ООО «НТП «ГОРИЗОНТ-М»

МОДУЛЬ СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ CU

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
МПГТ.464213.028 РЭ

Настоящий документ является Руководством по эксплуатации (далее - Руководство) модуля сбора и передачи данных CU (далее – «модуль» или «модуль CU»).
Руководство содержит описание модуля, принцип работы, технические данные и другие сведения, необходимые для обеспечения правильной установки и эксплуатации.
Изготовитель оставляет за собой право вносить изменения, не влияющие на технические и метрологические характеристики, без изменения эксплуатационной документации.

Модули соответствует требованиям технического регламента Таможенного союза ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств». Регистрационный номер декларации о соответствии ЕАЭС N RU Д-RU.PA05.B.09566/24.

Изготовитель:
Общество с ограниченной ответственностью "НТП "Горизонт-М" (ООО «НТП «Горизонт-М»),
Адрес: 125130, г. Москва, проезд Старопетровский, д.7а, стр.23
Тел/факс 8-800-333-01-40
E-mail: info@ntpgorizont.ru
Сайт: www.ntpgorizont.ru

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ....4
1.1 Назначение и область применения....4
1.2 Исполнения модулей....4
1.3 Технические характеристики....5
1.4 Состав и комплектность....6
1.5 Маркировка и пломбирование....6
1.6 Устройство и работа....6
1.7 Упаковка....6
2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ....7
2.1 Эксплуатационные ограничения....7
2.2 Органы индикации и управления....7
2.3 Работа с пробником CUNet Checker....7
2.4 Работа в сети LoRaWAN (исполнения CU–LoRaWAN)....8
2.5 Работа в сети GPRS, UMTS, LTE, NB-IoT (исполнения CU–GPRS, CU–LTE, CU–NBIoT)....8
2.6 Установка SIM-карты (исполнения CU–GPRS, CU–LTE, CU–NBIoT)....9
2.7 Установка конфигурации и режима работы модуля....9
2.8 Установка основных параметров измерений....9
2.9 Установка параметров автономной регистрации....11
2.10 Установка параметров передачи по сети LoRaWAN (исполнения CU–LoRaWAN)....11
2.11 Установка параметров передачи по сети GPRS (исполнения CU–GPRS, CU–LTE, CU–NBIoT)....12
2.12 Синхронизация часов модуля....12
2.13 Подключение измерительных датчиков....13
2.14 Транспортный режим....14
2.15 Обновление ПО модуля....14
3 ПОЛУЧЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ....15
3.1 Получение результатов через сеть LoRaWAN (исполнения CU–LoRaWAN)....15
3.2 Получение результатов через сеть GPRS, UMTS, LTE, NB-IoT (исполнения CU–GPRS, CU–LTE, CU–NBIoT)....15
3.3 Получение результатов автономной регистрации....15
3.4 Диагностика устройства....16
4 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ....17
4.1 Техническое обслуживание....17
4.2 Ремонт....18
5 ХРАНЕНИЕ....18
6 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ....19
7 УТИЛИЗАЦИЯ....19

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Назначение и область применения

Модуль CU предназначен для совместной работы с измерительными датчиками производства ООО «НТП «Горизонт-М», а также с датчиками других производителей и служит для периодического сбора показаний датчиков и автономного хранения результатов или передачи их на сервер по одной из сети LoRaWAN, GPRS, LTE, NB-IoT.

Область применения модуля определяется типом используемых совместно измерительных датчиков, в частности модуль может применяться в системах мониторинга строительных конструкций и в системах геотехнического мониторинга.

1.1.1 Требования к персоналу

К эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту модуля CU допускается персонал, прошедший инструктаж по технике безопасности, имеющий соответствующую квалификацию и ознакомленный с настоящим Руководством.
Ответственность за квалификацию персонала несёт организация-эксплуатант.

1.2 Исполнения модулей

1.2.1 Структура условного обозначения

Модули выпускаются в исполнениях, определяемых в соответствии со следующей структурой условного обозначения *:

Модуль сбора и передачи данных CU–XXXX–X–XXX–XX

Исполнения по передачи данных	передача данных по сети LoRaWAN – **LoRaWAN**
	передача данных по сети GPRS или UMTS – **GPRS**
	передача данных по сети LTE – **LTE**
	передача данных по сети NB-IoT – **NBIoT**
Тип корпуса	корпус из ABS-пластика для размещения в оголовке или в помещении – **1**
	алюминиевый корпус для размещения на открытом воздухе – **2**
	корпус в виде тубы для размещения в скважине – **3**
Подключаемые внешние датчики	подключение аналогового струнного датчика 1 шт – **1VW**
	подключение аналогового струнного датчика 2 шт – **2VW**
	подключение аналогового струнного датчика 3 шт – **3VW**
	подключение аналогового струнного датчика 4 шт – **4VW**
	подключение датчиков с выходом RS485 – **RS485**
	подключение датчиков с выходом 1-Wire – **1Wire**
Исполнения по питанию	батарейный модуль с 2 батареями тип D LiCoCl2 – **2**
	батарейный модуль с 3 батареями тип D LiCoCl2 – **3**
	батарейный модуль с 4 батареями тип D LiCoCl2 – **4**
	внешнее питание 12 В – **DC12**

** – Возможны не все варианты конфигураций. Возможность изготовления требуемого исполнения уточняйте при заказе.*

1.3 Технические характеристики

Основные технические характеристики представлены в таблице 1.
Таблица 1

Наименование характеристики	CU-xxxx-1-xxx-xx	CU-xxxx-2-xxx-xx	CU-xxxx-3-xxx-xx
Стандарт передачи данных	LoRaWAN, GPRS, LTE, NB-IoT		
Тип подключаемых датчиков	Аналоговые струнные датчики		–
	Цифровые датчики с выходом RS-485 (ModBUS)		
	Цифровые датчики с выходом 1-Wire		
Тип корпуса	ABS-пластик, коробка	Алюминиевый, коробка	Нержавеющая сталь, туба
Способ установки	В оголовке, в помещении	На открытом воздухе	В скважине
Габаритные размеры, мм не более	160×80×85	179x112x90	Ø42x440
Тип разъема для подключения антенны	SMA		N-тип
Тип антенны	Всенаправленная 1dBi		Не входит комплект поставки
Степень пылевлагозащиты (код IP)	IP65	IP65	IP68
Масса без батарей, кг, не более	0,4	1,5	1,2
Условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °C	от – 60 до + 60		
Параметры встроенного электропитания (батарейные модули ER34615M (LiSOCl2), напряжение 3.6 В)	2 батареи тип D		
	3 батареи тип D		
	4 батареи тип D		–
Параметры внешнего электропитания (исполнение DC12)	12 В		–
Параметры встроенной памяти: - тип памяти - объем - файловая система - интерфейс	 Flash 10 Мб FAT16 USB		
Параметры радиоинтерфейса: - класс - скорость - способ активация - частотный план	 A DR0 OTAA RU868		
Среднее время наработки на отказ, ч, не менее	30000		
Средний полный срок службы, лет, не менее	3		

1.4 Состав и комплектность

1.4.1 Корпус модуля имеет съемную крышку для обеспечения возможности подключения измерительных датчиков. Ввод кабелей датчиков в корпуса модуля выполняется через гермоввод. Подключение измерительных датчиков осуществляться к клеммам, расположенным на платах модуля (см. п. «Подключение измерительных датчиков» РЭ).
1.4.2 Для типа корпуса 1 в качестве материала может быть применен как ABS-пластик, так и поликарбонат.
1.4.3 Модуль сбора данных и передачи данных CU выпускается в исполнения, определяемых в соответствии со следующей структурной условного обозначения:
Комплект поставки модуля сбора данных приведен в таблице 2. Исполнение модуля и батарейного блока указывается в зависимости от заказа.
Таблица 2

Наименование	Обозначение	Количество
Модуль сбора данных	CU	1 шт.
Батарейный модуль	BatPack-CU	1 шт.
Антенна	–	1 шт.[1)]
Паспорт	МПГТ.464213.028 ПС	1 шт.
Руководство по эксплуатации	МПГТ.464213.028 РЭ	1 экз. [2)]
Примечания: [1)] – Для исполнений CU-xxxxx-1-xxx-xx, CU-xxxxx-2-xxx-xx; [2)] – Поставляется одно на партию.		

1.5 Маркировка и пломбирование

1.5.1 Маркировка осуществляется с помощью нанесения наклейки на корпус модуля или гравировки и содержит:

- наименование предприятия-изготовителя или его зарегистрированный товарный знак;
- обозначение типа модуля (модель);
- порядковый (заводской) номер модуля по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- единый знак обращения продукции на рынке Евразийского экономического союза;

Дополнительно для исполнения с передачей данных по сети LoRaWAN:

- значения devEUI, AppEUI, AppKEY.

1.5.2 Пломбирование элементов модуля не предусмотрено.

1.6 Устройство и работа

Принцип действия модуля заключается в том, что по заданному расписанию он включает подключенный измерительный датчик (датчики), подготавливает его к измерению, считывает показания и, либо сохраняет их на встроенном диске, либо передает на сервер по одной из сети LoRaWAN, GPRS, LTE, NB-IoT.
Все время, пока модуль не выполняет измерение и не передает данные на сервер, он находится в состоянии сна, подключенный датчик обесточен. Потребление тока от батареи в этом режиме достаточно мало, что позволяет обеспечить срок службы батарей до несколько лет.

1.7 Упаковка

Готовой продукцией считается модуль, принятый отделом технического контроля и упакованный для транспортирования.
Тара для упаковки оборудования представляет собой специально изготовленный из дерева, фанеры или оргалита ящик, размер которого определятся количеством упакованных изделий.
Крышка ящика прочно зафиксирована, ящик запломбирован. На крышке ящика располагается надпись, в которой указывается предприятие-поставщик, название и количество упакованных предметов.
На крышке ящика и на стенках ящика размещается предупреждающая надпись «ОСТОРОЖНО! ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ! НЕ БРОСАТЬ!». При передаче или отправке покупателю изделий ящик может быть перевязан капроновой верёвкой.

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1 Эксплуатационные ограничения

Эксплуатация измерителей должна производиться на параметрах, не превышающих указанных в технической документации.
К работе допускаются лица, изучившие настоящее руководство по эксплуатации.

2.2 Органы индикации и управления

2.2.1 Индикация состояния модуля осуществляется двумя многоцветными светодиодными индикаторами, имеющими маркировку Power и Link. Состояние отображается индикаторами в первую сессию после включения питания (или сброса) модуля, а также после кратковременного нажатия на кнопку Check.
2.2.2 Индикатор Power отображает состояние батарей питания и измерительных датчиков. Индикатор загорается дважды – в первый раз сразу после включения или нажатия кнопки Check, он отображает состояние батарей. Второй раз –- после проведения измерения, в этом случае он отображает состояние измерительного датчика (датчиков). Описание работы индикатора Power приведено в таблице 3
Таблица 3

Индикатор Power	Состояние батареи (первое моргание)	Состояние датчиков (второе моргание)
Загорается зеленым	Остающийся заряд батарей выше 30%	Состояние всех датчиков ОК
Загорается красным, затем зеленым	–	Часть из подключенных датчиков работают, часть - нет
Загорается оранжевым	Остающийся заряд батарей выше 10%, но менее 30%.	–
Загорается красным	Остающийся заряд батарей менее 10%, батареи следует заменить	Ни один из подключенных датчиков не работает

2.2.3 При подключении USB индикатор Power мигает синим. При подключенном USB-кабеле новое измерение и новый сеанс связи не начинаются (текущее завершается обычным образом).
2.2.4 Индикатор Link отображает состояние и режим работы модуля в соответствии с таблицей 4.
Таблица 4

Индикатор Link	Описание
Загорается фиолетовым	Ошибка в конфигурации / Не установлено время / Ошибка на диске. До устранения этих ошибок модуль работать не будет
Загорается красным	Отказ / ошибка датчика
Загорается зеленым	Состояние датчика ОК
Часто мигает синим	Подключено USB
Редко мигает синим	Выполняются попытки подключения к БС LoRa
Загорается синим	Подключение к БС LoRa успешно выполнено

2.2.5 Оба индикатора одновременно загораются белым цветом при перезагрузке устройства (по команде пользователя, удаленной командой или при возникновении неустранимой ошибки).
2.2.6 Оба индикатора одновременно загораются фиолетовым цветом, отображая транспортный режим или его включение.
2.2.7 Для управления модулем служит кнопка Check. При кратковременном нажатии этой кнопки индикаторы Power и Link загораются, отображая текущее состояние устройства, как описано выше (в обычном состоянии индикаторы погашены для сохранения заряда батарей).
2.2.8 Кроме того, при нажатии кнопки Check запускается внеочередное измерение и сеанс связи с сервером. По окончании измерения и сеанса связи результаты будут отображены индикаторами как описано в п. «Органы управления и индикации» РЭ.
2.2.9 При нажатии кнопки Check устройство переходит в тестовый режим, в котором, вне зависимости от настроек периодичности измерений, измерения проводятся раз в 10 мин, а результаты передаются на сервер немедленно. Тестовый режим завершается автоматически через время, задаваемое в настройках (по умолчанию через 30 мин).
2.2.10 Для перезагрузки устройства следует нажать кнопку Check пять раз подряд. Перезагрузка подтверждается загоранием обоих индикаторов белым цветом.

2.3 Работа с пробником CUNet Checker

2.3.1 Пробник CUNet Checker предназначен для проверки состояния и управления модулем без

открывания крышки. Это удобно, когда работы проводятся в плохую погоду. Пробник подключается снаружи к 8-контактному разъему «Control» на внешней стенке модуля.
2.3.2 Пробник имеет кнопку и два индикатора: красный и зеленый.
2.3.3 Кнопка пробника дублирует кнопку Check на плате устройства и выполняет следующие функции (описаны в п. «Органы управления и индикации» РЭ):

- короткое нажатие - запуск теста (цикл измерения и связи)
- долгое (более 6 сек) нажатие - включение / выключение транспортного режим
- 5-кратное нажатие - перезагрузка устройства.

2.3.4 Индикаторы пробника отображают состояние устройства в соответствии с таблицей 5.
Таблица 5

Индикация	Описание
Попеременно мигает красный и зеленый	Выполняется тест
Горит красный	В работе устройства зафиксированы ошибки
Горит зеленый	В работе устройства ошибок не обнаружено
Горит красный и зеленый	Устройство находится в транспортном режиме
Одновременно мигает красный и зеленый	Перезагрузка устройства

2.3.5 Индикаторы пробника загораются сразу при его подключении, отображая текущее состояние, и не выключаются. Поэтому не следует оставлять пробник подключенным на продолжительное время, так как это приведет к повышенному разряду батарей. После проведения работ пробник необходимо отключить.

2.4 Работа в сети LoRaWAN (исполнения CU–LoRaWAN)

2.4.1 Параметры работы в сети LoRaWAN представлены в таблице 6.
Таблица 6

Параметр	Описание
Спецификация протокола	V1.0.2
Скорость передачи	DR0 (минимальная, ADR отключён)
Порт	60
AppEUI	C3E1B3F24039C364
AppKey	9F7B36B7FBC37DFF6A43AEBA10B27B16

2.4.2 Все пакеты, передаваемые от модуля к базовой станции, имеют тип «с подтверждением» («ConfirmedDataUp»). Пакеты, передаваемые от базовой станции на модуль, должны иметь тип «без подтверждения» («UnconfirmedDataDown»).
2.4.3 Идентификатор устройства в сети LoRaWAN (DevEUI) нанесен на внешней стороне корпуса, а также записан в паспорте на датчик. Он должен совпадать со значением идентификатора в файле Config.txt.
2.4.4 Сведения о формате пакетов, представлении данных и алгоритмах работы содержатся в описании протокола LoRaWAN устройств Горизонт на сайте https://www.ntpgorizont.ru/biblioteka/documentation/.

2.5 Работа в сети GPRS, UMTS, LTE, NB-IoT (исполнения CU–GPRS, CU–LTE, CU–NBIoT)

2.5.1 Для работы в сети GPRS в устройство должна быть установлена SIM карта форм-фактора 2FF (MiniSIM). У оператора связи SIM карты должна быть включена услуга "Доступ в интернет".
2.5.2 Модуль поддерживает также использование eSIM, в этом случае она должна быть предварительно заказана у производителя.
2.5.3 Параметры SIM карты и настройки связи оператора сотовой связи задаются при конфигурировании устройства в файле NConfig.txt.
2.5.4 Результаты выполненных измерений, свое состояние и конфигурацию модуль передает на сервер по протоколу MQTT. Сведения о формате данных содержатся в документе "CU-GPRS_UMTS, CU-LTE, CU-NBIoT Протокол обмена данными MQTT ", размещенном на сайте ntpgorizont.ru.
2.5.5 Идентификация модуля осуществляется по его заводскому номеру. Он нанесен на внешней стороне корпуса, а также записан в паспорте на модуль. Номер должен совпадать со значением в файле NConfig.txt.
Параметры доступа к брокеру MQTT задаются при конфигурировании устройства в файле NConfig.txt.

2.6 Установка SIM-карты (исполнения CU–GPRS, CU–LTE, CU–NBIoT)

2.6.1 Слот SIM-карты размещен под батарейным модулем
2.6.2 Для того чтобы установить SIM-карту, выведите модуль в транспортный режим отключите и демонтируйте батарейный модуль, после этого открутите 3 винта крепления ложемента батарейного модуля к плате и демонтируйте ложемент.
2.6.3 Установите SIM-карту в слот, проведите обратный процесс сборки.

2.7 Установка конфигурации и режима работы модуля

2.7.1 Конфигурация и режим работы модуля задаются в текстовом файле NConfig.txt, находящемся на диске модуля в корневой папке. Для его изменения его следует открыть в любом текстовом редакторе (например, Блокнот), внести изменения и сохранить под тем же именем и в том же месте.
2.7.2 Модуль может работать в одном из двух режимов, что определяется параметром STATION (0 и 1).
STATION = 0 - Модуль работает как автономный регистратор, сохраняет результаты проведенных измерений с отметкой времени на собственный диск, откуда они могут быть считаны в любой момент при подключении компьютера. Результаты сохраняются в виде файла (файлов) CSV.
STATION = 1 - Модуль с заданной периодичностью подключается к серверу и передает на него все накопленные к этому моменту результаты измерений с отметками времени. В случае невозможности немедленной передачи на сервер, модуль буферизирует результаты и передает их на сервер позже, когда такая возможность представится. При передаче данных модуль также записывает их и в файл (файлы) CSV.

2.8 Установка основных параметров измерений

2.8.1 Основным параметром устройства является описание набора датчиков, подключенных к устройству. Всего к устройству могут быть подключено до 32 (до 17 в исполнении CU-LoRaWAN) датчиков различных типов. У каждого датчика имеется адрес в диапазоне 0…31 (0...16 в исполнении CU-LoRaWAN). Для каждого датчика должен быть указан его тип в соответствии с таблицей 7.
Таблица 7

Значение SENSOR	Тип датчика	Производитель датчика
1	Инклинометр	НТП Горизонт-М
2	Термокоса	НТП Горизонт-М
3	Датчик перемещения	НТП Горизонт-М
4	Скважинный инклинометр	НТП Горизонт-М
5	Тензоусилитель	НТП Горизонт-М
8	Цифровой струнный датчик деформации	НТП Горизонт-М
9	Пьезометр	НТП Горизонт-М
10	Датчик уровня	НТП Горизонт-М
11	Датчик влажности	Эксис
21	Цифровой датчик ModBus	Сторонний производитель
51	Аналоговый струнный датчик	Сторонний производитель
80	Расходомер Streamlux	Streamlux
224	Режим тестирования радио LoRa	

Тип каждого подключенного датчика указывается в виде: STYPE-X = Y, где:
- X - адрес датчика,
- Y - тип датчика в соответствии с таблицей 8.

Датчик с адресом 0 может быть только термокосой с интерфейсом 1-Wire (или отсутствовать), датчики с адресами 1...31 (1...16 в исполнении CU-LoRaWAN) могут использовать интерфейс RS485 или UART. Все датчики 1...31 должны использовать одинаковый интерфейс - RS485 или UART.
При использовании тензоусилителя (тип 5), после его типа через двоеточие может быть указан тип используемого измерителя. Например, запись STYPE-2 = 5:3 означает, что к модулю подключен тензоусилитель с адресом 2, ко входу которого подключен аналоговый датчик перемещения.
Как правило, модуль поставляется изготовителем вместе с датчиком (датчиками); в этом случае нужные значение параметров STYPE уже записаны в NConfig.txt.
2.8.2 Параметр USE_RS485 определяет, используются ли измерители с интерфейсом RS485 (значение 1), или UART (значение 0).
2.8.3 Параметр SENS_PWR определяет, какое напряжение используется для питания измерительных датчиков. Возможные значения:
- 0 – Внешнее питание (питание на датчики со стороны модуля не подается)
- 1 – 3.3 В

- 2 – 12 В
- 3 – Используются датчики и на 3.3 В, и на 12 В

2.8.4 Параметр MEAS_PERIOD определяет периодичность проведения измерений в минутах. После проведения измерения устройство засыпает (переходит в режим пониженного энергопотребления) до наступления времени следующего измерения. Значение параметра определяется целями мониторинга, но следует понимать, что чем меньший период измерения установлен, тем меньшее время прослужат батареи. Рекомендуется для целей геотехнического мониторинга устанавливать период измерения в пределах 180...360 минут.

2.8.5 Существует другой способ задания периодичности измерений - параметр MEAS_FRACTION. При использовании этого способа измерения проводятся в "круглое" время, строго в начале получаса, часа, суток. Этот способ следует использовать, если несколько независимых устройств на разных объектах должны производить измерения синхронно. Допустимые значения параметра MEAS_FRACTION приведены в таблице 8.

Таблица 8

MEAS_FRACTION	Периодичность измерений	Время проведения измерений
0	Определяется MEAS_PERIOD	
1	Раз в 30 минут	12:00, 12:30, 13:00, 13:30 итд
2	Раз в час	12:00, 13:00, 14:00, 15:00 итд
3	Раз в 2 часа	12:00, 14:00, 16:00, 18:00 итд
4	Раз в 4 часа	12:00, 16:00, 20:00, 00:00 итд
5	Раз в 6 часов	00:00, 06:00, 12:00, 18:00
6	Раз в 12 часов	00:00, 12:00
7	Раз в сутки	00:00

Если параметр MEAS_FRACTION имеет ненулевое значение, параметр MEAS_PERIOD игнорируется.

2.8.6 Параметр MEAS_DELAY задает дополнительную задержку в секундах перед проведением измерения (после подачи питания на датчик). Задержка измерения определяется устройством автоматически, в зависимости от типа датчика, и дополнительная задержка, как правило, не требуется (значение параметра MEAS_DELAY должно быть равно 0). Но в некоторых специфических случаях может потребоваться дополнительная задержка, которая может быть задана этим параметром.

Не следует устанавливать значение этого параметра сверх необходимого, так как это приводит к повышенному разряду батарей питания. Особенно это актуально для датчиков с высоким токопотреблением.

2.8.7 Модуль позволяет задать дополнительные параметры конфигурации измерителей по протоколу MODBUS в ситуациях, когда это требуется. Дополнительные параметры задаются строками следующего вида:

MBUS_REG_ZZ-X = Y или MBUS_REG_ZZ = Y, где:

- X - адрес датчика,
- Z – номер регистра MODBUS
- Y – Значение, которое должно быть записано в этот регистр.

В случае, если адрес измерителя не указан, установка значения регистра применяется ко всем подключенным датчикам; если адрес указан – только к этому измерителю.

2.8.8 Параметр INIT_ALWAYS определяет, как следует инициализировать измерительные датчики. При значении параметра 0 (по умолчанию) инициализация проводится только при старте работы или при обнаружении ошибки. При значении параметра 1 инициализацию проходит перед каждым измерением. Это приводит к повышенному разряду батарей, но необходимо, если датчик не сохраняет свои настройки при выключении питания.

2.8.9 Для модулей с аналоговыми струнными датчиками необходимо установить диапазон колебания струны датчика. Для этого в NConfig.txt должен присутствовать параметр MBUS_REG_26 с требуемым значением кодом полосы частот. Коды полосы частот представлены в таблице 9.

Например, запись MBUS_REG_26 = 10 указывает, что все подключенные аналоговые струнные датчики имеют полосу колебаний струн 400-1400Гц.

Таблица 9

Код полосы	Полоса частот
10	400 – 1400 Гц
11	400 – 1400 Гц
12	1500 – 3500 Гц
13	550 – 1440 Гц
14	600 – 2100 Гц
15	800 – 2800 Гц
16	960 – 3360 Гц
17	1200 – 4200 Гц
18	1600 – 5600 Гц

2.8.10 Для пьезометров может быть указан параметр PIEZO_UNIT. При значении параметра 0 (по умолчанию) показания пьезометра сохраняются и передаются в барах, при значении 1 - в метрах водяного столба, при значении 2 - в килопаскалях.
2.8.11 Также для пьезометров может быть указан параметр PIEZO_BASE-X, где X - адрес пьезометра. Этот параметр задается индивидуально для каждого пьезометра (если их несколько); он задается как число с десятичной точкой. При ненулевом значении параметра PIEZO_BASE, сохраняемые и передаваемые на сервер значения вычисляются как:

РЕЗУЛЬТАТ = PIEZO_BASE - ИЗМЕРЕННОЕ_ЗНАЧЕНИЕ

2.8.12 Параметр TESTMODE_TIME задает продолжительность тестового режима в минутах. Тестовый режим запускается при нажатии кнопки Check (или нажатии кнопки на пробнике) и автоматически завершается через заданное параметром время. Во время тестового режима измерения проводятся раз в 10 мин, а их результаты передаются на сервер немедленно, вне зависимости от настроек периодичности измерений и связи. Тестовый режим предназначен для проведения пуско-наладочных работ. При значении параметра 0, тестовый режим не включается
2.8.13 Модуль имеет собственные энергонезависимые часы с предустановленным временем UTC. Параметр TIMEZONE указывает часовой пояс, в котором размещен модуль с датчиком. Он используется при синхронизации часов в режиме автономной регистрации, при записи файла (файлов) с результатами измерений, записи лога (все данные в файлах имеют локальное время). Если параметр не указан, используется значение по умолчанию +3 (Москва).
2.8.14 Параметр INFO_PERIOD задает периодичность в часах формирования модулем информации о собственном состоянии (в частности, состояния батарей питания). При работе в режиме автономного регистратора эта информация сохраняется в файл лога, а при работе в сети LoRaWAN передается на сервер специальным пакетом INFO. Значение по умолчанию - раз в 24 часа.

2.9 Установка параметров автономной регистрации

Способ группировки результатов измерений определяется параметром PERIOD_FILE в соответствии с таблицей 10.
Таблица 10

Значение PERIOD_FILE	Описание
1	Результаты группируются помесячно, т.е. первого числа каждого месяца (после 00:00) начинается новый файл данных
2	Результаты группируются по неделям, т.е. каждый понедельник (после 00:00) начинается новый файл данных

2.10 Установка параметров передачи по сети LoRaWAN (исполнения CU–LoRaWAN)

2.10.1 Параметр DEV_EUI задает уникальный идентификатор устройства, установленный изготовителем. Менять его не следует.
2.10.2 Параметр LINK_PERIOD задает период связи устройства с базовой станцией в минутах. Обычно значение этого параметра равно значению параметра MEAS_PERIOD (в этом случае результаты каждого измерения передаются на сервер немедленно), но может быть установлено и большим, это помогает удлинить срок службы батарей. Например, период измерений может быть установлен 60 мин, а период связи - 360 мин; в этом случае устройство каждые 6 часов будет передавать результаты 6 измерений, сделанных за последние 6 часов с часовым интервалом. Устанавливать значение LINK_PERIOD меньшим периода измерения не имеет смысла и трактуется как ошибка конфигурации.
2.10.3 Параметры JOIN_MAX, TR_MAX, TR_DELAY определяют поведение устройства в сети LoRaWAN в соответствии с таблицей 11. Менять их без консультации с изготовителем не следует.

Таблица 11

Параметр	Описание
JOIN_MAX	Максимальное количество безуспешных попыток регистрации устройства на базовой станции в одном сеансе связи.
TR_MAX	Максимальное количество безуспешных попыток передачи сообщения на базовую станцию в одном сеансе связи.
TR_DELAY	Максимальная задержка в секундах между передачами в сети LoRaWAN.

2.11 Установка параметров передачи по сети GPRS (исполнения CU–GPRS, CU–LTE, CU–NBIoT)

2.11.1 Если на используемой SIM карте включен запрос PIN-кода, то код должен быть задан параметром SIM_PIN. Как правило, это четыре десятичные цифры.
2.11.2 Для доступа к сети передачи данных GPRS в устройстве должен быть задан ряд параметров, определяемых оператором сотовой связи. Они приведены в таблице 12, там же указаны значения для наиболее распространенных операторов, но в некоторых регионах параметры могут отличаться. При необходимости следует проконсультироваться с используемым оператором связи.
Таблица 12

Параметр	Описание	МТС	Билайн	Мегафон
APN_SERVER	Сервер APN i	internet.mts.ru	internet.beeline.ru	internet
APN_LOGIN	Логин	mts	beeline	gdata
APN_PWD	Пароль	mts	beeline	gdata

2.11.3 Параметры MQTT_SERVER, MQTT_PORT, MQTT_ROOT и MQTT_PWD задают параметры доступа к MQTT брокеру (серверу). Устройство поставляется уже настроенным на использования сервера Горизонта, если планируется его и использовать, изменять эти параметры не следует. В противном случае параметрами следует задать другой MQTT сервер и условия доступа.
2.11.4 Идентификация устройства осуществляется по его уникальному заводскому номеру. Заводской номер задается параметром SER_NUM, изменять его не следует. Заводской номер указан также на наклейке устройства и приведен в его паспорте.
2.11.5 Параметр LINK_PERIOD задает период связи устройства с сервером минутах. Когда истекает указанный период, устройство просыпается, подключается к серверу и передает все накопленные к этому моменту результаты измерений. Подключение к серверу - энергозатратная операция, поэтому не следует передавать результаты измерений на сервер слишком часто. Значение параметра по умолчанию - 1440, что соответствует периоду связи раз в сутки. Допустимо передавать результаты 2 раза в сутки, установка более частой передачи приведет к повышенному разряду батарей. Устанавливать значение LINK_PERIOD меньшим периода измерения не имеет смысла и трактуется как ошибка конфигурации.
2.11.6 Параметр REMOTE_CTR запрещает (значение 0) или разрешает (значение 1, по умолчанию) изменение некоторых параметров устройства удаленно со стороны сервера. Разрешение удаленного изменения параметров несколько увеличивает продолжительность каждого сеанса связи и повышает скорость разряда батарей, поэтому устанавливайте значение 1 только в случае, если удаленное изменение параметров действительно необходимо.
2.11.7 (Для исполнений CU–GPRS, CU–LTE, CU–NBIoT) Устройство имеет возможность автоматического обновления своей прошивки при выпуске производителем новых версий. Устройство периодически проверяет наличие новой версии на сервере производителя (это другой сервер, он не связан с сервером MQTT) и при ее появлении загружает и устанавливает ее. Параметры автоматического обновления прошивки определяются значением FW_LOAD_PER, которое задает периодичность проверки в днях следующим образом:

- 0 – Автоматическое обновление прошивки не производится
- 1 – Наличие новой версии проверяется сразу же после сброса, и далее каждые сутки
- 2...365 – Наличие новой версии проверяется через указанное число дней после сброса и далее с заданным периодом.

Значение параметра по умолчанию – 3 дня.

2.12 Синхронизация часов модуля

2.12.1 Собственные часы модуля питаются от встроенного независимого источника питания и модуль, как правило, поставляется с часами, уже синхронизированными с общемировым временем (UTC). До тех пор, пока часы модуля не синхронизированы, он не выполняет измерений, не сохраняет их, и не передает данные измерений на сервер.
2.12.2 В режиме работы в сети LoRaWAN (исполнения CU–LoRaWAN) синхронизация часов модуля осуществляется сервером автоматически, для этого сервер должен в ответ на запрос модуля послать

пакет TIME с текущим временем. Дополнительные сведения об этом содержатся в описании протокола LoRaWAN на сайте https://www.ntpgorizont.ru/biblioteka/documentation/.
2.12.3 При подключении к сети GPRS (исполнения CU–GPRS, CU–LTE, CU–NBIoT) модуль автоматически синхронизирует свои часы по протоколу NTP.
2.12.4 В режиме автономной регистрации (STATION=0) собственные часы модуля синхронизируются с помощью подключения компьютера, на котором должно быть установлено верное локальное время. Устройство создает файл SET_TIME.TXT на своем диске, необходимо открыть его любым редактором (например, Блокнот), сделать любое изменение и сохранить. Содержимое файла не имеет значения, модуль фиксирует время сохранения и ставит свои часы. Часы на компьютере должны быть в той же часовой зоне, которая установлена параметром TIME_ZONE.

2.13 Подключение измерительных датчиков

2.13.1 Ввод кабелей измерительных датчиков в корпуса модуля выполняется через гермоввод.
2.13.2 Подключение измерительного датчика осуществляется к клеммам на плате модуля. Доступ к плате модуля зависит от типа корпуса модуля:

- **Типы корпуса 1 и 2 (коробка)** – Снять крышку модуля, отвинтив удерживающие ее винты.
- **Тип корпуса 3 (туба)** – Открутить кабель на антенну (при наличии). Удерживая одной рукой внешний стакан корпуса, а второй за подвесной металлический трос – потяните за трос для извлечения корпуса модуля из стакана. Используйте перчатки для защиты рук от повреждений.

2.13.3 Перед выполнением подключения к клеммам на плате модуля:

- Перевести модуль в транспортный режим (см. п. «Транспортный режим» РЭ).
- Дополнительно рекомендуется обесточить плату, отсоединив штыревую вилку от батарейного блока.

2.13.4 Сборка корпуса после подключения измерительных датчиков.

- **Типы корпуса 1 и 2 (коробка)** – Вернуть крышку на корпус модуля, и закрепить ее с помощью комплектных винтов.
- **Тип корпуса 3 (туба)** – Перед сборкой проверить состояние силикагеля, находящегося в корпусе – силикагель не должен быть влажным (при необходимости заменить или просушить 4 часа при температуре 120 °С). Смазать уплотнительные резиновые кольца извлеченного корпуса силиконовой смазкой (в большинстве случаев входит в комплект поставки). Вставить корпус в стакан не нарушая целостность уплотнительных резиновых колец корпуса. Обратно подключить антенный кабель.

2.13.5 Подключение цифровых датчиков с интерфейсом RS485

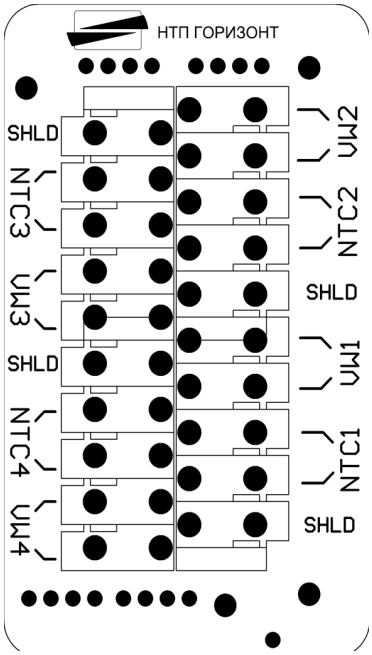
Подключение цифровых датчиков с интерфейсом RS485 к модулю исполнений **RS485** (по типу подключаемых внешних датчиков) зависит от типа корпуса и выполняется в соответствии с таблицей 13.
Таблица 13

Типы корпусов 1 и 2 (плата CU-Net)	**Тип корпуса 3 (плата CU-Net Tube)**		**Описание**
Клемма XT2	**Клемма XT2**[1)]	**Клемма XT3**[1)]	
GND	GND	–	Общий провод (земля) датчиков
B	RS485-B	–	RS-485 B (D-)
A	RS485-A/1W-DATA	–	RS-485 A (D+)
12V	–	RS485-PWR	Питание датчиков RS485
Примечание: [1)] – Клеммы XT2 и XT3 на плате CU-Net Tube могут быть расположены рядом и визуально выглядеть как один клеммный ряд			

2.13.6 Подключение аналоговых струнных датчиков

Подключение струнных датчиков к модулю исполнения **1VW, 2VW, 3VW, 4VW** (по типу подключаемых внешних датчиков) осуществляется только для типов корпусов **1** и **2** и выполняется в соответствии с таблицей 14.

Таблица 14



Клемма	Описание
VW1	Датчик 1. Провод подключения струнного сигнала
VW1	Датчик 1. Провод подключения струнного сигнала
NTC1	Датчик 1. Провод подключения датчика температуры
NTC1	Датчик 1. Провод подключения датчика температуры
SHLD	Датчик 1. Экран кабеля
VW2	Датчик 2. Провод подключения струнного сигнала
VW2	Датчик 2. Провод подключения струнного сигнала
NTC2	Датчик 2. Провод подключения датчика температуры
NTC2	Датчик 2. Провод подключения датчика температуры
SHLD	Датчик 2. Экран кабеля
VW3	Датчик 3. Провод подключения струнного сигнала
VW3	Датчик 3. Провод подключения струнного сигнала
NTC3	Датчик 3. Провод подключения датчика температуры
NTC3	Датчик 3. Провод подключения датчика температуры
SHLD	Датчик 3. Экран кабеля
VW4	Датчик 4. Провод подключения струнного сигнала
VW4	Датчик 4. Провод подключения струнного сигнала
NTC4	Датчик 4. Провод подключения датчика температуры
NTC4	Датчик 4. Провод подключения датчика температуры
SHLD	Датчик 4. Экран кабеля

2.13.7 **Подключение цифровых датчиков 1-Wire**

Подключение цифровых датчиков с интерфейсом 1-Wire к модулю исполнений **1Wire** (по типу подключаемых внешних датчиков) зависит от типа корпуса и выполняется в соответствии с таблицей 15.

Таблица 15

Типы корпусов 1 и 2 (плата CU-Net)	Тип корпуса 3 (плата CU-Net Tube)		Описание
Клемма XT1	**Клемма XT2**[1)]	**Клемма XT3**[1)]	
GND	GND	–	Общий провод (земля) датчиков
D	RS485-A/1W-DATA	–	Данные датчиков 1-Wire
3V3	–	3V3	Питание датчиков 1-Wire
Примечание: [1)] – Клеммы XT2 и XT3 на плате CU-Net Tube могут быть расположены рядом и визуально выглядеть как один клеммный ряд			

2.13.8 После выполнения подключения следует проверить работоспособность датчика. Для этого следует установить батарейный блок, и нажать кнопку Check (или кнопку пробника), это запускает измерение и сеанс связи.
Если батарейный блок не был установлен ранее – предварительно перезагрузите устройство, нажав 5 раз подряд кнопку Check.
Если после этого индикатор Link загорается зеленым цветом - подключение выполнено верно, соответствует заданной конфигурации и датчик исправен. Если индикатор Link загорается красным цветом - датчик не работает; где-то допущена ошибка, необходимо найти ее и устранить.
После того, как работоспособность датчика проверена, следует закрыть крышку модуля.

2.14 Транспортный режим

2.14.1 Транспортный режим предназначен для временного выключения устройства (например, для его транспортирования) с целью экономии заряда батарей. Устройство в транспортном режиме обесточено.
2.14.2 Для ввода или вывода устройства из транспортного режима нажать кнопку Check и удерживать ее нажатой не менее 6 сек. Включение транспортного режима подтверждается зажиганием обоих индикаторов фиолетовым цветом, а прекращение его – переходом индикаторов в обычный режим работы.

2.15 Обновление ПО модуля

2.15.1 Обновление программного обеспечения (далее – ПО) модуля может выполняться автоматически, как описано в п. «Установка параметров передачи по сети GPRS (исполнения CU–GPRS, CU–LTE, CU–NBIoT)», или вручную.
2.15.2 Для обновления версии прошивки устройства следует подключить его к компьютеру через

miniUSB разъем (обозначение разъема на корпусе модуля «USB»). После этого следует переписать новый файл прошивки (он может называться UniLora.enc или CUNet.enc в зависимости от исполнения устройства) в корневую папку на диске устройства. Если файл с таким именем уже существует на диске, следует его заменить новым. После этого нужно отключить кабель USB и дождаться погасания всех индикаторов устройства, что означает окончания обновления ПО модулем из записанного файла

2.15.3 При необходимости убедиться, что обновление ПО произошло успешно, следует вновь подключить кабель USB и открыть файл LOG.TXT (см. п. «Диагностика устройства» РЭ). В конце файла будет запись об успешном выполнении прошивки, либо об ошибках, возникших при ее выполнении.

2.15.4 Обновление прошивки происходит только в случае, если номер новой прошивки больше уже установленной, в противном случае файл будет проигнорирован.

3 ПОЛУЧЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

3.1 Получение результатов через сеть LoRaWAN (исполнения CU–LoRaWAN)

3.1.1 Результаты измерений передаются на сервер через сеть LoRaWAN специальными пакетами данных с заданной при настройке модуля периодичностью. Полностью формат пакетов описан в протоколе LoRaWAN на сайте https://www.ntpgorizont.ru/biblioteka/documentation/.

3.1.2 Все пакеты данных снабжаются отметкой времени, соответствующей времени проведения измерения.

3.1.3 Все пакеты данных хранятся в очереди на передачу в энергонезависимой памяти, и при невозможности передачи в данный момент (из-за ошибки связи, отключения базовой станции и др.), будут переданы в следующую сессию связи. Периодичность сессий связи задается при настройке модуля.

3.1.4 Для передачи данных на сервер модуль должен быть зарегистрирован в сети LoRaWAN, об успешной регистрации свидетельствует зажигание индикатора Link синим цветом.

3.1.5 Никакие пакеты данных не будут передаваться модулем до синхронизации его собственных часов (от сервера или вручную с подключенного к модулю компьютера).

3.2 Получение результатов через сеть GPRS, UMTS, LTE, NB-IoT (исполнения CU–GPRS, CU–LTE, CU–NBIoT)

3.2.1 Все накопленные результаты измерений публикуются на брокере MQTT немедленно после установки связи.

3.2.2 Каждый результат измерений является сообщением в формате JSON, содержащим отметку времени UTC проведения измерения и результат измерений по всем подключенным датчикам.

Результаты измерений разных датчиков группируются по топикам по их адресам. Подробно формат публикаций описан в документе "CU-GPRS_UMTS, CU-LTE, CU-NBIoT Протокол обмена данными MQTT", размещенном на сайте ntpgorizont.ru.

3.2.3 Все данные хранятся в очереди на передачу в энергонезависимой памяти, и при невозможности передачи в данный момент (из-за ошибки связи, отсутствия сети и др.), будут переданы в следующую сессию связи. Периодичность сессий связи задается при настройке модуля.

3.2.4 Очередь данных на передачу очищается при изменении конфигурации модуля, а также при включении и выключении транспортного режима.

3.2.5 Помимо данных измерений модуль публикует информацию о своем состоянии и конфигурации, а также состоянии и конфигурации подключенных датчиков (версии, напряжении батареи, качество связи, обнаруженные ошибки и др.).

3.3 Получение результатов автономной регистрации

3.3.1 Результаты всех измерений в этом режиме последовательно записываются в файлы на диск устройства и могут быть считаны в любой момент при подключении компьютера через miniUSB разъем (обозначение разъема на корпусе модуля «USB»).

3.3.2 Файлы данных имеют формат CSV, символом разделителя колонок является символ “;”. Формат пригоден для открытия программой Microsoft Excel (или другими электронными таблицами), а также для использования скриптом для внесения в какую-либо базу данных.

3.3.3 Результаты измерений записываются в файлы с именами вида XX*ГГММДД*.CSV, где:

- XX – префикс типа измерения в соответствии с таблицей 16.
- *ГГММДД* - год, месяц и день даты начала месяца или недели (в зависимости от параметр PERIOD_FILE).

Таблица 16

Тип измерителя	Префикс файла данных
Инклинометры	IN
Термокосы	TK
Датчики перемещения	MV
Пьезометры	PZ
Струнные датчики	ST
Датчики деформации	DF
Тензоусилители	AN
Датчики влажности	HM
Расходомеры	FM

3.3.4 Файлы данных содержат, как минимум, две колонки. Первая колонка всегда содержит дату и время проведения измерений, а последующие колонки - их результаты. Количество колонок с результатами измерений определяется типом подключенных датчиков и их количеством.
3.3.5 Если к модулю подключено несколько однотипных измерителей (за исключением термокос), то результаты их одномоментного измерения записываются в один файл в одну строку, с соответствующей маркировкой колонок. Например, при подключении нескольких скважинных инклинометров (инклинометрической косы), результаты измерений будут маркированы X1, Y1, X2, Y2, X3, Y3 и т.д.
3.3.6 Если к модулю подключено несколько термокос, то результаты каждой записываются отдельной строкой, а второй колонкой указывается адрес термокосы.
3.3.7 Первые две строки файла являются заголовком, где описаны подключенные датчики с их номерами и приведены единицы измерения для колонок данных.
3.3.8 Следует следить за размером свободного места на диске устройства, и при необходимости сохранять файлы данных на внешнем носителе и удалять с диска устройства. Следует также знать, что всего на диске может быть создано не более 512 файлов (ограничение файловой системы), поэтому при понедельной разбивке данных следует следить также за количеством файлов.
3.3.9 При исчерпании свободного места на диске старые файлы данных будут удаляться устройством автоматически и записываться «по кругу».

3.4 Диагностика устройства

3.3.1 Помимо файлов данных модуль записывает на свой диск еще и файл LOG.TXT. В этот файл записываются ошибки, которые могут возникнуть при работе устройства, а также иные события о состоянии (например, напряжение батареи) устройства. Кроме того, в лог заносятся сведения о версии как самого модуля, так и подключенных датчиков и их заводские номера (если доступны).
3.3.2 Следует время от времени открывать и просматривать файл лога (например, программой Блокнот) с целью анализа работы модуля. Особенно важно сделать это при проведении пусконаладочных работ после подключения модуля.
3.3.3 Файл лога записывается устройством в любом режиме работы, в том числе и в режиме передачи данных на сервер по одной из сети LoRaWAN, GPRS, LTE, NB-IoT.

4 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ

4.1 Техническое обслуживание

4.1.1 Общие указания

Техническое обслуживание (ТО) проводится по периодическому графику и носит профилактический характер. Все работы должны выполнять допущенные лица (см. п. «Требования к персоналу» РЭ).
Рекомендуемые виды работ при техническом обслуживании приведены в таблице 17.
Таблица 17

Вид работ	Периодичность	Описание
Внешний осмотр датчика	1 раз в 6 месяцев	Проверить целостность корпуса, повреждений кабеля и разъёмов, удаление загрязнений. При обнаружении дефектов эксплуатацию прекратить
Замена батарейного модуля	При снижении заряда до 15 % от первоначальной емкости (≤ 3,1 В)	Перевести модуль в транспортный режим; демонтировать старый батарейный модуль, установить новый, соблюдая полярность и герметичность крышки
Проверка состояния осушителя модуля (для типа корпуса – 3)	1 раз в год	Извлечь корпус из стакана. Силикагель не должен быть влажным. При необходимости заменить или просушить 4 часа при температуре 120 °С.
Диагностика неисправностей	по мере необходимости	Использование логов и индикации Link/Power, проверка соединений и настроек
Мелкий ремонт	по факту	Замена антенн, гермовводов
Капитальный ремонт	не предусмотрен	В гарантийный период неисправные устройства подлежат возврату на предприятие-изготовитель. В прочих случаях - утилизации

4.1.2 Действия при обнаружении неисправности

При обнаружении неисправностей в работе модуля CU необходимо выполнить следующие действия:

- Проверить индикацию светодиодов Power и Link (см. п. «Органы индикации и управления» РЭ).
- Считать и проанализировать файл LOG.TXT, подключив модуль к ПК.
- Проверить конфигурационные файлы NConfig.txt и наличие ошибок.
- Визуально осмотреть корпус и разъёмы на предмет повреждений.

При невозможности устранить неисправность — обратиться в техническую поддержку ООО «НТП «Горизонт-М».
Основные типовые неисправности и способы их устранения приведены в таблице 18.

4.1.3 Возможные неисправности и методы их устранения

В случае нарушения условий эксплуатации или ошибок при обслуживании возможны критические режимы, способные привести к отказу модуля CU. В таблице 19 приведены наиболее вероятные причины и рекомендации по их предотвращению:

Таблица 18

Возможная ошибка/отказ	Возможная причина	Возможные последствия	Предотвращающая мера	Действия по устранению
Отсутствие связи по RS-485	Разрыв/неправильное подключение кабеля, отсутствие терминации, превышение длины линии	Потеря данных с узла	Периодическая проверка линии, терминация с обеих сторон	Проверить целостность и полярность проводов, восстановить соединение, установить/заменить терминаторы 120 Ом
Нет регистрации в сети LoRaWAN	Неверные ключи AppEUI/AppKey; слабый сигнал	Данные не передаются на сервер	Корректная конфигурация, тест связи при монтаже	Переписать ключи
Красный индикатор Power	Разряд батарей < 10 %	Потеря питания, останов измерений	Замена батарей по регламенту	Немедленно заменить батарейный модуль
Индикатор Link фиолетового цвета	Ошибка в конфигурации / не установлено время / ошибка на диске	Запись данных невозможна	Корректная конфигурация, корректное извлечение USB	Запустить форматирование диска через ПК; при повторе – ремонт

4.2 Ремонт

При проведении работ необходимо руководствоваться действующими нормативными актами.
Среднее время наработки на отказ модуля не менее 30000 часов. Критерием отказа является нарушение функционирования и (или) неустранимое несоответствие прибора требованиям, указанным в таблице 1.
Полный средний срок службы модуля не менее 3 лет. За предельное состояние принимается прекращение функционирования и (или) неустранимый уход параметров, указанных в таблице 1.
В случае обнаружения некорректной работы модуля, для выявления причины неисправности, необходимо провести диагностику устройства в соответствии (см. п. «Диагностика устройства» РЭ).
При выполнении ремонтных работ необходимо соблюдать следующие условия:

- Приборы с признаками внутренних повреждений подлежат ремонту в условиях производителя.
- После ремонта обязательны повторные испытания: функциональный тест, проведение внеочередной поверки.

5 ХРАНЕНИЕ

5.1.1 Хранения модулей должно проводиться в отапливаемом помещении при температуре от 10 до +30 °С. Влажность воздуха — не выше 80% при температуре +25 °С.
Не допускается хранить модули ближе 1 м от отопительных приборов, под воздействием прямого солнечного света, химических реагентов и паров кислот.
Упаковку (если предусмотрена производителем) не вскрывать до ввода в эксплуатацию.
5.1.2 Назначенный срок хранения - не более 10 лет.
5.1.3 При длительном хранении или нарушении условий хранения, изделие подлежит переосвидетельствованию состояния с целью подтверждения его дальнейшей пригодности к эксплуатации. Переосвидетельствование включает:

- ежегодно – внешний осмотр тары;
- каждые 5 лет — запуск питания и проверка связи;
- по истечении 10 лет — полный функциональный тест, при положительном результате срок хранения продлевают ещё на 5 лет актом ТО.

8.1 Консервация (при запланированном хранении более 12 месяцев). Консервация включает:

- перевести модуль в транспортный режим;
- снять батарейный модуль;
- убедиться в герметичности корпуса (особенно в области гермовводов и антенн);

- поместить изделие в герметичную упаковку с осушителем (силикагель), снабжённого индикатором влажности;
- на тару нанести манипуляционные знаки «Беречь от влаги», «Верх»;
- каждые 12 месяцев проверять влажность индикатора силикагеля; при насыщении — заменять.

6 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

6.1 При транспортировании модули должны находиться в транспортном режиме (см. п. «Транспортный режим» РЭ).
6.2 Транспортирование модулей может производиться всеми видами транспорта без ограничения высоты.
6.1.1 Если модули, исполнений 2, 3 и 4 по питанию, перевозятся морским транспортом они не должны располагаться рядом с двигателем, а в летний период должны храниться в проветриваемом помещении.
6.1.2 Если модули, исполнений 2, 3 и 4 по питанию, перевозятся авиатранспортом батарейные блоки должны быть вставлены в модули, груз должен сопровождаться с сертификатами безопасности на батареи, из которых собраны батарейные блоки (предоставляется по запросу в техническую поддержку ООО «НТП «Горизонт-М»).

7 УТИЛИЗАЦИЯ

7.1 В ходе штатной эксплуатации модуль CU отходы не образует
По окончании срока службы составные части изделия подлежат утилизации в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации в области обращения с отходами.
Таблица 19

Вид отхода	Код ФККО	Класс опасности	Рекомендации по обращению
Корпус из ABS-пластика	4 34 142 01 51 5	V	Собирать раздельно, уплотнять при необходимости и отправлять на переработку пластмасс
Корпус из поликарбоната	4 34 161 01 51 5	V	Собирать раздельно, уплотнять при необходимости и отправлять на переработку пластмасс
Корпус из алюминиево-кремниевый сплава	4 62 200 03 21 5	V	Хранить отдельно на твёрдом покрытии и сдавать в металлолом для вторичной переработки
Корпус и крепёж из нержавеющей стали 12Х18Н10Т	4 61 204 11 20 3	III	Сдать в пункт приёма лома металлов
Отработанные литий-тионилхлоридные элементы питания D-типа ER34615M (LiSOCl2)	4 82 201 01 53 2	II	Собирать в герметичной таре и передавать лицензированной организации по утилизации. Предельный срок временного хранения – не более 6 месяцев
Печатные платы и электронные компоненты преобразователя/ЭБ	4 81 121 91 52 4	IV	Передать лицензированной организации по утилизации РЭА

7.2 Запрещается:
- сжигать изделие и его элементы (включая батареи);
- выбрасывать в бытовые отходы;
- вскрывать элементы с признаками вздутия, повреждений или утечек.

7.3 Утилизацию необходимо осуществлять через организации, имеющие лицензию на обращение с отходами соответствующих классов опасности.