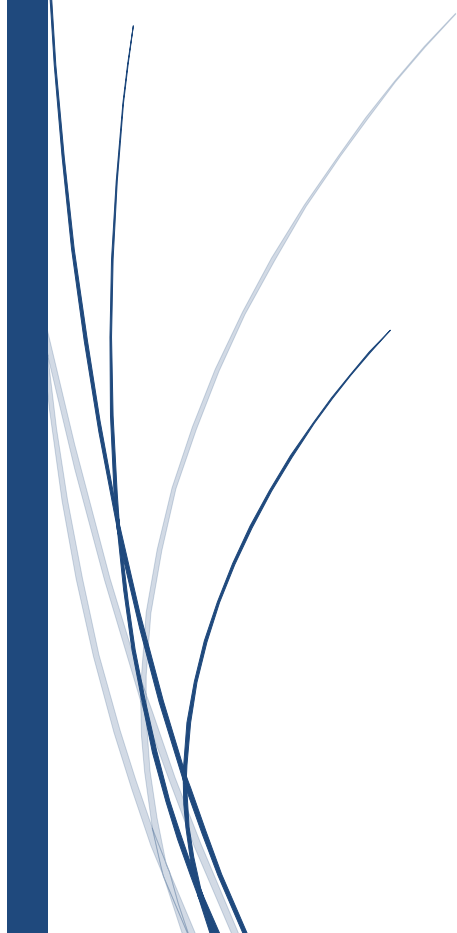


**Комплексное решение LoRa**  
системы мониторинга  
температуры, давления  
Руководство по эксплуатации



## Оглавление

|   |          |
|---|----------|
| <b>1. Архитектура сети LoRa. ....</b>         | <b>3</b> |
| <b>2. Оконечные устройства (датчики).....</b> | <b>5</b> |
| <b>3. Базовая станция.....</b>                | <b>6</b> |
| <b>4. Клиентское рабочее место. ....</b>      | <b>7</b> |
| <b>5. Рекомендацию по монтажу антенн.....</b> | <b>8</b> |

## 1. Архитектура сети LoRa.

Технология LoRa предназначена для создания беспроводной сети с малым энергопотреблением, работающая в диапазоне низких частот (868 МГц в Европе). Затраты энергии на передачу данных в сети LoRa невысоки, так как они передаются на низких скоростях, а устройства (датчики) активируются только на время, необходимое для передачи сигнала. Поэтому заряд батареи расходуется минимально.

В предлагаемом для реализации комплексе используется P2P (Peer-to-Peer) режим работы чипов LoRa, работающий на физическом уровне и позволяющий устройствам обмениваться между собой напрямую (точка-точка) без использования сети LoRaWAN, шлюзов или централизованной инфраструктуры.

Основные преимущества комплекса на базе LoRa P2P:

- **Простота:** Легко реализовать для базовой связи между небольшим количеством устройств.
- **Низкая стоимость:** Не требует дорогостоящего сетевого и серверного оборудования, отсутствует необходимость в настройке и сопровождении сложного программного обеспечения, отсутствие абонентской платы за сеть передачи данных.
- **Дальность связи:** Использует те же преимущества дальности LoRa, что и LoRaWAN.
- **Полный контроль:** Разработчик комплекса сам управляет всеми аспектами связи и форматом данных.
- **Наличие в базовой станции аналоговых выходов:** Базовая станция конвертирует цифровое значение (например, 0–100°C) в аналоговый сигнал 4-20 мА пропорционально диапазону датчика, что позволяет интегрировать комплекс в существующую инфраструктуру предприятия.
- **Наличие в базовой станции релейного выхода:** Позволяет управлять исполнительным устройством на предприятии при получении от оконечных устройств настраиваемых критических сообщений, что важно при возникновении внештатной ситуации.

Основные недостатки комплекса на базе LoRa P2P:

- **Масштабируемость:** Плохо масштабируется на большое количество устройств из-за проблем, возникающих при "столкновении" и потери пакетов при одновременной передаче с нескольких устройств (коллизии). Отсутствие управления сетью.
- **Отсутствие встроенного механизма предотвращения коллизий:** Требуется для снижения коллизий рекомендуется задать разные интервалы между повторами передач для датчиков.
- **Отсутствие безопасности:** Нет встроенного шифрования и аутентификации. Реализуется на уровне приложения.
- **Несовместимость:** Устройства с LoRa P2P не могут общаться с устройствами LoRaWAN и наоборот.

Типовая архитектура комплекса LoRa представляет собой совокупность оконечных узлов (датчиков давления/температуры с радиомодулем), базовой станции с блоком питания, USB адаптера и клиентского рабочего места на базе ПЭВМ с установленным специализированным программным обеспечением.



Рисунок 1.1 Типовая архитектура сети LoRa.

- 1 - датчики давления/температуры с радиомодулем LoRa(1-16 шт);
- 2\*- блок питания 24 В для аналогового выхода (1-4 канала);
- 3\*- исполнительное устройство, подключаемое к релейному выходу;
- 4 - базовая станция R1-Д с радиомодулем LoRa;
- 5 - блок питания 24 В для базовой станции;
- 6 - USB адаптер;
- 7 - клиентское рабочее место;
- \* - опционально, в зависимости от модификации базовой станции R1-Д.

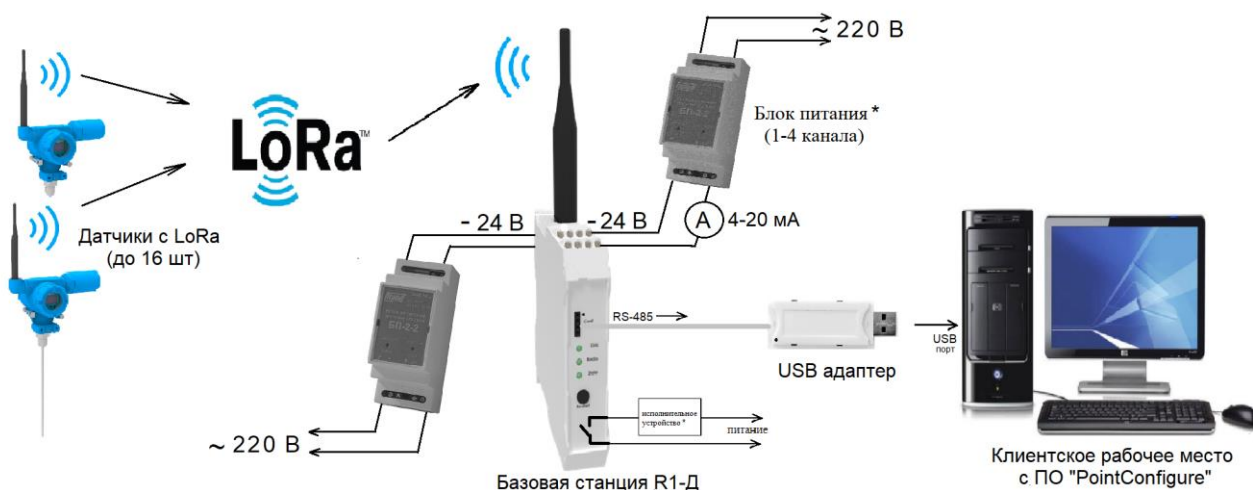


Рисунок 1.2 Иллюстрированная схема подключения устройств комплекса.

При разворачивании комплекса, включающего в себя оконечные устройства, размещённые удалённо от базовой(ых) станции, необходимо выполнить работы по радиопланированию с проведением натурных экспериментов с помощью тестера сети, который позволяет построить карту покрытия и принять решение о наилучшем размещении базовой(ых) станции и оконечных устройств относительно друг друга.

## 2. Оконечные устройства (датчики).

Датчики беспроводного исполнения предназначены для измерения и преобразования величины измеряемого параметра – давления либо температуры в цифровой выходной сигнал с радиointерфейсом по протоколу LoRa P2P. Обмен данными между платой датчика и платой радиопередачи осуществляется не по токовой петле (4-20 мА), а по протоколу HART, что позволяет значительно повысить энергоэффективность работы датчика. Встроенная антенна имеет мощность 3 dBi и позволяет осуществлять передачу данных на расстояние до 1км в условиях отсутствия помех. Конструкция датчика предусматривает поворотный узел крепления антенны в месте кабельного ввода. Эта регулировка позволяет гарантировать вертикальное положение антенны независимо от угла установки корпуса датчика в технологическом процессе. Датчики имеют степень защиты IP68.

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, в определенной точке корпуса (указано символом «магнит»), либо с помощью кнопки, расположенной на плате под задней крышкой корпуса. Отсчёт заданных в настройках периодических измерений будет изменён и начинаться от времени последней принудительной передачи.

Для настройки параметров работы датчика в сети LoRa и считывания текущих показаний используется программа PointConfigure, доступная для скачивания в разделе «Программное обеспечение» по адресу: <https://www.pointltd.by/documents>.

В датчиках применяется встроенная литий-тионилхлоридная (Li-SOCl<sub>2</sub>) батарея в форм-факторе 34615 с номинальным напряжением 3,6 В и емкостью элемента 14000 мА/ч. Данная батарея имеет ток саморазряда менее 1% в год и может работать при температурах окружающей среды от минус 40 до плюс 85 °С. Срок службы батареи ограничен количеством измерений показаний датчиком и количеством передач в сеть LoRa, конструкцией датчика предусмотрена возможность её замены.

При настроенных (по умолчанию) параметрах датчика:

- 1 - нормальные условия температуры окружающей среды;
- 2 - скорость передачи данных - DR5;
- 3 - мощность передатчика – 9;
- 4 - интервал измерения и передачи - 5 минут;
- 5 - интервал обхода с магнитом - 2 часа;
- 6 - количество попыток отправки сообщений – 3;
- 7 - ожидание подтверждения приема сообщения от базовой станции.

Расчётное срок службы батареи составит: 417 дней или 1,1 года.

При изменении интервала измерения и передачи на значение 15 минут срок службы батареи увеличится до 1083 дня или 2.9 года.

Изменение параметра на: НЕ ОЖИДАТЬ подтверждения приема сообщения от базовой станции позволит увеличить срок службы батареи до 1209 дней или 3.3 года.

### 3. Базовая станция.

Базовая станция может иметь различную модификацию и комплектацию в зависимости от заказа:

- 1- частотный диапазон – 868 МГц (по спецзаказу - 433 МГц);
- 2- исполнение корпуса – с креплением на DIN-рейку шириной 35мм с возможностью использования шинных соединителей TBUS, что позволяет организовать простое параллельное подключение базовых станций;
- 3- исполнение антенны: – интегрированная 3dBi (по спецзаказу- выносная с разъемом для подключения SMA female);
- 4- количество аналоговых выходов - от 0 до 4 шт;
- 5- тип аналогового выхода - 4-20мА (по спецзаказу- 0-5мА, 0-20мА, 0-5В, 0-10В);
- 6- наличие встроенного архива: 131072 записей. Старые записи автоматически перезаписываются новыми.

В комплектации базовой станции с аналоговым выходом предусмотрено электромеханическое реле, коммутируемая нагрузка: 5А при 250В АС (активная) с критериями срабатывания, выбираемыми программно. Для индуктивных нагрузок (двигатели, соленоиды) допустимый ток снижается до 3А. Аварийные сигналы, предельные значения и другие параметры могут быть настроены индивидуально для каждого канала, что позволит управлять исполнительным устройством (насосом, двигателем вентилятора, сигнальной лампой и т.д.) на предприятии при возникновении внештатной ситуации. Например: реле активирует двигатель вентилятора для охлаждения, если температура превысит значение 80°C.

Для работы базовой станции и ее модификаций с аналоговыми выходами необходимы источники питания:

- для питания самой станции: один основной источник DC 5-30В (24В ном);
- для питания аналоговых выходов (при наличии в модификации): от одного до четырех независимых (гальванически изолированных) источников 24В– по одному на каждый используемый аналоговый выход. Это могут быть отдельные блоки или один многоканальный блок с изолированными каналами.

ООО «Поинт» предлагает решения для обоих этих пунктов, являясь их производителем.

Базовая станция имеет степень защиты IP20.

Базовая станция в стандартном исполнении имеет один радиомодуль, может получать либо передавать сигнал от датчиков одновременно только по одному каналу. Максимальное количество датчиков, обслуживаемых одной базовой станцией 16 штук (аппаратное ограничение).

В целях предотвращения коллизий выходных сигналов при использовании нескольких базовых станций, каждый датчик должен быть прописан на канале только одной базовой станции. В сложных условиях приема, для увеличения вероятности приема выходного сигнала от датчика, допускается добавлять датчик с одним и тем же заводским номером на нескольких базовых станциях, при этом при настройке про-

граммой PointConfigure галочка «Отправка подтверждения приема» во вкладке «Общие настройки» должна быть активной только на одной базовой станции.

Подключение базовой станции к персональному компьютеру осуществляется посредством специализированного USB адаптера для приборов с LoRa (входит в комплект на партию для базовых станций). Обмен данными базовой станцией с клиентским рабочим местом осуществляется посредством шины RS-485 с протоколом Modbus RTU в соответствии с картой регистров. Карта регистров доступна для скачивания по адресу <https://www.pointltd.by/documents>.

В связи с постоянной работой по усовершенствованию базовой станции, разработчиком рассмотрятся все пожелания заказчика по увеличению функциональных возможностей изделия, а также незначительные изменения в конструкцию, повышающие надежность и улучшающей условия эксплуатации.

#### **4. Клиентское рабочее место.**

Настройка конфигурации базовой станции и считывание показаний датчиков осуществляется посредством программного обеспечения ООО «Поинт» – PointConfigure. Актуальная версия программы доступна для скачивания по адресу <https://www.pointltd.by/documents>.

Для работы программного обеспечения PointConfigure требуется персональный компьютер с USB портом и предустановленной операционной системой версии не ниже Windows 7 SP1 и установленным ПО Net Framework версии 4.6.1, специализированного USB адаптера для приборов с LoRa производства ООО «Поинт».

Конфигуратор базовой станции позволяет настроить пользователю:

- параметры работы протокола LoRa (мощность передатчика, скорость передачи данных, выбрать частотный диапазон и подтверждение приёма данных). «Частота P2P режима» и «Скорость передачи данных» установленные на базовой станции, должны совпадать с параметрами, установленными на датчиках, которые прописаны на каналах измерения базовых станций. По умолчанию установлена максимальная мощность передатчика (параметр равен 15). В случае использования нескольких базовых станций, находящихся в непосредственной близости друг от друга, в целях предотвращения коллизий выходных сигналов рекомендуется уменьшить мощность передатчиков до значений (от 1 до 15), подобранных экспериментально для конкретных условий эксплуатации;
- в модификации с аналоговым выходом производить смещение токового выхода в зависимости от вводимых значений;
- настроить параметры работы релейного выхода в зависимости от выбранного триггера для срабатывания релейного выхода (тайм-аут датчика на выбранном канале, тайм-аут датчика на любом из каналов, ошибка датчика на выбранном канале, ошибка датчика на любом из каналов) и отслеживаемого параметра (процент выходного сигнала, ток выходного сигнала, PV- значение измеренной величины) по триггеру (отслеживаемый параметр меньше MIN (задаваемый параметр), отслеживаемый параметр больше MAX (задаваемый пара-

метр), отслеживаемый параметр меньше MIN или больше MAX (задаваемые параметры));

- считать архив в табличном виде либо в виде графика (время считывания всего архива около 20 минут) с возможностью экспортировать его в табличном виде в формате CSV;
- считать последнее измеренное датчиком значение, оставшийся заряд батареи, статусы работы устройств.

## **5. Рекомендацию по монтажу антенн.**

При монтаже датчиков давления/температуры для обеспечения максимальной дальности связи следует придерживаться следующих правил:

- в случае установки датчика в техпроцесс под углом, необходимо отрегулировать положение его антенны строго вертикально;
- преграды в виде трубопроводов, запорной арматуры и металлических конструкций, проходящих рядом с антенной, заметно ухудшают радиосигнал, поэтому при установке датчика по возможности необходимо избегать такого монтажа.

При монтаже антенн базовой станции для обеспечения максимальной дальности связи следует придерживаться следующих правил:

- удалять место установки антенны на максимально возможное расстояние от оборудования операторов сотовой связи;
- преграды в виде металлических конструкций и прочих предметов, создающих «радиотень» также могут ухудшать радиосигнал, поэтому рекомендуется размещать антенну вдали от них;
- 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;
- для максимальной дальности размещать антенну базовой станции на высоте выше 3 м над землёй.