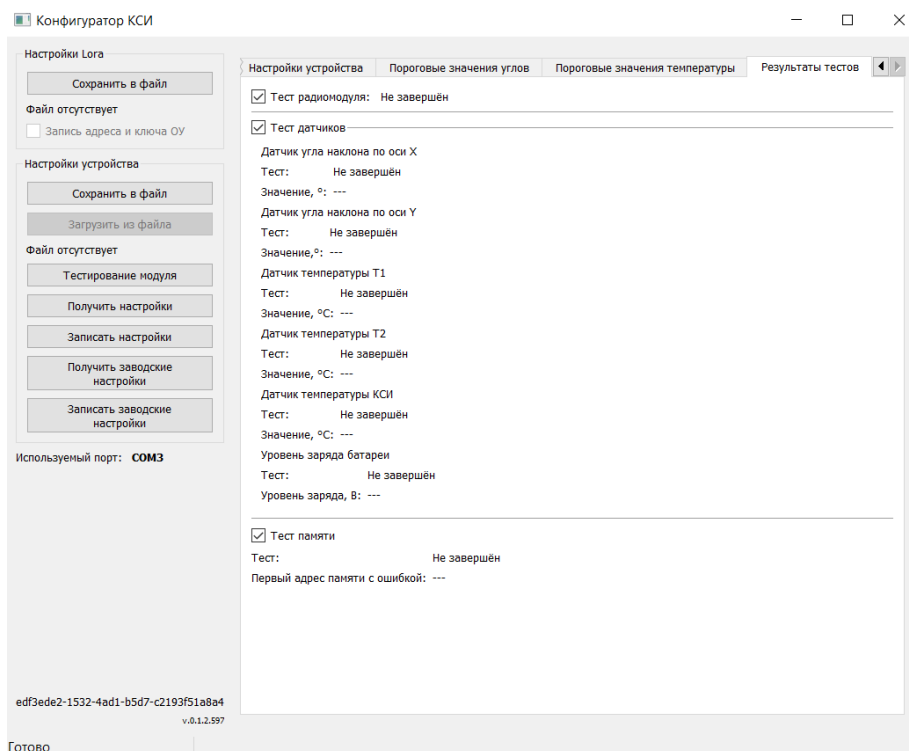


Рисунок 8 – Вкладка «Результаты тестов» программы «Конфигуратор КСИ».

КСИ LoRaWAN считается работоспособным, если результаты всех тестов положительные

При отрицательном результате теста датчика необходимо проверить соединение кабеля с инклинометром СМИК ДИ15.

При отрицательном результате проверки работоспособности КСИ LoRaWAN не может использоваться по назначению и должен быть передан для проверки представителям предприятия-изготовителя.

4 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

4.1 Текущий ремонт КСИ LoRaWAN

Общие указания.

Гарантийный и послегарантийный текущий ремонт КСИ LoRaWAN включает в себя комплекс работ по восстановлению работоспособности после отказов или повреждений отдельных комплектующих путем их замены представителями предприятия-изготовителя КСИ LoRaWAN.

Основными задачами гарантийного и послегарантийного текущего ремонта КСИ LoRaWAN являются:

- оперативное устранение отказов (неисправностей), восстановление работоспособности КСИ LoRaWAN;
- обеспечение основных эксплуатационных характеристик КСИ LoRaWAN;
- оказание квалифицированной помощи обслуживающему персоналу в освоении техники, передача опыта восстановительных работ при типовых отказах (неисправностях) КСИ LoRaWAN;
- определение причин возникновения отказов (неисправностей) и принятие мер по их оперативному устранению.

К операциям текущего ремонта относятся поиск и замена отказавших комплектующих или КСИ LoRaWAN, не требующих использования специального ремонтного оборудования.

К проведению текущего ремонта КСИ LoRaWAN допускаются только технические представители предприятия-производителя или сервисный инженер авторизованной компании КСИ LoRaWAN.

При замене комплектующих КСИ LoRaWAN провести контроль основных параметров.

При производстве ремонтных работ необходимо соблюдать правила и меры безопасности.

Меры безопасности.

Во время ремонта **ЗАПРЕЩАЕТСЯ**:

- ПРОВЕРЯТЬ НА ОЩУПЬ НАЛИЧИЕ НАПРЯЖЕНИЯ И НАГРЕВ ТОКОВЕДУЩИХ ЧАСТЕЙ КСИ LORAWAN;
- ПРОИЗВОДИТЬ УСТАНОВКУ ДЕТАЛЕЙ В ОБОРУДОВАНИИ, НАХОДЯЩЕМСЯ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ.

5 ХРАНЕНИЕ

Перечень работ при подготовке КСИ LoRaWAN к хранению, меры безопасности

При подготовке КСИ LoRaWAN к хранению необходимо:

- а) очистить КСИ LoRaWAN от пыли и жировых пятен;
- б) визуальным осмотром убедиться в отсутствии повреждений на КСИ LoRaWAN;
- в) протереть хлопчатобумажной тканью наружные поверхности КСИ LoRaWAN.

При подготовке к хранению КСИ LoRaWAN необходимо строго соблюдать меры безопасности, указанные в настоящем РЭ.

Условия хранения КСИ LoRaWAN

Подготовленный КСИ LoRaWAN укладывается в упаковку предприятия-изготовителя. Упаковка обеспечивает хранение в отапливаемом помещении изготовителя или потребителя при следующих условиях: температура воздуха от плюс 5 до плюс 50 °С, относительной влажности до 80 % при температуре 25 °С.

В помещениях не должно быть паров кислот, щелочей или других химически активных веществ, пары и газы которых могут вызвать повреждение КСИ LoRaWAN.

6 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Транспортирование КСИ LoRaWAN должно осуществляться в упаковке предприятия-изготовителя в соответствии с ТУ (или документацией на поставку) автомобильным транспортом (в закрытых транспортных средствах) на расстояние до 1000 км.

При транспортировании должна быть обеспечена защита транспортной тары с упакованным КСИ LoRaWAN от непосредственного воздействия атмосферных осадков и солнечного излучения.

Размещение и крепление упакованного КСИ LoRaWAN в транспортных средствах должно производиться в соответствии с маркировкой и манипуляционными знаками, нанесенными на упаковке, обеспечивать её устойчивое положение и не допускать перемещения во время транспортирования.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ БРОСАТЬ УПАКОВКИ С КСИ LORAWAN ВО ВРЕМЯ ПОГРУЗКИ И ВЫГРУЗКИ.

7 УТИЛИЗАЦИЯ

После вывода из эксплуатации КСИ LoRaWAN подлежит утилизации эксплуатирующей организацией.

Утилизация КСИ LoRaWAN проводится установленным порядком в соответствии с действующим законодательством.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ПРОТОКОЛ КОНФИГУРАЦИИ КСИ LORAWAN

Подключение к контроллеру сопряжения с датчиком (КСИ LoRaWAN).

После подачи питания устройство ожидает в течение 1000 мс маркера (байт 0x8B), на который отвечает 0xBEEF. Далее выполняется ожидание от ПК запроса информации об устройстве. По идентификатору модели и версии протокола конфигурирования происходит обмен данными с конфигуратором.

Если нет маркера в первые 1000 мс или нет запроса информации в течение 1000 мс после ответа на маркер, то устройство переходит в рабочий режим.

Протокол конфигурирования: Версия протокола 0x04.

Обмен данными между ПК и модулем осуществляется по протоколу, на основе модифицированного протокола ModBus RTU, в котором размер единицы данных равен одному байту, поле count=1 и не передается.

Скорость 115200 б/с, 8 бит, без контроля четности.

Реализованы 2 команды протокола: чтение (код 0x03), запись (код 0x10).

Многобайтовые поля записываются младшим байтом вперед, за исключением полей, помеченных `addr`. Адреса регистров передаются старшим байтом вперед.

По умолчанию значения беззнаковые, за исключением полей, помеченных `sign`.

Поле контрольной суммы рассчитывается по алгоритму CRC-16 CCITT (Poly 0x8408, Init: 0xFFFF, Revert: false, XorOut: 0x0000).

Команда чтения

Поле	Размер	Описание
id	1 байт	Идентификатор модели.
0x03	1 байт	Код операции чтения.
addr	2 байта	Адрес считываемого регистра.

crc	2 байта	Контрольная сумма.
-----	---------	--------------------

Ответ на команду чтения

Поле	Размер	Описание
id	1 байт	Идентификатор модели.
0x03	1 байт	Код операции чтения.
addr	2 байта	Адрес считываемого регистра.
size	2 байта	Количество считанных байт (data).
data	size	Данные.
crc	2 байта	Контрольная сумма.

Команда записи

Поле	Размер	Описание
id	1 байт	Идентификатор модели.
0x10	1 байт	Код операции записи.
addr	2 байта	Адрес записываемого регистра.
size	2 байта	Размер записываемых данных.
data	size	Данные.
crc	2 байта	Контрольная сумма.

Ответ на команду записи

Поле	Размер	Описание
id	1 байт	Идентификатор модели.
0x10	1 байт	Код операции записи.
addr	2 байта	Адрес записываемого регистра.
size	2 байта	Размер записываемых данных.
crc	2 байта	Контрольная сумма.

Ошибки выполнения

В случае, если ОУ не может выполнить команду, то он возвращает пакет с ошибкой, имеющий следующую структуру:

Поле	Размер	Описание
id	1 байт	Идентификатор модели.
cmd	1 байт	Код операции записи, старший бит установлен в 1.
error	1 байт	Код ошибки.
crc	2 байта	Контрольная сумма.

Возвращаемые коды ошибок:

0x01 - Принятый код функции не может быть обработан.

0x02 - Адрес регистра, указанный в запросе, недоступен.

0x03 - Значение, содержащееся в поле данных, является недопустимой величиной.

0x04 - Аппаратная ошибка.

Регистры

Ре-гистр	Название	Размер	Тип	Описание
0x0001	info	7 bytes	R	Информация об устройстве
0x0002	networkSettings	27 bytes	R/W	Сетевые настройки
0x0003	keys	96 bytes	R/W	Настройки аутентификации в сети
0x0004	settings	12 bytes	R/W	Настройки устройства

0x0005	levelSettings	41 bytes	R/W	Настройки пороговых значений
0x0006	time	4 bytes	R/W	Текущее время
0x0010	serviceSettings	4 bytes	R/W	Технологические настройки.
0x0011	defaultSettingsFlag	1 byte	R/W	Флаг заводских настроек.
0x0100	testRadio	1 byte	R	Запуск теста радиомодуля.
0x0101	testSensors	18 bytes	R	Запуск теста датчиков.
0x0102	testMemory	5 bytes	R	Запуск теста памяти.

Info. Информация об устройстве (7 bytes):

id (1 byte): идентификатор модели.

hardware_version (2 bytes big-endian) - версия аппаратной части.

firmware_version (2 bytes big-endian) - версия прошивки.

protocol_version (1 byte) - версия радиопrotocola, текущая версия протокола - 1.

config_version (1 byte) - версия протокола конфигурации.

При запросе информации об устройстве в поле id запроса указывается значение 0xFF.

networkSettings. Сетевые настройки (27 bytes):

Class (1 byte) - класс устройства: 0 - class A, 2 - class C.

Region (1 byte) - частотный план: 0 - RU868, 1 - EU868.

DevEUI (8 bytes array) - идентификатор устройства.

AppEUI (8 bytes array) - идентификатор приложения (JoinEUI).

DevAddr (4 bytes) - адрес устройства в сети.

JoinType (1 byte) - тип аутентификации: 0 - O-TAA, 1 - ABP.

NSVersion (1 byte) - версия LoRaWAN сервера в случае выбора ABP: 0 - 1.0.4.0, 1 - 1.1.1.0.

adrOn (1 byte) - поддержка ADR: 0 - выключить, 1 - включить.

dataRate (1 byte) - скорость передачи данных: от 0 до 5 (DR0 ... DR5), для ABP.

power (1 byte) - мощность передачи: от 0 до 7 (0 dB ... -14 dB), для ABP.

keys. Настройки аутентификации в сети (96 bytes):

AppKey (16 bytes array)

NwkKey (16 bytes array)

FNwkSIntKey (16 bytes array) - для ABP.

SNwkSIntKey (16 bytes array) - для ABP.

NwkSEncKey (16 bytes array) - для ABP.

AppSKey (16 bytes array) - для ABP.

Для версии LoRaWAN 1.1.1.0 название ключей соответствует спецификации.

Для версии LoRaWAN 1.0.4.0 значение ключей следующее:

AppKey (16 bytes array) - не используется.

NwkKey (16 bytes array) - AppKey для режима OТАА.

FNwkSIntKey (16 bytes array) - не используется.

SNwkSIntKey (16 bytes array) - не используется.

NwkSEncKey (16 bytes array) - NwkSKey для режима ABP.

AppSKey (16 bytes array) - AppSKey для режима ABP.

settings. Настройки устройства (15 bytes):

lora (1 byte): настройки выдачи сообщений.

ack_msg (1 bit lo): 0 - сообщение без подтверждения, 1 - сообщение с ожиданием подтверждения.

ask_alarm (1 bit): 0 - аварийное сообщение без подтверждения, 1 - аварийное сообщение с ожиданием подтверждения.

n_resend (2 bit): количество повторений сообщений, если подтверждение не получено: 0 - 3 раза.

min_alarm_time (2 bit): минимальный интервал между выдачей аварийных сообщений: 00 - отключено, 01 - 10 мин, 10 - 1 час, 11 - 3 часа.

RFU (2 bit): не используется.

period (5 bytes): настройки интервалов опроса и выдачи сообщений.

start_message_time (2 bytes): время начала первой отправки сообщения после включения устройства в минутах.

start_sensor_time (2 bytes): время начала первого опроса датчиков после включения устройства в минутах.

message (4 bit lo): интервал отправки сообщений.

sensor (4 bit hi): интервал опроса датчика.

auto_k (1 byte): автоматическая установка коэффициентов при включении устройства: 0 - нет, 1 - да.

k_X (3 bytes big-endian sign): значение коэффициента для угла X в секундах.

k_Y (3 bytes big-endian sign): значение коэффициента для угла Y в секундах.

reboot_time (3 bit lo): время до перезагрузки устройства с момента включения.

median (3 bit): фильтрация значений датчиков: 0 - выключено, 1 - по 3 значениям, 2 - по 5 значениям, 3 - по 7 значениям.

RFU (2 bit hi): не используется.

Значения интервалов опроса и выдачи сообщений:

0 - 5 мин.

1 - 15 мин.

2 - 30 мин.

3 - 1 час.

4 - 3 часа.

5 - 6 часов.

6 - 12 часов.

7 - 24 часа.

Значения интервалов перезагрузки устройства `reboot_time`

0 - отключено.

1 - 1 сутки.

2 - 5 суток.

3 - 10 суток.

4 - 15 суток.

5 - 20 суток.

6 - 30 суток.

`levelSettings`. Настройки пороговых значений (41 bytes):

`level_X` (13 bytes): настройки анализа пороговых значений для угла X:

`on` (1 byte):

`lo_yellow` (1 bit lo): анализ нижнего уровня желтой зоны: 0 - нет., 1 - да.

`hi_yellow` (1 bit): анализ верхнего уровня желтой зоны: 0 - нет., 1 - да.

`lo_red` (1 bit): анализ нижнего уровня красной зоны: 0 - нет., 1 - да.

`hi_red` (1 bit): анализ верхнего уровня красной зоны: 0 - нет., 1 - да.

`count_yellow` (2 bit): количество значений подряд в желтой зоне, определяющие ее достижение.

`count_red` (2 bit hi): количество значений подряд в красной зоне, определяющие ее достижение.

lo_yellow (3 bytes big-endian sign): нижнее значение уровня желтой зоны для угла в секундах.

hi_yellow (3 bytes big-endian sign): верхнее значение уровня желтой зоны для угла в секундах.

lo_red (3 bytes big-endian sign): нижнее значение уровня красной зоны для угла в секундах.

hi_red (3 bytes big-endian sign): верхнее значение уровня красной зоны для угла в секундах.

level_Y (13 bytes): настройки анализа пороговых значений для угла Y:
on (1 byte):

lo_yellow (1 bit lo): анализ нижнего уровня желтой зоны: 0 - нет., 1 - да.

hi_yellow (1 bit): анализ верхнего уровня желтой зоны: 0 - нет., 1 - да.

lo_red (1 bit): анализ нижнего уровня красной зоны: 0 - нет., 1 - да.

hi_red (1 bit): анализ верхнего уровня красной зоны: 0 - нет., 1 - да.

count_yellow (2 bit): количество значений подряд в желтой зоне, определяющие ее достижение.

count_red (2 bit hi): количество значений подряд в красной зоне, определяющие ее достижение.

lo_yellow (3 bytes big-endian sign): нижнее значение уровня желтой зоны для угла в секундах.

hi_yellow (3 bytes big-endian sign): верхнее значение уровня желтой зоны для угла в секундах.

lo_red (3 bytes big-endian sign): нижнее значение уровня красной зоны для угла в секундах.

hi_red (3 bytes big-endian sign): верхнее значение уровня красной зоны для угла в секундах.

level_T1 (5 bytes): настройки анализа пороговых значений для температуры T1:

on (1 byte):

lo_yellow (1 bit lo): анализ нижнего уровня желтой зоны: 0 - нет., 1 - да.

hi_yellow (1 bit): анализ верхнего уровня желтой зоны: 0 - нет., 1 - да.

lo_red (1 bit): анализ нижнего уровня красной зоны: 0 - нет., 1 - да.

hi_red (1 bit): анализ верхнего уровня красной зоны: 0 - нет., 1 - да.

count_yellow (2 bit): количество значений подряд в желтой зоне, определяющие ее достижение.

count_red (2 bit hi): количество значений подряд в красной зоне, определяющие ее достижение.

lo_yellow (1 bytes sign): нижнее значение уровня желтой зоны в градусах.

hi_yellow (1 bytes sign): верхнее значение уровня желтой зоны в градусах.

lo_red (1 bytes sign): нижнее значение уровня красной зоны в градусах.

hi_red (1 bytes sign): верхнее значение уровня красной зоны в градусах.

level_T2 (5 bytes): настройки анализа пороговых значений для температуры T2:

on (1 byte):

lo_yellow (1 bit lo): анализ нижнего уровня желтой зоны: 0 - нет., 1 - да.

hi_yellow (1 bit): анализ верхнего уровня желтой зоны: 0 - нет., 1 - да.

lo_red (1 bit): анализ нижнего уровня красной зоны: 0 - нет., 1 - да.

hi_red (1 bit): анализ верхнего уровня красной зоны: 0 - нет., 1 - да.

count_yellow (2 bit): количество значений подряд в желтой зоне, определяющие ее достижение.

count_red (2 bit hi): количество значений подряд в красной зоне, определяющие ее достижение.

lo_yellow (1 bytes sign): нижнее значение уровня желтой зоны в градусах.

hi_yellow (1 bytes sign): верхнее значение уровня желтой зоны в градусах.

lo_red (1 bytes sign): нижнее значение уровня красной зоны в градусах.

hi_red (1 bytes sign): верхнее значение уровня красной зоны в градусах.

level_T3 (5 bytes): настройки анализа пороговых значений для температуры T3:

on (1 byte):

lo_yellow (1 bit lo): анализ нижнего уровня желтой зоны: 0 - нет., 1 - да.

hi_yellow (1 bit): анализ верхнего уровня желтой зоны: 0 - нет., 1 - да.

lo_red (1 bit): анализ нижнего уровня красной зоны: 0 - нет., 1 - да.

hi_red (1 bit): анализ верхнего уровня красной зоны: 0 - нет., 1 - да.

count_yellow (2 bit): количество значений подряд в желтой зоне, определяющие ее достижение.

count_red (2 bit hi): количество значений подряд в красной зоне, определяющие ее достижение.

lo_yellow (1 bytes sign): нижнее значение уровня желтой зоны в градусах.

hi_yellow (1 bytes sign): верхнее значение уровня желтой зоны в градусах.

lo_red (1 bytes sign): нижнее значение уровня красной зоны в градусах.

hi_red (1 bytes sign): верхнее значение уровня красной зоны в градусах.

Значения count_yellow, count_red:

0 - 1 значение

1 - 3 значения

2 - 5 значений

3 - 7 значений

time. Текущее время на устройстве в формате UTC:

time (4 bytes): количество секунд с 01.01.1970 00:00, в отличие от стандарта беззнаковое целое.

serviceSettings. Технологические настройки (2 byte):

dutyCycleOn (1 byte) - ограничение LoRaWAN отправки сообщений: 1 - включено, 0 - отключено.

testOn (1 byte) - включение режима тестовой прошивки: 1 - включено, 0 - отключено.

lowBattery (2 bytes) - напряжение низкого уровня батареи, в милливольтах.

При включении режима тестовой прошивки значения интервалов передачи и опроса датчиков сокращаются в 10 раз, интервалов перезагрузки - в 100 раз.

defaultSettingsFlag. Флаг заводских настроек.

defaultSettingsFlag (1 byte): 1 - запись/чтение заводских настроек, 0 - запись/чтение настроек устройства.

По умолчанию значение равно 0, т.е. все действия происходят с настройками устройства. Если необходимо получить или считать заводские настройки, то сначала устанавливаем флаг в 1, после чего выполняем чтение/запись настроек как обычно.

testRadio. Запуск теста радиомодуля. Во время теста выполняется передача с параметрами 968.5 МГц, девиация 125 КГц, мощность макс, скорость DR0. Время передачи около 8 секунд.

Возвращаемый результат (1 byte):

0 - все ОК

1 - ошибка запуска радиомодуля

2 - ошибка завершения передачи

3 - аппаратная ошибка

testSensors. Запуск теста датчиков. Во время теста устройство опрашивает все датчики и выводит информацию от них.

Возвращаемый результат (18 bytes):

result (6 bytes):

angle_X (1 byte)

angle_Y (1 byte)

T1 (1 byte)

T2 (1 byte)

T3 (1 byte)

battery (1 byte)

values (12 bytes):

angle_X (4 bytes float): значение угла X в градусах.

angle_Y (4 bytes float): значение угла Y в градусах.

T1 (1 byte sign): температура по оси X в градусах Цельсия.

T2 (1 byte sign): температура по оси Y в градусах Цельсия.

T3 (1 byte sign): температура КСИ LoRaWAN в градусах Цельсия.

battery (1 byte): уровень заряда батареи в 0.1 вольтах.

В полях структуры result указывается результат получения значений от конкретного датчика:

0 - ок

1 - ошибка связи с датчиком

2 - аппаратная ошибка.

testMemory. Запуск проверки памяти устройства. Выполняется запись с последующим чтением всей области памяти. После выполнения проверки память будет очищена, поэтому нужно будет заново записать настройки устройства в память.

Возвращаемый результат (5 bytes):

result (1 byte): 0 - ок, 1 - аппаратная ошибка, 2 - ошибка памяти.

addr (4 bytes): первый адрес памяти с ошибкой в случае ошибки памяти, либо код аппаратной ошибки.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ПРИКЛАДНОЙ ПРОТОКОЛ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ (ППВ) КСИ LORAWAN С ИНКЛИНОМЕТРОМ СMIK ДИ15

Общее описание

Контроллер сопряжения с инклинометром (КСИ) LoRaWAN работает в сети LoRaWAN как устройство класса А либо как устройство класса С с периодической выдачей состояний как в классе А.

Модель контроллера id передается первым байтом в любых сообщениях (включая пустые сообщения) от КСИ LoRaWAN серверу, чтобы на стороне сервера могли разобрать полученное сообщение. Тип команды/сообщения идентифицируется по номеру порта LoRaWAN.

Сообщения от устройства могут выдаваться без ожидания подтверждения приема от сервера, либо с ожиданием подтверждения. В последнем случае при отсутствии подтверждения устройство будет повторять выдачу сообщения n_resend раз. Если и после этого подтверждение не получено, то сообщение удаляется из очереди передачи (считается переданным).

Перечень моделей

Модель ID	Описание	Класс
1	ДИ15	А, С

Описание протокола

Порт сервера	Порт устройства	Описание
1	-	Сообщение от устройства серверу со значениями от датчиков.
2	-	Сообщение от устройства серверу со сжатыми значениями от датчиков.

3	-	Аварийное сообщение от устройства серверу.
-	4	Запрос на изменение настроек. Пустое сообщение генерирует запрос на получение настроек от устройства.
4	-	Сообщение с текущими настройками устройства.
-	5	Запрос на изменение пороговых значений. Пустое сообщение генерирует запрос на получение пороговых значений от устройства.
5	-	Сообщение с текущими пороговыми значениями от устройства.
-	6	Запрос на сброс настроек к заводским значениям. Пустое сообщение.
6	-	Подтверждение сброса настроек к заводским значениям. Пустое сообщение.
-	7	Запрос информации об устройстве. Пустое сообщение.
7	-	Сообщение с информацией об устройстве.
-	8	Запрос на перезагрузку устройства. Пустое сообщение.

Модели

ДИ15 (ID=1)

Формат сообщения с данными;

id (1 byte unsigned): идентификатор модели.

time (4 bytes unsigned): время получения данных value_1 в формате UTC, количество секунд с 01.01.1970 00:00, (в отличие от стандарта беззнаковое целое).

value_1 (9 bytes): значение, полученное от датчика:
 angle_X (3 bytes big-endian sign): значение угла X в секундах.
 angle_Y (3 bytes big-endian sign): значение угла Y в секундах.
 T1 (1 byte sign): температура по оси X в градусах Цельсия.
 T2 (1 byte sign): температура по оси Y в градусах Цельсия.
 T3 (1 byte sign): температура КСД в градусах Цельсия.
 ...
 value_N (9 bytes)

Количество значений value в сообщении определяется из размера сообщения и ограничено текущей длиной сообщения LoRaWAN.

Формат сообщения со сжатыми данными

id (1 byte unsigned): идентификатор модели.
 time (4 bytes unsigned): время получения данных value_1 в формате UTC, количество секунд с 01.01.1970 00:00, (в отличие от стандарта беззнаковое целое).

value_1 (9 bytes): значение, полученное от датчика:
 angle_X (3 bytes big-endian sign): значение угла X в секундах.
 angle_Y (3 bytes big-endian sign): значение угла Y в секундах.
 T1 (1 byte sign): температура по оси X в градусах Цельсия.
 T2 (1 byte sign): температура по оси Y в градусах Цельсия.
 T3 (1 byte sign): температура КСИ LoRaWAN в градусах Цельсия.
 value_2 (1-10 bytes): значение, полученное от датчика:
 data_mask (1 byte unsign): маска данных, которые передаются
 bit_all (1 bit hi): 1 - данные не передаются, полностью совпадают с предыдущими, 0 - данные передаются, какие именно определяется остальными битами.

bit_X3 (1 bit): 1 - третий байт значения X передается, 0 - значение не передается, берется предыдущее значение.

bit_X2 (1 bit): 1 - второй байт значения X передается, 0 - значение не передается, берется предыдущее значение.

bit_Y3 (1 bit): 1 - третий байт значения Y передается, 0 - значение не передается, берется предыдущее значение.

bit_Y2 (1 bit): 1 - второй байт значения Y передается, 0 - значение не передается, берется предыдущее значение.

bit_T1 (1 bit): 1 - значение T1 передается, 0 - значение не передается, берется предыдущее значение.

bit_T2 (1 bit): 1 - значение T2 передается, 0 - значение не передается, берется предыдущее значение.

bit_T3 (1 bit lo): 1 - значение T3 передается, 0 - значение не передается, берется предыдущее значение.

angle_X_byte3 (1 bytes unsign): третий байт значения угла X в секундах.

angle_X_byte2 (1 bytes unsign): второй байт значения угла X в секундах.

angle_X_byte1 (1 bytes unsign): первый (младший) байт значения угла X в секундах.

angle_Y_byte3 (1 bytes unsign): третий байт значения угла Y в секундах.

angle_Y_byte2 (1 bytes unsign): второй байт значения угла Y в секундах.

angle_Y_byte1 (1 bytes unsign): первый (младший) байт значения угла Y в секундах.

T1 (1 byte sign): температура по оси X в градусах Цельсия.

T2 (1 byte sign): температура по оси Y в градусах Цельсия.

T3 (1 byte sign): температура КСИ LoRaWAN в градусах Цельсия.

...

value_N (1-10 bytes)

Поскольку значения от датчиков могут не сильно отличаться от одного измерения к другому, то их можно попробовать сжать, чтобы уменьшить объем передаваемой информации.

Формат аварийного сообщения (4 bytes)

id (1 byte unsigned): идентификатор модели.

common (1 byte unsign):

sensor (1 bit lo): 0 - потеря связи с инклинометром СММК ДИ15, 1 - датчик на связи.

battery (1 bit): 0 - низкий заряд батареи, 1 - батарея в норме.

external_power (1 bit): 0 - внешнего питания нет, 1 - внешнее питание есть.

time (1 bit): 0 - время не установлено, 1 - время установлено.

memory (1 bit): 0 - ошибка памяти (не верные настройки/пороговые значения), 1 - память в порядке.

device (1 bit): 0 - неисправность КСИ LoRaWAN, 1 - КСИ LoRaWAN в норме.

after_boot (1 bit): 0 - обычное сообщение, 1 - первое сообщение после перезагрузки устройства.

RFU (1 bit hi): не используется, 0.

levels (2 bytes unsign):

level_X (3 bit lo): анализ угла по оси X.

level_Y (3 bit): анализ угла по оси Y.

level_T1 (3 bit): анализ температуры по оси X.

level_T2 (3 bit): анализ температуры по оси Y.

level_T3 (3 bit): анализ температуры КСИ LoRaWAN.

RFU (1 bit hi): не используется, 0.

Значения при анализе пороговых уровней level:

0 - в пределах нормы

1 - ниже в желтой зоне

2 - выше в желтой зоне

3 - ниже в красной зоне

4 - выше в красной зоне

7- не анализируется

Формат настроек (20 bytes)

id (1 byte unsigned): идентификатор модели.

time (4 bytes unsigned): время в формате UTC, количество секунд с 01.01.1970 00:00, (в отличие от стандарта беззнаковое целое), 0xFFFFFFFF - значение игнорируется.

lora (1 byte unsign): настройки выдачи сообщений, 0xFF - значение игнорируется.

ack_msg (1 bit lo): 0 - сообщение без подтверждения, 1 - сообщение с ожиданием подтверждения.

ack_alarm (1 bit): 0 - аварийное сообщение без подтверждения, 1 - аварийное сообщение с ожиданием подтверждения.

n_resend (2 bit): количество повторений сообщений, если подтверждение не получено: 0 - 3 раза.

min_alarm_time (2 bit): минимальный интервал между выдачей аварийных сообщений: 00 - отключено, 01 - 10 мин, 10 - 1 час, 11 - 3 часа.

RFU (2 bit): не используется.

period (5 bytes unsign): настройки интервалов опроса и выдачи сообщений.

start_message_time (2 bytes unsign): время начала первой отправки сообщения после включения устройства в минутах, 0xFFFF - значение игнорируется.

start_sensor_time (2 bytes unsign): время начала первого опроса датчиков после включения устройства, 0xFFFF - значение игнорируется.

message (4 bit lo): интервал отправки сообщений, 0xF - значение игнорируется.

sensor (4 bit hi): интервал опроса датчика, 0xF - значение игнорируется.

auto_k (1 byte): автоматическая установка коэффициентов при включении устройства: 0 - нет, 1 - да, 0xFF - значение игнорируется.

k_X (3 bytes big-endian sign): значение коэффициента для угла X в секундах, 0xFFFFFFFF - значение игнорируется.

k_Y (3 bytes big-endian sign): значение коэффициента для угла Y в секундах, 0xFFFFFFFF - значение игнорируется.

reboot_time (3 bit lo): время до перезагрузки устройства с момента включения, 7 - значение игнорируется.

median (3 bit): фильтрация значений датчиков: 0 - выключено, 1 - по 3 значениям, 2 - по 5 значениям, 3 - по 7 значениям, 7 - значение игнорируется.

RFU (2 bit hi): не используется.

Если при установке настроек какое-то значение менять не следует, то в соответствующее поле необходимо записать 0xFF. В этом случае данное поле будет игнорироваться устройством.

Значения интервалов опроса и выдачи сообщений:

0 - 5 мин.

1 - 15 мин.

2 - 30 мин.

3 - 1 час.

4 - 3 часа.

5 - 6 часов.

6 - 12 часов.

7 - 24 часа.

Значения интервалов перезагрузки устройства `reboot_time`

0 - отключено.

1 - 1 сутки.

2 - 5 суток.

3 - 10 суток.

4 - 15 суток.

5 - 20 суток.

6 - 30 суток.

Формат сообщения с пороговыми значениями (42 bytes).

`id` (1 byte unsigned): идентификатор модели.

`level_X` (13 bytes): настройки анализа пороговых значений для угла X:

`on` (1 byte unsigned): 0xFF - значение игнорируется.

`lo_yellow` (1 bit lo): анализ нижнего уровня желтой зоны: 0 - нет., 1 - да.

`hi_yellow` (1 bit): анализ верхнего уровня желтой зоны: 0 - нет., 1 - да.

`lo_red` (1 bit): анализ нижнего уровня красной зоны: 0 - нет., 1 - да.

`hi_red` (1 bit): анализ верхнего уровня красной зоны: 0 - нет., 1 - да.

`count_yellow` (2 bit): количество значений подряд в желтой зоне, определяющие ее достижение.

`count_red` (2 bit hi): количество значений подряд в красной зоне, определяющие ее достижение.

`lo_yellow` (3 bytes big-endian sign): нижнее значение уровня желтой зоны для угла в секундах, 0xFFFFFFFF - значение игнорируется.

`hi_yellow` (3 bytes big-endian sign): верхнее значение уровня желтой зоны для угла в секундах, 0xFFFFFFFF - значение игнорируется.

`lo_red` (3 bytes big-endian sign): нижнее значение уровня красной зоны для угла в секундах, 0xFFFFFFFF - значение игнорируется.

hi_red (3 bytes big-endian sign): верхнее значение уровня красной зоны для угла в секундах, 0xFFFFFFFF - значение игнорируется.

level_Y (13 bytes): настройки анализа пороговых значений для угла Y:

on (1 byte unsigned): 0xFF - значение игнорируется.

lo_yellow (1 bit lo): анализ нижнего уровня желтой зоны: 0 - нет., 1 - да.

hi_yellow (1 bit): анализ верхнего уровня желтой зоны: 0 - нет., 1 - да.

lo_red (1 bit): анализ нижнего уровня красной зоны: 0 - нет., 1 - да.

hi_red (1 bit): анализ верхнего уровня красной зоны: 0 - нет., 1 - да.

count_yellow (2 bit): количество значений подряд в желтой зоне, определяющие ее достижение.

count_red (2 bit hi): количество значений подряд в красной зоне, определяющие ее достижение.

lo_yellow (3 bytes big-endian sign): нижнее значение уровня желтой зоны для угла в секундах, 0xFFFFFFFF - значение игнорируется.

hi_yellow (3 bytes big-endian sign): верхнее значение уровня желтой зоны для угла в секундах, 0xFFFFFFFF - значение игнорируется.

lo_red (3 bytes big-endian sign): нижнее значение уровня красной зоны для угла в секундах, 0xFFFFFFFF - значение игнорируется.

hi_red (3 bytes big-endian sign): верхнее значение уровня красной зоны для угла в секундах, 0xFFFFFFFF - значение игнорируется.

level_T1 (5 bytes): настройки анализа пороговых значений для температуры T1:

on (1 byte unsigned): 0xFF - значение игнорируется.

lo_yellow (1 bit lo): анализ нижнего уровня желтой зоны: 0 - нет., 1 - да.

hi_yellow (1 bit): анализ верхнего уровня желтой зоны: 0 - нет., 1 - да.

lo_red (1 bit): анализ нижнего уровня красной зоны: 0 - нет., 1 - да.

hi_red (1 bit): анализ верхнего уровня красной зоны: 0 - нет., 1 - да.

count_yellow (2 bit): количество значений подряд в желтой зоне, определяющие ее достижение.

count_red (2 bit hi): количество значений подряд в красной зоне, определяющие ее достижение.

lo_yellow (1 bytes sign): нижнее значение уровня желтой зоны в градусах, 0xFF - значение игнорируется.

hi_yellow (1 bytes sign): верхнее значение уровня желтой зоны в градусах, 0xFF - значение игнорируется.

lo_red (1 bytes sign): нижнее значение уровня красной зоны в градусах, 0xFF - значение игнорируется.

hi_red (1 bytes sign): верхнее значение уровня красной зоны в градусах, 0xFF - значение игнорируется.

level_T2 (5 bytes): настройки анализа пороговых значений для температуры T2:

on (1 byte unsigned): 0xFF - значение игнорируется.

lo_yellow (1 bit lo): анализ нижнего уровня желтой зоны: 0 - нет., 1 - да.

hi_yellow (1 bit): анализ верхнего уровня желтой зоны: 0 - нет., 1 - да.

lo_red (1 bit): анализ нижнего уровня красной зоны: 0 - нет., 1 - да.

hi_red (1 bit): анализ верхнего уровня красной зоны: 0 - нет., 1 - да.

count_yellow (2 bit): количество значений подряд в желтой зоне, определяющие ее достижение.

count_red (2 bit hi): количество значений подряд в красной зоне, определяющие ее достижение.

lo_yellow (1 bytes sign): нижнее значение уровня желтой зоны в градусах, 0xFF - значение игнорируется.

hi_yellow (1 bytes sign): верхнее значение уровня желтой зоны в градусах, 0xFF - значение игнорируется.

lo_red (1 bytes sign): нижнее значение уровня красной зоны в градусах, 0xFF - значение игнорируется.

hi_red (1 bytes sign): верхнее значение уровня красной зоны в градусах, 0xFF - значение игнорируется.

level_T3 (5 bytes): настройки анализа пороговых значений для температуры T3:

on (1 byte unsigned): 0xFF - значение игнорируется.

lo_yellow (1 bit lo): анализ нижнего уровня желтой зоны: 0 - нет., 1 - да.

hi_yellow (1 bit): анализ верхнего уровня желтой зоны: 0 - нет., 1 - да.

lo_red (1 bit): анализ нижнего уровня красной зоны: 0 - нет., 1 - да.

hi_red (1 bit): анализ верхнего уровня красной зоны: 0 - нет., 1 - да.

count_yellow (2 bit): количество значений подряд в желтой зоне, определяющие ее достижение.

count_red (2 bit hi): количество значений подряд в красной зоне, определяющие ее достижение.

lo_yellow (1 bytes sign): нижнее значение уровня желтой зоны в градусах, 0xFF - значение игнорируется.

hi_yellow (1 bytes sign): верхнее значение уровня желтой зоны в градусах, 0xFF - значение игнорируется.

lo_red (1 bytes sign): нижнее значение уровня красной зоны в градусах, 0xFF - значение игнорируется.

hi_red (1 bytes sign): верхнее значение уровня красной зоны в градусах, 0xFF - значение игнорируется.

Если при установке настроек какие-то значение менять не следует, то в соответствующее поле необходимо записать 0xFF. В этом случае данное поле будет игнорироваться устройством.

Значения count_yellow, count_red:

0 - 1 значение

1 - 3 значения

2 - 5 значений

3 - 7 значений

Формат сообщения с информацией об устройстве (7 bytes)

id (1 byte unsigned): идентификатор модели.

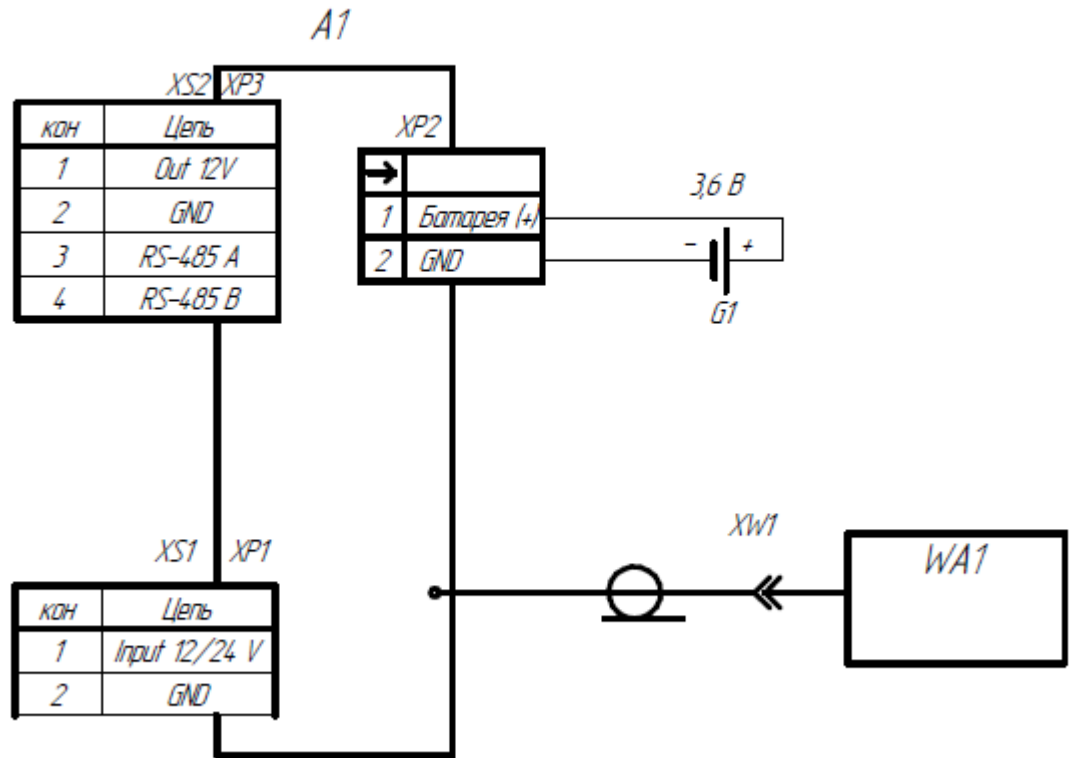
hardware_version (2 bytes big-endian unsign) - версия аппаратной части.

firmware_version (2 bytes big-endian unsign) - версия прошивки.

protocol_version (1 byte unsign) - версия радиопrotocola, текущая версия
protocola - 1.

config_version (1 byte unsign) - версия protocola конфигурации.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. СХЕМА ВНЕШНИХ СОЕДИНЕНИЙ КСИ LORAWAN



Список сокращений:

A1 – основная плата КСИ LoRaWAN;

WA1 – внешняя антенна;

G1 – батарея питания 3,6В;

XP1 – разъем подключения внешнего питания;

XP2 – разъем подключения батареи питания;

XP3 – разъем подключения инклинометра СМИК ДИ15;

XS1 – съемный клеммник 2pin;

XS2 – съемный клеммник 4pin.