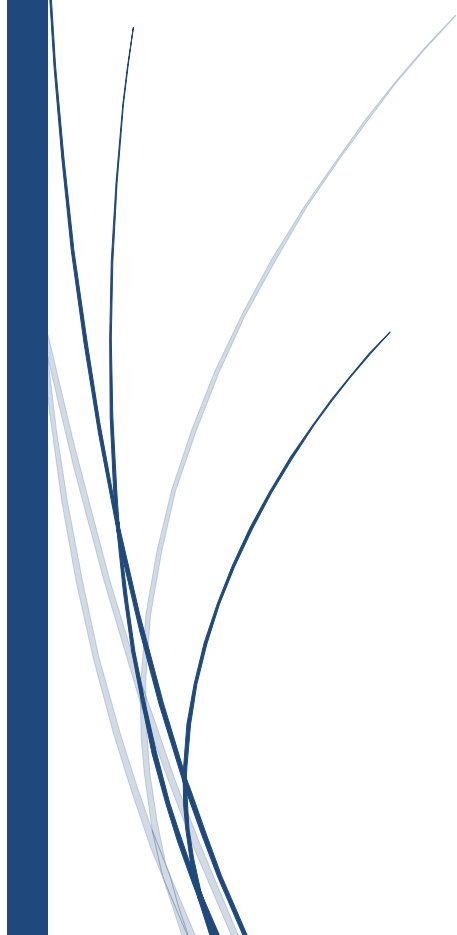


**Комплексное решение LoRaWAN**  
системы мониторинга  
температуры, давления  
Руководство по эксплуатации



## Оглавление

1	Архитектура сети LoRa.....	3
2	Оконечные устройства (датчики).....	4
3	Описание базовой станции.....	6
3.1	Комплектация .....	9
3.2	Интерфейсы базовой станции LoRaWAN RAK7289 .....	10
3.3	Монтаж .....	12
3.4	Подключение базовой станции .....	17
3.5	Рекомендацию по монтажу антенны .....	18
3.6	Доступ к базовой станции .....	19
4	Установка ПО сервера сетей LoRaWAN Chirpstack .....	23

# 1. Архитектура сети LoRa.

Технология LoRa предназначена для создания беспроводной сети большой ёмкости с малым энергопотреблением, работающая в диапазоне низких частот (868 МГц в Европе). Она разработана для обеспечения связи на большие расстояния. При этом затраты энергии на передачу данных в сетях LoRaWAN невысоки, так как они передаются на низких скоростях, а устройства активируются только на время, необходимое для передачи сигнала. Поэтому заряд батареи расходуется минимально. Кроме того, сигнал обладает высокой проникающей способностью, что позволяет использовать сети LoRaWAN в условиях плотной городской застройки.

Комплекс LoRaWAN представляет собой совокупность аппаратной и программной части. К аппаратной части относятся: оконечные узлы (датчики), базовая станция (шлюз), серверы сети и приложений, удалённый компьютер. К программной части относятся: ПО серверов сети и приложений, клиентское приложение.

Типовая архитектура сети LoRaWAN включает в себя оконечные узлы (датчики давления/и температуры с радиомодулем), базовую станцию (шлюз), сетевой сервер и сервер приложений (Рисунок 1.1).

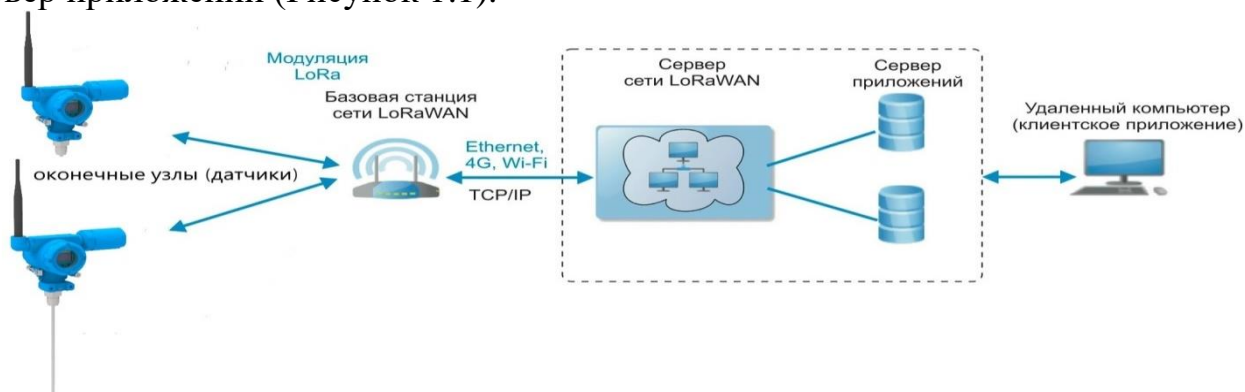


Рисунок 1.1 Типовая архитектура сети LoRaWAN

Базовая станция является прозрачным мостом для обмена зашифрованными сообщениями между оконечными узлами, выполняющими функции измерения и центральным сервером. Приём/передача может осуществляться по 8/16 каналам (от модификации) одновременно. Связь осуществляется по протоколу TCP/IP (или UDP) с помощью технологий (Ethernet, Wi-Fi, 4G/LTE). Центральный сервер пересылает принятые данные на сервер приложений и контролирует параметры всей сети: скорость, мощность передатчика, порядок и периодичность связи и т. д. Сервер приложений, приняв данные от сетевого сервера, расшифровывает и сохраняет их, а конечный пользователь после аутентификации через клиентское приложение получает к ним доступ.

При разворачивании сети, включающей в себя большое количество оконечных устройств, необходимо выполнить работы по радиопланированию с проведением натурных экспериментов с помощью тестера сети, который позволяет построить карту покрытия и принять решение о наилучшем размещении базовых станций и оконечных устройств относительно друг друга.

## 2. Оконечные устройства (датчики).

Датчики беспроводного исполнения предназначены для непрерывного измерения и преобразования величины измеряемого параметра – давления либо температуры в цифровой выходной сигнал с радиointерфейсом по протоколу LoRa P2P или LoRaWAN.

Одна базовая станция может получать либо передавать сигнал от датчиков (в зависимости от количества каналов) не более 8/16 (опционально) одновременно. В целях реализации сети с гарантированным обменом данными необходимо предусмотреть избыточность в количестве базовых станций в зависимости от ёмкости.

Для настройки параметров работы датчика в сети LoRa можно воспользоваться программой PointConfigure. Подключение осуществляется при снятой задней крышке датчика с помощью USB адаптера. Необходимо выбрать режим «С Modus-RTU» и номер виртуального COM порта.

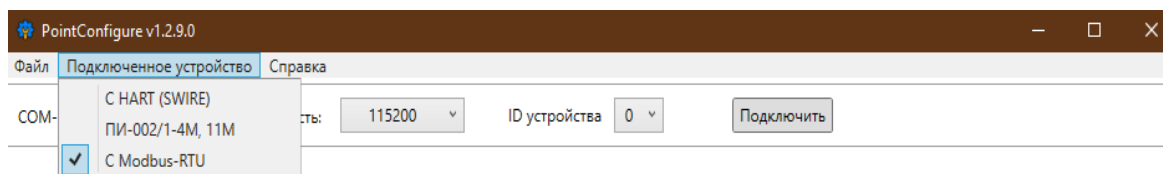


Рисунок 2.1 Подключение к датчику

Для каждого оконечного устройства предусмотрены индивидуальные параметры ABP (Activation By Personalization, активация путем персонализации), при которой заранее записываются: локальный адрес в сети (DevAddr), сессионные ключи шифрования (NwkSKey и AppSKey) и идентификатор приложения (AppEUI). Ключи можно взять из программы PointConfigure, вкладка «Настройки LoRa».

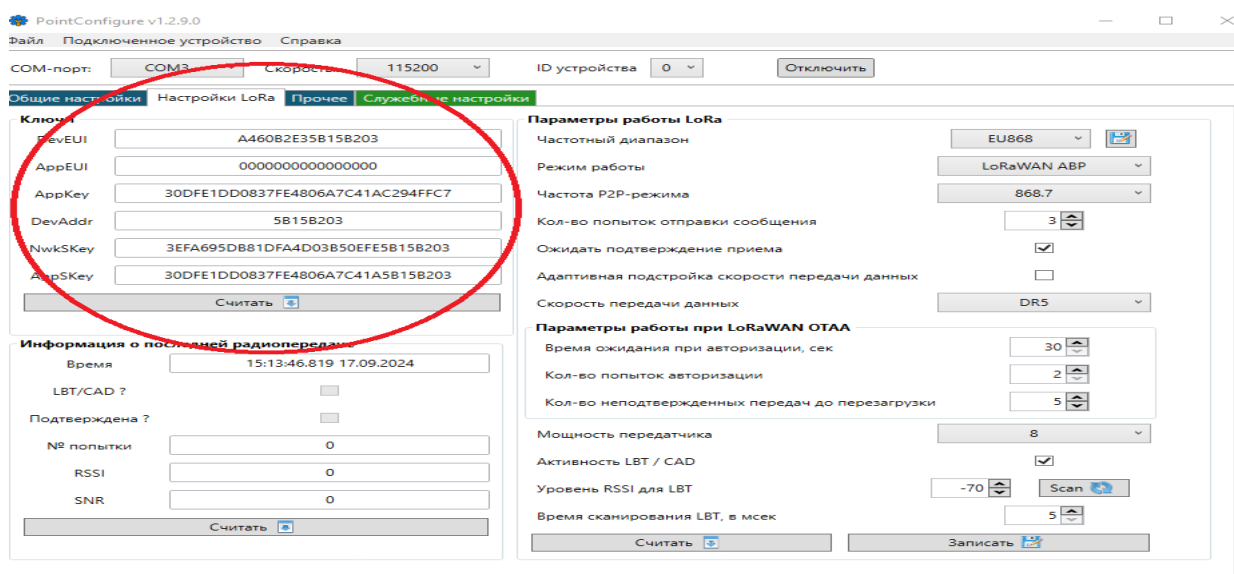


Рисунок 2.2 Ключи датчика.

Длительный срок бесперебойной эксплуатации датчиков LoRaWAN подразумевает необходимость использования качественного источника автономного питания. Встроенная литий-тионилхлоридная (Li-SOCl<sub>2</sub>) батарея с номинальным напряжением 3,6 В и емкостью элемента 14000 мА/ч наилучшим образом подходит для устройств с длительным сроком эксплуатации в широком температурном диапазоне. Данная батарея имеет ток саморазряда менее 1% в год и может работать при температурах окружающей среды от минус 55 ... +85 °С.

После монтажа датчика и соединения разъёма питания, выполняется операция активации и производится запуск устройства с передачей текущих измеренных значений среды с периодичностью, заданной в параметрах устройства. Запуск процедуры измерения и передачи может выполняться принудительно при помощи магнитного брелока, размещаемого в определенной точке корпуса (указано в документации).

### 3. Описание базовой станции.

Базовая станция RAK7289CV2 WisGate Edge Pro (далее БС) представляет собой 8/16-канальный (в зависимости от модификации) шлюз-концентратор EU868 LoRa/4G/LTE/WiFi/PoE, спроектированный для коммерческого развертывания сетей IoT в условиях уличного окружения. Создана из компонентов промышленного класса, гарантирующих высокий уровень надежности и стабильности устройства. Базовая станция поддерживает до 16 каналов LoRa, многоканальную трансляцию в стандартах Ethernet, Wi-Fi либо LTE. Антенны LTE, Wi-Fi и GPS расположены внутри корпуса.

Базовая станция LoRa RAK7289CV2 WisGate Edge Pro обеспечивает единое готовое решение для быстрого развертывания. Программное обеспечение LoRa-концентратора и его пользовательский интерфейс обновлены до версии WisGateOS 2, основанной на последнем релизе ядра системы OpenWRT, со свежими дополнениями безопасности IPv6 и OpenSSL 1.1, доступом к нескольким учётным записям и многим другим.

Удалённое обслуживание базовой станции возможно через платформу WisDM. Веб-интерфейс в WisGateOS 2 содержит гораздо больше информации во всплывающих подсказках. WisGate Edge Pro RAK7289CV2 подходит для любого выбранного сценария использования, будь то моментальное развёртывание или настройка пользовательского интерфейса и функционала.

#### Описание аппаратной части

- Корпус промышленного класса IP67/NEMA-6 с кабельными вводами
- Ethernet PoE (802.3af) + защита от перенапряжения
- Сдвоенные концентраторы LoRa с поддержкой до 16 каналов
- Транзит через Wi-Fi, LTE и Ethernet
- Спутниковая навигация GPS
- Поддержка питания от источника постоянного тока 12 В или автономной энергонакопительной системы на солнечных панелях RAK Solar Panel & Battery Plus Kit
- Внутренняя антенна для Wi-Fi, GPS и LTE, внешние антенны для LoRa (опционально)

#### **ВНИМАНИЕ!**



*Не допускается использование автономных устройств на солнечных панелях сторонних производителей, поскольку они могут подавать повышенное напряжение, что приведёт к повреждению базовой станции и не будет являться случаем для её гарантийного ремонта.*

#### Описание программной части

- Программное обеспечение WisGateOS 2
- Поддержка OpenVPN
- Встроенный сетевой сервер стандарта LoRaWAN 1.0.3

- Базовая станция с функцией переадресации
- Фильтрация кадров LoRa (белый список узлов)
- MQTT v3.1 мост с шифрованием TLS
- Буферизация кадров LoRa в режиме переадресации без потери данных

## Технические характеристики.

- Модель базовой станции: RAK7289CV2 WisGate Edge Pro
- ЦПУ модуль RAK634: процессор MT7628 + память DDR2 128МБ
- Спутниковая навигация: ZOE-M8Q
- Спецификация Wi-Fi
  - Частота: 2.412–2.472 ГГц (802.11b/g/n)
  - Многопоточность: 2x2 MIMO
  - Чувствительность RX (мин.): -95 дБм
  - Мощность передачи TX (макс.): 20 дБм
  - Рабочие каналы 2.4 ГГц: 1–13
- Спецификация LoRa
  - Модуль: 1x PCIe LoRa SX1303 (поддержка до двух модулей)
  - Каналы: 8 (опционально до 16)
  - Чувствительность приема, макс.: -139 дБм
  - Мощность передачи, макс.: 27 дБм
  - Частота: 868 МГц (регион EU868)
  - Listen Before Talk: есть
- Спецификация 4G/LTE
  - Чип: Quectel EG95-E, IoT/M2M с оптимизацией LTE Cat 4
  - LTE FDD: B1/B3/B7/B8/B20/B28A
  - WCDMA: B1/B8
  - GSM/EDGE: B3/B8
- Источник питания: PoE (IEEE 802.3af) DC 37В ~ 57В постоянного тока
- Ethernet: RJ45 (10/100 Мбит)
- Антенны
  - LoRa: 1 (8 каналов) или 2 (16каналов) коннектора N-типа
  - LTE: встроенная антенна
  - WiFi: встроенная антенна
- Индекс пылевлагозащиты: IP67
- Материал корпуса: пластик, алюминиевый сплав
- Способ установки: монтаж на опору или на стену
- Температура эксплуатации: от -30°C до +55°C

## **ВНИМАНИЕ!**



- *Слот для SIM-карты не поддерживает горячую замену. Перед тем, как вставить или извлечь SIM-карту, необходимо убедиться, что шлюз выключен.*
- *Не следует извлекать SD-карту, находящуюся в слоте для SD-карт, так как это может повлиять на работу устройства, поскольку на ней хранятся различные данные.*

Гарантийный срок эксплуатации - **12 месяцев** со дня продажи, при условии соблюдения правил эксплуатации, а также условий обслуживания и хранения.

Гарантия не распространяется на РoЕ-инжектор.

Изготовитель не несёт гарантийных обязательств при выходе базовой станции из строя, если:

- изделие подвергалось вмешательствам в конструкцию;
- изделие имеет механические, электрические или иные повреждения и дефекты, возникшие при нарушении условий транспортирования, хранения и эксплуатации;
- заводской номер (МАС-адрес), нанесённый на изделие, отличается от заводского номера (МАС-адреса), указанного в паспорте;
- изделие имеет следы ремонта вне предприятия- изготовителя;
- компоненты изделия имеют внутренние повреждения, вызванные попаданием внутрь посторонних предметов/жидкостей и/или стихийными бедствиями (наводнение, пожар и т. п.) и повреждения, вызванные влиянием агрессивных сред.

Для определения причин характера повреждений может потребоваться проведение технической экспертизы или диагностики сотрудниками компании производителя.

Замена или гарантийный ремонт производятся после подтверждения производителем соответствия требованиям гарантийных обязательств.



### 3.1 Комплектация.



Рисунок 3.1 Комплектация базовой станции.

- Базовая станция RAK7289CV2 WisGate Edge Pro 8Ch EU868 - 1шт.
- Кабельный ввод Ethernet - 1шт.
- Инжектор PoE - 1шт.
- Набор элементов для монтажа - 1 комплект.
- Набор крепежа (шурупов/винтов) - 1 комплект.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

**В комплект поставки не входят антенны LoRa, они приобретаются отдельно.**

### 3.2 Интерфейсы базовой станции LoRaWAN RAK7289.

#### Вид сверху



#### Вид снизу



Рисунок 3.2 Интерфейсы базовой станции.

#### Функции кнопки Reset:

- Быстрое (короткое) нажатие — перезапуск концентратора
- Длинное (более 5 сек.) нажатие — восстановление заводских настроек

#### Расшифровка состояний светодиодных индикаторов:

- LED 1 (PWR) — индикатор питания, светодиод загорается при подаче питания
- LED 2 (ETH)
  - Включен — соединение Ethernet установлено
  - Выключен — соединение Ethernet не установлено
  - Мерцание — прием или передача данных
- LED 3 (LoRa 1)

- Включен — LoRa 1 в рабочем режиме
  - Выключен — LoRa 1 в нерабочем режиме
  - Мерцание — LoRa 1 прием или передача пакетов данных
- LED 4 (WLAN)
  - Режим точки доступа
    - Включен — точка доступа в рабочем режиме
    - Мерцание — прием или передача данных
  - Режим клиента
    - Медленное мерцание (1раз/сек) — соединение не установлено
    - Выключен — соединение установлено
    - Мерцание — прием или передача данных
- LED 5 (LTE)
  - Медленное мерцание (1.8сек горит, 0.2сек погашен) — поиск сети
  - Медленное мерцание (0.2сек горит, 1.8сек погашен) — ожидание
  - Быстрое мерцание (0.125сек горит, 0.125сек погашен) — выполнение передачи данных
  - Включен — активен голосовой режим
- LED 6 (LoRa 2)
  - Включен — LoRa 2 в рабочем режиме
  - Выключен — LoRa 2 в нерабочем режиме
  - Мерцание — LoRa 2 прием или передача пакетов данных

### 3.3 Монтаж.

1. Закрепить кронштейн, входящий в монтажный комплект, на нижней части корпуса с помощью четырех винтов М6\*12.

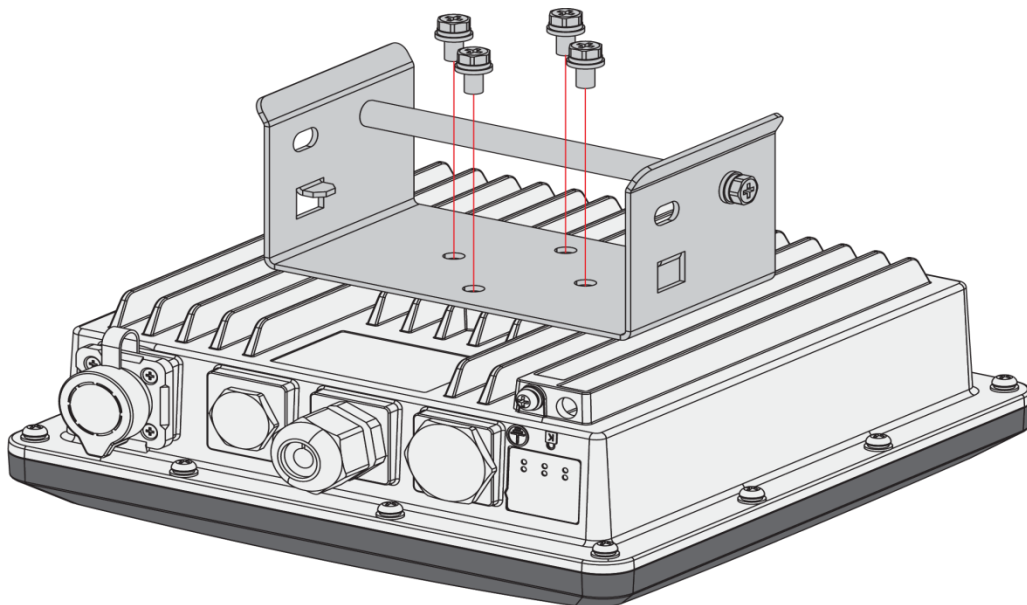


Рисунок 3.3 Монтаж кронштейна к базовой станции.

2. Расположить зажимы вокруг столба, затем затянуть их болтами, шайбами и гайками.

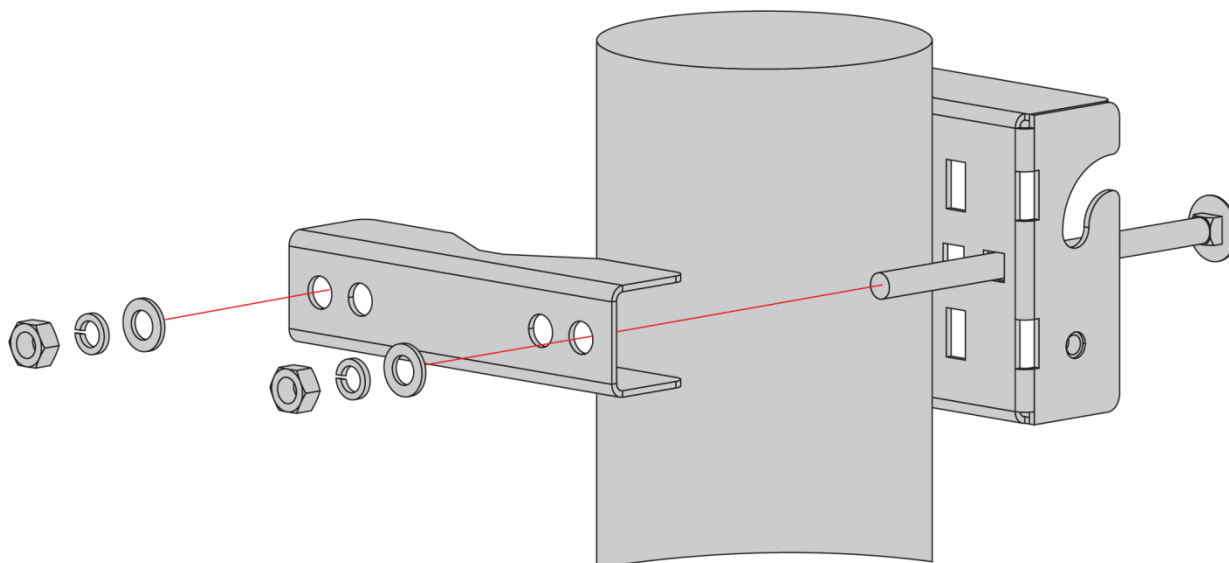


Рисунок 3.4 Монтаж кронштейна к столбу.

Диаметр опоры, который поддерживается кронштейнами, составляет 50-100 мм. Если диаметр опоры больше этого значения, можно использовать хомуты для шлангов. В стандартный монтажный комплект хомуты для шлангов не входят. При необходимости их следует приобрести отдельно. На задней стороне кронштейна также имеются отверстия для хомутов.

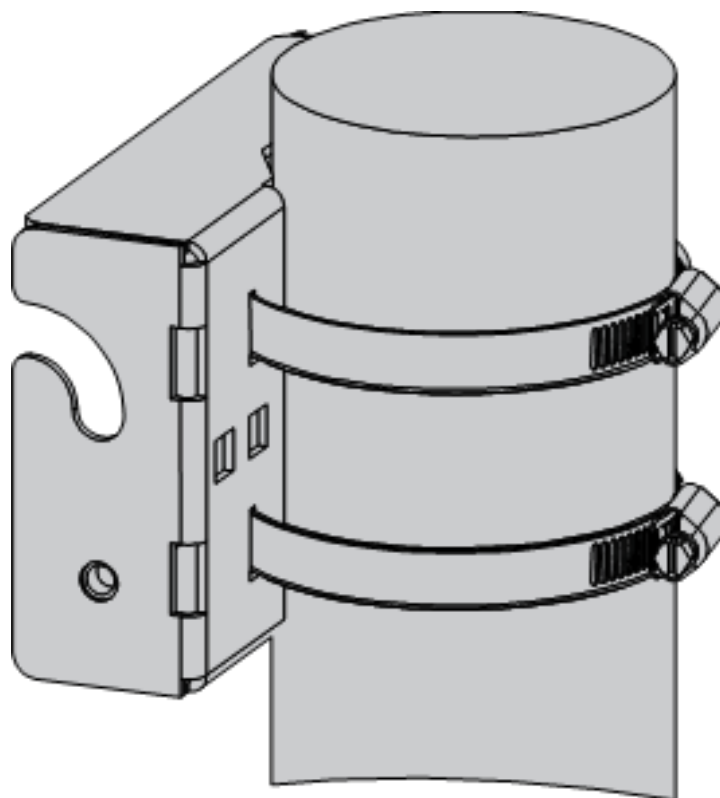


Рисунок 3.5 Монтаж кронштейна к опоре хомутами.

3. Повесить корпус и закрепить его двумя винтами М6\*12.

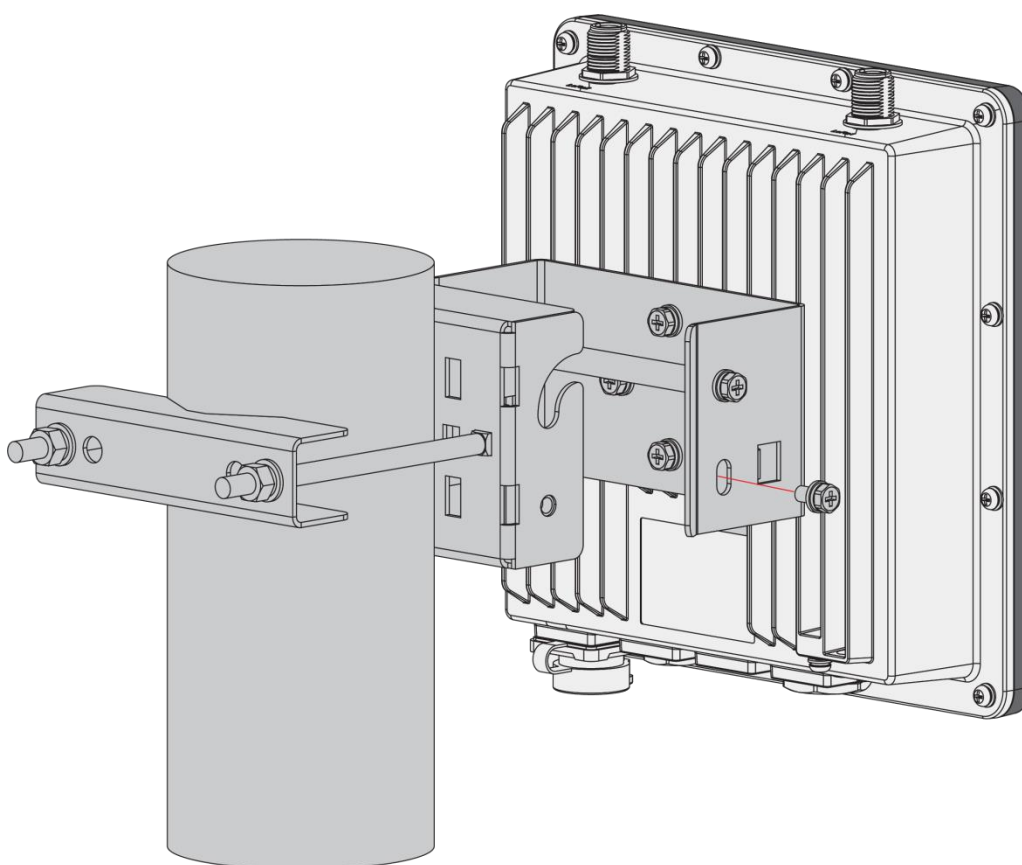


Рисунок 3.6 Крепление корпуса к кронштейну.

## Подключение PoE-адаптера:

- Шаг 1: Подключить кабель Ethernet от корпуса к порту Ethernet с маркировкой PoE-адаптер.
- Шаг 2: Подключить кабель Ethernet от локальной сети к порту Ethernet с маркировкой LAN на адаптере.
- Шаг 3: Подключить один конец шнура питания к адаптеру, а другой конец шнура питания в розетку.

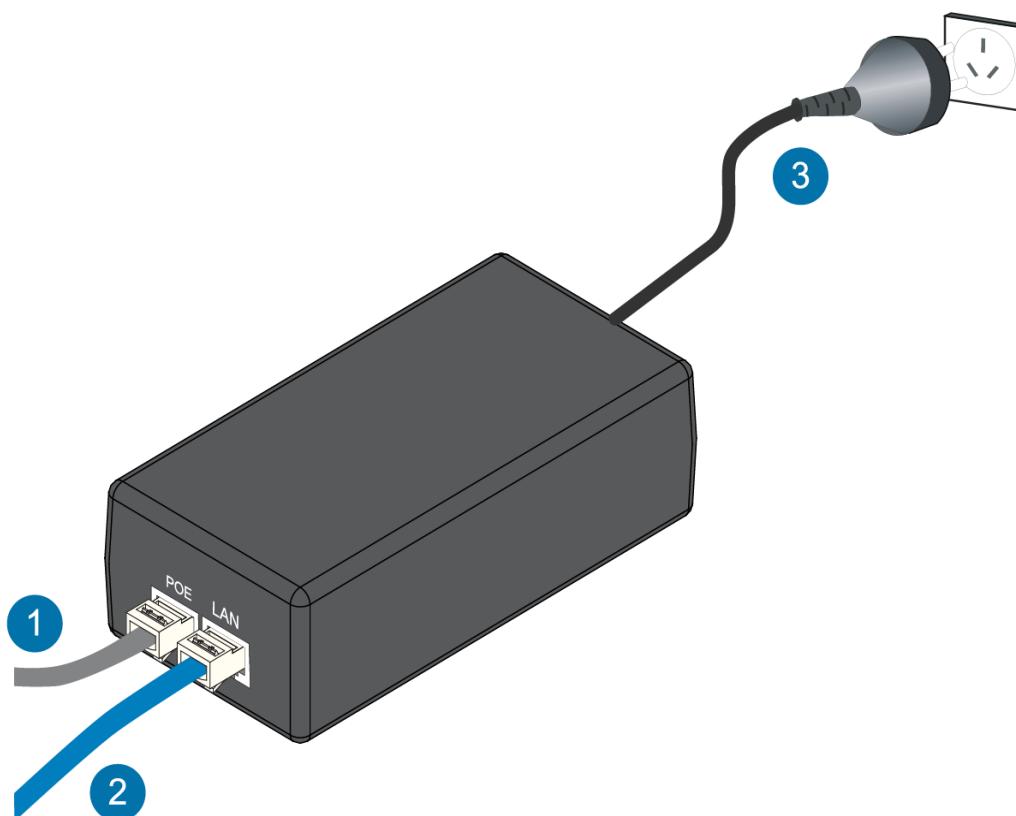


Рисунок 3.7 Подключение адаптера PoE.

## Защита от воздействия погодных условий

Чтобы лучше защитить ввод кабеля Ethernet и разъем антенны от воздействия погодных условий, их необходимо закрыть ПВХ-лентой.

1. Очистить поверхность соединителя, которую надо оборачивать. Обернуть слоем ПВХ-ленты с 50%-ным перекрытием в соответствии с направлением вращения соединителя. Оборачивать ПВХ-ленту необходимо примерно на 10 мм ниже конца соединителя.

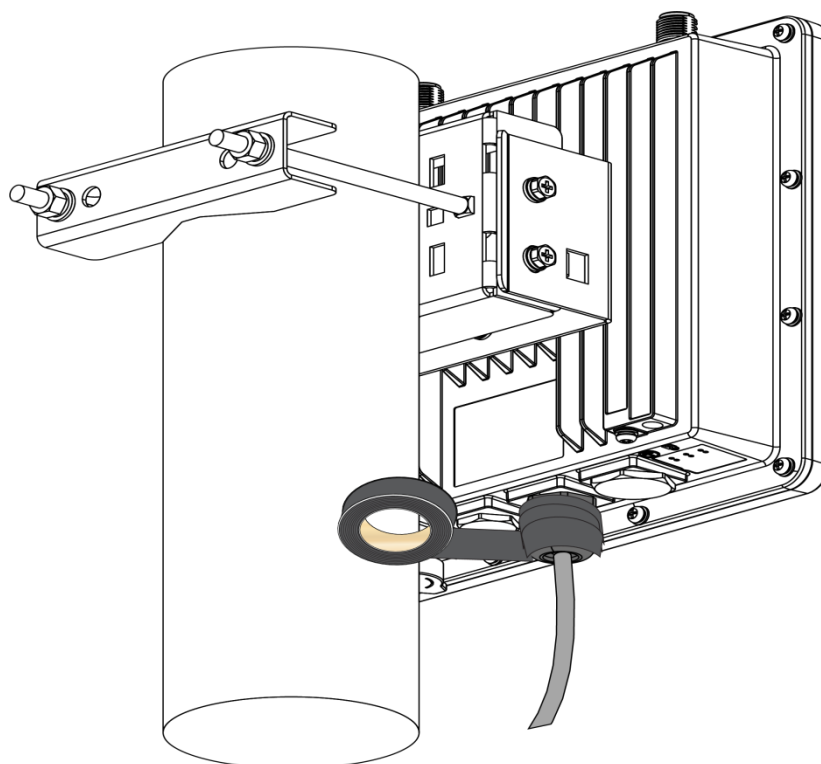


Рисунок 3.8 Обмотка лентой ПВХ.

2. Отрезать около 50 см водонепроницаемой ленты. Растянуть ее, чтобы удвоить длину. Обернуть три слоя вокруг соединителя с 50%-ным перекрытием. Удерживать ленту рукой в течение нескольких секунд.

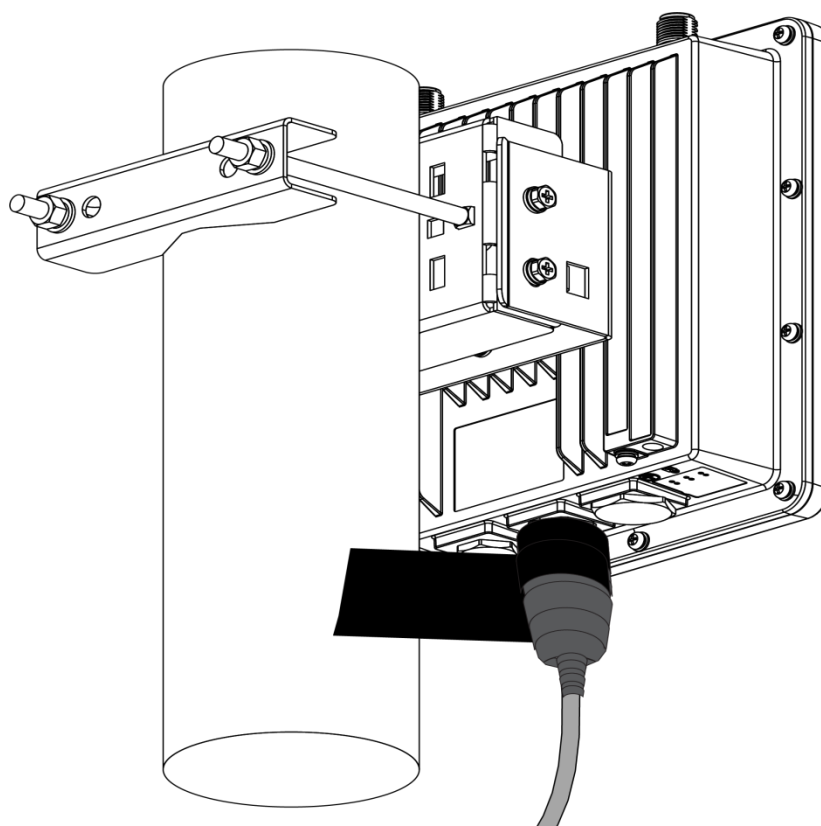


Рисунок 3.9 Обмотка водонепроницаемой лентой.

3. Обернуть три дополнительных слоя ПВХ-ленты с естественной силой разматывания и 50%-ным перекрытием. Убедится что коннектор покрыт ПВХ.

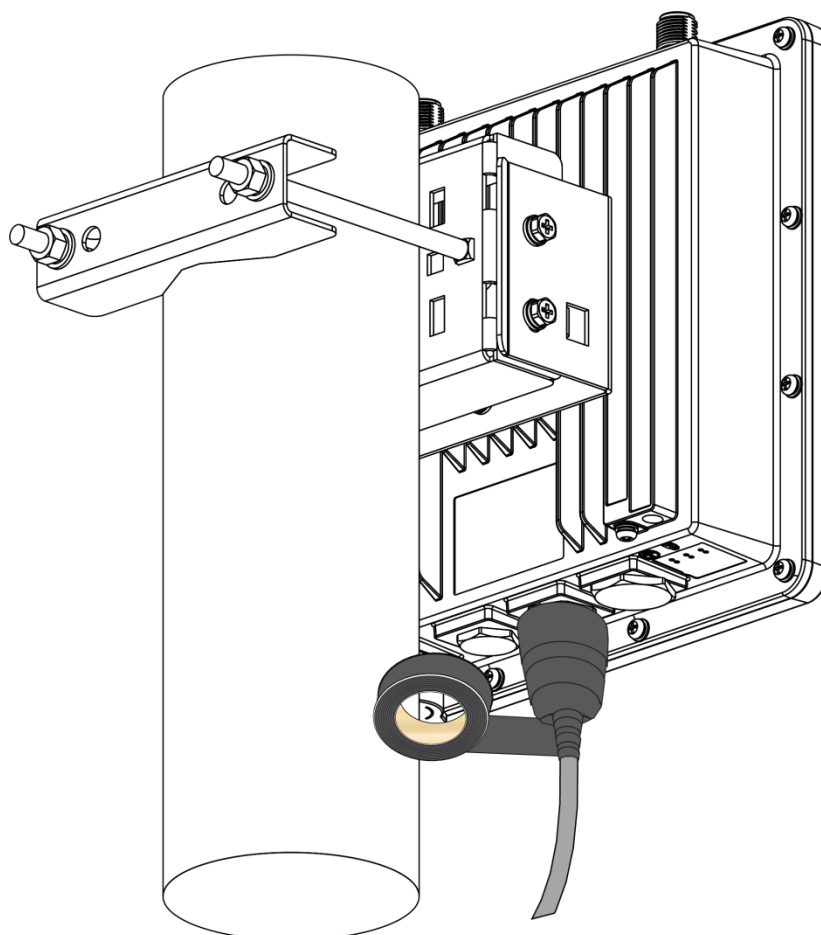


Рисунок 3.10 Обмотка водонепроницаемой лентой.

### Защита от перенапряжения

- **Заземление антенны:** RAKwireless рекомендует устанавливать грозовой разрядник на всех клеммах антенны N-типа. Разрядники должны быть N-типа «мама-папа», чтобы соединить разъемы антенны и корпуса. Убедитесь, что используется провод 10 AWG или лучше для подключения винтовых клемм разрядников к заземляющей шине.
- **Заземление базовой станции :** Рекомендуется использовать еще один заземляющий провод типоразмера 10 AWG или лучше для соединения винтовой клеммы на нижней левой стороне корпуса БС с заземляющей шиной.



### 3.4 Подключение базовой станции.

1. Подключить антенны к БС (одну антенну LoRa для 8-канальной БС, две антенны LoRa для 16-канальной БС).

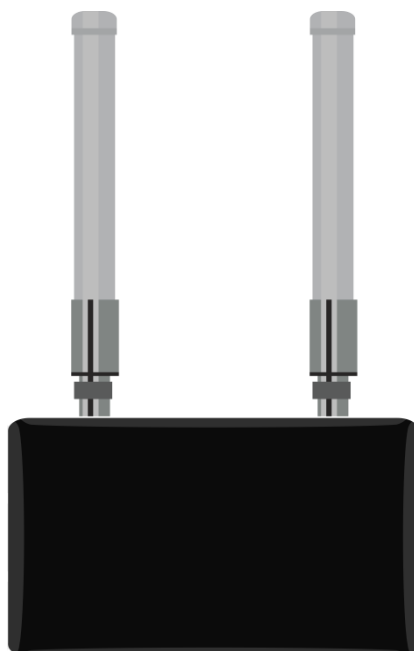


Рисунок 3.11 Базовая станция с прикрепленными антеннами.

#### ВНИМАНИЕ!



*Не включать станцию, если порт антенны LoRa остался не подключенным, чтобы избежать возможного повреждения RAK7289 V2 WisGate Edge Pro*

Включить базовую станцию. Рекомендуется использовать кабель UTP CAT5 для подачи питания по PoE. Подключить один конец к инжектору PoE, а другой — к порту Ethernet в нижней части корпуса.

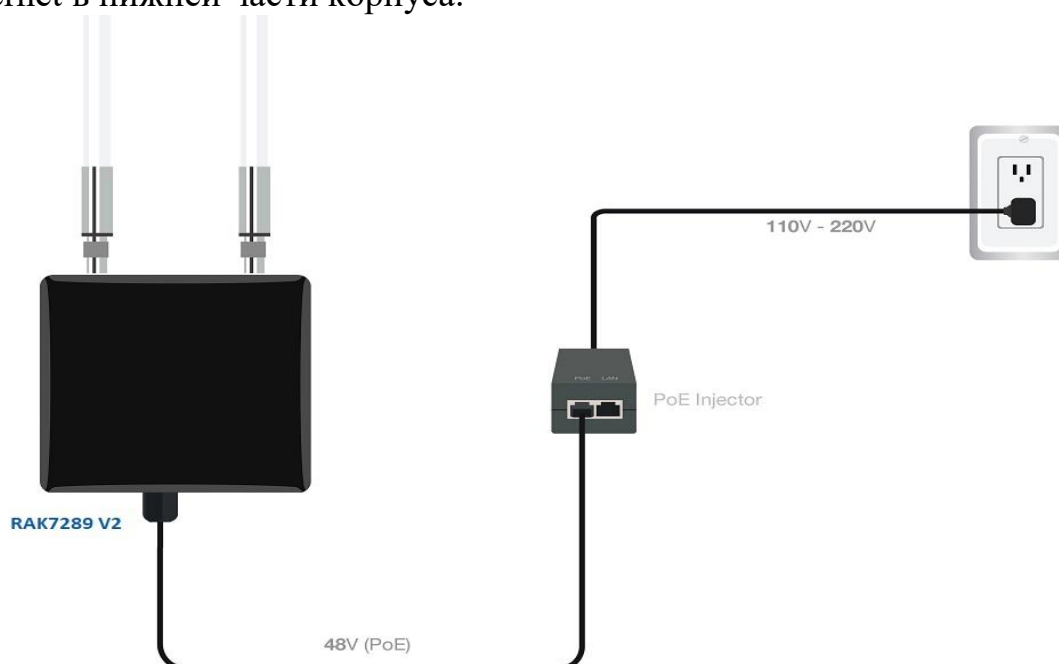


Рисунок 3.12 Питание шлюза с использованием PoE.

### **3.5 Рекомендацию по монтажу антенны**

Антенна имеет крепления для установки на балку-мачту. Для обеспечения максимальной дальности связи следует придерживаться следующих правил:

1. Удалять место установки антенны на 30-50 метров от оборудования операторов сотовой связи, металлических конструкций и прочих предметов, создающих «радиотень».

2. Преграды типа перил и металлических конструкций также могут ухудшать радиосигнал, поэтому рекомендуется размещать антенну на высоте не менее 3 метров над поверхностью крыши здания.

3. Устанавливать антенну следует на улице, желательно на крыше здания, на 5-7 метров превышающего по высоте окружающие строения.

4. Установка антенны в помещении значительно ослабляет чувствительность антенны.

5. Базовая станция также должна быть установлена в непосредственной близости от антенны - на длину коаксиального провода антенны.

6. Под антенной качество связи будет хуже, чем на некотором отдалении от неё, так как в горизонтальной плоскости антенна имеет круговую направленность, а в вертикальной-нет.

### 3.6 Доступ к базовой станции.

Существует несколько способов доступа к базовой станции, предлагающих различные альтернативы в зависимости от доступности требуемых ресурсов.

#### Режим точки доступа Wi-Fi

По умолчанию базовая станция будет работать в режиме Wi-Fi AP Mode. Это означает, что вы можете найти SSID с именем "RAK7289\_XXXX" в списке сетей Wi-Fi вашего ПК, где "XXXX" представляет последние два байта MAC-адреса шлюза. Для подключения через Wi-Fi пароль не требуется.

1. Чтобы получить доступ к платформе веб-управления, ввести следующий IP-адрес в веб-браузере: **192.168.230.1**.

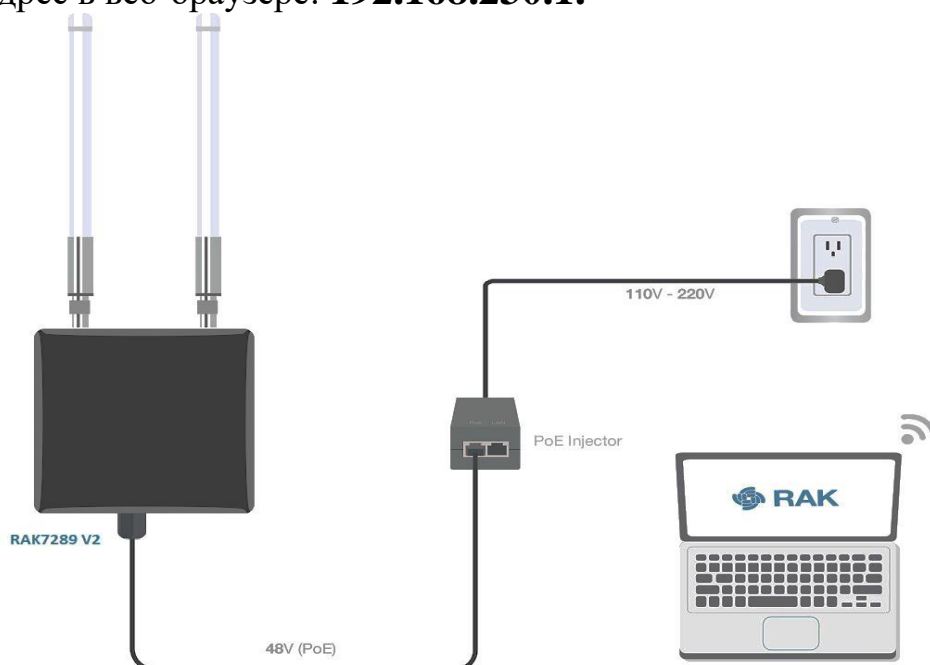


Рисунок 3.13 Доступ к БС через режим точки доступа Wi-Fi.

Используя веб-браузер, ввести IP-адрес 192.168.230.1, появится страница входа. Войти в систему, используя следующие учетные данные:

**Имя пользователя:** root

**Пароль:** root

**Порт WAN (Ethernet)**

Подключить кабель Ethernet к порту ETN на БС, а другой конец — к порту PoE инжектора PoE. Подключить порт LAN инжектора PoE к вашему ПК.

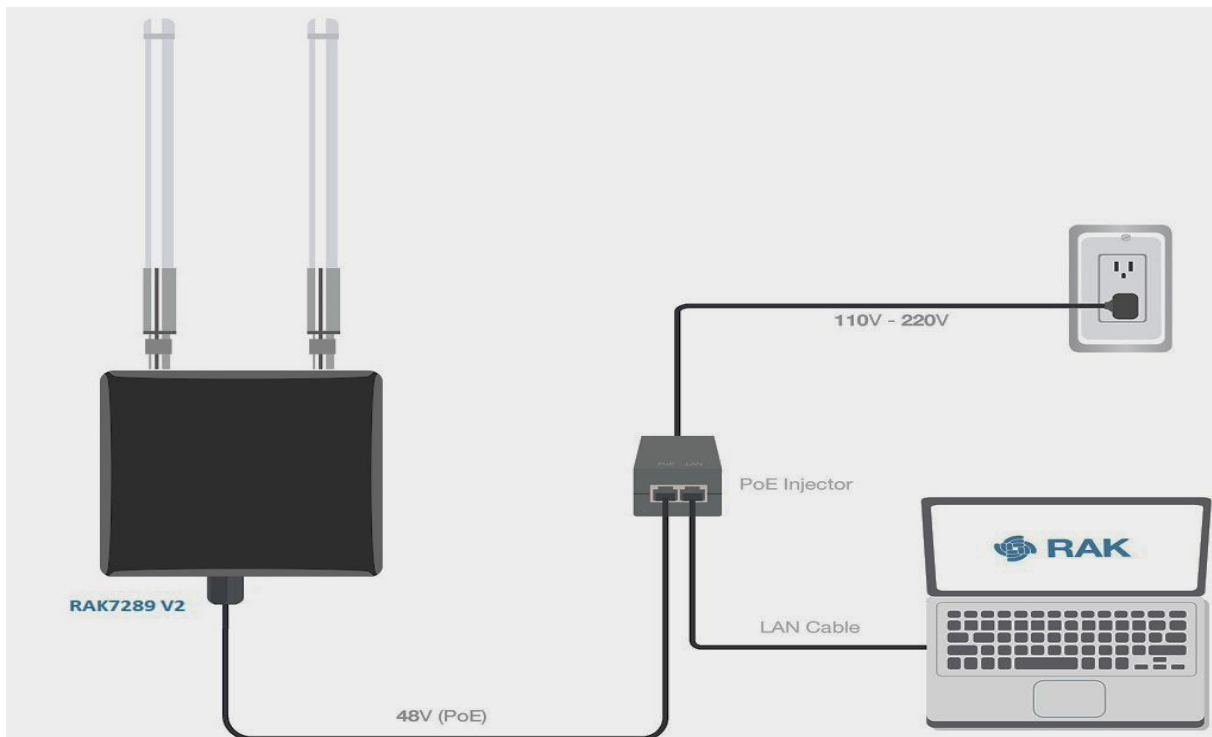


Рисунок 3.14 Доступ к БС через порт WAN (Ethernet).

IP по умолчанию — **169.254.XX**, где последние два сегмента сопоставляются с последними четырьмя битами MAC-адреса вашего шлюза. Например, если последние четыре бита MAC-адреса — 0F:01, IP-адрес будет 169.254.15.1. Обязательно вручную установить адрес вашего ПК на один из той же сети (например, 169.254.15.100).

Для этого открыть **свойства Ethernet** и выбрать **Протокол Интернета версии 4 (TCP/IPv4)**.

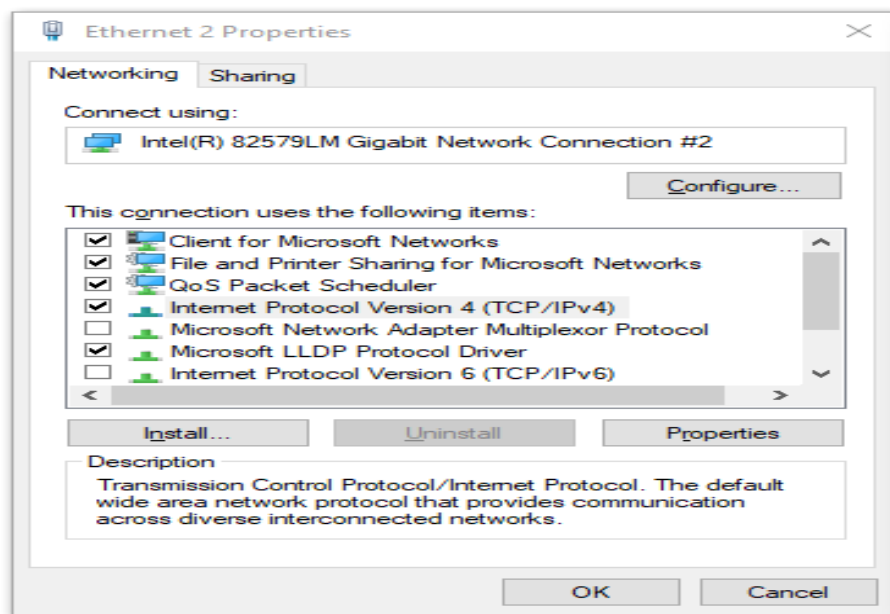


Рисунок 3.15 Вкладка свойства Интернета.

Выбрать **Использовать следующий IP-адрес** и задать IP-адрес (например, 169.254.15.100).

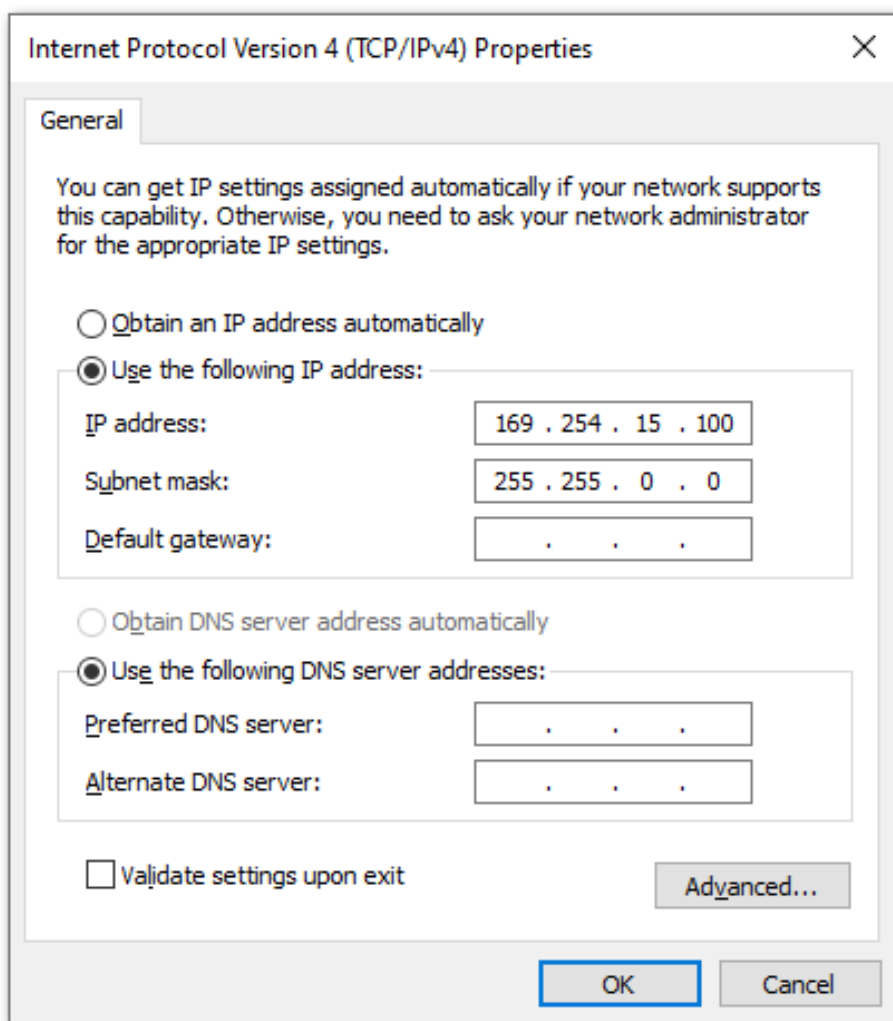


Рисунок 3.16 Настройка IP-адреса ПК.

В этом примере можно получить доступ к шлюзу по адресу **169.254.15.1**.

### Установить пароль для входа

1. В целях безопасности при первом входе в систему необходимо задать пароль для входа. Это делается путем заполнения желаемого пароля и его подтверждения в предоставленных полях. Пароль должен соответствовать следующим правилам:

- Длина пароля должна быть не менее 12 символов;
- Содержит хотя бы один специальный символ (!"#\$%&\'()\*+,-./:;<=>?@[^\_`{|}~);
- Имеет как минимум один номер;
- Содержит как минимум одну стандартную латинскую букву (используется в английском алфавите).

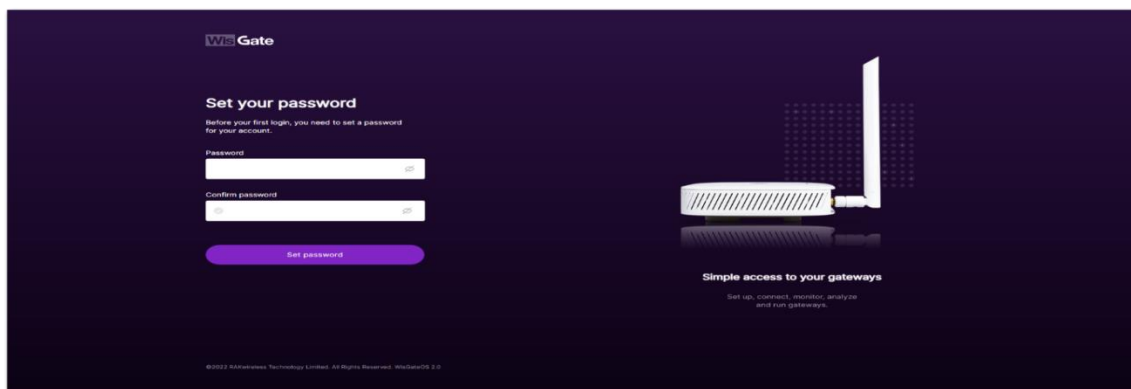


Рисунок 3.17 Страница входа в веб-интерфейс

2. Когда поля заполнены, нажать кнопку **Установить пароль**, чтобы применить его. Веб-интерфейс теперь доступен и загрузит **страницу статистики LoRaWAN**.

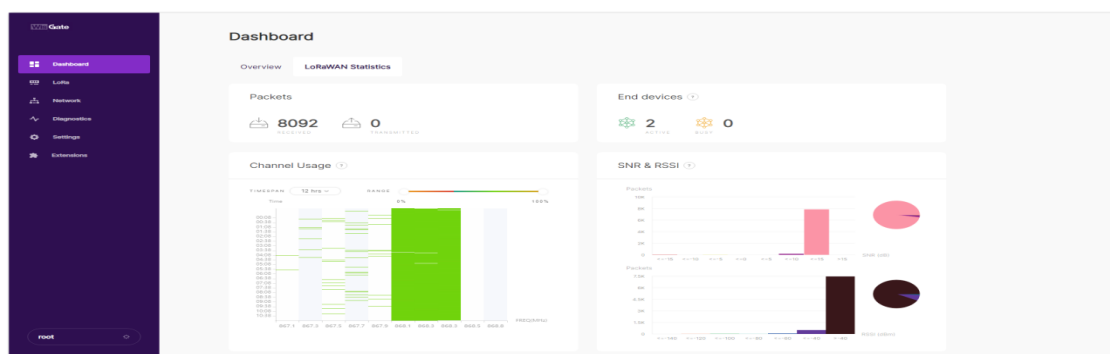


Рисунок 3.18 Страница статистики LoRaWAN.

3. При следующем входе в систему вам необходимо использовать установленный пароль для доступа. Имя пользователя для входа по умолчанию **root**.

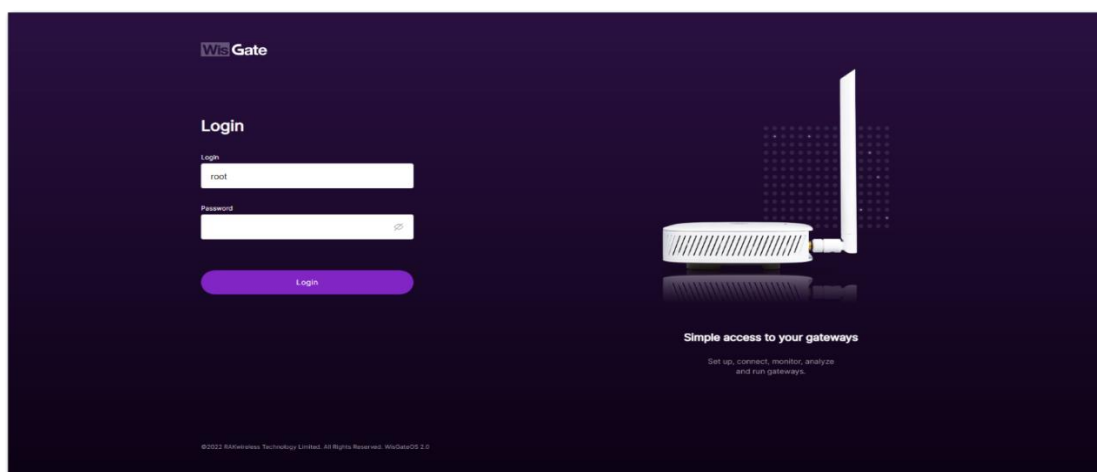


Рисунок 3.19 Страница входа с установленным паролем.

#### **4. Установка ПО сервера сетей LoRaWAN Chirpstack.**

1. Сервер сетей LoRaWAN Chirpstack является свободно распространяемым программным обеспечением.
2. С подробной информацией по установке ПО можно ознакомиться по адресу: **<https://www.chirpstack.io/docs/index.html>**