

УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель генерального директора по
метрологии

ФБУ «Ростовский ЦСМ»



 В.А. Романов

М.П.

« 08 » 2016г.

В части раздела 6 «Методика поверки»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор

НИЛ АП, ООО



 Д.А.Климков

М.П.

« 08 » 2016г.

Термогирлянда Тг-ХХ-УУ

НПКГ.405549.002 РЭ

(изготовлено по ТУ 4320-001-24171143-2016)



Руководство по эксплуатации

Уважаемый покупатель!

Научно-исследовательская лаборатория автоматизации проектирования (НИЛ АП) благодарит Вас за покупку и просит сообщать нам свои пожелания по улучшению этого руководства или описанной в нем продукции. Ваши пожелания можно направлять по приведенным ниже реквизитам:

НИЛ АП, пер. Биржевой спуск, 8, Таганрог, 347900,
Тел. (8634) 477-040, 477-044, факс (8634) 477-041,
эл. почта: info@rlda.ru
вебсайт: www.RealLab.ru.

Вы можете также получить консультации по применению нашей продукции, воспользовавшись указанными выше координатами.

Пожалуйста, внимательно изучите настоящее руководство. Это позволит вам в кратчайший срок и наилучшим образом использовать приобретенное изделие.

Авторские права на программное обеспечение, аппаратную часть и документацию принадлежат НИЛ АП.

Программное обеспечение поставляется потребителю в таком виде, в котором оно существует на дату поставки, без обязательств доработки под нужды конкретного потребителя. Тем не менее, пользователь имеет право получать обновленные версии программного обеспечения, которые будут появляться по мере его дальнейшего развития.

Оглавление

1. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ	5
2. ОПИСАНИЕ И РАБОТА	5
2.1. Назначение	5
2.2. Технические характеристики	5
2.2.1. Условия эксплуатации	5
2.2.2. Технические характеристики гирлянды	5
2.2.3. Основные метрологические характеристики гирлянды	6
2.2.4. Показатели надежности	6
2.3. Состав и принцип работы	6
2.4. Модификации изделия	7
2.5. Требуемый уровень квалификации персонала	8
2.6. Маркировка и пломбирование	8
2.7. Упаковка	8
2.8. Комплект поставки	9
3. РУКОВОДСТВО ПО ПРИМЕНЕНИЮ	9
3.1. Правила промышленной безопасности	9
3.2. Монтаж гирлянды	9
3.3. Возможные неисправности и методы их устранения	10
4. ПРИНЦИПЫ ДЕЙСТВИЯ ГИРЛЯНДЫ	10
4.1. Принцип действия измерителя температуры	10
5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ	11
5.1. Техника безопасности	11
5.2. Порядок технического обслуживания	11
5.3. Порядок ремонта	11
6. МЕТОДИКА ПОВЕРКИ	12
6.1. Общие положения	12
6.2. Операции поверки	12
6.3. Средства поверки	12
6.4. Требования безопасности	12
6.5. Условия проведения поверки	12
6.6. Подготовка к поверке	13
6.7. Проведение поверки	13
6.7.1. Внешний осмотр.....	13
6.7.2. Опробование	13
6.7.3. Определение погрешности измерительных каналов температуры	13

6.8. Оформление результатов поверки.....	14
7. ХРАНЕНИЕ, ТРАНСПОРТИРОВКА И УТИЛИЗАЦИЯ.....	14
8. ГАРАНТИЯ ИЗГОТОВИТЕЛЯ.....	15
9. СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАЦИИ	15
10. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ СТАНДАРТОВ.....	16
11. СПИСОК КОМАНД ПРОТОКОЛА DCON.....	17
12. СПИСОК КОМАНД ПРОТОКОЛА MODBUS RTU	24

1. Вводная часть

Термогирлянда (в дальнейшем - "гирлянда") предназначена для автоматизированного измерения температуры. Гирлянда позволяет передавать текущие значения температуры по интерфейсу RS485.

Гирлянда состоит из погружной части, помещенной в защитный стальной чехол и головки, в которую помещен контроллер.

2. Описание и работа

2.1. Назначение

Гирлянда предназначена для автоматизированного измерения температуры.

Гирлянда может быть использована с целью автоматизированного измерения температуры на гидротехнических сооружениях, в том числе объектах энергетики. Например: Термогирлянда может располагаться в потернах водосливной плотины ГЭС. Гирлянда позволяет передавать информацию о текущих значениях температуры по интерфейсу RS485 на ПК (персональный компьютер) по протоколу DCON.

2.2. Технические характеристики

2.2.1. Условия эксплуатации

Рабочие условия эксплуатации

Рабочими условиями эксплуатации являются следующие:

- температура окружающего воздуха:
 - погружной части гирлянды от минус 5 °С до плюс 60 °С; относительная влажность воздуха до 95 % (с возможной конденсацией влаги) при температуре воздуха плюс 30 °С (для предотвращения движения воздушных масс внутри скважины и усреднения температур, погружная часть гирлянды помещается в оболочку из вспененного полиэтилена, силами эксплуатирующей организации);
 - головки гирлянды от минус 40 °С до плюс 70 °С; относительная влажность воздуха до 95 % (без конденсации влаги) при температуре воздуха плюс 30 °С;
- атмосферное давление от 84 до 107 кПа.

2.2.2. Технические характеристики гирлянды

Термогирлянда имеет следующие характеристики:

- напряжение питания - нестабилизированное постоянное напряжение 10...30 В;
- максимальная потребляемая мощность - не более 1,5 Вт;
- диапазон измеряемых температур - от -5 до +60 °С;
- метрологические характеристики см. в табл. 2.1.
- частота измерения температуры - не более 1Гц;
- скорость передачи данных - 9600 бит/с;
- длина гирлянды - до 70 м;
- количество датчиков – до 30 штук;

- точность размещения датчиков в гирлянде - ± 10 см;
- вес гирлянды - не более 100 кг;
- время наработки на отказ - 70 тыс. час.;
- вибрационные нагрузки в диапазоне частот 5-55 Гц с амплитудой вибросмещения 0,1 мм;
- степень защиты от воздействий окружающей среды погружной части – IP68;
- степень защиты от воздействий окружающей среды головки гирлянды – IP54.

2.2.3. Основные метрологические характеристики гирлянды

В гирляндах использованы датчики температуры DS18B20. Датчики имеют цифровой выход, поэтому другие компоненты гирлянды (контроллер, соединительные провода) не вносят погрешность в результат измерения. Гирлянда не требует периодической градуировки в процессе эксплуатации. Градуировка датчиков выполняется изготовителем (Dallas Semiconductor Co.).

Табл. 2.1. Метрологические характеристики

Вид измерительного канала (ИК)	Диапазон измерений	Пределы допускаемой абсолютной погрешности
ИК температуры	-5...+60 °C	$\pm 1,0$ °C

2.2.4 Показатели надежности

Средняя наработка на отказ, ч	70 000
Средний срок службы, лет	12

2.3 Состав и принцип работы

В состав гирлянды входят погружная часть и головка гирлянды с расположенным в ней контроллером. Маркировка гирлянд указана на лицевой панели (рис. 2.1. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**).

Погружная часть представляет собой стальную трубку длиной до 70 м, внутри которой расположены цифровые датчики температуры в количестве от 1 шт. до 30 шт. Длина погружной части, количество датчиков и расстояние между ними указывает заказчик гирлянды. В головке гирлянды расположен контроллер, который выполняет опрос датчиков и передачу полученных значений температуры по интерфейсу RS-485. Значения температуры передаются от датчиков в контроллер в цифровой форме.

Нагрузочная способность интерфейса RS-485 позволяет подключить к нему не более 32-х устройств с интерфейсом RS-485.

Маркировка: рис. 2.1.

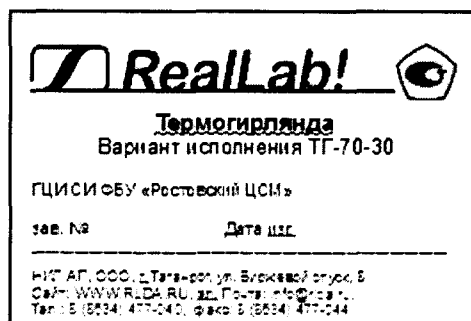


Рис. 2.1. Маркировка

Внешний вид гирлянды: рис. 2..

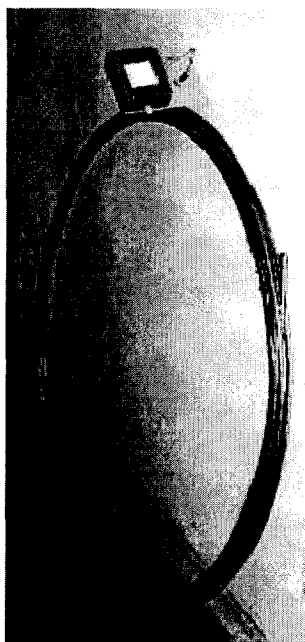


Рис. 2.2. Термогирлянда

Назначение: измерение температуры, преобразование измеренных величин в цифровой формат для передачи в управляющий компьютер по протоколу DCON.

2.4 Модификации изделия

По желанию заказчика может меняться длина гирлянды, количество датчиков температуры и расстояние между ними.

Модификации и маркировка гирлянды: термогирлянда Тг-XX-YY-а-б-в-г-д-е-ж-з-и..., где

- XX -длина погружной части в метрах,
- YY - количество датчиков,
- а– расстояние (в метрах) от головки гирлянды до первого датчика;
- б - расстояние (в метрах) от первого датчика до второго датчика;
- в - расстояние (в метрах) от второго датчика до третьего датчика;
- г, д, е, ж, з, и... – аналогично, согласно количеству датчиков.

Сокращённая маркировка гирлянды: Тг-ХХ-УУ, где

- ХХ -длина погружной части в метрах,
- УУ - количество датчиков.

Полная маркировка гирлянды указывается в паспорте, сокращенная – на этикетке, помещаемой на головку гирлянды.

2.5 Требуемый уровень квалификации персонала

К обслуживанию, монтажу и пуско-наладке гирлянды допускаются лица, прошедшие соответствующее обучение.

2.6 Маркировка и пломбирование

На лицевой панели головки гирлянды указано:

- краткое наименование;
- товарный знак (или наименование) предприятия–изготовителя;
- знак утверждения типа средства измерения;
- наименование или знак органа по сертификации.

На боковой панели головки гирлянды указано:

- краткое наименование;
- серийный номер изделия, по системе нумерации предприятия–изготовителя;
- дата изготовления.

Пломбирование блоков гирлянды предусмотрено.

2.7 Упаковка

Для поставки потребителю гирлянды сматываются в кольца и надеваются на X-образную катушку (рис. 2.). На таре наклеивается идентификационный листок с указанием марки изделия, находящегося в таре, а также транспортировочные обозначения. Упаковка защищает гирлянду от повреждений во время транспортировки.

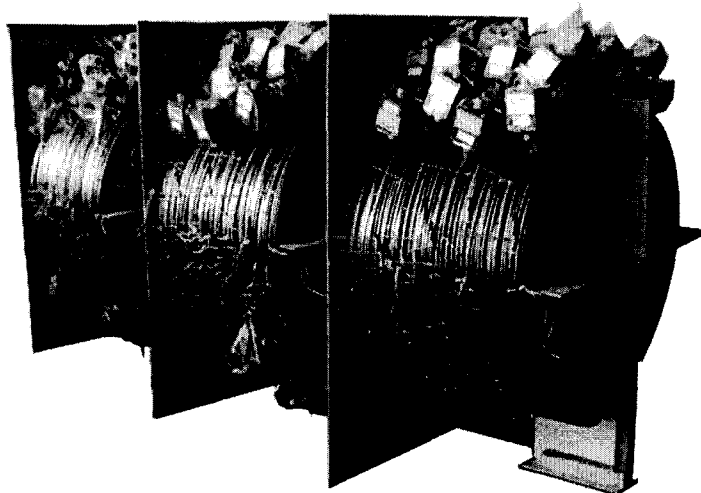


Рис. 2.3. Пример подготовки гирлянд для транспортировки

2.8 Комплект поставки

В комплект поставки каждой гирлянды входят перечисленные в табл. 2.2 компоненты.

Табл. 2.2.

Наименование	Обозначение	Кол-во
Термогирлянда	ТГ-XX-YY-а	1
Паспорт	НПКГ.405549.002 ПС	1

3. Руководство по применению

3.1 Правила промышленной безопасности

Перед монтажом гирлянд необходимо проверить соответствие маркировки гирлянд маркировке в проекте и убедиться в целостности их оболочек.

Кабельные линии должны располагаться, по возможности, в местах, которые предотвращают опасность их механического повреждения, коррозии или химических воздействий.

При монтаже гирлянды должны быть приняты меры для защиты от проникновения энергии из других электрических источников, чтобы не выходить за пределы безопасной энергии даже в случае возникновения в цепи обрывов, короткого замыкания или замыкания на землю.

Запрещается ремонтировать вышедшие из строя контроллеры, гирлянды. Они могут быть только заменены на годные у изготовителя.

3.2 Монтаж гирлянды

Гирлянда после освобождения ее от транспортировочной тары разматывается и погружная часть помещается в подготовленное отверстие. Затем подключается через интерфейс RS485 к ПК (персональному компьютеру). Цоколевка разъема гирлянды Рис. 3.1.

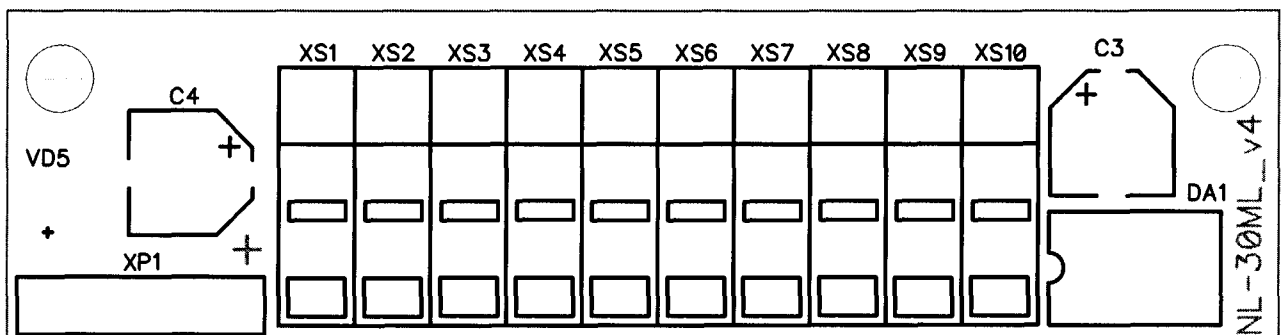


Рис. 3.1. Цоколевка разъема гирлянды см.

Табл. 3.2. Цоколевка разъемов гирлянды

Обозначение на рис.	Назначение
XS1	RS-485 (DATA+)
XS2	RS-485 (DATA-)
XS3	DS18B20 (+5 В)
XS4	DS18B20 (GND)
XS5	DS18B20 (DATA)
XS6	GND (общий провод питания)
XS7	RS-485 (DATA+)
XS8	RS-485 (DATA-)
XS9	Вход питания +10...30 В
XS10	GND (общий провод питания)

В головке каждой гирлянды имеются по две клеммы для шины RS-485 и питания. Это сделано для удобства монтажа гирлянды. Одна из клемм используется для входящего кабеля, вторая - для выходящего, т.е. соседние гирлянды соединяются между собой внутри головки гирлянды. Все гирлянды соединяются параллельно.

Для монтажа гирлянды можно использовать 4-х проводные кабели, соответствующие требованиям передачи данных через интерфейс RS-485 на частоте выше 10 кГц и требованиям к внешним условиям эксплуатации.

3.3 Возможные неисправности и методы их устранения

При отсутствии информации о температуре на экране монитора следует проверить целостность кабеля интерфейса RS-485.

4. Принципы действия гирлянды

4.1 Принцип действия измерителя температуры

Принцип измерения температуры предельно прост: в металлической трубке гирлянды расположены цифровые датчики температуры, сигнал от которых поступает в микроконтроллер, расположенный в головке гирлянды. Далее данные поступают в компьютер по промышленной сети на основе интерфейса RS-485. Таким образом, датчик температуры использует прямой метод измерения.

5. Техническое обслуживание и ремонт

5.1 Техника безопасности

Гирлянды относятся к приборам, которые питаются безопасным сверхнизким напряжением (до 30В постоянного тока), а также токоведущие части размещены в головке гирлянды со степенью защиты IP54 и в погружной части со степенью защиты IP68, что обеспечивает защиту персонала от случайного соприкосновения с токоведущими частями.

5.2 Порядок технического обслуживания

В процессе эксплуатации гирлянды следует периодически выполнять следующие работы:

- ежеквартально делать внешний осмотр гирлянды, в процессе которого необходимо обращать внимание на то, чтобы, изоляция кабелей не была повреждена грызунами или ошибочными действиями обслуживающего персонала;
- поверку гирлянды один раз в 4 года.

5.3 Порядок ремонта

Ремонт гирлянды осуществляется представителями изготовителя. Замена гирлянд может осуществляться силами эксплуатирующей организации.

При отказе гирлянд их следует заменить на новые. Для замены соответствующую гирлянду упаковывают в тару, защищающую её от механических повреждений во время транспортировки и отправляют заказчику любым видом транспорта.

Контроль качества у изготовителя выполняется на специально разработанном стенде, где измеряются все параметры гирлянды. Пользователь может убедиться в работоспособности гирлянды, подключив ее к компьютеру и считав температуру датчиков с помощью бесплатно распространяемой программы NLOPC, (<http://www.rlda.ru/SoftWare.htm>).

Неисправные гирлянды до наступления гарантийного срока могут быть заменены на новые у изготовителя. После истечения гарантийного срока ремонт выполняется на территории изготовителя за счет заказчика. Доставка гирлянд изготовителю после истечения гарантийного срока осуществляется за счет заказчика в транспортной таре, исключающей их механическое повреждение.

6. Методика поверки

6.1. Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на гирлянду и устанавливает методику первичной и периодической поверки.

Данная версия методики поверки является первой по счету.

Первичная поверка производится после изготовления гирлянды на предприятии-изготовителе или на месте эксплуатации перед вводом ее в эксплуатацию государственными региональными центрами метрологии или аккредитованными в области обеспечения единства измерений на поверку средств измерений лицами.

После ремонта гирлянды проводится поверка.

Интервал между поверками гирлянды составляет 4 года.

Для периодической поверки гирлянда направляется на предприятие-изготовитель.

6.2. Операции поверки

Перечень операций поверки сведен в табл. 6.1.

Табл. 6.1. Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	6.7.1	Да	Да
Опробование	6.7.2	Да	Да
Определение погрешности измерительных каналов температуры	6.7.3	Да	Да

6.3. Средства поверки

В табл. 6.2 представлен перечень средств поверки гирлянды.

6.4. Требования безопасности

Безопасность эксплуатации гирлянды обеспечивается конструкцией.

При проведении испытаний следует выполнять требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации средств поверки.

6.5. Условия проведения поверки

Температура окружающего воздуха от +5 до +35°C

Относительная влажностьот 30 до 80 %

Атмосферное давлениеот 86 до 106 КПа

Табл. 6.2. Средства поверки*

Номера пунктов настоящей методики	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики
6.6	Термометр лабораторный ТЛ-4*, погрешность измерения не более $\pm 0,1$ °С в диапазоне от -5°С до +60 °С
6.6	Устройство контроля температуры, погрешность измерения не более $\pm 0,1$ °С в диапазоне от -5°С до +60 °С
6.6	Устройство задания температуры, диапазон температур от -5°С до +60 °С, нестабильность и градиент температуры не более $\pm 0,5$ °С

* - возможна замена на средства поверки с аналогичными характеристиками.

6.6. Подготовка к поверке

При первичной поверке проверяется действие сроков поверки гирлянды и средств измерений, входящих в состав оборудования для поверки (табл. 6.2).

6.7. Проведение поверки

6.7.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре производится проверка маркировки и внешнего вида всех компонентов гирлянды. Результат проверки считается положительным, если установлено отсутствие механических повреждений головки гирлянды и погружной части гирлянды, а маркировка отчетливо читается.

6.7.2. Опробование

Опробование гирлянды выполняется путем пробного измерения температуры воздуха. О работоспособности гирлянды свидетельствует появление на мониторе компьютера численных значений которые реагируют на изменение температуры воздуха.

Время готовности гирлянды проверяют по часам. Гирлянда должна быть полностью работоспособной не позже чем через 30 мин. после ее включения.

6.7.3. Определение погрешности измерительных каналов температуры

Для определения абсолютной погрешности измерения температуры ИК необходимо выполнить следующие операции.

При первичной поверке на предприятии-изготовителе или в поверочной лаборатории:

1. На время поверки погружная часть гирлянды без защитного чехла (стальной трубки) помещается в устройство задания температуры.

Пределы абсолютной погрешности гирлянды оценивают в 3-ти точках (-5 \pm 1°С, +30 \pm 1°С, +60 \pm 1°С) следующим образом.

2. Гирлянда и устройство контроля температуры помещают в устройство задания температуры с нестабильностью температуры (точностью поддержания температуры в кон-

Пределы абсолютной погрешности гирлянды оценивают в 3-ти точках ($-5\pm 1^\circ\text{C}$, $+30\pm 1^\circ\text{C}$, $+60\pm 1^\circ\text{C}$) следующим образом.

2. Гирлянда и устройство контроля температуры помещают в устройство задания температуры с нестабильностью температуры (точностью поддержания температуры в контрольной точке в установившемся режиме) не более $\pm 0,5^\circ\text{C}$. Одновременно можно помещать несколько гирлянд.
3. В устройстве задания температуры устанавливают температуру, соответствующую первой контрольной точке ($-5\pm 1^\circ\text{C}$). Выждав 15 мин., снимают показания с монитора компьютера и показания устройства контроля температуры.
4. Повторяют предыдущее действие для всех контрольных точек температуры.
5. Абсолютную погрешность (Δ) рассчитывают по формуле (1)

$$\Delta = T_s - T_m, \text{ }^\circ\text{C, где (1)}$$

T_s - результат измерения температуры гирляндой, $^\circ\text{C}$;

T_m - результат измерения температуры устройство контроля температуры, $^\circ\text{C}$.

6. Погрешность не должна превышать 0,8 от предела допускаемых значений погрешности поверяемого измерительного канала гирлянды;
7. Если погрешность Δ превышает указанные выше значения, то выполняется ремонт гирлянды ее изготовителем.
8. Если при повторной проверке разность показаний также превысит допустимое значение, то ИК считается метрологически неисправным и бракуется.

При периодической проверке:

1. Гирлянда отправляется изготовителю, который выполняет демонтаж защитного чехла (стальной трубки) с погружной части гирлянды.
2. Далее выполняется проверка согласно п.6.7.3.
3. Затем изготовитель выполняет монтаж защитного чехла (стальной трубки) на погружную часть гирлянды.

6.8. Оформление результатов проверки

При положительных результатах проверки оформляется свидетельство установленной формы. Знак проверки в виде наклейки наносится на свидетельство о проверке.

При отрицательных результатах проверки гирлянда к применению не допускается и на неё выдается извещение о непригодности с указанием причин.

7. Хранение, транспортировка и утилизация

Гирлянда транспортируются к месту монтажа в упаковке изготовителя, затем монтируется на месте эксплуатации.

Транспортирование гирлянды в упаковке предприятия-изготовителя может выполняться на любое расстояние с любой скоростью автомобильным и железнодорожным транспортом (в закрытых транспортных средствах), авиационным транспортом (в необогреваемых герметизированных отсеках самолетов), водным транспортом (в трюмах судов).

Транспортирование должно осуществляться в соответствии с правилами перевозок, действующими на каждом виде транспорта. Размещение и крепление транспортной тары с упакованными частями гирлянды в транспортных средствах должно обеспечивать их устойчивое положение и не допускать перемещений.

Условия транспортирования в упаковке предприятия-изготовителя - по категории С ГОСТ 23216-78: температура окружающего воздуха - от -60°C до +70°C; относительная влажность воздуха - до 95 % при 30°C; атмосферное давление - от 630 до 800 мм рт. ст. После транспортировки при отрицательных температурах гирлянда должна быть выдержана в нормальных климатических условиях в транспортной упаковке не менее 6 часов.

Условия хранения в упаковке предприятия-изготовителя - по категории 2(с) ГОСТ 15150-69: температура окружающего воздуха - от +5 °С до +40 °С; относительная влажность воздуха - до 85 %. В помещениях для хранения не должно быть агрессивных примесей (паров кислот, щелочей), вызывающих коррозию.

Гирлянда должна применяться в режимах и условиях, установленных эксплуатационной документацией.

Хранить гирлянды следует в таре изготовителя. При ее отсутствии надо принять меры для предохранения изделия от попадания внутрь его и на поверхность пыли, влаги, конденсата, инородных тел. Срок хранения составляет 10 лет.

Устройство не содержит вредных для здоровья веществ и его утилизация не требует принятия особых мер.

8. Гарантия изготовителя

НИЛ АП гарантирует бесплатную замену гирлянд в течение 36 месяцев со дня продажи при условии отсутствия видимых механических повреждений.

Претензии не принимаются при отсутствии в паспорте к гирлянде подписи и печати торгующей организации.

Доставка изделий для ремонта выполняется по почте или курьером. При этом гирлянды должны быть помещены в упаковку изготовителя или эквивалентную ей по стойкости к механическим воздействиям во время пересылки. К изделию необходимо приложить описание дефекта и условия, при которых прибор вышел из строя.

9. Сведения о сертификации

Имеется свидетельство об утверждении типа средств измерений RU.C..., срок действия до ... г. Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 53663-13.

Имеется сертификат соответствия требованиям Технического Регламента Таможенного Союза 020/2011 за номером TC RU C-RU.AE81.B.03226, срок действия до 22.08.2021 года.

10. Список использованных стандартов

ГОСТ 23216-78	Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний
ГОСТ 15150-69	Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

11. Список команд протокола DCON

Основные команды модуля приведены в следующей таблице.

Таблица 11.1. Общий набор команд

Команда	Ответ	Описание	стр.
^CAAAA	!AAAA-NN-NN...	Чтение порядковых номеров датчиков	<u>18</u>
^EAAAAP	!AAAA	Команда разрешения конфигурирования.	<u>18</u>
^FAAAA	!AAAANN	Поиск датчиков	<u>19</u>
^MAAAA	!AAAA(NAME)(DD)(NN)	Чтение имени термогирлянды	<u>19</u>
^RAAAA	!AAAANNDD	Запуск измерения температуры	<u>20</u>
^RAAAA ^TAAA	!AAAA(DATA)	Чтение температуры	<u>21</u>
^SAAAANNNBC	!AAAA	Установка адреса термогирлянды	<u>21</u>
^WAAA-NN-NN...	!AAAA	Установка порядковых номеров датчиков	<u>22</u>
^VAAA	!AAAA(VER)(CRC)	Чтение версии программы и контрольной суммы	<u>23</u>
^QAAAV	!AAAA	Установка протокола	<u>23</u>

11.1 ^CAAAA(cr)

Описание: команда чтения порядковых номеров датчиков.

Синтаксис: ^CAAAA(cr)

где:

AAAA- адрес (от 0000 до FFFF);

Ответ на команду:

- если команда выполнена - то !AAAA-NN-NN...(cr);

- если команда не выполнена - то ?AAAA(cr);

где:

!- символ-разделитель при выполненной команде;

?- символ-разделитель при невыполненной команде.

-NN-NN... - порядковые номера датчиков, разделенные дефисом.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа не будет.

Пример:

Команда: ^C0001

Ответ: !0001-01-02-03-04-05-06-07-08-09-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30

В ответе содержатся данные о порядковых номерах датчиков.

11.2 ^EAAAAP(cr)

Описание: разрешение конфигурирования. Данная команда должна выполняться каждый раз перед:

- сменой адреса термогирлянды;
- поиском датчиков;
- установкой порядковых номеров датчиков.

Синтаксис: ^EAAAAP(cr)

где:

AAAA- адрес (от 0000 до FFFF);

P – параметр команды, 1- разрешить; 0 – запретить.

Ответ на команду:

- если команда выполнена - то !AAAA(cr);

- если команда не выполнена - то ?AAAA(cr);

где

!- символ-разделитель при выполненной команде;

?- символ-разделитель при невыполненной команде.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа не будет.

Пример:

Команда: ^E00011

Ответ: !0001

Команда выполнена. Конфигурирование разрешено.

11.3 ^FAAAA(cr)

Описание: команда запуска поиска датчиков. Адреса найденных датчиков будут занесены в энергонезависимую память контроллера(EEPROM) в порядке обнаружения. Время выполнения команды может достигать нескольких секунд, в зависимости от количества датчиков на шине 1-Wire (для 30 датчиков, примерное время поиска составляет 3 секунды). Перед выполнением поиска датчиков, необходимо выполнить команду разрешения конфигурирования.

Синтаксис: ^FAAAA(cr)

где:

AAAA- адрес (от 0000 до FFFF);

Ответ на команду:

- если команда выполнена - то !AAAA(NN)(cr);

- если команда не выполнена, то ?AAAA(cr),

где

! - символ-разделитель при выполненной команде;

? - символ-разделитель при невыполненной команде;

NN – количество найденных датчиков.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа не будет.

Пример:

Команда: ^E00011

Ответ: !0001

Команда: ^F0001

Ответ: !00011E

В ответе содержится информация о количестве найденных датчиков.

11.4 ^MAAAA(cr)

Описание: чтение имени термогирлянды.

Синтаксис: ^MAAAA(cr)

где:

AAAA- адрес (от 0000 до FFFF);

Ответ на команду:

- если команда выполнена - то !AAAA(NAME)(DD)(NN)(cr);

- если команда не выполнена, то ?AAAA(cr)

где:

!- символ-разделитель при выполненной команде;

?- символ-разделитель при невыполненной команде.

NAME – имя GRAIN;

DD – количество датчиков, найденных на подключенной термогирлянде в шестнадцатеричном коде.

NN – максимально возможное количество датчиков на термогирлянде в шестнадцатеричном коде.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа не будет.

Пример:

Команда: ^M0001

Ответ: !00011E

В ответе содержится количество найденных датчиков.

11.5 ^PAAAA(cr)

Описание: запуск измерения температуры термогирлянды.

Синтаксис: ^PAAAA(cr)

где:

AAAA – адрес (от 0000 до FFFF).

Ответ на команду:

- если команда выполнена - то !AAAANNDD(cr);

- если команда не выполнена, то ?AAAA(cr)

где:

!- символ-разделитель при выполненной команде;

?- символ-разделитель при невыполненной команде;

NN – количество датчиков (сколько обнаружено) в шестнадцатеричном коде;

DD – количество датчиков (сколько должно быть) в шестнадцатеричном коде;

AAAA – адрес термогирлянды.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа не будет.

Пример:

Команда: ^P0001

Ответ: !00011E20

В ответе содержится информация о количестве найденных датчиков и максимально возможном количестве датчиков на шине 1-Wire.

11.6 ^RAAAA(cr) или ^TAAAA(cr)

Описание: чтение температуры термогирлянды.

Синтаксис: ^RAAAA(cr) или ^TAAAA(cr)

где:

AAAA – адрес (от 0000 до FFFF);

Ответ на команду:

- если команда выполнена - то !AAAA(DATA)(cr);

- если команда не выполнена, то ?AAAA(cr),

где

!- символ-разделитель при выполненной команде;

?- символ-разделитель при невыполненной команде.

AAAA – адрес термогирлянды;

DATA – информация о температуре каждого датчика.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа не будет.

Пример:

Команда: ^R0001

Ответ:

!00010288028602860287028702840288028302860284028602850286028602860286028402870
28602860287028602850284028402870287028502810286

В ответе содержится измеренная температура для каждого датчика.

11.7 ^SAAAANNNNBC(cr)

Описание: команда выполняет смену адреса термогирлянды. Перед сменой адреса, необходимо отправить команду разрешения конфигурирования.

Синтаксис: ^SAAAANNNNBC(cr)

где:

AAAA – адрес (от 0000 до FFFF);

NNNN – новый адрес термогирлянды (от 0000 до FFFF);

B – 0;

C – 0;

Ответ на команду:

- если команда выполнена - то !AAAA(cr);

- если команда не выполнена, то ?AAAA(cr),

где

!- символ-разделитель при выполненной команде;

?- символ-разделитель при невыполненной команде.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа не будет.

Пример:

Команда: ^E00011

Ответ: !0001

Команда: ^S0001000200

Ответ: !0002

В ответе содержится новый адрес термогирлянды.

11.8 ^WAAAA-NN-NN...(cr)

Описание: установка порядковых номеров датчиков. Команда не должна содержать повторяющихся номеров датчиков, проверка на совпадение термогирляндой не производится. Перед выполнением данной команды, необходимо выполнить разрешение конфигурирования.

Синтаксис: ^WAAAA-NN-NN...(cr)

где:

AAAA – адрес (от 0000 до FFFF);

-NN-NN – порядковые номера датчиков разделенные дефисом;

Ответ на команду:

- если команда выполнена - то !AAAA(cr);
- если команда не выполнена, то ?AAAA(cr)

где:

!- символ-разделитель при выполненной команде;

?- символ-разделитель при невыполненной команде;

-NN-NN – порядковые номера датчиков разделенные дефисом.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа не будет.

Пример:

Команда:

^ E00011

Ответ:

!0001

Команда: ^W0001-30-29-28-27-26-25-24-23-22-21-20-19-18-17-16-15-14-13-12-11-10-09-08-07-06-05-04-03-02-01

Ответ: !0001

В ответе содержится подтверждение того, что указанные номера датчиков были установлены.

11.9 ^VAAAA(cr)

Описание: возвращает версию программы и контрольную сумму CRC свертки FLASH памяти микроконтроллера термогирлянды.

Синтаксис: ^VAAAA(cr)

где:

AAAA – адрес (от 0000 до FFFF);

Ответ на команду:

- если команда выполнена - то !AAAA (VER)(CRC)(cr);

- если команда не выполнена, то ?AAAA(cr),

где:

VER – версия программы;

CRC – контрольная сумма CRC свертки FLASH памяти;

!- символ-разделитель при выполненной команде;

?- символ-разделитель при невыполненной команде.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа не будет.

Пример:

Команда: ^V0001

Ответ: !0001 05.08.16 D718

В ответе содержится информация о версии прошивки и контрольной сумме.

11.10 ^QAAAAV(cr)

Описание: команда смены протокола обмена по RS-485. Для вступления в силу изменений, необходимо выключить и повторно включить питание термогирлянды.

Синтаксис: ^QAAAAV(cr),

где:

AAAA – адрес (от 0000 до FFFF);

V –устанавливаемый протокол, 0 – DCON, 1 – Modbus RTU;

Ответ на команду:

- если команда выполнена - то !AAAA(cr);

- если команда не выполнена, то ?AAAA(cr)

где:

!- символ-разделитель при выполненной команде;

?- символ-разделитель при невыполненной команде.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа не будет.

Пример:

Команда: ^Q00011

Ответ: !0001

Установлен протокол Modbus RTU. Протокол Modbus RTU станет активен после перезапуска питания термогирлянды.

12. Список команд протокола Modbus RTU

Таблица 12.1 Команды протокола Modbus

Адрес регистра	Назначение команды	Код функции чтения	Код функции записи	Кол-во регистров	Диапазон данных
00h 01h ... 00h 20h	Чтение температуры	03h	-	01h ... 20h	FDDAh-04E2 (температура представлена в градусах Цельсия. Значение возвращаемое преобразователем в 10 раз выше измеренной температуры).
00h C8h	Имя преобразователя	03h	-	03h	ASCII кодирование символов
01h 00h	Поиск датчиков	03h	06h	01h	0000h-0020h – количество найденных датчиков
01h 01h	Замена логических номеров датчиков	03h	10h	01h ... 20h	0001h-0020h (под каждый байт данных отводится целый регистр)
02h 00h	Адрес преобразователя	03h	06h	01h	0001h-00FFh
02h 05h	Протокол обмена	03h	06h	01h	0000h-DCON/0001h-Modbus RTU

Таблица 12.2 Коды ошибок протокола Modbus

Код	Имя	Содержание
01	ILLEGAL FUNCTION	Не допустимый код функции.
02	ILLEGAL DATA ADDRESS	Не допустимый адрес регистра.
03	ILLEGAL DATA VALUE	Не допустимое значение данных (превышен диапазон допустимого значения).