

## Базовая станция LoRaWAN АТБ-LW-BS

### Руководство по эксплуатации

НТЦМ.424169.028РЭ



## Содержание

1	Описание и работа .....	4
1.1	Назначение станции.....	4
1.2	Технические характеристики.....	5
1.3	Состав станции.....	9
1.4	Устройство и работа .....	12
1.5	Маркировка и упаковка.....	14
1.6	Пломбировка .....	14
2	Использование по назначению .....	17
2.1	Эксплуатационные ограничения .....	17
2.2	Подготовка станции к использованию .....	17
2.3	Использование станции.....	23
3	Техническое обслуживание и текущий ремонт .....	37
4	Транспортирование и хранение.....	37
5	Утилизация .....	37

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для изучения принципов работы, правильной и безопасной эксплуатации и использования технических возможностей базовой станции LoRaWAN «X»<sup>1)</sup> АТБ-LW-BS НТЦМ.424169.028-YY<sup>2)</sup> (далее по тексту - станция).

Станция должна эксплуатироваться пользователями, изучившими данное руководство по эксплуатации в полном объеме.

---

<sup>1)</sup> Наименование исполнения согласно паспорту

<sup>2)</sup> Обозначение исполнения согласно паспорту

# 1 Описание и работа

## 1.1 Назначение станции

### 1.1.1 Наименование, обозначение и назначение станции

#### 1.1.1.1 Станция предназначена для развертывания сети LoRaWAN.

Станция имеет предустановленное ПО и работает с любой операционной системой.

Обмен станции с сервером осуществляется через канал Ethernet.

Наличие LTE-модуля обеспечивает дополнительный канал связи станции с сервером.

Наличие GNSS-модуля обеспечивает подключение станции к спутникам GPS/ГЛОНАСС и получение от них данных о времени и местоположении станции.

Электропитание станции осуществляется от внешнего источника питания, либо от PoE.

### 1.1.2 Габаритные размеры станции

#### 1.1.2.1 Габаритные размеры станции представлены на рисунке 1.

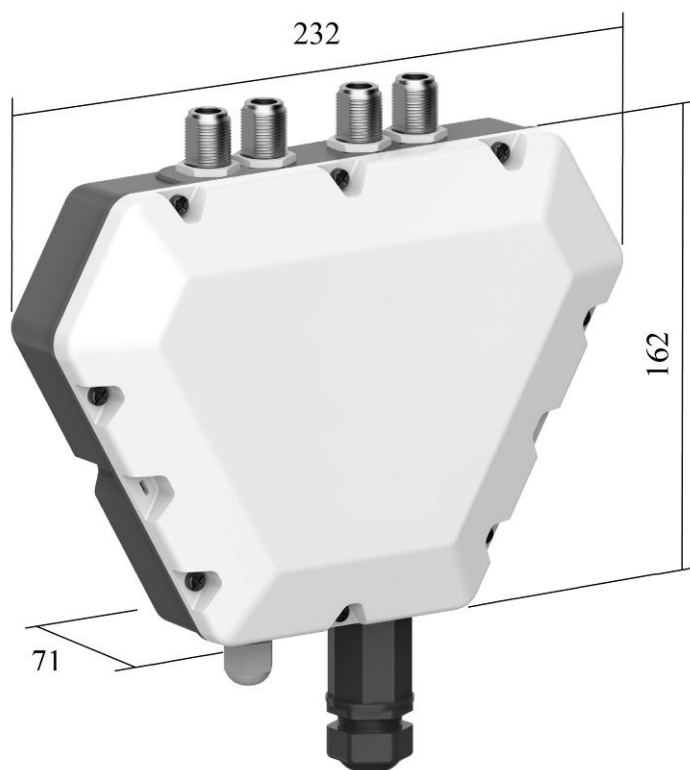


Рисунок 1 – Габаритные размеры станции

### 1.1.3 Условия эксплуатации

1.1.3.1 Станция предназначена для эксплуатации при температуре от минус 40 °С до плюс 70 °С и относительной влажности до 90 % при температуре плюс 25 °С.

### 1.2 Технические характеристики

1.2.1 Основные технические данные станции приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные технические параметры

Наименование параметра	Значение параметра		
Беспроводные интерфейсы связи	LoRaWAN	LTE <sup>1)</sup> (опция)	GNSS <sup>1)</sup> (опция)
Тип антенн	Внешняя	Внутренняя или внешняя <sup>1)</sup>	Внутренняя или внешняя <sup>1)</sup>
Кол-во и тип разъемов для подключения внешних антенн	1 или 2 <sup>1)</sup> N-female	0 или 1 <sup>1)</sup> N-female	
Диапазон частот LoRaWAN	864-870 МГц (RU) / 863-870 МГц (EU)		
Мощность передачи LoRaWAN	До 27 дБм, настраиваемая		
Максимальная чувствительность приема LoRaWAN	-139 дБм при SF12		
Режим LBT	Есть		
Поддерживаемые частотные каналы LTE	Согласно таблице 5		
Разъем для внешнего источника электропитания	Клеммник (до 2,5 мм²)		
Разъем для Ethernet 10/100 Base-T, PoE	RJ45		
Конфигурирование через Ethernet по протоколу SSH	Есть		
Интерфейс связи с ПК	1 x USB 2.0 через разъем USB-type C (только конфигурирование)		
Разъем для SIM-карты 3/1,8 В	Есть		
Разъем для SD-карты	Есть		
Оперативная память	2 Гб		
Архитектура процессора	ARM Cortex-A		
Потребляемая мощность, не более	15 Вт		
Напряжение электропитания	12...48 В постоянного тока от внешнего источника питания или от PoE		
Степень защиты корпуса, не хуже	IP65		
Габаритные размеры (Ш x Д x В), мм, не более	232 x 162 x 71		

<sup>1)</sup> Значения опций согласно паспорту

Наименование параметра	Значение параметра
Масса, г, не более	700

1.2.2 Рабочие частоты LoRa приведены в таблице 2.

Регион	Частотный план, МГц
Россия	RU864
Европа	EU868

Таблица 2

1.2.3 Переменные данные исполнений станции приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Параметры беспроводных интерфейсов связи

Наименование	Обозначение	GNSS		LTE		LoRa
		Разъем N-типа для внешней антенны	Пассивная керамическая антенна	Разъем N-типа для внешней антенны	Антенна Flexible FPC	Разъемы N-типа для внешней антенны
Базовая станция LoRaWAN АТБ-LW-BS	НТЦМ.424169.028		1		1	2
	НТЦМ.424169.028-01					1
	НТЦМ.424169.028-02	1				
	НТЦМ.424169.028-03		1			
	НТЦМ.424169.028-04			1		
	НТЦМ.424169.028-05				1	
	НТЦМ.424169.028-06	1		1		
	НТЦМ.424169.028-07	1			1	
	НТЦМ.424169.028-08		1	1		
	НТЦМ.424169.028-09		1		1	
	НТЦМ.424169.028-10					2
	НТЦМ.424169.028-11	1				
	НТЦМ.424169.028-12		1			
	НТЦМ.424169.028-13			1		
	НТЦМ.424169.028-14				1	
	НТЦМ.424169.028-15	1			1	
	НТЦМ.424169.028-16		1	1		

Наименование	Обозначение	GNSS		LTE		LoRa
		Разъем N-type для внешней антенны	Пассивная керамическая антенна	Разъем N-type для внешней антенны	Антенна Flexible FPC	Разъемы N-type для внешней антенны
	НТЦМ.424169.028-17	1		1		
	НТЦМ.424169.028-18		1		1	
	НТЦМ.424169.028-19			1		1
Базовая станция LoRaWAN АТБ-LW-BS	НТЦМ.424169.028-20				1	1
	НТЦМ.424169.028-21	1		1		
	НТЦМ.424169.028-22	1			1	
	НТЦМ.424169.028-23		1	1		
	НТЦМ.424169.028-24		1		1	2
	НТЦМ.424169.028-25			1		
	НТЦМ.424169.028-26				1	
	НТЦМ.424169.028-27	1			1	
	НТЦМ.424169.028-28		1	1		
	НТЦМ.424169.028-29	1		1		
Базовая станция LoRaWAN «X» <sup>1)</sup> АТБ-LW-BS	НТЦМ.424169.028-30 ... НТЦМ.424169.028-99	2)	2)	2)	2)	2)

Таблица 4 – Распределение модулей LoRaWAN и LTE по исполнениям станции

Обозначение	Левый разъем основного модуля (X6)	Средний разъем основного модуля (X5)	Правый разъем основного модуля (X4)
НТЦМ.424169.028	АТВ-LTE-mPCIe-M (LTE модуль mPCIe PP1603H cat.1 GPS НТЦМ.467762.008)	АТВ-LW-mPCIe-M (mPCIe Базовая станция LoRaWAN НТЦМ.467769.002-04)	АТВ-LW-mPCIe-M (mPCIe Базовая станция LoRaWAN НТЦМ.467769.002-04)
НТЦМ.424169.028-01	нет	нет	АТВ-LW-mPCIe-M (mPCIe Базовая станция LoRaWAN НТЦМ.467769.002-03)
НТЦМ.424169.028-02			
НТЦМ.424169.028-03			
НТЦМ.424169.028-04	АТВ-LTE-mPCIe-M (LTE модуль mPCIe PP1603H cat.1 GPS		АТВ-LW-mPCIe-M (mPCIe Базовая станция LoRaWAN
НТЦМ.424169.028-05			

<sup>1)</sup> Наименования исполнений согласно паспорту

<sup>2)</sup> Значения опций согласно паспорту

Обозначение	Левый разъем основного модуля (X6)	Средний разъем основного модуля (X5)	Правый разъем основного модуля (X4)
НТЦМ.424169.028-06	НТЦМ.467762.008)		НТЦМ.467769.002-04)
НТЦМ.424169.028-07			
НТЦМ.424169.028-08			
НТЦМ.424169.028-09			
НТЦМ.424169.028-10	нет		АТВ-LW-mPCIe-M (mPCIe Базовая станция LoRaWAN НТЦМ.467769.002-03)
НТЦМ.424169.028-11			
НТЦМ.424169.028-12			
НТЦМ.424169.028-13	АТВ-LTE-mPCIe-M (LTE модуль mPCIe PP1603H cat.1 GPS НТЦМ.467762.008)	АТВ-LW-mPCIe-M (mPCIe Базовая станция LoRaWAN НТЦМ.467769.002-04)	АТВ-LW-mPCIe-M (mPCIe Базовая станция LoRaWAN НТЦМ.467769.002-04)
НТЦМ.424169.028-14			
НТЦМ.424169.028-15			
НТЦМ.424169.028-16			
НТЦМ.424169.028-17			
НТЦМ.424169.028-18	АТВ-LTE-mPCIe-M (LTE модуль mPCIe SIM7600E cat.1 GPS НТЦМ.467762.011)	нет	
НТЦМ.424169.028-19			
НТЦМ.424169.028-20			
НТЦМ.424169.028-21			
НТЦМ.424169.028-22			
НТЦМ.424169.028-23			
НТЦМ.424169.028-24		АТВ-LW-mPCIe-M (mPCIe Базовая станция LoRaWAN НТЦМ.467769.002-04)	
НТЦМ.424169.028-25			
НТЦМ.424169.028-26			
НТЦМ.424169.028-27			
НТЦМ.424169.028-28			
НТЦМ.424169.028-29			
НТЦМ.424169.028-30	1)	1)	1)
... НТЦМ.424169.028-99			

1.2.4 Допускаемые к применению LTE-модули (помимо указанных в таблице 4) и

1) Значения опций



поддерживаемые ими частотные каналы LTE приведены в таблице 5.

Таблица 5

LTE-модули АТБ-LTE-mPCIe-M	Поддерживаемые частотные каналы LTE
LTE модуль mPCIe ПР1603Н cat.1 GPS «X» <sup>1)</sup> НТЦМ.467762.008-YY <sup>2)</sup>	GSM (900, 1800), LTE-FDD (B1, B3, B7, B8, B20, B28), LTE-TDD (B38, B40, B41)
LTE модуль mPCIe ПР1603 cat.1 «X» <sup>1)</sup> НТЦМ.467762.010-YY <sup>2)</sup>	
LTE модуль mPCIe ПР1803Н cat.4 GPS «X» <sup>1)</sup> НТЦМ.467762.003-YY <sup>2)</sup>	GSM (900, 1800), WCDMA (900, 2100), LTE-FDD (B1, B3, B7, B8, B20, B28), LTE-TDD (B38, B40, B41)
LTE модуль mPCIe ПР1803 cat.4 «X» <sup>1)</sup> НТЦМ.467762.009-YY <sup>2)</sup>	
LTE модуль mPCIe SIM7600E cat.1 GPS «X» <sup>1)</sup> НТЦМ.467762.011-YY <sup>2)</sup>	GSM (900, 1800), WCDMA (850, 900, 2100), LTE-FDD (B1, B3, B5, B7, B8, B20), LTE-TDD (B38, B40, B41)
LTE модуль mPCIe SIM7600E-H cat.4 GPS «X» <sup>1)</sup> НТЦМ.467762.007-YY <sup>2)</sup>	
LTE модуль mPCIe А7602Е-Н cat.4 GPS «X» <sup>1)</sup> НТЦМ.467762.001-YY <sup>2)</sup>	GSM (900, 1800), WCDMA (900, 2100), LTE-FDD (B1, B3, B5, B7, B8, B20), LTE-TDD (B38, B40, B41)

### 1.3 Состав станции

1.3.1 Станция изготовлена в пластиковом корпусе, имеющем степень защиты не хуже IP65.

На задней стенке размещены опорные ложементы с отверстиями (согласно рисунку 2) для закрепления станции на столбе с помощью монтажных хомутов.

<sup>1)</sup> Наименования изделий согласно этикеткам

<sup>2)</sup> Обозначения изделий согласно этикеткам



Рисунок 2 – Расположение отверстий под монтажные хомуты

Сверху станции размещены от одного до четырех разъемов N-type для внешних антенн согласно таблице 4 и рисунку 3.

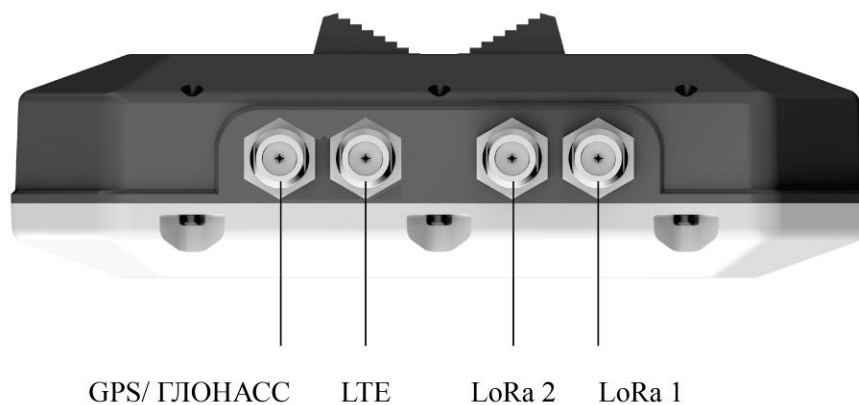


Рисунок 3 – Размещение разъемов N-type сверху станции

Снизу станции расположены гермоввод PG7 и герметичный разъем RJ45 согласно рисунку 4.

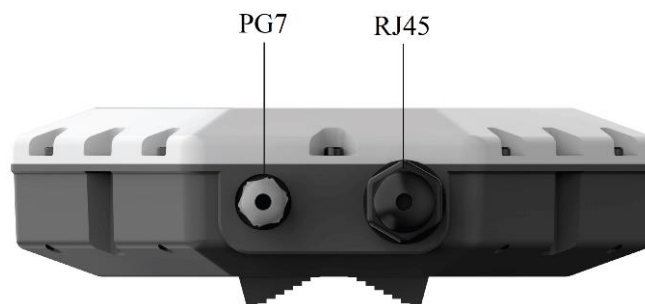


Рисунок 4 – Расположение гермоввода PG7 и герметичного разъема RJ45 снизу станции

Под крышкой установлен основной модуль станции, на котором размещены средства индикации, а также входные и выходные интерфейсы согласно рисунку 5.

В основной модуль станции устанавливаются процессорный модуль (с задней стороны основного модуля), модули LoRaWAN ATB-LW-mPCIe-M и LTE ATB-LTE-mPCIe-M согласно таблице 5 и рисунку 5, внутренние антенны LTE и GNSS согласно таблице 4. Над основным модулем расположена прозрачная защитная крышка, ограничивающая доступ к манипуляциям пользователя.

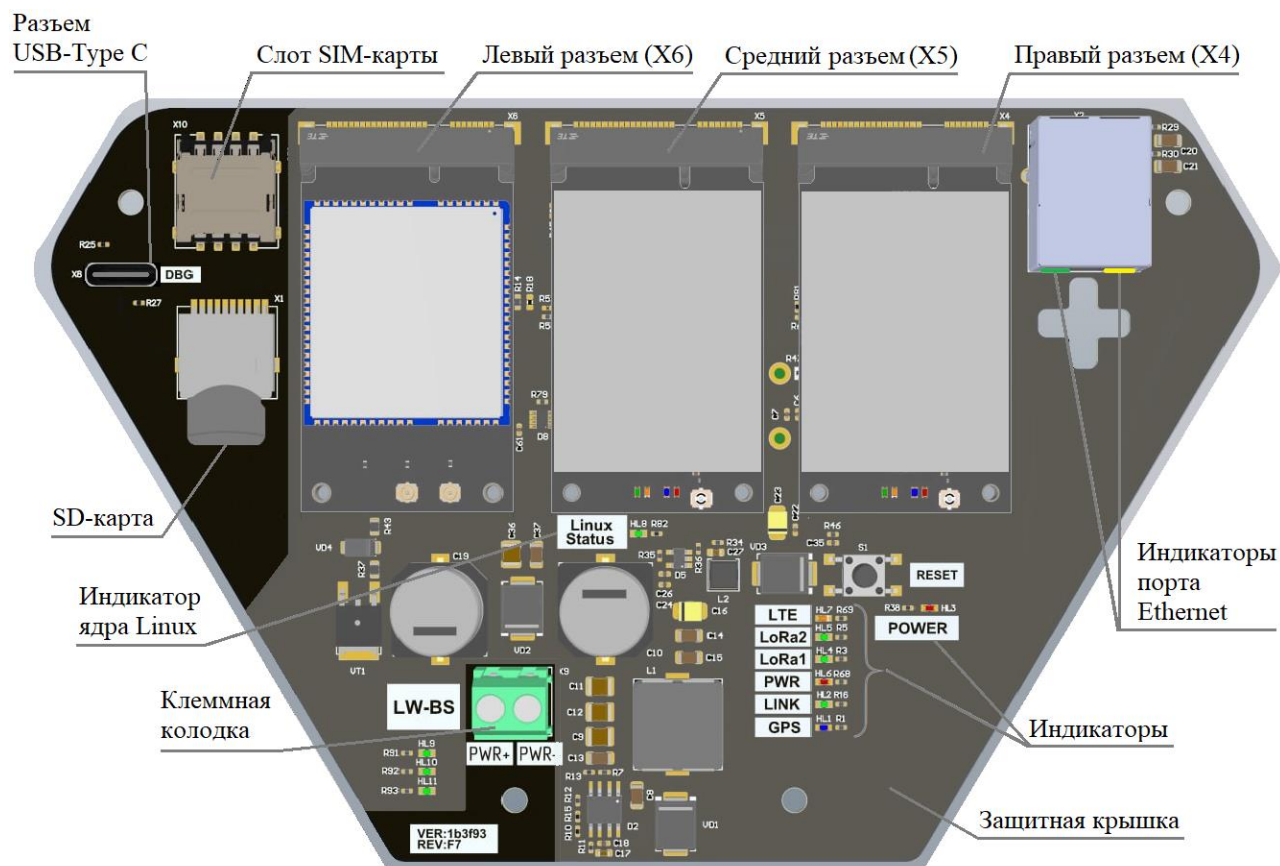


Рисунок 5 – Внешний вид основного модуля станции и расположение основных элементов

1.3.2 Станция имеет 9 индикаторов состояния работы, расположенных под крышкой станции, как это показано на рисунке 5. Описание индикаторов приведено в таблице 6.

Таблица 6

Индикатор	Цвет	Назначение	Значения сигналов
Linux Status	Зеленый	Работа ядра Linux процессора	Мигает – ядро Linux процессора запущено
LTE	Оранжевый	Состояние работы LTE-модуля	Не светит – LTE-модуль не подключен/ не работает Светит – LTE-модуль подключен
LoRa2	Зеленый	Состояние работы модуля LoRaWAN2	Не светит – модуль LoRaWAN2 не подключен/ не работает Светит – модуль LoRaWAN2 подключен
LoRa1	Зеленый	Состояние работы модуля LoRaWAN1	Не светит – модуль LoRaWAN1 не подключен/ не работает Светит – модуль LoRaWAN1 подключен
LINK	Зеленый	Связь станции с глобальной сетью интернет	Мигает – связь с глобальной сетью интернет установлена *
GPS	Синий	Состояние работы GPS	Не светит – нет данных от GNSS-приемника Мигает – есть данные, но некорректные Светит – время и местоположение станции определено
POWER	Красный	Электропитание станции через PoE или от внутреннего питания	Не светит – электропитание не подано Светит – электропитание подано
Порта Ethernet	Зеленый	Скорость соединения	Не светит – 10 Мбит/с Светит – 100 Мбит/с
	Желтый	Наличие соединения/ передача данных	Не светит – нет соединения Светит постоянно – соединение установлено Мигает – идет передача данных

\* Примечание – пингуется сайт «ya.ru»

Для наблюдения за светодиодной индикацией необходимо разобрать станцию, согласно п. 2.2.3.1.

Возможные неисправности при проверке работоспособности станции и методы их устранения в зависимости от значений сигналов индикаторов приведены в п. 2.3.3.1.

Возможные неисправности при эксплуатации станции и методы их устранения в зависимости от значений сигналов индикаторов приведены в п. 2.3.5.1.

## 1.4 Устройство и работа

1.4.1 На рисунке 6 представлена функциональная блок-схема станции.

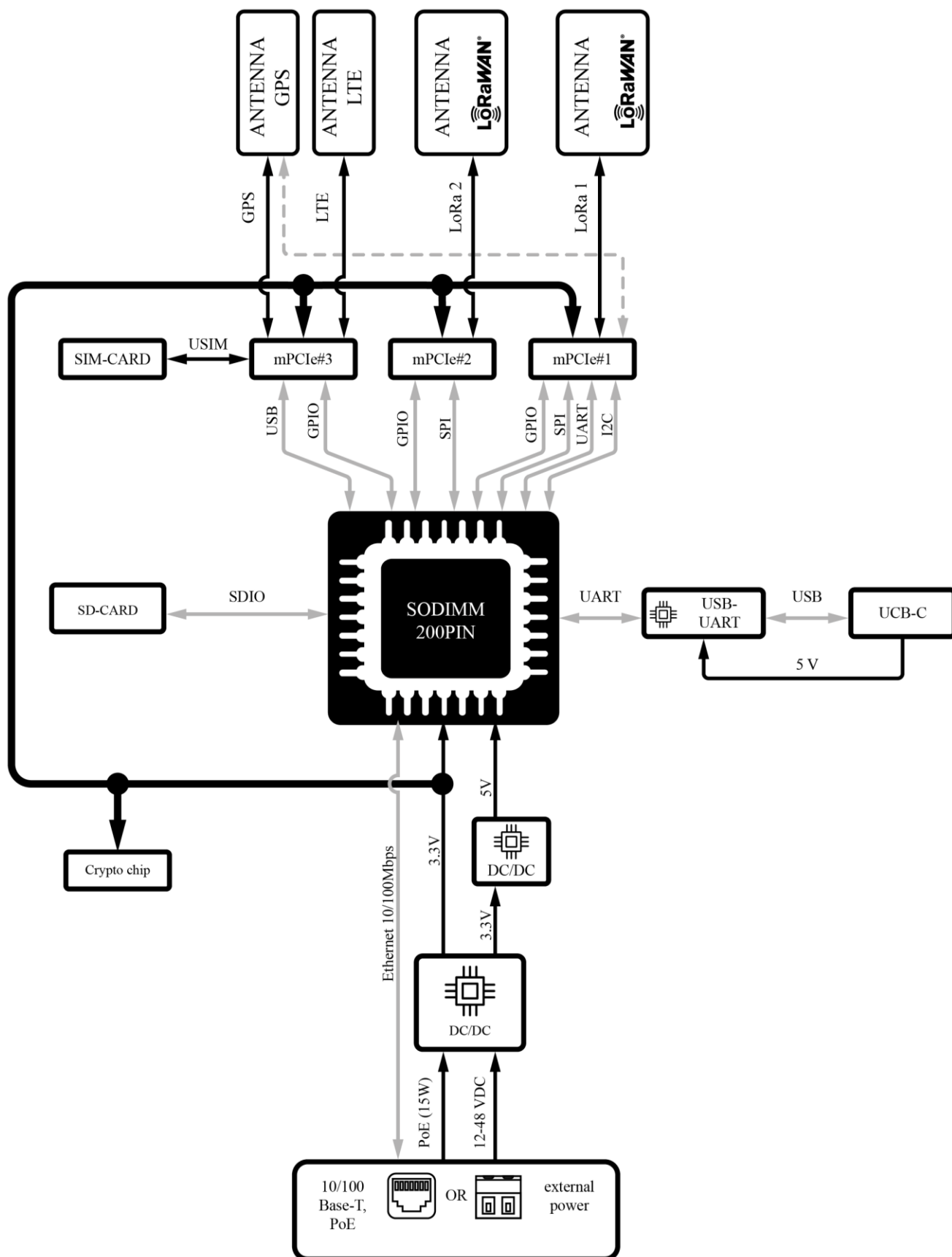


Рисунок 6 – Функциональная блок схема станции

1.4.2 На рисунке 7 представлена схема подключения станции.

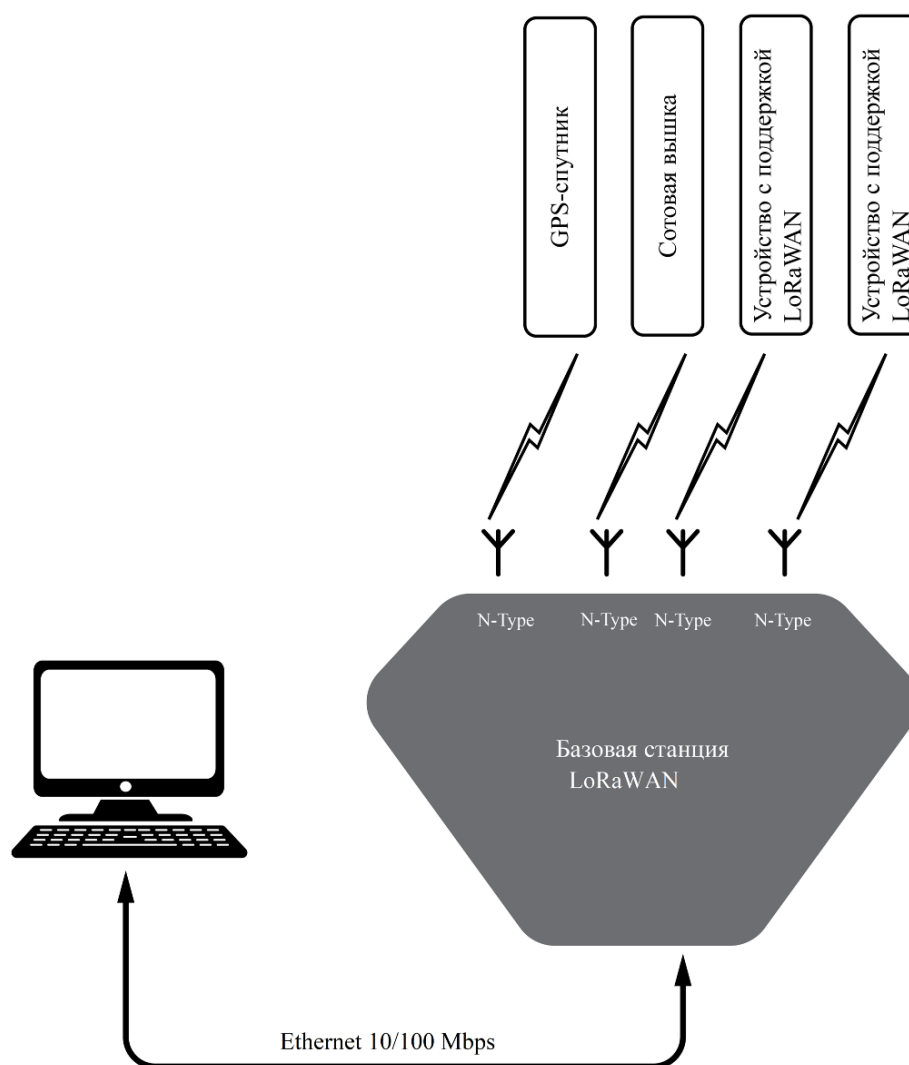


Рисунок 7 – Схема подключения станции

## 1.5 Маркировка и упаковка

1.5.1 Станция имеет маркировку своего наименования и обозначения технических условий, наименования и (или) товарного знака предприятия-изготовителя, заводского номера, MAC-адреса, года и месяца изготовления, единого знака обращения продукции на рынке государств - членов Таможенного союза и предупреждающие надписи.

На упаковке и в паспорте станции маркировка дублируется.

Размеры маркировок на станции (Ш x В) – 40 x 30 мм. Внешний вид маркировок станции представлен на рисунках 8 и 9, примерное их расположение на станции представлено на рисунке 10.



Рисунок 8 – Внешний вид основной маркировки станции

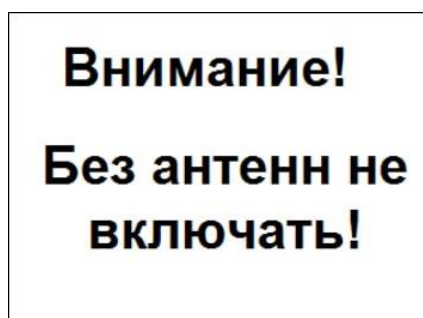


Рисунок 9 – Внешний вид маркировки станции с предупреждающей надписью



Рисунок 10 – Примерное расположение маркировок на станции

## 1.6 Пломбировка

1.6.1 С целью предотвращения несанкционированного вскрытия станции в ее конструкции предусмотрены два пломбировочных паза, согласно рисунку 11.



Рисунок 11 – Расположение пломбировочных пазов

Опломбирование станции осуществляется заказчиком согласно ГОСТ 31282-2004 после выполнения всех необходимых настроек.



## 2 Использование по назначению

### 2.1 Ограничения

2.1.1 Станция не должна находиться в условиях, отличающихся от:

- эксплуатационных, указанных в п. 1.1.3.1;
- транспортировочных, указанных в п. 4.1;
- хранения, указанных в п. 4.2.

### 2.2 Подготовка станции к использованию

#### 2.2.1 Меры безопасности при подготовке станции к использованию

2.2.1.1 Запрещается работать со станцией лицам, не изучившим данный документ в полном объеме. Запрещается использовать станцию не по назначению, описанному в данном документе. Запрещается вносить изменения в конструкцию станции.

Если станция подвергалась воздействию температуры ниже минус 10 °С, то перед расконсервацией ее необходимо выдержать в упаковке организации-изготовителя при температуре плюс 25 °С в течение 24 ч.

Разборку станции, установку SIM-карты и подключение USB-кабеля необходимо выполнять при нормальных климатических условиях. Если станция находилась при температуре ниже минус 10 °С, то перед установкой SIM-карты и подключением USB-кабеля необходимо предварительно выдержать станцию при нормальных климатических условиях в течение четырех часов.

Примечание – нормальные климатические условия характеризуют следующими значениями:

- температурой воздуха от плюс 15 °С до плюс 35 °С;
- относительной влажностью воздуха от 45 % до 80 %;
- атмосферным давлением воздуха от 84 до 106 кПа (от 630 до 800 мм рт.ст.).

#### **Демонтаж прозрачной защитной крышки строго запрещен!**

Подключение и извлечение антенн, USB-кабеля, SIM-карты, Ethernet-кабеля, кабеля электропитания, а также сборку и разборку гермоввода PG7 и герморазъема RJ45 необходимо производить вручную, соблюдая равномерную нагрузку на них и не используя острые вспомогательные предметы. Для винтовых соединений использовать соответствующие отвертки.

**Подключение внешних антенн и SIM-карты осуществлять строго после отключения всех источников электропитания!**

**Включение электропитания осуществлять строго после подключения всех антенн!**

2.2.1.2 Нарушение мер безопасности может привести к неисправности станции и прекращению гарантийных обязательств со стороны изготовителя.

#### 2.2.2 Объем и последовательность внешнего осмотра

2.2.2.1 Перед пуском станции в эксплуатацию необходимо выполнить следующие действия:

- а) проверить целостность упаковки перед вскрытием;
- б) вскрыть упаковку, извлечь станцию и протереть ее салфеткой из микрофибры;
- в) извлечь паспорт и проверить комплектность станции согласно паспорту;
- г) провести внешний осмотр станции на наличие механических повреждений и нарушений покрытий;
- д) проверить наличие в паспорте записей и печатей организаций изготовителя и продавца.

#### 2.2.3 Разборка и сборка станции

2.2.3.1 Для подключения USB-кабеля, SIM-карты, кабеля питания к клеммной колодке, наблюдения за светодиодной индикацией и выполнений операций по определению и устранению неисправностей станции, приведенных в п. 2.3.5.1, требуется демонтировать крышку станции. Разборка станции осуществляется с соблюдением мер безопасности, указанных в п. 2.2.1.1. Для этого необходимо открутить 8 винтов, показанных на рисунке 12 и аккуратно снять крышку.

2.2.3.2 Для сборки станции нужно аккуратно приложить крышку к корпусу и закрутить 8 винтов, показанных на рисунке 12, с усилием, необходимым для обеспечения герметичности стыка между ними.

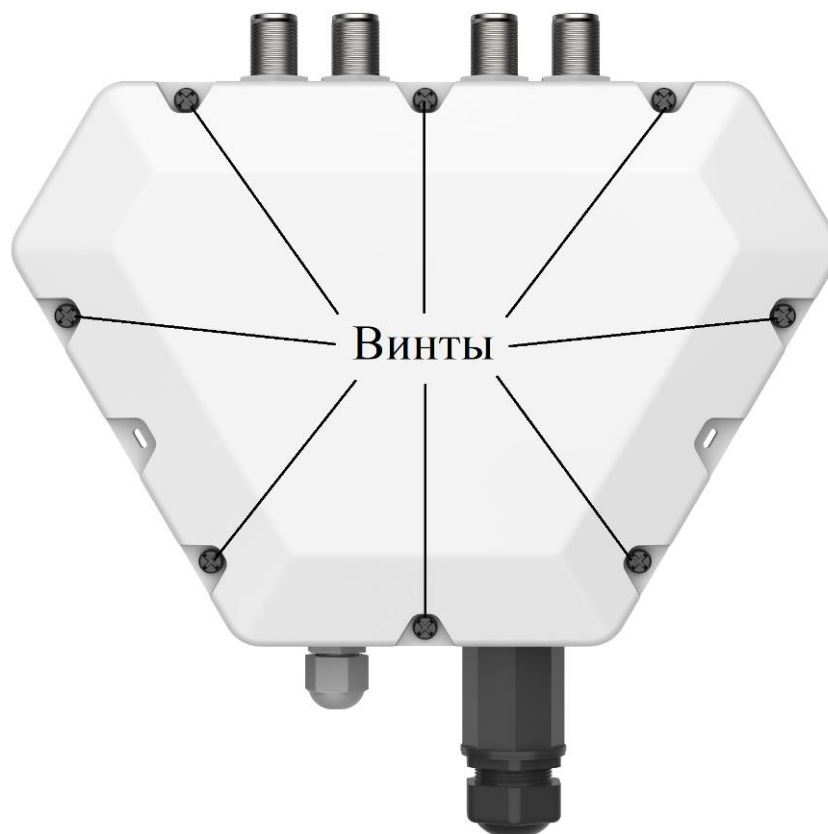


Рисунок 12 – Расположение крепежных винтов

#### 2.2.4 SD-карта

2.2.4.1 SD-карта используется для хранения прошивки базовой станции, ее расположение показано на рисунке 13.

#### 2.2.5 Установка и замена SIM-карты

2.2.5.1 Для установки SIM-карты необходимо демонтировать крышку согласно п. 2.2.3.1, открыть крышку слота для SIM-карты на станции (показан на рисунке 13), вставить в него SIM-карту с соблюдением мер безопасности, указанных в п. 2.2.1.1, закрыть крышку слота и собрать станцию согласно п. 2.2.3.2.

2.2.5.2 Для замены SIM-карты необходимо демонтировать крышку согласно п. 2.2.3.1, открыть крышку слота для SIM-карты на станции (показан на рисунке 13), извлечь из него SIM-карту и вставить новую с соблюдением мер безопасности, указанных в п. 2.2.1.1, закрыть крышку слота и собрать станцию согласно п. 2.2.3.2.

## 2.2.6 Подключение USB-кабеля

2.2.6.1 Для подключения USB-кабеля необходимо демонтировать крышку согласно п. 2.2.3.1 и вставить USB-кабель в порт USB-Type C на основном модуле станции (показан на рисунке 13) с соблюдением мер безопасности, указанных в п. 2.2.1.1.

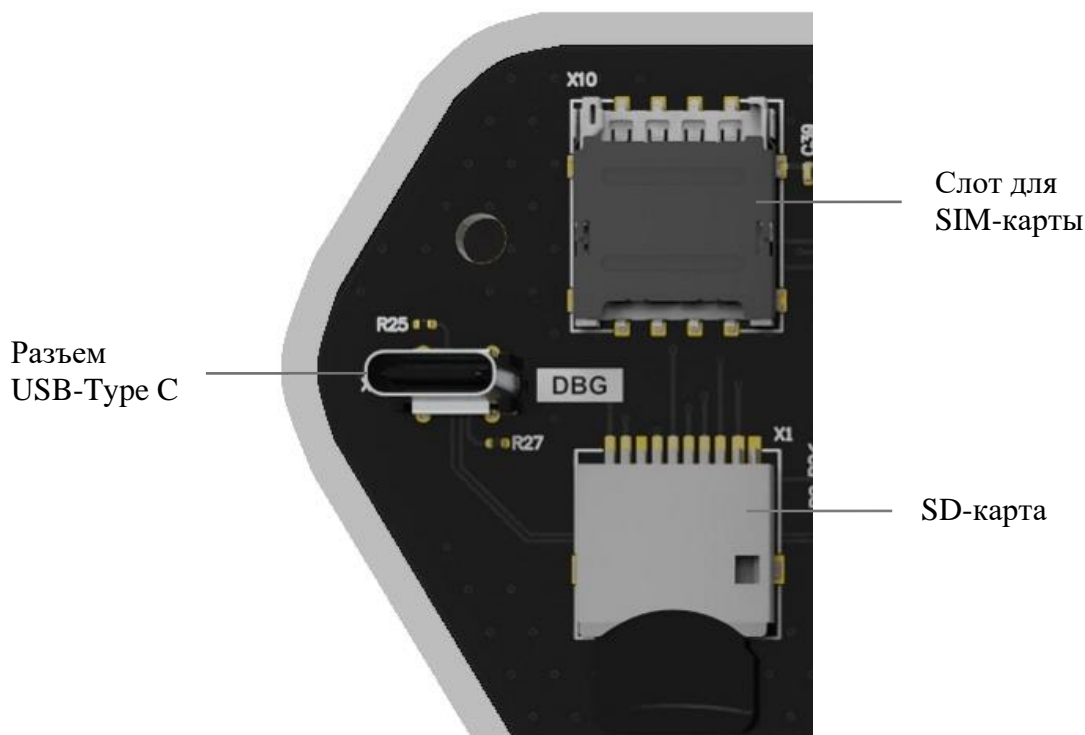


Рисунок 13 – Расположение SD-карты, слота для SIM-карты, и разъема USB-Type C

## 2.2.7 Подключение кабеля Ethernet или PoE к герморазъему RJ45

2.2.7.1 Для подключения кабеля Ethernet или PoE к герморазъему RJ45, необходимо разобрать герморазъем RJ45 и, подключив к нему кабель, как это показано на рисунке 14, собрать его, затянув все резьбовые соединения с усилием, необходимым для обеспечения герметичности стыка между ними. Все действия выполнять с соблюдением мер безопасности, указанных в п. 2.2.1.1.



Рисунок 14 – Подключение кабеля к герморазъему RJ45

## 2.2.8 Подключение внешних антенн

2.2.8.1 Для подключения внешних антенн LoRaWAN необходимо подсоединить коаксиальные кабели к разъемам антенн и к разъемам N-female станций LoRa1 и LoRa2 (показаны на рисунке 15) с соблюдением мер безопасности, указанных в п. 2.2.1.1.

2.2.8.2 Для подключения внешней антенны LTE необходимо подсоединить разъем антенны к разъему N-female станции LTE (показан на рисунке 15) с соблюдением мер безопасности, указанных в п. 2.2.1.1.

2.2.8.3 Для подключения внешней антенны GNSS необходимо подсоединить коаксиальный кабель к разъему антенны и к разъему N-female станции GNSS (показан на рисунке 15) с соблюдением мер безопасности, указанных в п. 2.2.1.1.

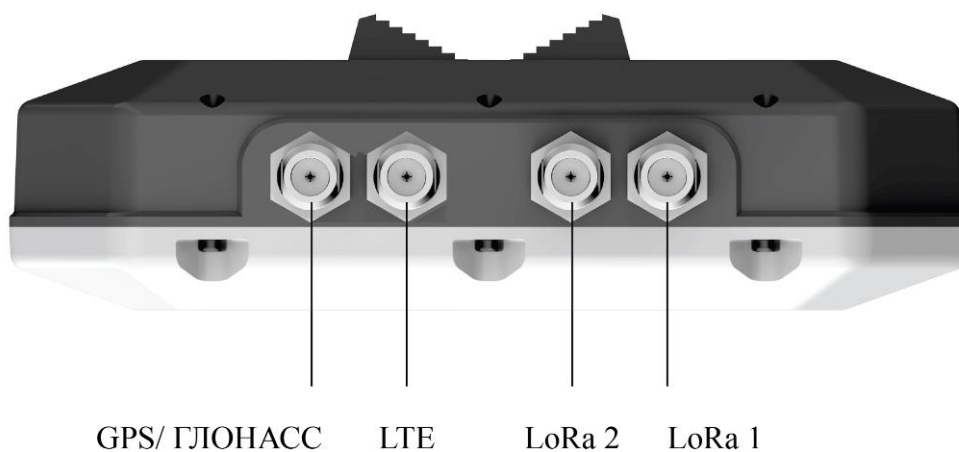


Рисунок 15 – Расположение разъемов N-female сверху станции

## 2.2.9 Подключение цепей электропитания

2.2.9.1 Для подключения цепи электропитания от внешнего источника питания 12-48 В постоянного тока необходимо демонтировать крышку согласно п. 2.2.3.1, открутить гайку на гермовводе PG-7, показанном на рисунке 16, продеть кабель источника питания через гайку и гермоввод PG-7, подключить кабель к клеммной колодке, показанной на рисунке 16, закрутить на ней винты, собрать станцию согласно п. 2.2.3.2 и закрутить гайку гермоввода с усилием, необходимым для обеспечения герметичности стыка между ними.

Желательно использовать однопроводной двухжильный кабель диаметром от 3,5 до 6 мм и сечением проводника до 2,5 мм<sup>2</sup>. При использовании двух отдельных одножильных проводов, место их вывода из гермоввода PG-7 наружу необходимо тщательно защитить герметиком.

Все действия выполнять с соблюдением мер безопасности, указанных в п. 2.2.1.1.

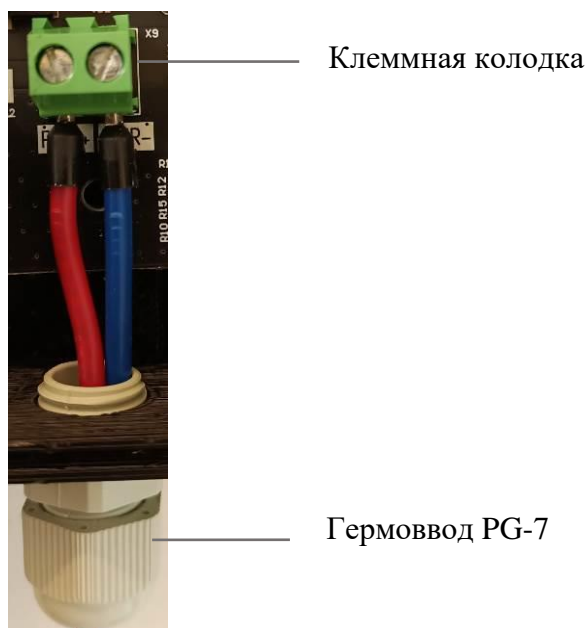


Рисунок 16 – Клеммная коробка и гермоввод PG-7

2.2.9.2 Для подключения цепи электропитания от PoE, необходимо подключить кабель PoE к разъему RJ45 согласно п. 2.2.7.1.

## 2.3 Использование станции

### 2.3.1 Настройка станции

#### 2.3.1.1 Конфигурирование станции через USB-кабель

Подключается USB-кабель согласно п. 2.2.6.1, все внешние антенны согласно п. 2.2.8 и цепь электропитания согласно п. 2.2.9. Затем подается электропитание. После этого на подключенном к станции ПК появится виртуальный COM порт «CH340» согласно рисунку 17.

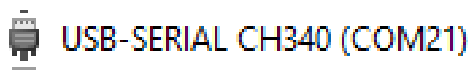


Рисунок 17 – Внешний вид COM порта «CH340» в диспетчере устройств ОС Windows

Необходимо подключиться к этому COM порту с помощью любой терминальной программы со скоростью 115200 бод. Например, используем программу PuTTY. Ссылка для скачивания PuTTY для ОС Windows: <https://the.earth.li/~sgtatham/putty/latest/w64/putty.exe>

Программа не требует установки. Необходимо запустить скачанный файл программы, выбрать опцию Connection type: Serial, заполнить поля Serial line и Speed и нажать кнопку Open, как это показано на рисунке 18.

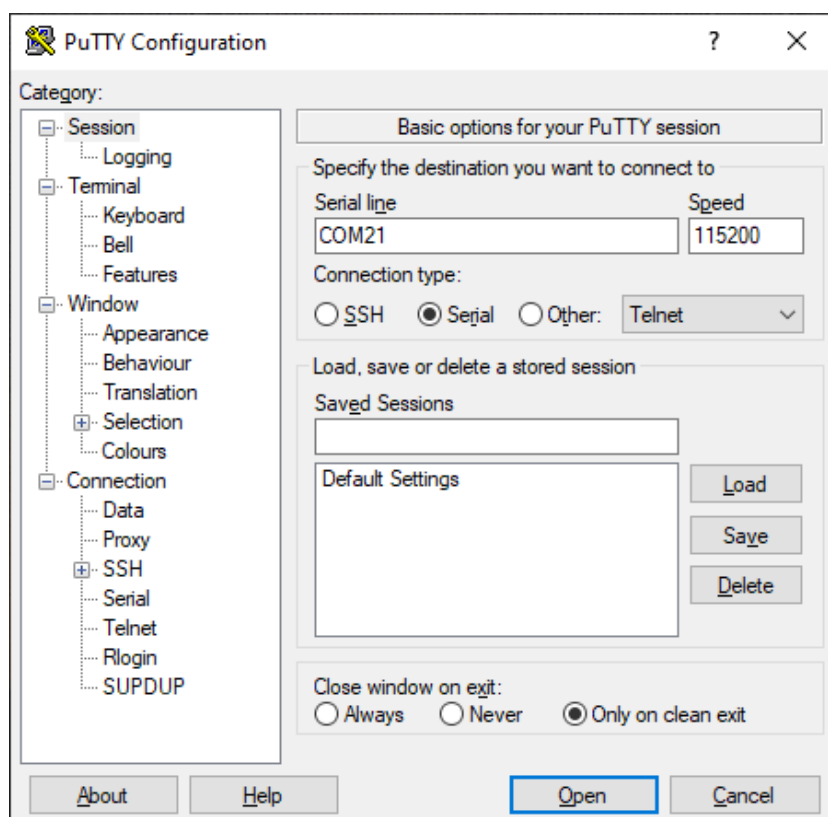




Рисунок 18 – Окно конфигурации PuTTY при подключении через USB-UART

### 2.3.1.2 Конфигурирование станции через SSH

Конфигурирование полностью собранной станции через SSH осуществляется по Ethernet-кабелю. Чтобы подключиться к станции по SSH, используя программу PuTTY, необходимо ввести ее IP-адрес. Станция получает IP-адрес из сети, к которой подключена. Для уточнения IP-адреса необходимо обратиться к администратору сети. Затем нужно выбрать опцию Connection type: SSH, заполнить поля Host Name (or IP address) и Port – 22 и нажать кнопку Open, как это отображено на рисунке 19.

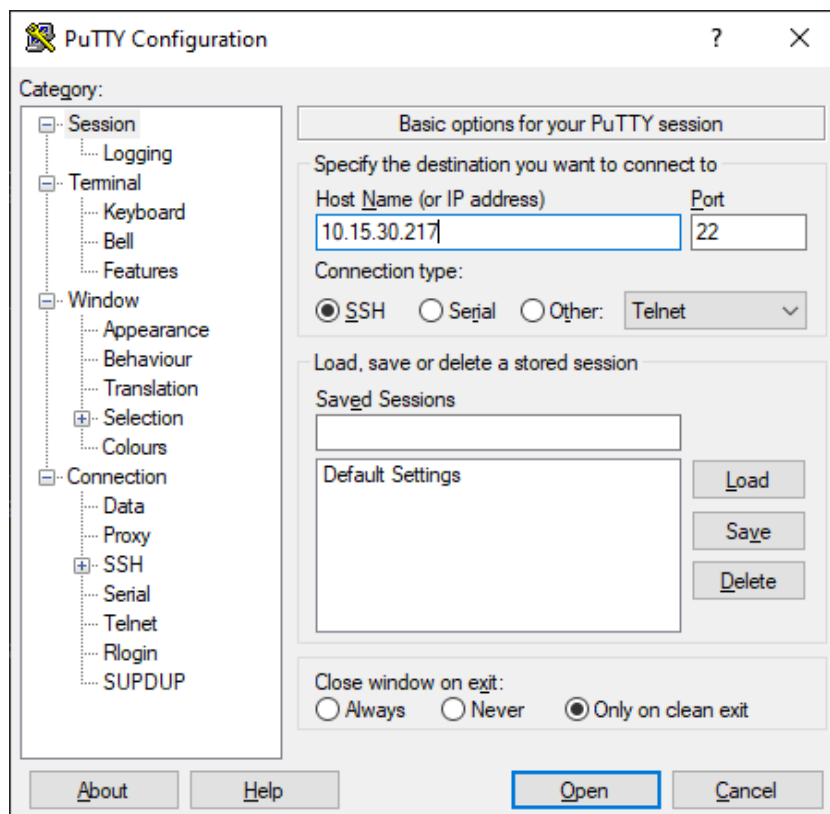


Рисунок 19 – Окно конфигурации PuTTY при подключении через SSH

Далее появится окно предупреждения системы безопасности, в котором необходимо нажать клавишу Ассерпт, как это показано на рисунке 20.



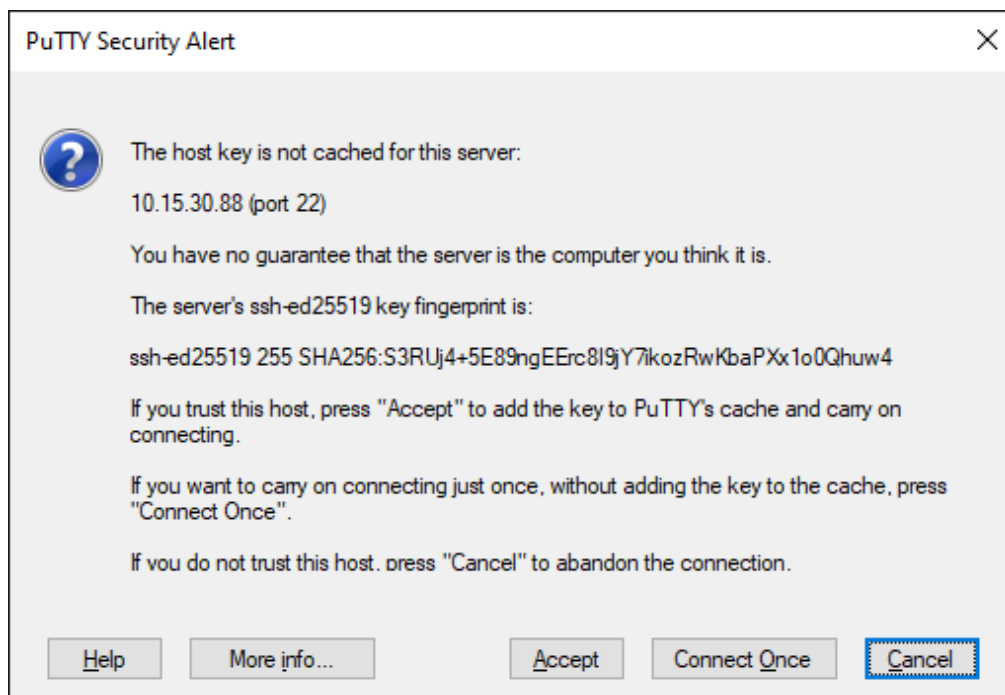


Рисунок 20 – Окно предупреждения системы безопасности PuTTY

### 2.3.1.3 Завершение конфигурирования станции через USB или SSH

После подключения станции будет отображено поле авторизации (если не отображается, необходимо нажать Enter), согласно рисунку 21.

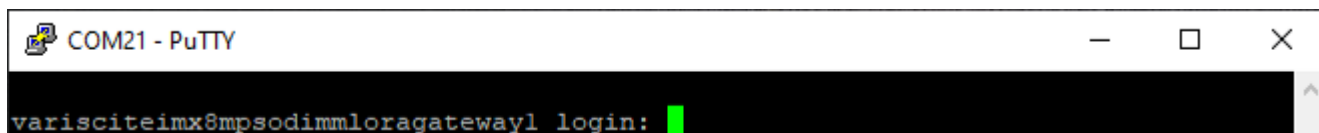


Рисунок 21 – Окно PuTTY с полем авторизации

Далее вводится логин/пароль по умолчанию: root/root.

### 2.3.1.4 Настройка подключения станции к серверу LoRaWAN

Чтобы подключить станцию к какому либо серверу, необходимо задать IP-адрес (или доменное имя), а так же порты в конфигурационном файле global\_conf.json. Редактирование этого файла можно выполнить на подключенном к станции ПК с помощью редактора nano:

1	nano /lora/packet_forwarder/global_conf.json
---	--

В конфигурационном файле необходимо задать значения для следующих ключей:

- "server\_address"
- "serv\_port\_up"
- "serv\_port\_down"

Место размещения этих ключей в файле показано зеленым курсором на рисунке 22.

Для перемещения по окну редактора nano необходимо использовать стрелки на клавиатуре: вверх, вниз, вправо и влево.

```

COM12 - PuTTY
GNU nano 6.3 /lora/packet_forwarder/global_conf.json

"gateway_conf": {
  "gateway_ID": "0016c001ff152901",
  /* change with default server address/ports */
  "server_address": "178.177.30.89",
  "serv_port_up": 1700,
  "serv_port_down": 1700,
  /* adjust the following parameters for your network */
  "keepalive_interval": 10,
  "stat_interval": 30,
  "push_timeout_ms": 100,
  /* forward only valid packets */
  "forward_crc_valid": true,
  "forward_crc_error": false,
  "forward_crc_disabled": false,
  /* GPS configuration */
  "gps_tty_path": "/dev/ttyMXcl",
  /* GPS reference coordinates */
  "ref_latitude": 0.0,
  "ref_longitude": 0.0,
}

^X Exit      ^O Write Out ^W Where Is  M-Q Previous ^K Cut        ^C Location
^L Refresh   ^R Read File ^\ Replace   M-W Next     ^U Paste      ^_ Go To Line
  
```

Рисунок 22 – Окно PuTTY с конфигурированием файла «global\_conf.json» в редакторе nano

Чтобы сохранить изменения и выйти из редактора nano, необходимо нажать комбинацию клавиш **Ctrl+S**, а затем **Ctrl+X**.

Чтобы изменения вступили в силу, необходимо перезагрузить устройство, например, консольной командой:

1	reboot
---	--------

#### 2.3.1.5 Настройка частот станции

Частоты прописываются в конфигурационном файле global\_conf.json. Для его редактирования, необходимо выполнить команду:

1	nano /lora/packet_forwarder/global_conf.json
---	--

Ниже приведен фрагмент файла global\_conf.json с комментариями:

1	
2	...
3	
4	"radio_0": {
5	"enable": true,
6	"type": "SX1250",
7	/***** /
8	"freq": 867300000, // < RADIO_0_FREQ - центральная частота первого радиочипа
9	/***** /
10	"rssi_offset": -215.4,
11	"rssi_tcomp": {"coeff_a": 0, "coeff_b": 0, "coeff_c": 20.41, "coeff_d": 2162.56, "coeff_e": 0},
12	"tx_enable": true,
13	"tx_freq_min": 863000000,
14	"tx_freq_max": 867000000,
15	"tx_gain_lut": [
16	{"rf_power": 12, "pa_gain": 0, "pwr_idx": 15},
17	{"rf_power": 13, "pa_gain": 0, "pwr_idx": 15},
18	{"rf_power": 14, "pa_gain": 0, "pwr_idx": 15},
19	{"rf_power": 15, "pa_gain": 0, "pwr_idx": 15},
20	{"rf_power": 16, "pa_gain": 0, "pwr_idx": 15},
21	{"rf_power": 17, "pa_gain": 0, "pwr_idx": 15},
22	{"rf_power": 18, "pa_gain": 1, "pwr_idx": 1},
23	{"rf_power": 19, "pa_gain": 1, "pwr_idx": 2},
24	{"rf_power": 20, "pa_gain": 1, "pwr_idx": 3},
25	{"rf_power": 21, "pa_gain": 1, "pwr_idx": 4},
26	{"rf_power": 22, "pa_gain": 1, "pwr_idx": 5},
27	{"rf_power": 23, "pa_gain": 1, "pwr_idx": 6},
28	{"rf_power": 24, "pa_gain": 1, "pwr_idx": 7},

29	{ "rf_power": 25, "pa_gain": 1, "pwr_idx": 9},
30	{ "rf_power": 26, "pa_gain": 1, "pwr_idx": 11},
31	{ "rf_power": 27, "pa_gain": 1, "pwr_idx": 14},
32	]
33	},
34	"radio_1": {
35	"enable": true,
36	"type": "SX1250",
37	/*****/
38	"freq": 868900000, // < RADIO_1_FREQ - центральная частота второго радиочипа
39	/*****/
40	"rssi_offset": -215.4,
41	"rssi_tcomp": { "coeff_a": 0, "coeff_b": 0, "coeff_c": 20.41, "coeff_d": 2162.56, "coeff_e": 0},
42	"tx_enable": false
43	},
44	
45	"chan_multiSF_0": { "enable": true, "radio": 0, "if": -400000}, // RADIO_0_FREQ - 400000 = 866.9 МГц
46	"chan_multiSF_1": { "enable": true, "radio": 0, "if": -200000}, // RADIO_0_FREQ - 200000 = 867.1 МГц
47	"chan_multiSF_2": { "enable": true, "radio": 0, "if": 0}, // RADIO_0_FREQ + 0 = 867.3 МГц
48	"chan_multiSF_3": { "enable": true, "radio": 0, "if": 200000}, // RADIO_0_FREQ + 200000 = 867.5 МГц
49	"chan_multiSF_4": { "enable": true, "radio": 0, "if": 400000}, // RADIO_0_FREQ + 400000 = 867.7 МГц
50	"chan_multiSF_5": { "enable": true, "radio": 1, "if": 0}, // RADIO_1_FREQ + 0 = 868.9 МГц (Обязательная частота для региона RU864)
51	"chan_multiSF_6": { "enable": true, "radio": 1, "if": 200000}, // RADIO_1_FREQ + 200000 = 869.1 МГц (Обязательная частота для региона RU864)
52	"chan_multiSF_7": { "enable": false, "radio": 1, "if": 0}, // Не используется для региона RU864 (канал отключен параметром "enable": false)
53	
54	...

Частота прослушивания для каждого из 8 каналов задается в полях "chan\_multiSF\_0" ... "chan\_multiSF\_7".

Частота канала формируется из 2 параметров:

- центральная частота радиочипа (RADIO\_0\_FREQ и RADIO\_1\_FREQ);
- смещение относительно центральной частоты;

Максимально допустимое смещение относительно центральной частоты  $\pm 0,4$  МГц ( $\pm 400000$  Гц).

Второй радиочип (RADIO\_1\_FREQ) настроен на обязательные частоты для региона RU864.

- "chan\_multiSF\_5" ("radio": 1) – 868,9 МГц;

- "chan\_multiSF\_6" ("radio": 1) – 869,1 МГц.

Первый радиочип (RADIO\_0\_FREQ) можно настроить на любые частоты находящиеся в пределах окна 800 МГц.

Перечень допустимых частот для региона RU864 согласно документу "ПНСТ 536-2021":

- 864,1 МГц;

- 864,3 МГц;

- 864,5 МГц;

- 864,7 МГц;

- 864,9 МГц;

- 866,1 МГц;

- 866,3 МГц;

- 866,5 МГц;

- 866,7 МГц;

- 866,9 МГц;

- 867,1 МГц;

- 867,3 МГц;

- 867,5 МГц;

- 867,7 МГц;

- 867,9 МГц.

Например, если нужно использовать частоты 864,1...864,9, то достаточно поменять RADIO\_0\_FREQ на 864500000.

Чтобы сохранить изменения и выйти из редактора nano, необходимо нажать комбинацию клавиш **Ctrl+S**, а затем **Ctrl+X**.

Чтобы изменения вступили в силу, необходимо перезагрузить устройство, например, консольной командой:

1	reboot
---	--------

### 2.3.1.6 Решение проблемы с ошибкой «EXT4-fs» при конфигурировании

При подключении через USB может возникнуть проблема, при которой консоль забивается сообщениями об ошибке «EXT4-fs», как это показано на рисунке 23.

```

COM12 - Tera Term VT
File Edit Setup Control Window Help
[ 378.245130] EXT4-fs error (device mmcblk1p2): ext4_lookup:1708: inode #18433: comm systemctl: deleted inode referenced: 18443
[ 379.389055] EXT4-fs error (device mmcblk1p2): ext4_lookup:1708: inode #18433: comm systemctl: deleted inode referenced: 18443
[ 380.534614] EXT4-fs error (device mmcblk1p2): ext4_lookup:1708: inode #18433: comm systemctl: deleted inode referenced: 18443
[ 381.675082] EXT4-fs error (device mmcblk1p2): ext4_lookup:1708: inode #18433: comm systemctl: deleted inode referenced: 18443
[ 382.819489] EXT4-fs error (device mmcblk1p2): ext4_lookup:1708: inode #18433: comm systemctl: deleted inode referenced: 18443
[ 383.959509] EXT4-fs error (device mmcblk1p2): ext4_lookup:1708: inode #18433: comm systemctl: deleted inode referenced: 18443
[ 385.162961] EXT4-fs error (device mmcblk1p2): ext4_lookup:1708: inode #18433: comm systemctl: deleted inode referenced: 18443
[ 386.306722] EXT4-fs error (device mmcblk1p2): ext4_lookup:1708: inode #18433: comm systemctl: deleted inode referenced: 18443
[ 387.447798] EXT4-fs error (device mmcblk1p2): ext4_lookup:1708: inode #18433: comm systemctl: deleted inode referenced: 18443
[ 388.590637] EXT4-fs error (device mmcblk1p2): ext4_lookup:1708: inode #18433: comm systemctl: deleted inode referenced: 18443
[ 389.727868] EXT4-fs error (device mmcblk1p2): ext4_lookup:1708: inode #18433: comm systemctl: deleted inode referenced: 18443
[ 390.866106] EXT4-fs error (device mmcblk1p2): ext4_lookup:1708: inode #18433: comm systemctl: deleted inode referenced: 18443
[ 392.008884] EXT4-fs error (device mmcblk1p2): ext4_lookup:1708: inode #18433: comm systemctl: deleted inode referenced: 18443
[ 393.151129] EXT4-fs error (device mmcblk1p2): ext4_lookup:1708: inode #18433: comm systemctl: deleted inode referenced: 18443
[ 394.299987] EXT4-fs error (device mmcblk1p2): ext4_lookup:1708: inode #18433: comm systemctl: deleted inode referenced: 18443
[ 395.438231] EXT4-fs error (device mmcblk1p2): ext4_lookup:1708: inode #18433: comm systemctl: deleted inode referenced: 18443
[ 396.580235] EXT4-fs error (device mmcblk1p2): ext4_lookup:1708: inode #18433: comm systemctl: deleted inode referenced: 18443
[ 397.720779] EXT4-fs error (device mmcblk1p2): ext4_lookup:1708: inode #18433: comm systemctl: deleted inode referenced: 18443
[ 398.861813] EXT4-fs error (device mmcblk1p2): ext4_lookup:1708: inode #18433: comm systemctl: deleted inode referenced: 18443
[ 399.996158] EXT4-fs error (device mmcblk1p2): ext4_lookup:1708: inode #18433: comm systemctl: deleted inode referenced: 18443
[ 401.133642] EXT4-fs error (device mmcblk1p2): ext4_lookup:1708: inode #18433: comm systemctl: deleted inode referenced: 18443
[ 402.276399] EXT4-fs error (device mmcblk1p2): ext4_lookup:1708: inode #18433: comm systemctl: deleted inode referenced: 18443
[ 403.415599] EXT4-fs error (device mmcblk1p2): ext4_lookup:1708: inode #18433: comm systemctl: deleted inode referenced: 18443
[ 404.561367] EXT4-fs error (device mmcblk1p2): ext4_lookup:1708: inode #18433: comm systemctl: deleted inode referenced: 18443
[ 405.698431] EXT4-fs error (device mmcblk1p2): ext4_lookup:1708: inode #18433: comm systemctl: deleted inode referenced: 18443

```

Рисунок 23 – Отображение на экране сообщений об ошибке «EXT4-fs»

Вводимые данные воспринимаются корректно. Нужно залогиниться в системе - ввести логин/пароль (по умолчанию root/root). Даже если во время ввода консоль затрется сообщением об ошибке, следует продолжить ввод. После входа в систему необходимо выполнить команду:

1	dmesg -n 1
---	------------

Сообщения больше не будут выводиться и мешать конфигурировать.

### 2.3.2 Настройка подключения станции к сотовым вышкам

2.3.2.1 Для осуществления LTE-подключения, необходимо установить в станции SIM-карту согласно п. 2.2.5.1, подключить все внешние антенны согласно п. 2.2.8 и цепь электропитания согласно п. 2.2.9. Затем подается электропитание.

#### 2.3.2.2 Настройка LTE модуля mPCIe PP1603H cat.1 GPS **АТБ-LTE-mPCIe-M**

Для подключения к сети, необходимо задать следующие параметры мобильного оператора:

- Точка доступа/APN
- Имя пользователя/User name
- Пароль/Password

По умолчанию эти параметры настроены следующим образом:

- apn = "internet.mts.ru"
- username = "mts"
- password = ""

Чтобы изменить имя пользователя и пароль, необходимо открыть на подключенном к станции ПК в редакторе nano файл /etc/ppp/peers/lte-progress:

1	nano /etc/ppp/peers/lte-progress
---	----------------------------------

и задать параметры **user** и **password**.

Место размещения этих параметров в файле показано зеленым курсором на рисунке 24.

```

COM12 - PuTTY
GNU nano 6.3 /etc/ppp/peers/lte-progress
/dev/ttyACM1
921600
user "mts"
password ""
connect 'chat -s -v -f /etc/ppp/peers/lte-progress-connect'
disconnect 'chat -s -v -f /etc/ppp/peers/lte-progress-disconnect'
hide-password
noauth
debug
defaultroute
noipdefault
persist
[ Read 12 lines ]
^X Exit      ^O Write Out ^W Where Is  M-Q Previous ^K Cut       ^C Location
^I Refresh   ^R Read File ^\ Replace   M-W Next    ^U Paste     ^_ Go To Line
  
```

Рисунок 24– Окно PuTTY с конфигурированием файла «lte-progress» в редакторе nano

Чтобы сохранить изменения и выйти из редактора nano, необходимо нажать комбинацию клавиш **Ctrl+S**, а затем **Ctrl+X**.

Чтобы изменить точку доступа/APN, необходимо открыть в редакторе nano файл /etc/ppp/peers/lte-progress-connect:

1	nano /etc/ppp/peers/lte-progress-connect
---	--



И изменить **internet.mts.ru** на свое значение.

Место размещения этого значения в файле показано зеленым курсором на рисунке 25.

```

COM12 - PuTTY
GNU nano 6.3 /etc/ppp/peers/lte-progress-connect
ABORT "BUSY"
ABORT "NO CARRIER"
ABORT "NO DIALTONE"
ABORT "ERROR"
ABORT "NO ANSWER"
TIMEOUT 30
"" AT
OK AT+CGDCONT=1,"IP"█"internet.mts.ru"
OK ATD*99#
CONNECT ""

^X Exit      ^O Write Out ^W Where Is  M-Q Previous ^K Cut        ^C Location
^L Refresh   ^R Read File ^\ Replace   M-W Next    ^U Paste     ^_ Go To Line
  
```

Рисунок 25 – Окно PuTTY с конфигурированием файла «lte-progress-connect» в редакторе nano

Чтобы сохранить изменения и выйти из редактора nano, необходимо нажать комбинацию клавиш **Ctrl+S**, а затем **Ctrl+X**.

Чтобы изменения вступили в силу, необходимо перезагрузить устройство, например консольной командой:

1	reboot
---	--------

2.3.2.3 Настройка LTE модуля mPCIe SIM7600E cat.1 GPS **АТБ-LTE-mPCIe-M** не требуется.

2.3.3 Проверка работоспособности станции и выполнение действий по ее восстановлению

2.3.3.1 Все последующие действия необходимо проводить с соблюдением мер безопасности, указанных в п. 2.2.1.1, на столе/полу (в удобном положении):

- демонтировать крышку согласно п. 2.2.3.1;
- подключить цепь электропитания согласно п. 2.2.9 (которая будет использоваться в постоянной работе);



- подключить все внешние антенны согласно п. 2.2.8;
- подать электропитание на станцию;
- убедиться, что светодиод «POWER» светит. Если этого не происходит, значит электропитание не поступает к станции и нужно выполнить следующие операции:
  - при подключении электропитания через PoE, убедиться в исправности PoE адаптера. При необходимости заменить PoE адаптер;
  - при подключении электропитания от внешнего источника проверить надежность соединений в клеммной колодке. При необходимости затянуть эти соединения;
  - при подключении электропитания от внешнего источника проверить исправность источника питания. При необходимости заменить источник питания;
  - проверить целостность кабелей, идущих от станции к источнику электропитания. При необходимости заменить кабели;
  - если светодиод «POWER» так и не светит после выполнения указанных операций, следовательно станция неисправна, необходимо ее заменить, обратившись к изготовителю станции;
- убедиться, что светодиод «Linux Status» мигает. Если этого не происходит, значит нужно выполнить следующие операции:
  - если SD-карта ненадежно установлена в слоте, необходимо обесточить станцию, выполнить ее повторное размещение, убедиться в надежной фиксации и включить питание станции;
  - если светодиод «Linux Status» так и не светит после выполнения указанной операции, следовательно станция неисправна, необходимо ее заменить, обратившись к изготовителю станции;
- если станция требует конфигурирования, необходимо его выполнить согласно п. 2.3.1 и п. 2.3.2;
- убедиться, что станция подключилась к серверу. Если этого не происходит, значит нужно выполнить следующие операции:
  - при использовании Ethernet-соединения:
    - если кабель Ethernet ненадежно подключен в разъем RJ45 станции, выполнить повторное подсоединение кабеля, убедиться в его надежной фиксации;
    - если кабель Ethernet станции ненадежно подключен к PoE адаптеру, выполнить повторное подсоединение кабеля, убедиться в его надежной фиксации;

- если кабель Ethernet от PoE адаптера ненадежно подключен к сетевому оборудованию, выполнить повторное подсоединение кабеля, убедиться в его надежной фиксации;
- если поврежден Ethernet кабель, заменить его, выполнить подсоединение нового кабеля и убедиться в его надежной фиксации;
- если в сети отсутствует DHCP-сервер, необходимо обратиться к администратору сети;
- DHCP-сервер не дает IP адрес базовой станции, необходимо обратиться к администратору сети;
- сервер находится в другой сети/подсети, необходимо обратиться к администратору сети;
- если станция так и не подключается к серверу после выполнения указанных операций, следовательно она неисправна, необходимо ее заменить, обратившись к изготовителю станции;
- при использовании сети LTE:
  - если не установлена SIM-карта, установить ее;
  - если повреждена SIM-карта, заменить ее на исправную;
  - если LTE модуль неправильно сконфигурирован, выполнить его переконфигурирование согласно п. 2.3.2;
  - если отсутствует радиосигнал, обеспечить, чтобы станция находилась в радиусе действия радиосигналов от вышек связи;
  - если антенна LTE ненадежно подключена к станции, затянуть резьбовое соединение антенны со станцией до упора, убедиться в надежной фиксации соединения;
  - если антенна LTE повреждена, заменить ее на исправную, выполнить ее подключение и убедиться в надежной фиксации;
  - если отрицательный баланс на счету оператора связи, пополнить счет;
  - если станция так и не подключается к серверу после выполнения указанных операций, следовательно она неисправна, необходимо ее заменить, обратившись к изготовителю станции;
- отключить электропитание;
- собрать станцию согласно п. 2.2.3.2.

### 2.3.4 Установка станции

#### 2.3.4.1 Меры безопасности при монтаже станции

При работах по монтажу станции на башнях, вышках, крышах зданий и т.п. необходимо **строго соблюдать требования и руководствоваться «Межотраслевыми правилами по охране труда при работе на высоте» ПОТ РМ-012-2000.**

На время эксплуатации станция должна быть надежно закреплена.

2.3.4.2 Рекомендации по размещению антенн для обеспечения максимальной дальности связи:

- устанавливать антенну следует на улице, желательно на крыше здания, на 5...7 метров превышающего по высоте окружающие строения. Установка антенны в помещении значительно ослабляет ее чувствительность;

- желательно на 30...50 метров удалять место установки антенны от оборудования операторов связи, металлических конструкций и прочих предметов, создающих «радиотень» или зону пониженного радиосигнала. После проведения всех тестов можно приблизить антенну к оборудованию оператора сотовой связи, если качество связи удовлетворительное;

- преграды (перила и рекламные конструкции) также могут ухудшать радиосигнал, поэтому рекомендуется размещать антенну на высоте не менее 3 метров над поверхностью крыши здания;

- станция также должна быть установлена в непосредственной близости от антенны – на длину коаксиального провода. Допускается использовать только 1 коаксиальный провод без дополнительных переходников и удлинителей. Дополнительное увеличение длины кабеля между антенной и станцией будет приводить к потере чувствительности антенны;

- следует учитывать диаграмму направленности антенны. В горизонтальной плоскости антенна имеет круговую направленность, но в вертикальной нет. Поэтому непосредственно под антенной качество связи будет хуже, чем на некотором отдалении от нее.

2.3.4.3 Для начала эксплуатации станции необходимо выполнить следующее:

- настроить станцию согласно п. 2.3.1 и п. 2.3.2;
- выполнить проверку работоспособности согласно п. 2.3.3;
- опломбировать станцию согласно п. 1.6.1;
- определить лучшее место для монтажа на объекте с помощью тестера сети – провести предварительные работы по радиопланированию;

- закрепить станцию на столбе монтажными хомутами через отверстия, показанные на рисунке 2;

- подключить все внешние антенны согласно п. 2.2.8 и п. 2.3.4.1;

- подключить к станции кабель Ethernet согласно п. 2.2.7.1;
- подключить к идущему от станции кабелю питания внешний источник питания или PoE к идущему от станции кабелю Ethernet;
- включить электропитание станции;
- с помощью ПК убедиться, что станция успешно подключилась к серверу, получает и передает данные.

2.3.5 Перечень возможных неисправностей в процессе использования станции по назначению и рекомендации по действиям при их возникновении

2.3.5.1 Перечень возможных неисправностей и методы их устранения приведены в таблице 7.

Таблица 7

Событие	Возможная неисправность	Методы устранения неисправности
Станция подключена к серверу, но сервер не получает от станции координаты ее местоположения	Отсутствует радиосигнал	Убедиться, что станция находится в радиусе действия радиосигналов от спутников
	Антенна GNSS ненадежно подключена к станции	Затянуть резьбовое соединение антенны с коаксиальным кабелем и кабеля со станцией до упора, убедиться в надежной фиксации соединений
	Поврежден кабель GNSS антенны или антенна	Заменить кабель или антенну на исправные, подключить и убедиться в их надежной фиксации
	Неисправна станция	Заменить станцию. Обратиться к ее изготовителю
Станция подключена к серверу, но сервер не получает сообщения от станции LoRa	Антенна LoRaWAN ненадежно подключена к станции	Затянуть резьбовое соединение антенны с коаксиальным кабелем и кабеля со станцией до упора, убедиться в надежной фиксации соединений
	Поврежден кабель антенны LoRaWAN или антенна	Заменить кабель или антенну на исправные, подключить и убедиться в их надежной фиксации
	Некорректно настроены частоты в файле <code>global_conf.json</code>	Выполнить все действия согласно п. 2.3.1.5
	Неисправна станция	Заменить станцию. Обратиться к ее изготовителю
Станция перестала подключаться к серверу	Отсутствует электропитание	Выполнить все действия согласно п. 2.3.3
	Неисправна станция	Заменить станцию. Обратиться к ее изготовителю

### **3 Техническое обслуживание и текущий ремонт**

3.1 Нарушения функционирования станции могут быть вызваны неисправностями, указанными в п. 2.3.5.1.

3.2 Текущий ремонт станции выполняется изготовителем.

3.3 Каждый случай восстановления работоспособности станции необходимо отражать в разделе 8 ее паспорта.

### **4 Транспортирование и хранение**

4.1 Транспортирование станции должно проводиться в упакованном виде автомобильным транспортом (закрытым брезентом), в закрытых железнодорожных вагонах, герметизированных кабинах авиатранспорта, трюмах речного транспорта при температуре от минус 40 °С до плюс 80 °С и относительной влажности воздуха до 90% при температуре плюс 25 °С.

4.2 Станция в упакованном виде устойчив к хранению в течение двух лет (с момента отгрузки, включая срок транспортирования) в складских неотапливаемых помещениях при температуре от минус 40 °С до плюс 80 °С и относительной влажности воздуха до 90% при температуре плюс 25 °С.

### **5 Утилизация**

5.1 Утилизация станции проводится в порядке, установленном Федеральным законом №89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».

## Лист регистрации изменений

[illegible]