
АО «НПО «ИНТРОТЕСТ»



**Сеть сенсорная беспроводная
«Аэроконтроль»**

Техническое описание

г. Екатеринбург, 2025г

Содержание

Термины и сокращения

- 1.1 Назначение, общие сведения
- 1.2 Структура сети
- 1.3 Состав оборудования
- 1.4 Ключевые особенности
- 1.5 Технические характеристики
- 1.6 Условия эксплуатации
- 1.7 Программное обеспечение

Термины и сокращения

ССБ	– сеть сенсорная беспроводная «Аэроконтроль»;
ГМ	– граничный маршрутизатор
ПК	– персональный компьютер;
шлюз	– ССБ - шлюз;
ПО	– программное обеспечение;
ОС	– операционная система;
WPAN	– Wireless Personal Area Network – беспроводная персональная сеть
БД	- база данных

Настоящий документ предназначен для описания сети сенсорной беспроводной «Аэроконтроль» (далее ССБ) и содержит принцип действия, технические данные и другие сведения, необходимые для понимания возможностей и задач, реализуемых системой.

1. Описание сети

1.1. Назначение, общие сведения.

- 1.1.1. ССБ предназначена для построения беспроводной сети датчиков и исполнительных устройств на территории промышленных объектов. При этом не нарушается уже имеющаяся на объекте инфраструктура. Примерами таких объектов могут быть производственный цех, нефтяной куст, стройплощадка и пр.
- 1.1.2. ССБ относится к классу сетей WPAN и базируется на стеке OpenThread, в основе которого лежит технология беспроводных ячеистых сетей IEEE 802.15.4 в диапазоне частот 2,4 ГГц. Благодаря ячеистой структуре и гибкой системе маршрутизации достигается высокая отказоустойчивость сети и возможность ее легкого расширения с увеличением зоны охвата. Кроме того, беспроводные устройства данного стандарта имеют низкое энергопотребление при достаточно высокой скорости обмена. Это позволяет использовать автономные источники для питания таких устройств.
 - 1.1.1. На сетевом и транспортном уровнях используются протоколы 6LoWPAN (IPv6 для низкоскоростных сетей) и UDP, что позволяет легко интегрировать ССБ во внешние IP-сети, будь то локальная корпоративная сеть или сеть Интернет. Каждое устройство ССБ имеет IPv6-адрес. Подключение к вышестоящим IP-сетям производится через граничный маршрутизатор (ГМ).
 - 1.1.2. На уровне приложений используются протоколы CoAP (легковесный аналог HTTP) и JSON, это упрощает взаимодействие устройств ССБ с серверными приложениями верхнего уровня.
 - 1.1.3. Возможно, также, подключение ССБ к Modbus-устройствам (см. далее – конфигурация Serial), например к ПК или промышленному контроллеру через WPAN-шлюз с интерфейсами RS-232, RS-485 или USB. В таком варианте обмен с устройствами ССБ ведется с использованием стандартного промышленного протокола Modbus-RTU.

1.2. Структура сети

- 1.2.1. ССБ состоит из маршрутизаторов и конечных (дочерних) устройств. Конечное устройство обменивается данными с остальными устройствами сети через свой родительский маршрутизатор. Максимальное количество маршрутизаторов в сети – 16. К каждому маршрутизатору может быть подключено до 32 конечных устройств, таким образом, максимальный размер сети может составлять 512 устройств (247 в конфигурации Serial). К каждому устройству может быть подключено несколько датчиков или исполнительных устройств (кол-во зависит от конкретного устройства).
- 1.2.2. Каждый маршрутизатор должен иметь стационарное питание. Конечные устройства могут разделяться на минимальные конечные устройства (МКУ) со стационарным питанием, и спящие конечные устройства (СКУ) с автономным питанием.
- 1.2.3. Для построения ССБ используется следующее оборудование:
- Контроллер КТС.31-01 в роли маршрутизатора и МКУ;
 - Контроллер КТС.31-02 в роли СКУ;
 - USB-коннектор ССБ-ШИМ в роли маршрутизатора-шлюза;
 - Контроллер КТС.33 в роли граничного маршрутизатора (ГМ).
- 1.2.4. По типу подключения ССБ к внешним системам могут использоваться две конфигурации: «сетевая» (IP) и «не сетевая» (Serial). Первая подразумевает подключение ССБ к вышестоящим IP-сетям через ГМ, вторая - подключение ССБ к отдельному ПК или контроллеру через WPAN-шлюз с интерфейсами RS-232, RS-485 или USB.
- 1.2.5. IP-конфигурация базируется на использовании стека протоколов CoAP/UDP/IP и клиент-серверной архитектуре. Каждое ССБ-устройство имеет IPv6-адрес и является CoAP-клиентом, отправляющим данные с датчиков на удаленный CoAP-сервер. Сервер, в свою очередь, может посылать на ССБ-устройство управляющие команды, используя специальный CoAP-режим. Для обмена данными используется структурированный формат JSON.
- 1.2.6. Serial-конфигурация подразумевает использование протокола Modbus-RTU для обмена данными с ССБ-устройствами в режиме «запрос-ответ». Каждое ССБ-устройство, в том числе и WPAN-шлюз, имеет Modbus-адрес. Кроме того, к ССБ-устройствам со стационарным питанием может быть подключен внешний контроллер, также доступный для опроса.

1.2.7. Структурная схема ССБ в IP-конфигурации, Рисунок 1.

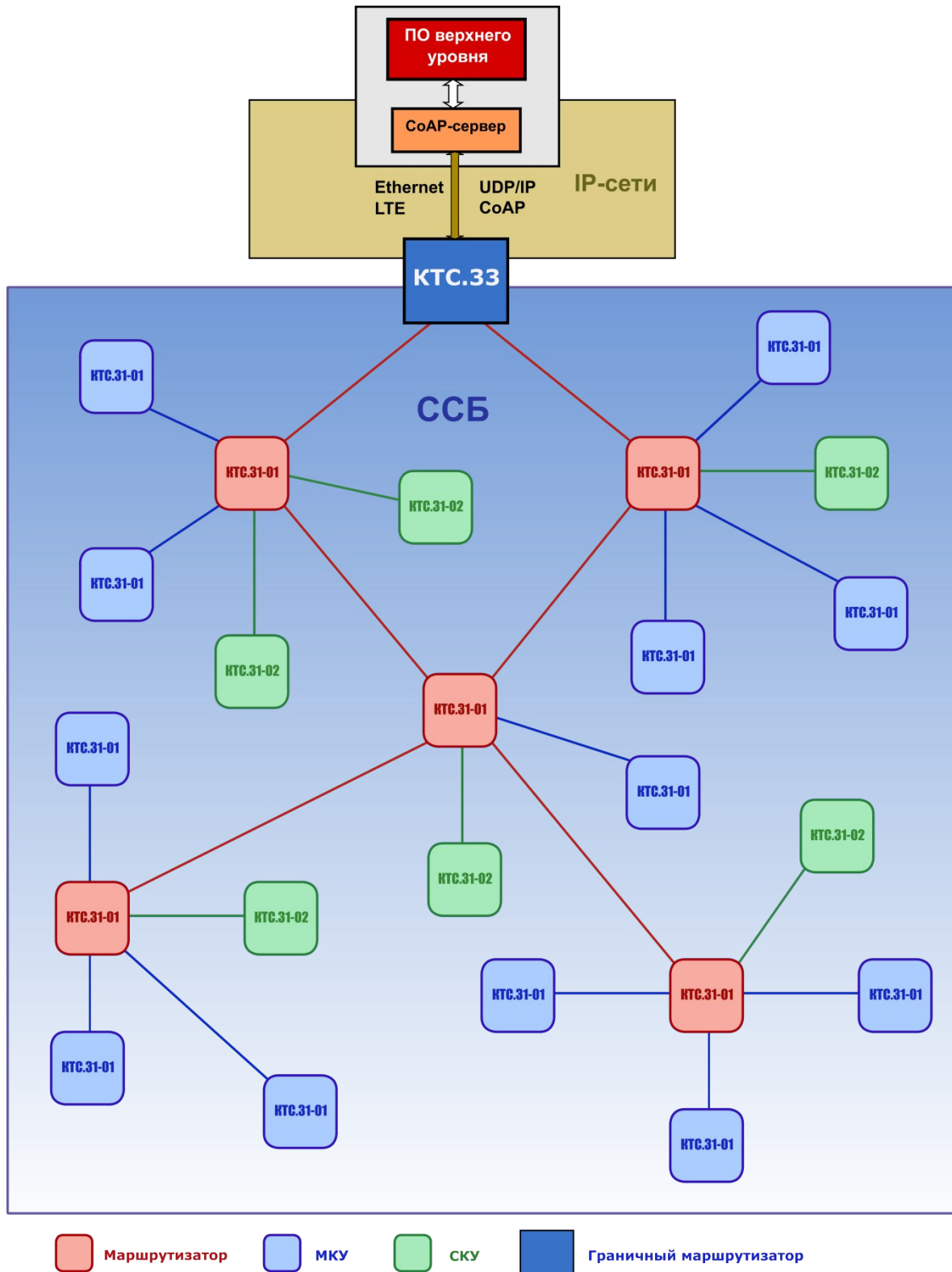


Рисунок 1

1.2.8. Структурная схема ССБ в Serial-конфигурации, Рисунок 2.

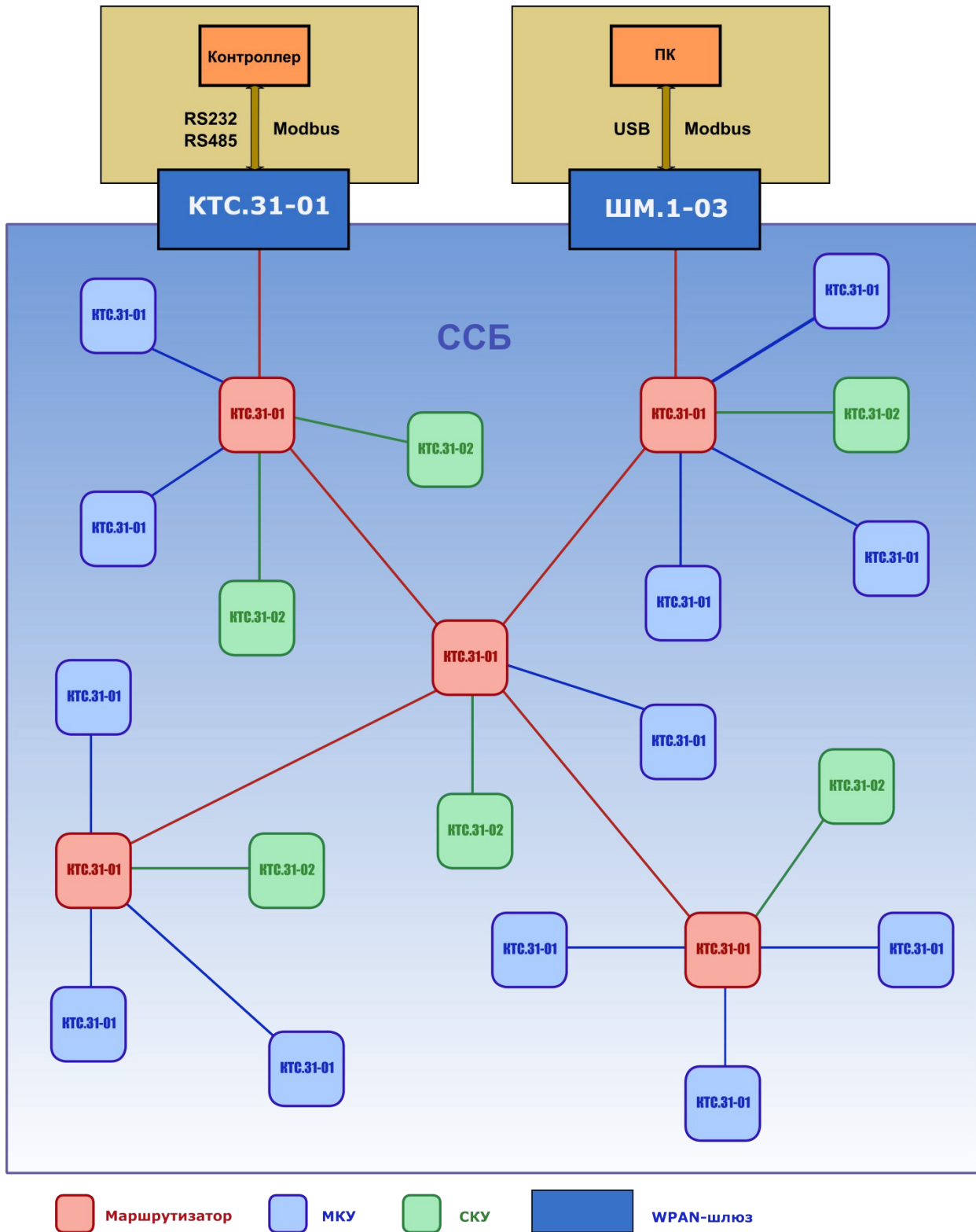


Рисунок 2

1.3. Состав оборудования

1.3.1. Контроллер телемеханики КТС.31-01.

Может использоваться в роли маршрутизатора, МКУ или WPAN-шлюза с интерфейсами RS-232/ RS-485.

Питание ~ 220 В.

Имеет взрывозащищенный корпус 153x120x91мм

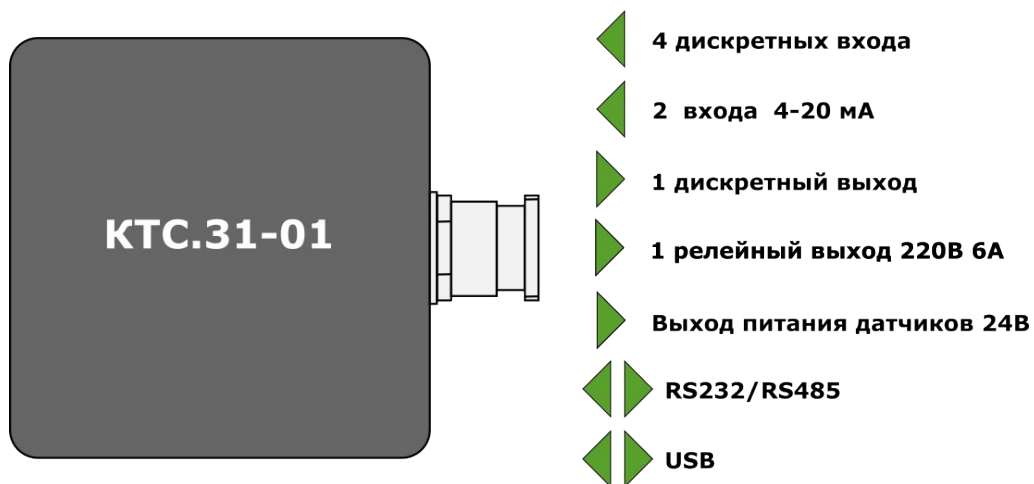


Рисунок 3

1.3.2. Контроллер телемеханики КТС.31-02.

Используется в роли СКУ.

Имеет взрывозащищенный корпус 153x120x91мм

Питание - батарея Li-SOC12 3,6В

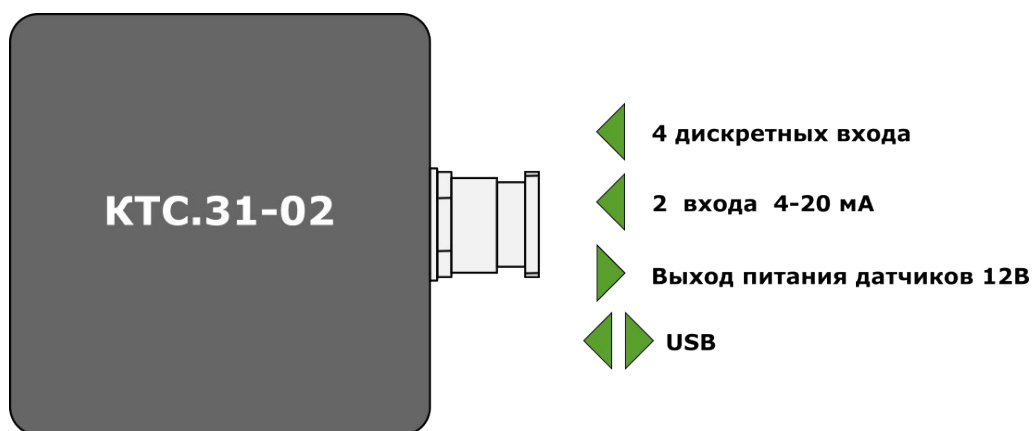


Рисунок 4

1.3.3. USB-коннектор ШМ.1-03.

Используется в роли WPAN-шлюза.

Имеет пластиковый корпус 82x39x14мм

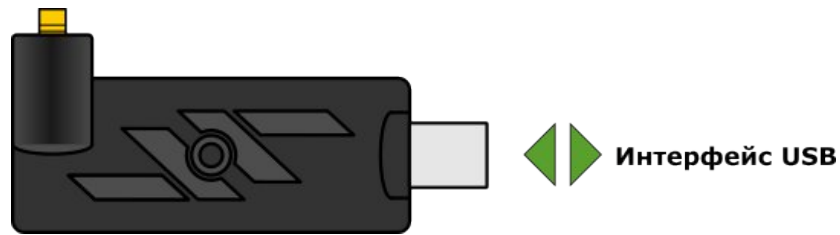


Рисунок 5

1.3.4. Контроллер телемеханики КТС.33

Используется в роли граничного маршрутизатора.

Питание ~ 220 В.

Имеет взрывозащищенный корпус 329x224x151мм

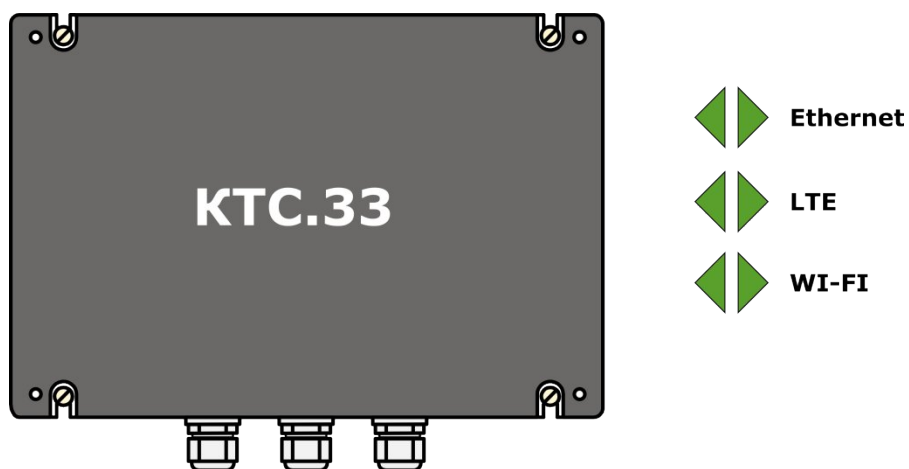


Рисунок 6

1.4. Ключевые особенности ССБ

- Устанавливается на имеющуюся инфраструктуру, не мешая текущему технологическому процессу.
- Невысокая стоимость оборудования с возможностью поэтапного развертывания.
- Стационарное, либо автономное питание устройств. Срок службы батареи на автономных устройствах – до 1 года. Мониторинг напряжения батареи.
- Дальность связи между соседними устройствами – до 500 м.
- Простая интеграция в существующую инфраструктуру локальных и глобальных IP-сетей.
- Используемые протоколы упрощают взаимодействие с приложениями верхнего уровня.
- Возможность подключения ССБ к Modbus-устройствам.
- Промышленный рабочий температурный диапазон.

1.5. Технические характеристики

Таблица 1

Параметр	Значение
Напряжение питания стационарных устройств, В	220
Напряжение питания автономных устройств, В	3,6
Потребляемая мощность устройств в активном состоянии, не более, Вт	10
Потребляемая мощность автономных устройств в состоянии сна, не более, Вт	0,0003
Частотный диапазон беспроводной сети, ГГц	2,4
Тип антенн	Внешняя
Мощность передачи радиосигнала, dBm	0-19
Максимальная скорость обмена в беспроводной сети, Кбит/с	250
Стандарт беспроводной сети	IEEE 802.15.4
Сетевые/транспортные протоколы	6LoWPAN/ UDP
Протоколы приложений	CoAP, JSON, Modbus RTU
Класс защиты оборудования КТС.31, КТС.33	IP66 Exe IIC Gb U
Рабочий температурный диапазон оборудования, С°	-40 +60
Срок службы оборудования не менее, лет	10

1.6. Условия эксплуатации

1.6.1. Режим работы оборудования - непрерывный, круглосуточный для эксплуатации на открытом воздухе без искусственно регулируемых климатических условий.

1.7. Программное обеспечение

1.7.1. Устройства ССБ имеют командный интерфейс для установки параметров и ввода устройств в эксплуатацию через порт USB. Для ввода команд можно использовать любую терминальную программу (например, Putty).

1.7.2. Граничный маршрутизатор (КТС.33) имеет встроенную ОС Linux (OpenWRT). Настройка маршрутизатора может производиться как через консоль, так и по сети с использованием SSH или WEB-интерфейса.

1.7.3. ПО верхнего уровня включает в себя CoAP-сервер и пример приложения, взаимодействующего с сервером. Данные, полученные от ССБ-устройств, размещаются в таблицах БД MySQL. Кроме того, в ПО включены примеры проектов визуализации данных в таблицах Excel и Grafana.

Ниже приведен пример приборной панели, с данными устройств ССБ с использованием ПО верхнего уровня Grafana (Рисунок 7).

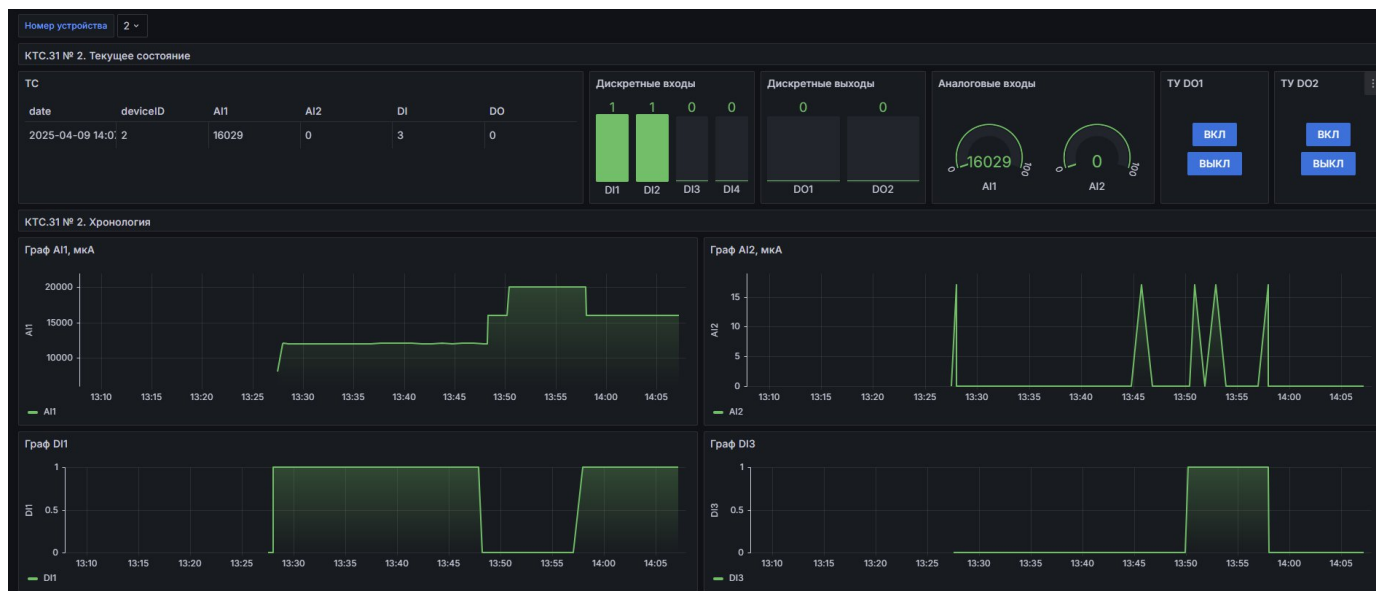


Рисунок 7