

Устройства ввода-вывода для жестких условий эксплуатации

# Модули автоматки серии NL NL-8TI-24V, NL-4RTD-24V, NL-8AI-24V

## Взрывозащищённое исполнение

(изготовлено по ТУ 26.51.70-004-24171143-2021)

Совместно с настоящим руководством следует использовать  
Ex-приложение к сертификату соответствия

№ EAЭС RU C-RU.НА65.В.02157/24



Руководство по эксплуатации  
НПКГ.421457.001-110 РЭ

© НИЛ АП, 2024

Версия от 13 июня 2024 г.

*Одной проблемой стало меньше!*

---

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. Направляйте Ваши пожелания по адресу или телефону:

НИЛ АП, пер. Биржевой спуск, 8, Таганрог, 347900,

Тел. (495) 26-66-700,

e-mail: [info@reallab.ru](mailto:info@reallab.ru), <https://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.

**Допустимое напряжение питания модуля от 10 до 26 В.** При подключении модуля к источнику питания с напряжением более 26 В возможно срабатывание установленных в цепи питания плавких предохранителей. Замена предохранителей может быть осуществлена только производителем (НИЛ АП, ООО)

Представленную здесь информацию мы старались сделать максимально достоверной и точной, однако НИЛ АП, ООО не несет какой-либо ответственности за результат ее использования, поскольку невозможно гарантировать, что данное изделие пригодно для всех целей, в которых оно применяется покупателем.

Программное обеспечение, поставляемое в комплекте с прибором, продается без доработки для нужд конкретного покупателя и в том виде, в котором оно существует на дату продажи.

Авторские права на программное обеспечение, модуль и настоящее руководство принадлежат НИЛ АП, ООО.

Любые торговые марки, встречающиеся в тексте, за исключением RealLab, не принадлежат НИЛ АП, ООО.

---

# Оглавление

<b>1. "Быстрый старт" .....</b>	<b>8</b>
<b>2. Вводная часть .....</b>	<b>8</b>
2.1. Назначение модулей .....	9
2.2. Распространение документа на модификации изделий .....	12
2.3. Состав и конструкция .....	12
2.4. Маркировка .....	13
2.5. Упаковка .....	14
2.6. Комплект поставки .....	14
<b>3. Технические данные .....</b>	<b>14</b>
3.1. Параметры искробезопасных цепей .....	14
3.2. Эксплуатационные свойства .....	16
3.3. Точность измерений .....	18
3.4. Технические параметры .....	21
3.5. Предельные условия эксплуатации и хранения .....	25
<b>4. Описание принципов построения .....</b>	<b>25</b>
4.1. Структура модулей .....	25
<b>5. Метрологическое обслуживание .....</b>	<b>28</b>
5.1. Методика юстировки модуля .....	29
5.2. Методика юстировки модуля .....	29
5.2.1. Средства юстировки .....	29
5.2.2. Условия юстировки .....	30
5.3. Юстировка модуля NL-8AI-24V .....	30
5.3.1. Юстировка диапазонов напряжения модуля NL-8AI-24V .....	30
5.3.2. Юстировка токового диапазона модуля NL-8AI-24V .....	32
5.4. Юстировка термопар модуля NL-8TI-24V .....	33
5.5. Юстировка модуля NL-4RTD-24V .....	34

5.6. Методика поверки .....	37
<b>6. Руководство по применению .....</b>	<b>37</b>
6.1. Правила взрывобезопасности.....	38
6.2. Монтирование модуля .....	39
6.3. Органы индикации модуля.....	41
6.4. Программное конфигурирование модуля .....	42
6.4.1. Заводские установки .....	42
6.4.2. Применение режима INIT.....	42
6.4.3. Применение контрольной суммы в протоколе DCON.....	43
6.5. Ввод сигналов $\pm 25$ мА .....	44
6.6. Управление нагрузками .....	45
6.7. Получение логических уровней на выходах .....	45
6.8. ПИД регулятор .....	46
6.8.1. Алгоритм работы регулятора .....	47
6.8.2. Рекомендации по выбору параметров $\Delta T$ , $K_p$ , $T_i$ и $T_d$ .....	48
6.8.3. Пример настройки ПИД регулятора.....	49
6.9. Особенности работы с термопарами .....	50
6.10. Особенности работы с резистивными термопреобразователями... 51	
6.11. Двойной сторожевой таймер .....	53
6.12. Состояние выходов при включении и выключении модуля .....	54
6.13. Контроль качества и порядок замены устройства .....	54
6.14. Действия при отказе изделия .....	54
<b>7. Программное обеспечение .....</b>	<b>55</b>
<b>8. Техника безопасности.....</b>	<b>55</b>
<b>9. Хранение, транспортировка и утилизация .....</b>	<b>55</b>
<b>10. Гарантия изготовителя .....</b>	<b>56</b>
<b>11. Сведения о сертификации .....</b>	<b>56</b>

---

## 12. Справочные данные.....57

12.1. Кодировка скоростей обмена модуля .....	57
12.2. Коды входных диапазонов .....	57
12.3. Коды установки формата данных и контрольной суммы в протоколе DCON.....	59
12.4. Синтаксис команд протокола DCON .....	59
12.5. Пересчет данных, получаемых от модулей, в режиме MODBUS RTU.....	60
12.6. Float в режиме Modbus RTU .....	61
12.7. Список команд протокола DCON.....	62
12.7.1. Общие команды .....	62
12.7.2. Команды для модуля NL-8AI-24V .....	63
12.7.3. Команды модуля NL-8TI-24V.....	63
12.7.4. Команды модуля NL-4RTD-24V .....	64
12.7.5. Команды для управления дискретными выходами .....	64
12.8. Список команд протокола Modbus RTU.....	68
12.8.1. Команды для модуля NL-8AI-24V .....	68
12.8.2. Команды модуля NL-8TI-24V.....	72
12.8.3. Команды модулей NL-4RTD-24V .....	77
12.8.4. Команды для управления дискретными выходами .....	81
12.9. Подробное описание команд протокола DCON.....	84
12.9.1. ^RESET .....	84
12.9.2. ^AARS.....	84
12.9.3. %AANNTTCCFF.....	85
12.9.4. ~AAP .....	85
12.9.5. ~AAPV .....	86
12.9.6. ^AAG.....	87
12.9.7. ^AAGPS .....	87

---

12.9.8. ^AAM.....	88
12.9.9. ^AAK.....	88
12.9.10. ^AAZ.....	89
12.9.11. ^AAZVV.....	89
12.9.12. \$AA2.....	90
12.9.13. \$AAF.....	90
12.9.14. ~AAV.....	91
12.9.15. #AA.....	91
12.9.16. #AAN.....	92
12.9.17. ^AA.....	93
12.9.18. ^AAN.....	93
12.9.19. \$AA5VV.....	94
12.9.20. \$AA6.....	94
12.9.21. ^AA5VV.....	95
12.9.22. ^AA6.....	96
12.9.23. \$AA0.....	96
12.9.24. \$AA1.....	96
12.9.25. ^AAEV(Пароль).....	97
12.9.26. ^AAC(Пароль).....	98
12.9.27. \$AA7CiRrr.....	98
12.9.28. \$AA8Ci.....	99
12.9.29. \$AA3.....	99
12.9.30. ^AAX.....	100
12.9.31. ^AAXV.....	101
12.9.32. ^AABN.....	101
12.9.33. \$AA9.....	102
12.9.34. \$AA9(Data).....	102

---

12.9.35. \$AAWN.....	103
12.9.36. \$AAWNS.....	103
12.9.37. ~** .....	104
12.9.38. ^AAS .....	104
12.9.39. ^AASV .....	105
12.9.40. ^AAN.....	105
12.9.41. ^AANV .....	106
12.9.42. ~AA0 .....	106
12.9.43. ~AA1 .....	107
12.9.44. ~AA2 .....	107
12.9.45. ~AA3EVV .....	108
12.9.46. ^AA4.....	108
12.9.47. ^AA5PPSS.....	109
12.9.48. ^AADO .....	110
12.9.49. ^AADOVV .....	110
12.9.50. ^AADOP.....	111
12.9.51. ^AADOMODE .....	111
12.9.52. ^AAPIDT(DATA).....	112
12.9.53. ^AAPIDT.....	113
12.9.54. ^AAPIDNOW.....	113
12.9.55. ^AAPIDP(DATA) .....	114
12.9.56. ^AAPIDP .....	114
12.9.57. ^AAPIDI(DATA) .....	115
12.9.58. ^AAPIDI.....	115
12.9.59. ^AAPIDD(DATA).....	116
12.9.60. ^AAPIDD .....	116
12.9.61. ^AAPIDS(DATA) .....	117

---

12.9.62. ^AAPIDS.....	117
12.9.63. ^AAPIDR(DATA) .....	118
12.9.64. ^AAPIDR .....	118
12.9.65. ^AAPIDN .....	119
12.9.66. ^AAPIDNX .....	119
12.10. Список нормативных документов .....	121
<b>Лист регистрации изменений .....</b>	<b>122</b>



## 1. "Быстрый старт"

Подключите к модулю автоматики серии NL (далее – модуль) источник питания и компьютер. Для подключения модуля к компьютеру, не имеющему порта RS-485, необходим преобразователь интерфейса USB в RS-485 и искробезопасный повторитель интерфейсов RS-485 (например, NL-485C-24V).

Теперь нужно установить адрес модуля. По умолчанию модуль имеет адрес 01. Если Вы будете использовать несколько модулей, то каждому из них нужно назначить индивидуальный адрес.

*Если Вы хотите попробовать в работе только один экземпляр модуля, этот абзац можно пропустить.* Адрес назначается любой программой, которая может посылать ASCII коды в COM порт. Адрес записывается в модуль командой %0102050680, набранной в терминале. Здесь первые две цифры (01) указывают адрес модуля в состоянии поставки (адрес 01), вторые две цифры (05) указывают новый адрес, в нашем примере это адрес 02. Третьи две цифры (05) указывают код входного диапазона для модуля NL-8TI-24V  $\pm 2,5$  В (п.12.2). Четвертая пара цифр указывает скорость передачи информации, 06 соответствует скорости 9600 бит/с (п.12.1). Последние две цифры указывают код формата данных (п.12.3), по умолчанию это 80. Для применения изменённых настроек перезагрузите модуль.

## 2. Вводная часть

Модули автоматики серии NL (далее – модули, серия NL) являются устройствами ввода/вывода, предназначенными для построения распределенной системы сбора данных и управления, в том числе на взрывопожароопасных производствах в жестких условиях эксплуатации. Модули соединяются между собой, а также с управляющим компьютером или контроллером с помощью промышленной сети на основе *интерфейса RS-485*. Управление модулями осуществляется через порт RS-485 как с помощью набора команд в ASCII кодах, так и с помощью набора команд по протоколу Modbus RTU. Все модули аналогового ввода/вывода имеют режим *программной юстировки* и могут быть использованы в качестве *средств измерений*.

Модули не содержат механических переключателей. Все *настройки модулей выполняются программно* из управляющего компьютера (контроллера). Программно устанавливаются: диапазон измерения, формат данных, адрес модуля, скорость обмена, наличие бита контрольной суммы, параметры юстировки и т.д. Настроечные параметры запоминаются в ЭППЗУ и *сохраняются при выключении питания*.

## 2.1. Назначение модулей

---

Все модули, описанные в данном руководстве, имеют *два сторожевых таймера*, один из которых перезапускает модуль в случае его "зависания" или провалов напряжения питания, второй переводит выходы модуля в безопасные состояния при "зависании" управляющего компьютера.

Модули выполнены для применения *в жестких условиях эксплуатации*, при температуре окружающего воздуха от -40 до +50 °С, имеют две *гальванической изоляции* с испытательным напряжением изоляции 2,5 кВ (ГОСТ Р 52931-2008): один уровень - между входами и портом RS-485, второй уровень - между выходами и портом RS-485.

## 2.1. Назначение модулей

Модули NL-8TI-24V, NL-4RTD-24V, NL-8AI-24V (рис. 2.1–рис. 2.3), взрывозащищённого исполнения, предназначены для ввода или вывода сигналов, в том числе на взрывоопасных производственных объектах-во взрывоопасных зонах, в соответствии с установленной маркировкой взрывозащиты, требованиями нормативных документов, регламентирующих применение электрооборудования в подземных выработках шахт, рудников и их наземных строениях, опасных по рудничному газу, действующих «Правил устройства электроустановок», «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», других нормативных документов, регламентирующих применение электрооборудования во взрывоопасных зонах, и настоящего руководства по эксплуатации.

Знак X стоящий после маркировки взрывозащиты, означает, что при эксплуатации модуля необходимо соблюдать следующие специальные условия:

- присоединяемые к модулям источник питания и другие электротехнические устройства должны иметь искробезопасные электрические цепи по ГОСТ 31610.11-2014 (IEC 60079-11:2011), а их искробезопасные параметры (уровень искробезопасной электрической цепи и подгруппа электрооборудования) должны соответствовать условиям применения модулей во взрывоопасной зоне;
- модули должны устанавливаться на DIN-рейку внутри коробки или шкафа, предназначенных для размещения во взрывоопасной зоне;
- существует опасность электростатического разряда, следует соблюдать следующие условия для безопасного применения: обеспечить средства для непрерывного стекания электростатических зарядов; монтировать модули в стороне от воздушных (вентиляционных) потоков; очистка модулей должна выполняться только в обесточенном состоянии, с помощью влажной ветоши.

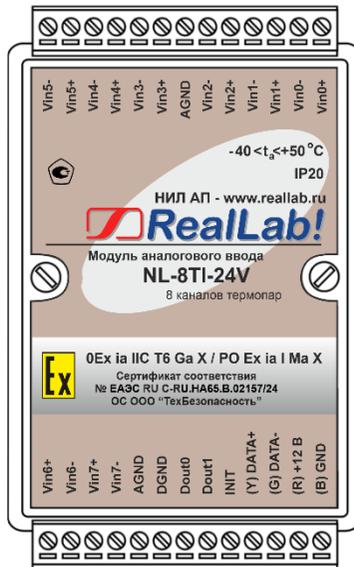


Рис. 2.1. Вид сверху на модуль NL-8TI-24V, взрывозащищённого исполнения.

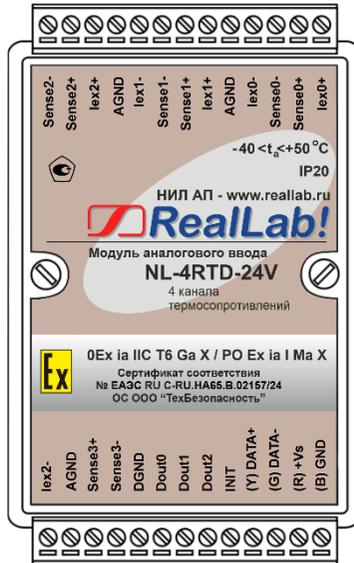


Рис. 2.2. Вид сверху на модуль NL-4RTD-24V, взрывозащищённого исполнения.

## 2.1. Назначение модулей



Рис. 2.3. Вид сверху на модуль NL-8AI-24V взрывозащищённого исполнения.

Основным назначением модулей является усиление, преобразование в цифровой код и ввод в управляющий компьютер или контроллер измеренных значений температуры, тока или напряжения, поступающих от устройств нормализации сигналов или непосредственно от разнообразных датчиков. Для работы с токовыми сигналами параллельно входам модуля подключают прецизионный резистор сопротивлением 49,9 Ом или модуль NL-8CS-49,9, содержащий в своем составе 8 таких резисторов (см. п.6.5).

Модули могут быть использованы для удаленного сбора данных, диспетчерского и автоматического управления, контроля технологических параметров, в системах безопасности, блокировки, сигнализации.

Модули, взрывозащищённого исполнения, могут объединяться в сеть на основе интерфейса RS-485 по протоколу DCON или Modbus RTU, в которой могут быть использованы одновременно взрывозащищенные устройства автоматики других производителей.

## 2.2. Распространение документа на модификации изделий

При заказе модуля указывается код заказа, указанный на сайте производителя <http://www.reallab.ru> и указывающий конкретную модификацию модуля.

Настоящее описание относится к модулям NL-8TI-24V, NL-4RTD-24V, NL-8AI-24V. Модификация указывается с тыльной стороны корпуса.

## 2.3. Состав и конструкция

Модуль состоит из основания, печатной платы и крышки, которая прикрепляется к основанию двумя винтами, и съемных клеммных колодок (рис. 2.4 - рис. 2.5). Крышка не предназначена для съема потребителем.

Для крепления на DIN-рейке используют пружинящую защелку (рис. 2.4 - рис. 2.5), которую оттягивают в сторону от корпуса с помощью отвертки, затем надевают корпус на 35-мм DIN-рейку и защелку отпускают.

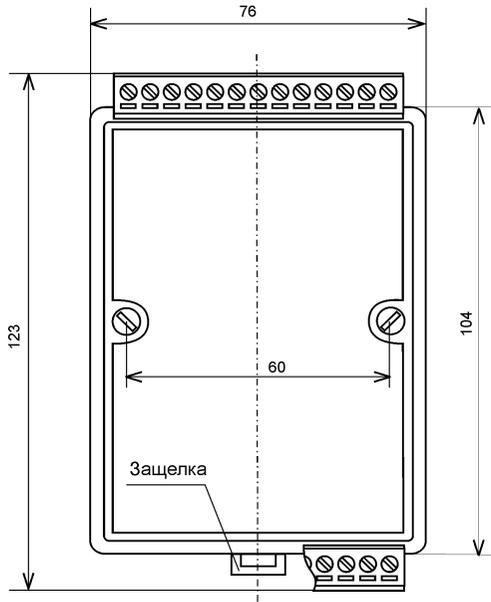


Рис. 2.4. Габаритный чертеж модуля.

## 2.4. Маркировка

---

Съемные клеммные колодки позволяют выполнить быструю замену модуля без отсоединения подведенных к нему проводов. Для отсоединения клеммной колодки нужно силой вытащить колодку из ответной части, остающейся в модуле.

Корпус выполнен из полистирола методом литья под давлением. Внутри корпуса находится печатная плата. Монтаж платы выполнен по технологии монтажа на поверхность. Печатная плата с обеих сторон залита слоем компаунда.

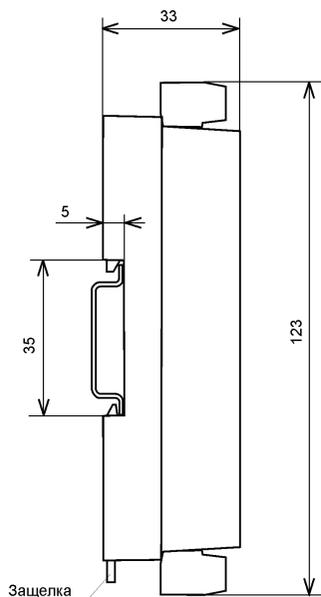


Рис. 2.5. Габаритный чертеж модуля с креплением к DIN-рейке. Вид сбоку

## 2.4. Маркировка

На лицевой панели модуля указана его марка, маркировка взрывозащиты, наименование изготовителя (НИЛ АП), знак соответствия, назначение выводов (клемм), параметры искробезопасных цепей, IP степень защиты оболочки, номер сертификата и наименование органа по сертификации взрывозащищенного оборудования.

На обратной стороне модуля указан почтовый и электронный адрес изготовителя, телефон, вебсайт, дата изготовления и заводской номер изделия.

Расположение указанной информации приведено на рис. 2.1–рис. 2.3.

## 2.5. Упаковка

Модуль упаковывается в специально изготовленную картонную коробку, которая защищает модуль от повреждений во время транспортировки.

## 2.6. Комплект поставки

В комплект поставки модуля входит:

- сам модуль;
- паспорт.

# 3. Технические данные

## 3.1. Параметры искробезопасных цепей

Вид взрывозащиты ..... искробезопасная электрическая цепь уровня «ia».

Маркировка ..... 0Ex ia IIC T6 Ga X или PO Ex ia I Ma X

Степень защиты оболочки (корпуса) по ГОСТ 14254 ..... IP20

Электрические параметры искробезопасных цепей приведены в табл. 1 .

### 3.1. Параметры искробезопасных цепей

Табл. 1. Параметры искробезопасных цепей

Назначение цепей	Маркировка взрывозащиты	
	0Ex ia IС Т6 Ga X	PO Ex ia I Ma X
<b>Цепь питания модуля (клеммы Vs, GND):</b>		
максимальное входное напряжение $U_i$ , В	27	27
максимальный входной ток $I_i$ , мА	180	180
максимальная входная мощность $P_i$ , Вт	6	6
максимальная внутренняя индуктивность $L_i$ , мкГн	10	10
максимальная внутренняя емкость $C_i$ , пФ	40	40
<b>Цепи входных сигналов (клеммы Vin 0...7):</b>		
максимальное входное напряжение $U_i$ , В	12	12
максимальный входной ток $I_i$ , мА	50	50
максимальная входная мощность $P_i$ , Вт	0,5	0,5
максимальная внутренняя индуктивность $L_i$ , мкГн	1	1
максимальная внутренняя емкость $C_i$ , пФ	10	10
<b>Цепи входных сигналов (клеммы Sense):</b>		
максимальное входное напряжение $U_i$ , В	13	13
максимальный входной ток $I_i$ , мА	100	100
максимальная входная мощность $P_i$ , Вт	0,5	0,5
максимальная внутренняя индуктивность $L_i$ , мкГн	1	1
максимальная внутренняя емкость $C_i$ , пФ	10	10
<b>Цепи питания датчиков (клеммы Iex0...Iex2):</b>		
максимальное выходное напряжение $U_o$ , В	13	13
максимальный выходной ток $I_o$ , мА	5	5
максимальная выходная мощность $P_o$ , Вт	0,02	0,02
максимальная внешняя емкость $C_o$ , мкФ	1	28
максимальная внешняя индуктивность $L_o$ , мГн	1,6	4,8
максимальное отношение $L_o/ R_o$ внешней цепи, мГн/Ом	2,5	32
<b>Цепь цифрового ввода (клемма INIT):</b>		
максимальное входное напряжение $U_i$ , В	5	5
максимальный входной ток $I_i$ , мА	20	20
максимальная входная мощность $P_i$ , Вт	0,1	0,1

Назначение цепей	Маркировка взрывозащиты	
	0Ex ia IС Т6 Ga X	PO Ex ia I Ma X
максимальная внутренняя индуктивность $L_i$ , мкГн	1	1
максимальная внутренняя емкость $C_i$ , пФ	10	10
<b>Цепь дискретных выходов (клеммы Dout), тип «открытый сток»:</b>		
максимальное входное напряжение $U_i$ , В	26	26
максимальный входной ток $I_i$ , мА	200	200
максимальная входная мощность $P_i$ , Вт	1,5	1,5
максимальная внутренняя емкость $C_i$ , пФ	40	40
максимальная внутренняя индуктивность $L_i$ , мкГн	1	1
<b>Цепь интерфейса RS-485(клеммы DATA+, DATA-) в режиме передачи</b>		
максимальное выходное напряжение $U_o$ , В	14	14
максимальный выходной ток $I_o$ , мА	200	200
максимальная выходная мощность $P_o$ , Вт	0,8	0,8
максимальная внешняя индуктивность $L_o$ , мГн	1,5	20
максимальная внешняя емкость $C_o$ , мкФ	0,73	18
максимальное отношение $L_o/R_o$ внешней цепи с распределенными параметрами, мкГн / Ом	125	1600
<b>Цепь интерфейса RS-485 (клеммы DATA+, DATA-) в режиме приема</b>		
максимальное входное напряжение $U_i$ , В	14	14
максимальный входной ток $I_i$ , мА	200	200
максимальная входная мощность $P_i$ , Вт	0,8	0,8
максимальная внутренняя индуктивность $L_i$ , мкГн	20	20
максимальная внутренняя емкость $C_i$ , нФ	6	6

### 3.2. Эксплуатационные свойства

Модули характеризуются следующими основными свойствами:

- установка для каждого канала своего диапазона измерения или типа датчика;

### 3.2. Эксплуатационные свойства

---

- температурным диапазоном работоспособности от -40 до +50 °С;
- имеют защиту от:
  - неправильного подключения полярности источника питания;
  - перенапряжения по входу;
  - короткого замыкания по выходу;
  - перенапряжения по выходу;
  - перегрева выходных каскадов;
  - электростатических разрядов по выходу, входу и порту RS-485;
  - перегрева выходных каскадов порта RS-485;
  - короткого замыкания клемм порта RS-485;

*Внимание! При использовании систем с искробезопасными цепями условия срабатывания многих из перечисленных защит не могут наступить, поскольку в искробезопасных цепях приняты дополнительные меры защит плавкими предохранителями от повышенных токов или мощности;*

- аппаратная диагностика обрыва датчиков (термопар и термосопротивлений);
- аппаратная диагностика обрыва датчиков напряжения  $\pm 150$  мВ (0...150 мВ),  $\pm 500$  мВ (0...500 мВ),  $\pm 1$  В (0...1 В) и датчиков тока  $\pm 25$  мА (0...25 мА) модулем NL-8AI-24V;
- Частота выборки АЦП для NL-8TI-24V, NL-4RTD-24V равна 10 Гц;
- частота выборки АЦП для NL-8AI-24V (устанавливается программно): 10 Гц, 28 Гц (по умолчанию) или 200 Гц;
- Время опроса одного канала для NL-8TI-24V, NL-4RTD-24V не более 100 мс;
- Время опроса одного канала для NL-8AI-24V (устанавливается программно): не более 100 мс, 35 мс (по умолчанию) или 5 мс;
- двойной сторожевой таймер выполняет рестарт устройства в случае его "зависания" и провалов питания, а также переводит выходы в безопасные состояния при "зависании" управляющего компьютера;
- имеют групповую изоляцию входов и групповую изоляцию выходов с тестовым напряжением изоляции 2500 В;
- входы имеют общую гальваническую изоляцию от части модуля, соединенной с источником питания и портом RS-485 (см. рис. 4.1 – рис. 4.3). Изоляция обеспечивает уменьшение влияния синфазного напряжения, которое может присутствовать на входных клеммах. Изоляция защищает также модуль от разности потенциалов между "землей" источника

сигнала и приемника, которая может возникнуть при наличии недалеко расположенного мощного оборудования;

- разрешающая способность АЦП: не менее 16 бит;
- программно переключаемые диапазоны входных сигналов:
  - для NL-8TI-24V термопар типов J (ТЖК), K (ТХА) В (ТПР), L (ТХК), E (ТХКн), S (ТПШ 10%), R (ТПШ 13%), N (ТНН), T (ТМК), А-1 (ТВР), А-2 (ТВР), А-3 (ТВР);
  - для NL-4RTD-24V термосопротивлений типов Pt50, Pt100, Pt500, Pt1000, 50П, 100П, 500П, 1000П, Cu50, Cu100, Cu500, Cu1000, 50М, 100М, 500М, 1000М, 100Н, 500Н, 1000Н;
  - для NL-8AI-24V тока и напряжения типов  $\pm 150$  мВ,  $\pm 500$  мВ,  $\pm 1$  В,  $\pm 5$  В,  $\pm 10$  В,  $\pm 25$  мА;
- три типа формата данных: инженерный, шестнадцатеричный, проценты от шкалы (только для протокола DCON). Тип формата выбирается программно;
- скорость обмена через порт RS-485, бит/с: 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200. Выбирается программно;
- модули имеют встроенный контроллер и благодаря наличию каналов дискретного вывода могут выполнять функцию автономного локального релейного или ПИД регулирования;
- встроенное ЭППЗУ позволяет хранить настройки модуля при выключенном питании;
- степень защиты от воздействий окружающей среды – IP20;
- наработка на отказ не менее 100 000 час;
- масса модуля не более 500 г.

См. также п. 3.5.

### 3.3. Точность измерений

Погрешность измерений напряжения, тока, сопротивления и температуры складывается из основной погрешности и дополнительной. Основная погрешность определяется в нормальных условиях эксплуатации (см. п. 5.2.2). Дополнительная погрешность появляется, когда прибор используется в условиях, отличных от нормальных. Дополнительная погрешность алгебраически складывается с основной.

### 3.3. Точность измерений

Основная погрешность измерений дана в табл. 2 - табл. 4 в виде относительной погрешности, приведенной к верхней границе динамического диапазона. Для диапазонов с несимметричными пределами погрешность нормирована на ширину диапазона (ГОСТ 8.401-80).

Табл. 2. Метрологические характеристики модуля NL-8TI-24V

Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности	Пределы допускаемой доп. погрешности, вызванной изменением температуры на 10 °С
Термопара J-типа (ТЖК) От -210 до +1200 °С	±1 °С	0,25 предела основной погрешности
Термопара K-типа (ТХА) От -200 до +1372 °С	±1 °С	
Термопара T-типа (ТМК) От -200 до +400 °С	±1 °С	
Термопара E-типа (ТХКн) От -200 до +1000 °С	±1 °С	
Термопара R-типа (ТПП - плат. 13%) От -50 до +1768 °С	±1,5 °С	
Термопара S-типа (ТПП, плат. 10%) От -50 до +1768 °С	±1,5 °С	
Термопара B-типа (ТПР) От +250 до +1820 °С	±2 °С	
Термопара N-типа (ТНН) От -200 до +1300 °С	±1,5 °С	
Термопара L-типа (ТХК) От -200 до +800 °С	±1,5 °С	
Термопара типа A1 (ТВР) От 0 до +2500 °С	±1,5 °С	
Термопара типа A2 (ТВР) От 0 до +1800 °С	±1,5 °С	
Термопара типа A3 (ТВР) От 0 до +1800 °С	±1,5 °С	

*Примечания:*

1. Погрешность измерения температуры с помощью термопары включает в себя погрешность модуля и погрешность линеаризации нелинейности термопары и

не включает погрешность самой термопары и погрешность встроенного датчика температуры холодного спая.

2. Пределы допускаемой основной погрешности указаны в абсолютных значениях.
3. Погрешности датчика температуры холодного спая представлены в табл. 5.
4. Применение термопар, работающих в диапазоне от 0 °С, возможно только при температуре корпуса модуля выше 0 °С или отключенном встроенным датчике холодного спая.

Табл. 3. Метрологические характеристики модуля NL-4RTD-24V

Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности	Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры на 10 °С
Pt50, Pt100, Pt500, Pt1000 с температурным коэффициентом $\alpha=0.00385 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ от -200 °С до +850 °С	$\pm 0,1 \%$	$\pm 0,05 \%$
50П, 100П, 500П, 1000П с температурным коэффициентом $\alpha=0.00391 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ от -200 °С до +850 °С		
100Н, 500Н, 1000Н с температурным коэффициентом $\alpha=0.00617 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ от -60 °С до +180 °С		
Cu50, Cu100, Cu500, Cu1000 с температурным коэффициентом $\alpha=0.00426 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ от -50 °С до +200 °С		
50М, 100М, 500М, 1000М с температурным коэффициентом $\alpha=0.00428 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ от -180 °С до +200 °С		

*Примечания:*

1. Погрешность измерения температуры приведена без учета погрешности датчика (термопреобразователя сопротивления).
2. Погрешность приведена к верхней границе диапазона измерений.

### 3.4. Технические параметры

Табл. 4. Метрологические характеристики модуля NL-8AI-24V

Режим измерения	Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности	Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры на 10 °С
Дифференциальный	±10 В; ±5 В; ±1 В; ±500 мВ; ±150 мВ	±0,1 %	±0,05 %
	±25 мА		
Одиночный	от 0 до 10 В; от 0 до 5 В; от 0 до 1 В; от 0 до 500 мВ; от 0 до 150 мВ	±0,1 %	±0,05 %
	от 0 до 25 мА		

Примечания:

1. Погрешность приведена к верхней границе диапазона измерений.

### 3.4. Технические параметры

В табл. 5 приведены технические характеристики для модулей.

Табл. 5. Параметры модулей

Параметр	Значение параметра	Примечание
<i>Параметры порта RS-485</i>		
Защита от перегрева выходных каскадов порта RS-485	Есть	Предохраняет выходные каскады от перегрева в случае продолжительного короткого замыкания в шине RS-485.
Защита от короткого замыкания клемм порта RS-485	Есть	
Защита от электростатического разряда и выбросов на клеммах порта RS-485	Есть	
Нагрузочная способность	Не более 32	Определяется суммарной емкостью и индуктивностью

**Технические данные**

Параметр	Значение параметра	Примечание
		нагрузки порта из условий искробезопасности
Дифференциальное выходное напряжение	от 1,5 до 5 В	При сопротивлении нагрузки от 27 Ом до бесконечности
Ток короткого замыкания выходов	от 35 до 80 мА	
<i>Параметры приемника порта RS-485</i>		
Уровень логического нуля порта в режиме приема	от -0,2 до +0,2 В	Дифференциальное входное напряжение.
Гистерезис по входу	70 мВ	
Входное сопротивление	12 кОм	Типовое значение
Входной ток	1 мА	Максимальное значение
<i>Параметры аналоговых входов</i>		
Разрядность АЦП, не менее	16 бит	
Коэффициент ослабления помехи нормального вида	98 дБ	На частоте 50 Гц
Коэффициент ослабления помехи общего вида	120 дБ	На частоте 50 Гц
Защита от перенапряжения по входам	от -40 В до +55 В	Как при включенном, так и при выключенном питании модуля ( <i>см. примечание к таблице, пункт 4</i> )
Погрешность датчика температуры холодного спая	±1 °С	Не более
Нелинейность датчика температуры холодного спая	±0,5 °С	Не более
Ток возбуждения термосопротивлений	200 мкА	Для NL-4RTD-24V
Входное сопротивление, не менее	5 МОм	для NL-4RTD-24V, NL-8TI-24V, для NL-8AI-24V на диапазонах 150 мВ, 500 мВ, 1 В, 25 мА.
	100 кОм	для NL-8AI-24V на диапазонах ±5 В (от 0 до 5 В) и ±10 В (от 0 до 10 В)

### 3.4. Технические параметры

Параметр	Значение параметра	Примечание
Время измерения для NL-4RTD-24V, NL-8TI-24V, с	0,1*N	N-число активных каналов
Время измерения для NL-8AI-24V, с	0,1*N 0,035*N 0,005*N	N-число активных каналов
<i>Параметры дискретного выхода</i>		
Максимальное рекомендуемое рабочее напряжение на выходе	от 0 до 26 В	<b>Задается внешним источником напряжения, мощностью не более 1,5 Вт (для обеспечения требований Ex)</b>
Максимальный ток нагрузки <i>(см. примечание к таблице, пункт 5)</i>	1 А	<b>Ограничение должно производиться внешним источником напряжения (для обеспечения требований Ex)</b>
Сопротивление открытого выходного ключа, не более	0,25 Ом	при 25 °С
	0,5 Ом	на диапазоне от -40 до 50 °С
Ток утечки закрытого выходного ключа	50 мкА	Не более, при температуре +25 °С
Длительность фронта переключения выхода	2,5 мкс	
<b>Ток срабатывания защиты от перегрузки по току</b>	от 1,7 до 3,5 А	При срабатывании защиты выходной транзистор переходит в запертое состояние, для вывода из которого необходимо снять питание нагрузки и сигнал отпирания ключа. <i>(см. примечание к таблице, пункт 5)</i>
Напряжение срабатывания защиты от перенапряжения по выходу	От 45 до 55 В	Перенапряжение невозможно при питании системы от источника питания взрывозащищённого исполнения <i>(см. примечание к таблице, пункт 5)</i>
Время перехода в защищенное состояние	5 мкс	Не более

Параметр	Значение параметра	Примечание
Защита от электростатического разряда при потенциале источника заряда	4 кВ	По модели тела человека, при C=100 пФ, R=1500 Ом
<i>Параметры цепей питания</i>		
Напряжение питания	от 10 до 27 В	
Потребляемая мощность NL-8TI-24V NL-4RTD-24V NL-8AI-24V	0,72 Вт 0,6 Вт 0,7 Вт	
Защита от неправильного подключения полярности источника питания	есть	

*Примечание к таблице*

1. При обрыве линии с приемной стороны порта RS-485 приемник показывает состояние логической единицы.
2. Максимальная длина кабеля, подключенного к выходу передатчика порта RS-485, равна 1,2 км, если она не ограничена емкостью кабеля из условий искробезопасности (см. п. 3.1, 6.1).
3. Импеданс нагрузки порта RS-485 должен быть равен 100 Ом
4. Модули питаются от искробезопасного источника питания. При правильном монтаже системы параметры внешних цепей не могут выходить за границы, указанные в п. 3.1. Поэтому условия срабатывания некоторых защит могут никогда не наступить.
5. Максимальные параметры, указанные в этой таблице, являются максимальными из условий сохранения работоспособности прибора, но не из условий искробезопасности, см. п. 3.1.

Табл. 6. Параметры линий связи модуля NL-4RTD-24V с термопреобразователями сопротивления

R <sub>линии</sub> , Ом, не более	Исполнение линий
0,03	2х-проводная
15	3х-проводная, провода равной длины и сечения
50	4х-проводная, провода произвольной длины и сечения

*Примечание:*

R<sub>линии</sub> – допустимое сопротивление каждого провода без внесения дополнительной погрешности.

## 4.1. Структура модулей

---

### 3.5. Предельные условия эксплуатации и хранения

Модули не повреждаются при следующих предельных условиях:

- напряжение на входах от -40 до +55 В (для обеспечения искробезопасности напряжение на входах не должно выходить за диапазон 0...+12 В);
- напряжение питания до +27 В;
- относительная влажность не более 95 %;
- вибрации в диапазоне 10...55 Гц с амплитудой не более 0,15 мм;
- конденсация влаги на приборе не допускается. Для применения в условиях с конденсацией влаги, в условиях пыли, дождя, брызг или под водой модуль следует поместить в дополнительный защитный кожух с соответствующей степенью защиты;
- модуль не может эксплуатироваться в среде газов, вызывающих коррозию металла;
- модуль рассчитан на непрерывную работу в течение 10 лет;
- срок службы изделия – 20 лет;
- температура окружающей среды во время эксплуатации от -40 до +50 °С;
- оптимальная температура хранения +5...+40 °С;
- предельная температура хранения -40...+85 °С.

## 4. Описание принципов построения

### 4.1. Структура модулей

Модули имеют входы, к которым могут подключаться любые источники аналоговых сигналов напряжения, источники токовых сигналов в диапазоне 0-20 и 4-20 мА, датчики температуры (термопара, термосопротивление).

Сигналы с входа модуля подаются на вход АЦП через аналоговый коммутатор (мультиплексор) и преобразуются в цифровой 24-разрядный код. АЦП имеет встроенный цифровой фильтр и усилитель с цифрууправляемым коэффициентом усиления. Это позволяет программно изменять полосу пропускания и диапазон входных напряжений. Число разрядов АЦП уменьшается при увеличении усиления. Поэтому число разрядов было уменьшено до 16, что позволило получить входные диапазоны с большим усилением.

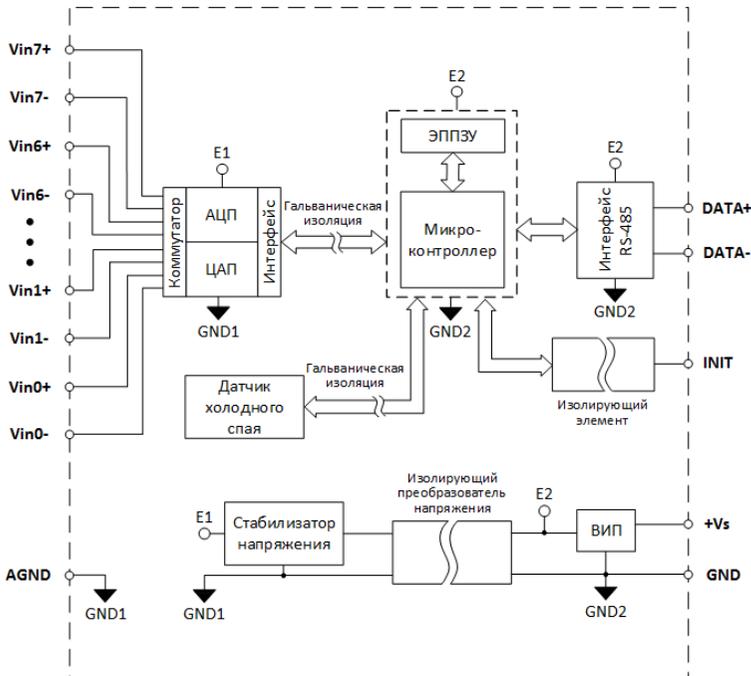


Рис. 4.1. Структурная схема модуля NL-8TI-24V, взрывозащищённого исполнения

Цифровой сигнал с выхода АЦП поступает в микроконтроллер через изолирующий повторитель с магнитной связью. Изолированная часть модуля, содержащая АЦП, питается через развязывающий преобразователь постоянного напряжения, чем обеспечивается полная гальваническая изоляция входов от блока питания и интерфейсной части (рис. 4.1 - рис. 4.3).

Микроконтроллер модуля выполняет следующие функции:

- исполняет команды, посылаемые из управляющего компьютера (контроллера);
- компенсирует нелинейности термопар и резистивных термопреобразователей с помощью аппроксимируемых полиномов;
- выполняет юстировку измерительных каналов АЦП;
- реализует протокол обмена через интерфейс RS-485.

## 4.1. Структура модулей

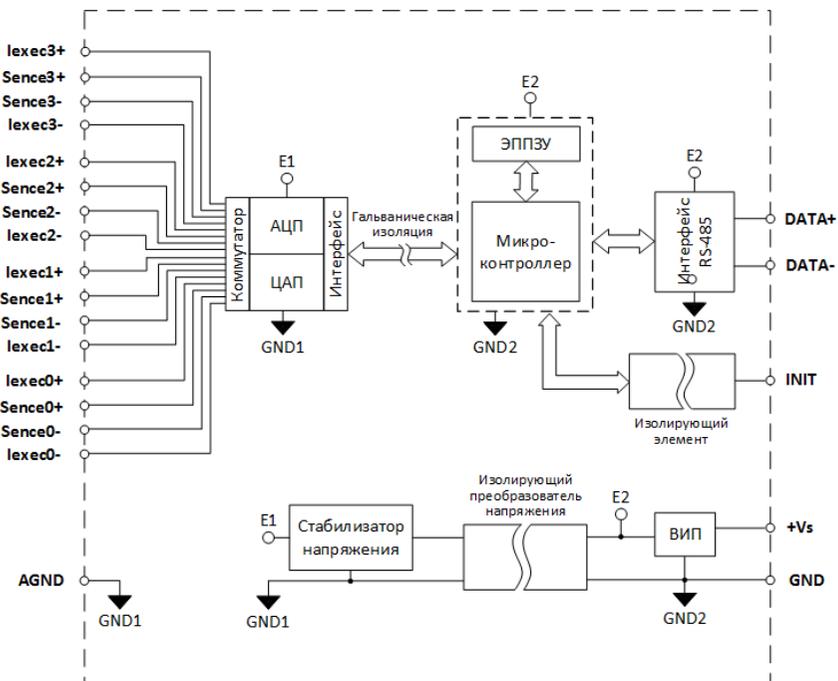


Рис. 4.2. Структурная схема модуля NL-4RTD-24V, взрывозащищённого исполнения

В состав модулей входит сторожевой таймер, перезагружающий модуль, если микроконтроллер перестает вырабатывать сигнал "ОК" (это периодический сигнал, подтверждающий, что микроконтроллер не "завис"). Второй сторожевой таймер внутри микроконтроллера переводит выходы модуля в безопасные состояния ("Safe Value"), если из управляющего компьютера перестает приходить сигнал "Host OK". Обычно безопасными состояниями считаются те, которые получаются на выходах модуля при отключении питания. В описываемых модулях это высокоомные состояния. Однако выходам модуля можно назначить любые состояния, которые в конкретных условиях применения считаются безопасными.

Схема питания модулей содержит вторичный импульсный источник питания, преобразующий напряжение питания. Модули содержат также изолирующий преобразователь напряжения для питания аналоговой части и второй изолирующий преобразователь для питания выходных каскадов модуля. Для питания АЦП используется линейный стабилизатор напряжения.

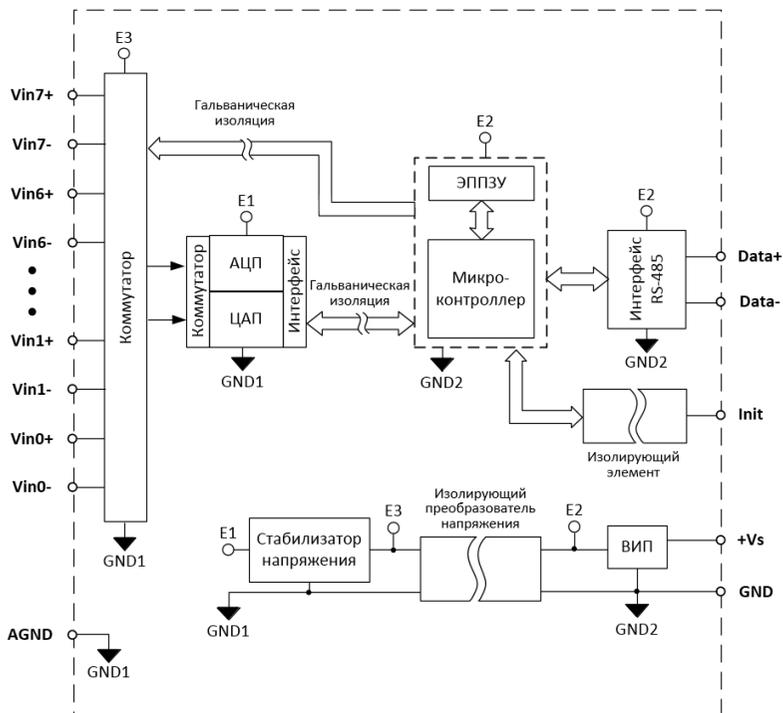


Рис. 4.3. Структурная схема модуля NL-8AI-24V, взрывозащищённого исполнения

Для модуля NL-8AI-24V в режиме дифференциального измерения входы Vin0+...Vin0- и Vin7+...Vin7- соответствуют каналам с 0-го по 7-й.

Для модуля NL-8AI-24V в режиме одиночного измерения входы Vin0+...Vin7+ соответствуют каналам с 0-го до 7-го, а входы Vin0-...Vin7- соответствуют каналом с 8-го по 15-й.

## 5. Метрологическое обслуживание

Согласно ст.18, п.1 Закона №102-ФЗ от 26 июня 2008 г. "Об обеспечении единства измерений" средства измерения, не подлежащие поверке, могут подвергаться калибровке. Отличие калибровки от поверки в том, что поверку выполняют органы государственной метрологической службы, а ка-

## 5.2. Методика юстировки модуля

---

либровку может выполнять любое заинтересованное лицо. Калибровка выполняется для средств измерений, не подлежащих государственному метрологическому контролю.

Поверка и калибровка модуля выполняются методом сличения с эталоном, когда одна и та же физическая величина измеряется сначала образцовым прибором, затем - модулем серии NL. Абсолютная погрешностью измерений оценивается как разность показаний этих приборов.

Модули серии NL юстируются (т.е. подстраиваются, градуируются) изготовителем перед их поставкой. Однако периодическую юстировку может выполнять пользователь, если прибор не используется в сферах государственного регулирования обеспечения единства измерений. Для этого не нужно вскрывать корпус прибора, вся процедура выполняется программно. Поправки, полученные при юстировке, сохраняются в ЭППЗУ модуля и учитываются встроенным контроллером перед выдачей результата измерения в порт RS-485. Поверку прибора следует выполнять после его юстировки.

## 5.1. Методика юстировки модуля

Межкалибровочный (межповерочный) интервал модуля, установленный исходя из параметров старения модуля и запаса нормируемой погрешности по отношению к фактической, составляет 5 лет.

## 5.2. Методика юстировки модуля

### 5.2.1. Средства юстировки

Для юстировки следует использовать образцовый вольтметр, амперметр и омметр, имеющие погрешность измерений в условиях юстировки, по крайней мере в 3 раза меньшую, чем юстируемый модуль. Образцовые приборы должны быть поверены.

При юстировке на вход модуля подаются тестовые напряжения, ток или сопротивление. Источник тестовых напряжений или сопротивления должен иметь временную стабильность не хуже 0,01 % за время юстировки и пульсации не более 0,01 %. Величина тестового напряжения, тока или сопротивления может задаваться калибратором, либо аналогичным прибором, обеспечивающим формирование выходных электрических сигналов соответствующих параметров с требуемой погрешностью.

Вывод AGND модуля не следует соединять с защитным заземлением лаборатории. Если источник тестового напряжения питается от сети, его корпус должен быть заземлен для уменьшения емкостной наводки из сети 50 Гц. Все приборы, подлежащие защитному заземлению, должны быть подсоединены к одной и той же общей клемме заземления. Один из выводов источника калиброванного напряжения или тока можно соединить с заземлением, если это указано в инструкции по его эксплуатации. Приборы, имеющие батарейное питание, заземлять не следует.

### 5.2.2. Условия юстировки

При проведении юстировки соблюдайте следующие условия (ГОСТ Р 52931):

- температура окружающего воздуха  $20 \pm 5$  °С;
- относительная влажность от 45 до 75 %;
- атмосферное давление от 86 до 106 кПа;
- напряжение питания - постоянное напряжение в диапазоне от 10 до 27 В.

Перед юстировкой модуль выдерживают при указанной температуре не менее 15 мин.

## 5.3. Юстировка модуля NL-8AI-24V

Модуль NL-8AI-24V имеет режим работы как с дифференциальным, так и с одиночным входом. Юстировку следует проводить в том режиме, в котором модуль будет использоваться. **Важно! Юстировка выполняется по нулевому каналу модуля.**

### 5.3.1. Юстировка диапазонов напряжения модуля NL-8AI-24V

Процесс юстировки диапазонов напряжения для NL-8AI-24V выполняется по следующему алгоритму:

- подключить калибратор к нулевому каналу модуля проводом минимальной длины (для дифференциального режима - в соответствии с рис. 5.1, для одиночного режима – в соответствии с рис. 5.2);
- выбрать диапазон измерения канала записью соответствующего значения в регистр «Диапазон канала 0» для протокола Modbus RTU или командой «\$AA7CiRrr» для протокола DCON;
- подать нулевое напряжение (0 В) на вход преобразователя;
- выполнить команду юстировки смещения, записав значение 00h 00h в регистр «Калибровка смещения канала 0» для протокола Modbus RTU

### 5.3. Юстировка модуля NL-8AI-24V

или выполнить команду «\$AA1» (предварительно разрешив калибровку командой «^AAEV(Пароль)») для протокола DCON;

- подать юстировочное напряжение в зависимости от выбранного диапазона в соответствии с табл. 7;
- выполнить команду юстировки усиления, записав значение 00h 00h в регистр «Калибровка усиления канала 0» для протокола Modbus RTU или выполнить команду «\$AA0» (предварительно разрешив калибровку командой «^AAEV(Пароль)») для протокола DCON.

Табл. 7. Напряжение необходимое для юстировки усиления

Диапазон	Юстировочное напряжение
От -10 до +10 В (От 0 до +10 В)	10 В
От -5 до +5 В (От 0 до +5 В)	5 В
От -1 до +1 В (От 0 до +1 В)	1 В
От -500 до +500 мВ (От 0 до +500 мВ)	500 мВ
От -150 до +150 мВ (От 0 до +150 мВ)	150 мВ

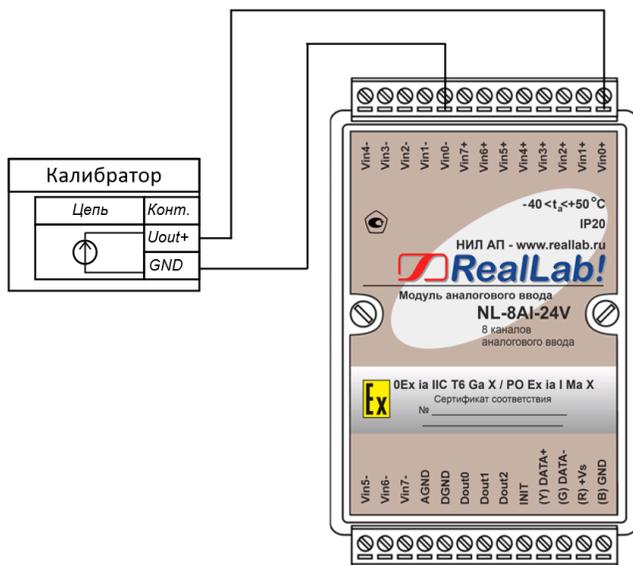


Рис. 5.1. Соединение приборов для юстировки диапазонов напряжений в дифференциальном режиме измерения модуля NL-8AI-24V

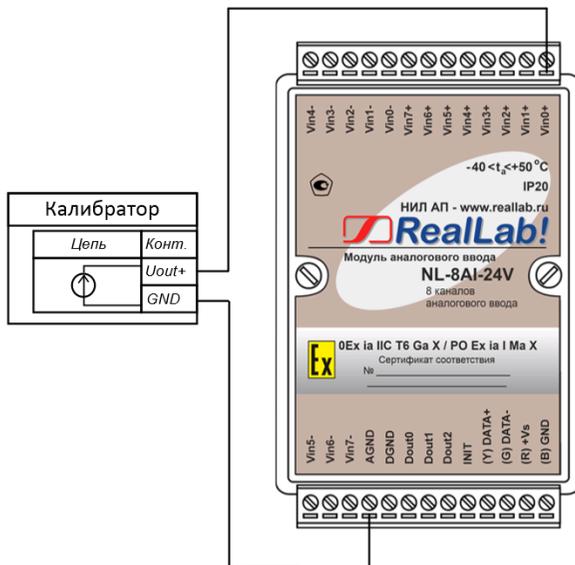


Рис. 5.2. Соединение приборов для юстировки диапазонов напряжений в одиночном режиме измерения модуля NL-8AI-24V

### 5.3.2. Юстировка токового диапазона модуля NL-8AI-24V

Процесс юстировки токового диапазона для NL-8AI-24V выполняется по следующему алгоритму:

- подключить параллельно входу преобразователя резистор (для дифференциального режима - в соответствии с рис. 5.3) сопротивлением 49.9 Ом с ТКС не хуже  $\pm 25 \cdot 10^{-6} 1/^\circ C$ , например, C2-29В, группы "Д", или модуль NL-8CS-49,9, содержащий в своем составе 8 таких резисторов, и калибратор;
- установить токовый диапазон канала, записав значение 00h 0Dh в регистр «**Диапазон канала 0**» для протокола Modbus RTU или командой «\$AA7CiRt» для протокола DCON;
- подать нулевой ток (0 мА) на вход модуля;
- выполнить команду юстировки смещения, записав значение 00h 00h в регистр «**Калибровка смещения канала 0**» для протокола Modbus RTU или выполнить команду «\$AA1» (предварительно разрешив калибровку командой «^AAEV(Пароль)») для протокола DCON;

## 5.4. Юстировка термопар модуля NL-8TI-24V

- подать ток 25 мА на вход модуля;
- выполнить команду юстировки усиления, записав значение 00h 00h в регистр «Калибровка усиления канала 0» для протокола Modbus RTU или выполнить команду «\$AA0» (предварительно разрешив калибровку командой «^AAEV(Пароль)») для протокола DCON.

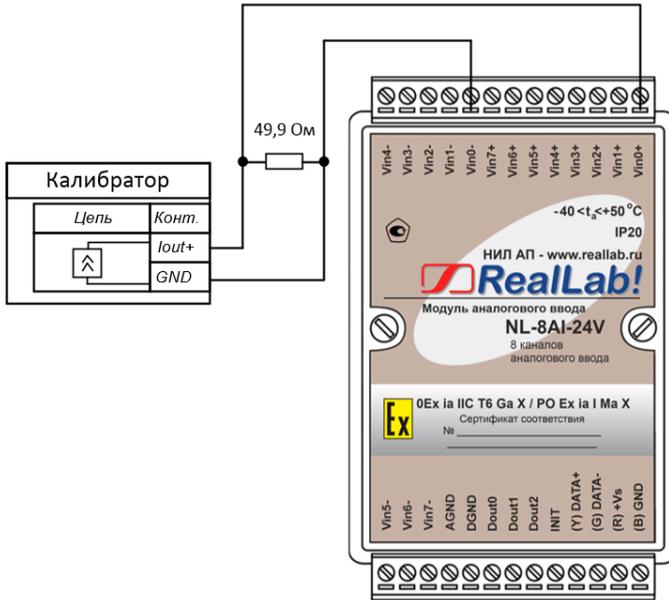


Рис. 5.3. Соединение приборов для юстировки токового диапазона в дифференциальном режиме модуля NL-8AI-24V

## 5.4. Юстировка термопар модуля NL-8TI-24V

**Важно! Юстировка выполняется по нулевому каналу модуля и применяется на все остальные каналы. Калибровочные коэффициенты для термопар сгруппированы в соответствии с табл. 8. При калибровке одного типа термопары из группы, остальные юстируются автоматически. Например, при калибровке термопары К остальные J, E, N, L юстируются автоматически.**

Процесс юстировки термопар для модулей NL-8TI-24V выполняется по следующему алгоритму:

- подключить калибратор к каналу 0 модуля проводом минимальной длины в соответствии с рис. 5.4;
- выбрать тип термопары канала 0 записью соответствующего значения в регистр «Диапазон канала 0» для протокола Modbus RTU или командой «\$AA7CiRtt» для протокола DCON;
- подать калибратором нулевое напряжение (0 В) на вход модуля;
- выполнить команду юстировки смещения, записав значение 00h 00h в регистр «Калибровка смещения канала 0» для протокола Modbus RTU или выполнить команду «\$AA1» (предварительно разрешив калибровку командой «^AAEV(Пароль)») для протокола DCON;
- подать калибратором юстировочное напряжение в соответствии с табл. 8;
- выполнить команду юстировки усиления, записав значение 00h 00h в регистр «Калибровка усиления канала 0» для протокола Modbus RTU или выполнить команду «\$AA0» (предварительно разрешив калибровку командой «^AAEV(Пароль)») для протокола DCON.

Табл. 8. Напряжение необходимое для юстировки усиления термопар

Тип термопары	Юстировочное напряжение, мВ
J, K, E, N, L	77 мВ
T, R, A1, A2, A3	34 мВ
S, B	19 мВ

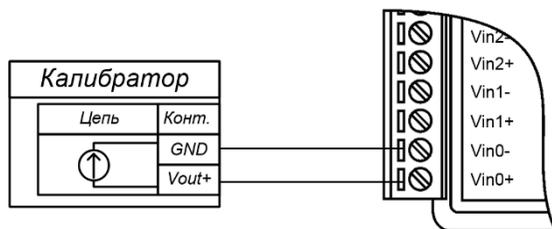


Рис. 5.4. Соединение приборов для юстировки термопар модуля NL-8TI-24V

## 5.5. Юстировка модуля NL-4RTD-24V

**Важно! Юстировка выполняется по нулевому каналу модуля и применяется на все остальные каналы. Калибровочные коэффициенты для**

## 5.5. Юстировка модуля NL-4RTD-24V

---

**термосопротивлений сгруппированы в соответствии с табл. 9. При калибровке одного типа термосопротивления из группы, остальные юстируются автоматически. Например, при калибровке термосопротивления Pt 50 остальные 50 П, Cu 50, 50 М юстируются автоматически.**

Для юстировки модуля NL-4RTD-24V необходим образцовый магазин сопротивлений, которым набирают сопротивления в соответствии с табл. 9. Допускается использовать также термостабильный резистор (например, С2-29В, группы "Д") совместно с образцовым омметром. Омметр используется для измерения сопротивления резистора, а резистор – для юстировки модуля.

При использовании трехпроводной схемы включения датчика (рис. 5.5) юстировку следует проводить с проводами реальной длины (как в условиях эксплуатации). Это позволит скомпенсировать в процессе юстировки паразитное падение напряжения на проводах.

**Отметим, что юстировку следует выполнять в той схеме подключения датчика, в которой он будет использоваться.**

Процесс юстировки термосопротивлений для модулей NL-8TI-24V выполняется по следующему алгоритму:

- подготовить 3-проводную (рис. 5.5) или 4-проводную (рис. 5.6) схему соединения калибратора к нулевому каналу модуля;
- установить тип собранной схемы подключения калибратора к модулю записью в регистр «Схема подключения датчика канала 0» для протокола Modbus RTU или командой «\$AAWNS» для протокола DCON;
- установить тип калибруемого датчика записью соответствующего значения в регистр «Диапазон канала 0» для протокола Modbus RTU или командой «\$AA7CiRtg» для протокола DCON;
- установить на калибраторе сопротивление, равное 0 Ом;
- выполнить калибровку смещения записав значение 00h в регистр «Калибровка смещения канала 0» для протокола Modbus RTU или выполнить команду «\$AA1» (предварительно разрешив калибровку командой «^AAEV(Пароль)») для протокола DCON;
- установить на калибраторе юстировочное сопротивление в соответствии с калибруемым типом датчика (см. табл. 9);
- выполнить калибровку усиления записав значение 00h в регистр «Калибровка усиления канала 0» или выполнить команду «\$AA0» (предварительно разрешив калибровку командой «^AAEV(Пароль)») для протокола DCON.

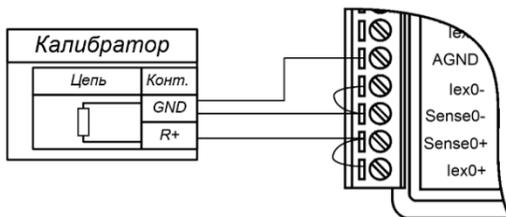


Рис. 5.5. Подключение приборов для юстировки термосопротивлений по трехпроводной схеме соединения модуля NL-4RTD-24V

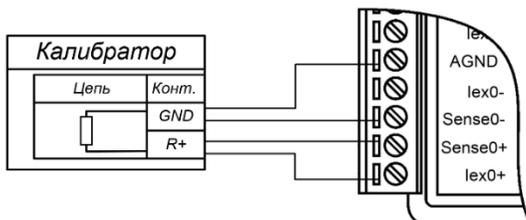


Рис. 5.6. Подключение приборов для юстировки термосопротивлений по четырехпроводной схеме соединения модуля NL-4RTD-24V

Табл. 9. Сопротивление необходимое для юстировки усиления

Тип датчика RTD	Юстировочное сопротивление, Ом
Pt 50 ( $\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )	200
50 П ( $\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )	
Cu 50 ( $\alpha = 0,00426 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )	
50 М ( $\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )	
Pt 100 ( $\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )	400
100 П ( $\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )	
Cu 100 ( $\alpha = 0,00426 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )	
100 М ( $\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )	
Н 100 ( $\alpha = 0,00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )	2000
Pt 500 ( $\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )	
500 П ( $\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )	
500 М ( $\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )	
Н 500 ( $\alpha = 0,00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )	

## 5.6. Методика поверки

Тип датчика RTD	Юстировочное сопротивление, Ом
Pt 1000 ( $\alpha = 0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )	4000
1000 П ( $\alpha = 0,00391 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )	
Cu 1000 ( $\alpha = 0,00426 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )	
1000 М ( $\alpha = 0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )	
Н 1000 ( $\alpha = 0,00617 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )	

## 5.6. Методика поверки

Целостность встроенного в модуль программного обеспечения (ПО) проверяется через интерфейс связи с модулем RS-485 путем запроса версии метрологически значимой части ПО по протоколу DCON (~AAV) или по протоколу Modbus RTU ([Версия метрологически значимой части ПО](#)).

## 6. Руководство по применению

Для работы с модулями серии NL взрывозащищённого исполнения необходимо иметь следующие компоненты:

- сам модуль;
- управляющий компьютер (контроллер) с портом RS-485;
- искробезопасный повторитель интерфейса RS-485 взрывозащищённого исполнения (например, NL-485C-24V).
- При отсутствии у управляющего компьютера (контроллера) порта RS-485 допускается установка конвертера интерфейсов USB в RS-485 в связке с искробезопасным повторителем интерфейса RS-485 взрывозащищённого исполнения;
- искробезопасный источник питания с выходным напряжением от 10 до 27 В;

**ВНИМАНИЕ!** В аналоговых модулях все неиспользуемые входы должны быть заземлены. В противном случае на «плавающих» входах наводится сигнал помехи, который проникает на выход системы.

## 6.1. Правила взрывобезопасности

При монтаже системы автоматики модули с маркировкой взрывозащиты [Ex ia Ga] IIC или [Ex ia Ma] I располагаются вне взрывоопасной зоны, а модули с маркировкой 0Ex ia IIC T6 Ga X или PO Ex ia I Ma X могут располагаться как внутри взрывоопасной зоны, так и вне ее (рис. 6.1).

Прежде чем приступить к монтажу модулей, необходимо проверить маркировку взрывозащиты, нанесенную на корпус прибора, а также убедиться в целостности корпуса.

Необходимо контролировать суммарную емкость и индуктивность проводов, подключаемых к искробезопасным клеммам модулей и внутреннюю емкость, и индуктивность присоединяемого оборудования (см. п. 3.1).

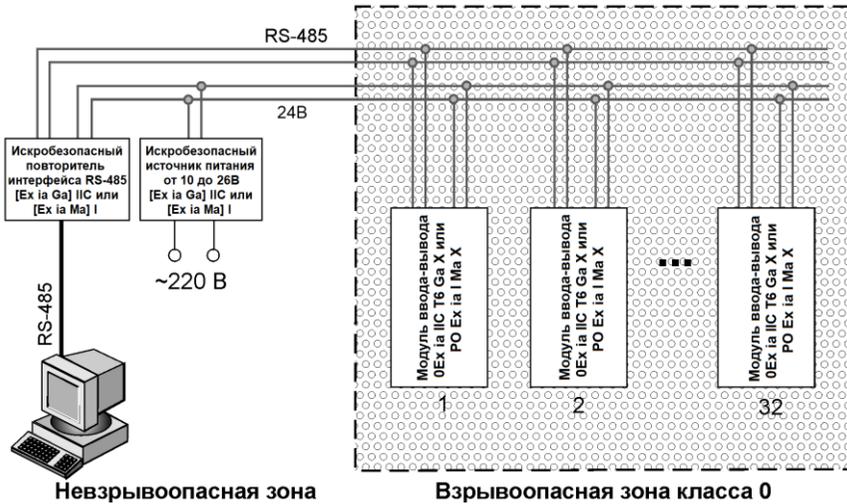


Рис. 6.1. Блок-схема искробезопасной системы на плане взрывоопасных зон

*Запрещается ремонтировать вышедшие из строя модули. Они могут быть только заменены на годные у изготовителя (НИЛ АП, ООО) или торговой организации.*

## 6.2. Монтирование модуля

---

### 6.2. Монтирование модуля

Модуль может быть использован на производствах и объектах как вне, так и внутри взрывоопасных зон в соответствии с настоящим руководством по эксплуатации.

Для защиты модуля от проникновения пыли, воды и для обеспечения электростатической безопасности модули должны устанавливаться внутри сертифицированной взрывозащищенной коробки ли шкафа. Уплотнения и соединения элементов конструкции взрывозащищенных коробок или шкафов должны обеспечивать степень защиты оболочки от внешних воздействий не ниже IP54 по ГОСТ 14254, см, например, рис. 6.2.



Рис. 6.2. Модуль серии NL взрывозащищённого исполнения в сертифицированном пылевлагозащищенном корпусе IP66

Модуль устанавливается на DIN-рейку. Для этого нужно оттянуть пружинящую защелку, затем надеть модуль на рейку и отпустить защелку. Чтобы снять модуль, сначала оттяните защелку, затем снимите модуль. Оттягивать защелку удобно отверткой.

Модули можно также крепить один сверху другого. Такой способ удобен, когда размеры монтажного шкафа жестко ограничены, а его толщина позволяет расположить несколько модулей один над другим. Для этого используют вспомогательный отрезок стандартной 35-мм DIN рейки, в которой делают два отверстия диаметром 5 мм на расстоянии 60 мм одно от другого,



### 6.3. Органы индикации модуля

взрывоопасной зоны, в пределах взрывоопасной зоны он должен быть защищен от случайного соприкосновения с заземленными проводниками. Искробезопасные цепи не должны заземляться, если этого не требуют условия работы электрооборудования.

При подключении термопары обратите внимание на полярность ее выводов и обозначения "+" и "-" на входных клеммах модуля.

Подключите клеммы порта RS-485 модуля через искробезопасный повторитель интерфейса RS-485 взрывозащищённого исполнения (например, NL-485C-24V) к порту RS-485 управляющего компьютера (контроллера). Подключите термопару к входным зажимам модуля (см. рис. 6.5).

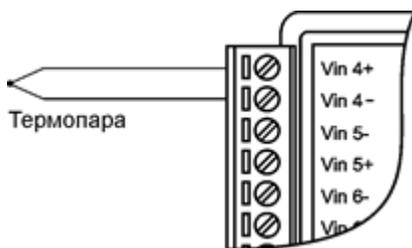


Рис. 6.5 . Подключение термопары к каналу 4 модуля.

Опрос модуля можно осуществлять с помощью NLConfig или NLConfig v2.

### 6.3. Органы индикации модуля

На лицевой панели модуля расположены следующие индикаторы, свечение которых отображает состояние модуля:

- зеленый светодиодный индикатор «Работа»;
- красный светодиодный индикатор «Отказ».

Расшифровка состояний светодиодов указана в табл. 10

Табл. 10. Индикация модулей

Состояние светодиода «Работа»	Состояние светодиода «Отказ»	Состояние модуля
Свечение отсутствует	Свечение отсутствует	Отсутствие питания
Свечение отсутствует	Постоянное свечение	Проблемы с прошивкой

Постоянное свечение	Свечение отсутствует	Нормальная работа
Краткосрочное мигание	-	Обмен данными с модулем по интерфейсу RS-485
Постоянное свечение	Постоянное свечение	Режим Init
-	Мигание с определённым периодом	Ошибка системного сторожевого таймера

## **6.4. Программное конфигурирование модуля**

Конфигурирование модуля осуществляется вне взрывоопасной зоны.

Прежде чем подключить модуль к сети, его необходимо сконфигурировать, т.е. задать скорость обмена данными, установить бит контрольной суммы, адрес, номер входного диапазона и формат данных (см. "Быстрый старт").

### **6.4.1. Заводские установки**

*Заводскими установками (по умолчанию) являются следующие:*

- скорость обмена 9600 бит/с;
- количество бит данных – 8;
- один стоп бит;
- четность – нет;
- адрес 01 (шестнадцатеричный);
- протокол DCON.

Изготовителем устанавливаются также следующие параметры:

- входной диапазон -  $\pm 10$  В для NL-8AI-24V; термopара J-типа (ТЖК) для NL-8TI-24V; Pt100 для модуля NL-4RTD-24V;
- контрольная сумма отключена;
- все входы мультиплицируются по очереди;
- формат данных – инженерные единицы.

### **6.4.2. Применение режима INIT**

Этот режим используется для конфигурации модуля, а также в случае, когда пользователь не знает ранее установленные параметры конфигурации модуля. Для решения проблемы достаточно перейти в режим INIT, как это

## 6.4. Программное конфигурирование модуля

описано ниже, и считать нужные параметры, хранящиеся в ЭППЗУ модуля. В режиме INIT модуль запускается с заводскими установками (см. п.6.4.1) кроме адреса, который равен 00. Установленные в режиме INIT параметры вступают в силу после отключения режима INIT и перезагрузки модуля.

Для перехода в режим INIT выполните следующие действия:

- выключите модуль;
- установить переключку между выводами INIT\* и GND в соответствии с рис. 6.6;
- включите питание.

Для выхода из режима INIT выполните следующие действия:

- выключить питание модуля;
- убрать переключку между выводами INIT\* и GND;
- включить питание.

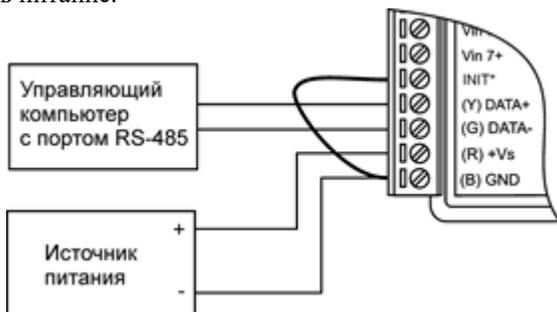


Рис. 6.6. Соединение вывода INIT\* с "землей" для перехода в режим INIT

### 6.4.3. Применение контрольной суммы в протоколе DCON

Контрольная сумма позволяет обнаружить ошибки в командах, посланных из управляющего компьютера в модуль, и в ответах модуля.

Контрольная сумма представляется двумя ASCII символами шестнадцатеричного формата и передается непосредственно перед "возвратом каретки". Контрольная сумма должна быть равна сумме кодовых значений всех ASCII символов, представленных в команде. Эта сумма должны быть представлена в шестнадцатеричной системе счисления. Если сумма больше FFh, то в качестве контрольной суммы используется только младший байт. Если контрольная сумма в команде записана ошибочно или пропущена, модуль отвечать не будет.

### Пример.

Предположим, мы хотим переслать в модуль команду \$012 (см. п. 12.9.12). Сумма ASCII кодов символов команды (символ возврата каретки не считается) равна:

$$“$”+“0”+“1”+“2” = 24h+30h+31h+32h=B7h,$$

контрольная сумма равна B7h, т.е. перед символом в команде надо указать "B7", и команда \$012 будет выглядеть как \$012B7.

Если ответ модуля на эту команду без контрольной суммы получен в виде, например, !01400600, то сумма ASCII кодов символов этой команды равна:

$$“!”+“0”+“0”+“1”+“4”+“0”+“0”+“6”+“0”+“0”=21h+30h+31h+34h+30h+30h+36h+30h+30h=1ACh,$$

и контрольная сумма для этого случая равна ACh, т.е. ответ модуля при работе с контрольной суммой будет, например, !014006C0AC, где последний байт C0 означает, что установлен режим обмена с контрольной суммой.

## 6.5. Ввод сигналов $\pm 25$ мА

Для ввода сигналов  $\pm 25$  мА, параллельно входу модуля нужно подключить измерительный резистор сопротивлением 49,9 Ом (рис. 6.7) или модули NL-8CS-49,9, содержащий в своем составе 8 аналогичных резисторов (см. схемы подключения на сайте [Материалы для скачивания | RealLab!](#)). При этом, току 0 мА будет соответствовать напряжение 0 В, току 20 мА - напряжение 0,998 В, току 25 мА - напряжение 1,2475 В.

Аналогично можно вводить ток любой величины, выбрав соответствующую величину измерительного резистора.

Погрешность измерения тока в описанных случаях будет складываться из погрешности резистора и погрешности измерения напряжения модулем.

***ВНИМАНИЕ!*** Измерение тока модулем NL-8AI-24V производить только в дифференциальном режиме (см. схемы подключения на сайте [Материалы для скачивания | RealLab!](#)).

## 6.7. Получение логических уровней на выходах

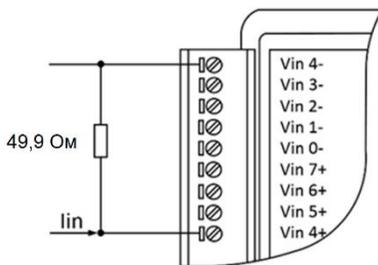


Рис. 6.7. Пример подключения шунтирующего резистора на дифференциальный канал модуля NL-8AI-24V для измерения тока в диапазоне  $\pm 25$  мА

## 6.6. Управление нагрузками

Выходные каскады модулей можно использовать для переключения нагрузок любой допустимой по требованиям взрывобезопасности мощности, если подключить к выходным каскадам модуля электромагнитное или полупроводниковое реле. Соответствующая схема включения приведена на рис. 6.8. При использовании дискретных выходов необходимо помнить, что безопасные состояния исполнительных устройств должны соответствовать безопасному состоянию "Safe Value" выходов модуля.

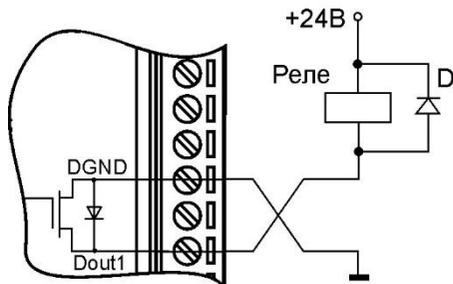


Рис. 6.8. Применение модуля для управления электромагнитным реле

## 6.7. Получение логических уровней на выходах

Выходные каскады модулей выполнены по схеме с открытым коллектором, что позволяет получить логические уровни любой величины, до +26 В, в

зависимости от напряжения источника питания выходных каскадов (рис. 6.9).

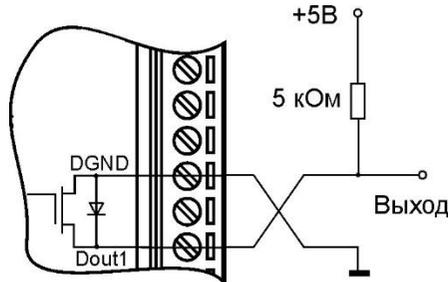


Рис. 6.9. Получения логических уровней напряжения на выходах модулей

## 6.8. ПИД регулятор

Модули имеют встроенный алгоритм релейного и ПИД регулирования. Это позволяет использовать их в качестве локального технологического контроллера для выполнения функции стабилизации технологических параметров.

Релейный регулятор используется, когда контур регулирования не содержит звеньев с большой инерционностью. В наиболее типичном случае с массивными инерционными нагревателями релейное регулирование не позволяет избежать колебаний стабилизируемого параметра с недопустимо большой амплитудой. В этом случае необходимо использовать ПИД-регулятор, программно встроенный в аналоговые модули.

В модуле NL-8AI-24V регулируемый параметр воспринимается модулем в виде напряжения или тока, в модуле NL-8TI-24V в виде температуры термопары, в модуле NL-4RTD-24V в виде температуры термосопротивления, подаваемого на его 0-вой вход (Vin0). Управляющее воздействие на исполнительное устройство, например, на нагреватель или на охладитель поступает с дискретных выходов модулей Dout0 и Dout1. Величина управляющего воздействия задается в виде длительности замкнутого состояния ключа дискретного выхода, которое повторяется с заданным периодом, т.е. с помощью широко известной широтно-импульсной модуляции (ШИМ). На выход Dout0 подается ШИМ сигнал, если управляющее воздействие на объект больше нуля (например, нагреватель) или на выход Dout1, если управляющее воздействие меньше нуля (например, когда надо включить

## 6.8. ПИД регулятор

---

вентилятор или холодильник). Если в системе нет устройства, обрабатывающего отрицательное воздействие на объект (нет вентилятора), то используется только выход  $Dout0$ .

### 6.8.1. Алгоритм работы регулятора

Использованный в модуле алгоритм регулирования основан на дискретизации классического уравнения ПИД регулятора

$$y(t) = K_p \cdot \left( x(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t x(t) dt + T_d \frac{dx(t)}{dt} \right),$$

где  $y(t)$ ,  $x(t)$  - выходная и входная величина регулятора;  $K_p$  - пропорциональный коэффициент регулятора (усиление регулятора);  $T_i$  - постоянная времени интегрирования, [с];  $T_d$  - постоянная времени дифференцирования, [с].

Входной величиной для модуля NL-8AI-24V является напряжение или ток входа  $Vin0$ , для модулей NL-4RTD-24V- температура, для NL-8TI-24V - температура. Выходной величиной для всех модулей является скважность импульсов (отношение длительности импульса к его периоду  $y = T_y / T_{ШИМ}$ ). Поэтому размерность коэффициента усиления регулятора  $K_p$  будет равна [1/V] или [1/мА] для NL-8AI-24V, [1/°C] для NL-4RTD-24V и [1/V], [1/мА] или [1/°C] для NL-8TI-12V.

После квантования времени уравнение дискретного ПИД регулятора записывается в виде

$$T_y = -T_{ШИМ} \cdot \left[ K_p \cdot (x_i - x_z) + C_i \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - x_z) + C_d \cdot (x_i - x_{i-1}) \right],$$

где  $T_y$  - длительность ШИМ импульса, [с];  $T_{ШИМ}$  - период следования

ШИМ импульсов, [с];  $C_i = \frac{K_p \cdot \Delta T}{T_i}$ , где  $\Delta T$  - период регулирования, [с];

$C_d = \frac{K_p \cdot T_d}{\Delta T}$ ;  $x_i$  - текущее значение входной переменной регулятора на

$i$ -том шаге работы регулятора, измеренное по нулевому каналу  $Vin0$ ;  $x_{i-1}$  - значение входной переменной, измеренное на предыдущем временном

шаге;  $x_z$  - значение входной переменной, которое регулятор стремится стабилизировать.

Пользователь задает следующие величины:  $\Delta T$ ,  $T_{ШИМ}$ ,  $x_z$ ,  $K_p$ ,  $C_i$ ,  $C_d$ .

$\Delta T$  задается в диапазоне от 1 до 999 сек, с шагом 1 сек;

$T_{ШИМ}$  задается в диапазоне от 1 до 99,9 сек с шагом 0,1 сек.

$x_z$  определяют по юстировочной характеристике датчика с измерительным преобразователем как значение входной переменной модуля (например, напряжение), которое соответствует значению стабилизируемого параметра (например, влажности).

Параметры  $K_p$ ,  $T_i$  и  $T_d$  выбираются как описано в п. 6.8.2.

Коэффициенты  $C_i, C_d$  вычисляются пользователем по формулам, записанным выше и могут задаваться в пределах:  $C_i$  - от 0,001 до 0,999,  $C_d$  - от 0,01 до 9,99. Размерность этих коэффициентов совпадает с размерностью  $K_p$ .

Длительность ШИМ импульса  $T_y$ , вычисляемая контроллером, может изменяться в диапазоне от  $-T_{ШИМ}$  до  $+T_{ШИМ}$  с шагом 0,01 сек. Если длительность импульса  $T_y > 0$ , то импульс подается на выход Dout0 (например, для включения нагревателя), если же  $T_y < 0$ , то ШИМ импульс подается на выход Dout1 (например, для включения охладителя), а выход Dout0 выключается.

### 6.8.2. Рекомендации по выбору параметров $\Delta T$ , $K_p$ , $T_i$ и $T_d$

В литературе описано большое разнообразие методов расчета коэффициентов ПИД регулятора, в том числе оформленных в виде программ для компьютера. Ниже приведен один из таких методов.

Для того, чтобы эффект квантования по времени мало сказывался на динамике системы цифрового регулирования, рекомендуется выбирать период регулирования из соотношения:

$$(T_{95}/15) < \Delta T < (T_{95}/5),$$

## 6.8. ПИД регулятор

---

где  $T_{95}$  — это время достижения выходным сигналом уровня 95% от установившегося значения при подаче на вход объекта ступенчатого сигнала. В реальных условиях при управлении инерционными процессами значение  $T_{95}$  берется от 1 секунды до нескольких минут. При регулировании малоинерционных процессов (например, расхода жидкости) эта величина может составлять десятые доли секунды. Нельзя выбирать большие периоды опроса, особенно для ответственных процессов, т.к. в этом случае большие случайные возмущения, связанные, например, с аварийными ситуациями, будут ликвидироваться слишком медленно. В тоже время, при слишком малом периоде опроса повышаются требования к быстродействию контроллера и увеличивается влияние шумов дифференцирования.

С целью упрощения процедуры настройки цифрового ПИД-регулятора американские ученые Зиглер и Никольс рекомендуют выбирать значения  $\Delta T / T_i = 0,2$  и  $T_d / \Delta T = 1,25$ . При этом в ПИД-регуляторе настраиваемым параметром остается лишь один коэффициент усиления регулятора  $K_p$ , чем и объясняется простота и широкая распространенность этого метода настройки. Коэффициент  $K_p$  достаточно просто настроить экспериментально, например, по критерию быстроты затухания колебаний или величины перерегулирования.

### 6.8.3. Пример настройки ПИД регулятора

В простейшем случае в качестве нагревателя используется нагревательная спираль, а в качестве холодильника – вентилятор, вдувающий в термостат холодный воздух из окружающей среды, в качестве датчика температуры – термомпара.

Для настройки регулятора в модуль необходимо послать следующий набор команд (числовые данные в конкретном случае будут другими):

^01PIDP0.12 (задаем пропорциональный коэффициент, равный  $K_p = 0,12$  1/В),

^01PIDI0.2 (задаем коэффициент  $C_i = 0,12$ ),

^01PIDD1.25 (задаем коэффициент  $C_d = 1,25$ ),

^01PIDS10.0 (задаем период ШИМ равный  $T_{ШИМ} = 10$  с),

^01PIDR100 (задаем период регулирования  $\Delta T = 100$  с),

^01PIDT+05000 (устанавливаем заданную величину  $x_z = 0,5 \text{ В}$ , поддерживаемую ПИД-регулятором на входе  $V_{in0}$ , при включенном диапазоне измерения 1 В),

^01DOP (включаем управление выходами  $Dout0$  и  $Dout1$  от ПИД регулятора).

## 6.9. Особенности работы с термопарами

Термопара является нелинейным преобразователем температуры в напряжение. Для реализации компенсации нелинейности в модуле NL-8TI-24V используются аппроксимируемые полиномы, взятые из ГОСТ Р 8.585-2001 для всех типов термопар представленных в табл. 13. Подключение термопары к модулю NL-8TI-24V представлена на рис. 6.10.

Напряжение на зажимах термопары зависит не от абсолютного значения температуры, а от разности температур горячего и холодного спая. Температура холодного спая в модуле NL-8TI-24V измеряется встроенным датчиком температуры, а компенсация ненулевой температурой холодного спая, рассчитывается программно, в контроллере преобразователя. Встроенная компенсация температуры холодного спая может быть отключена при конфигурировании.

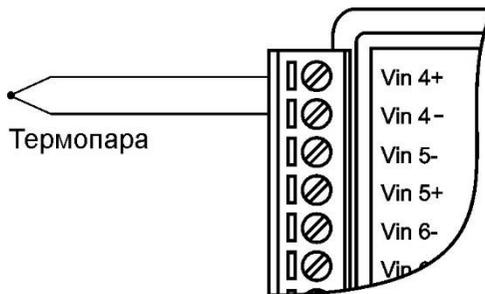


Рис. 6.10 . Подключение термопары к 4 каналу модуля

### 6.10. Особенности работы с резистивными термопреобразователями

Резистивные медные, платиновые или никелевые термопреобразователи сопротивления подключаются к модулю NL-4RTD-24V по одному из трех вариантов (рис. 6.11 - рис. 6.13).

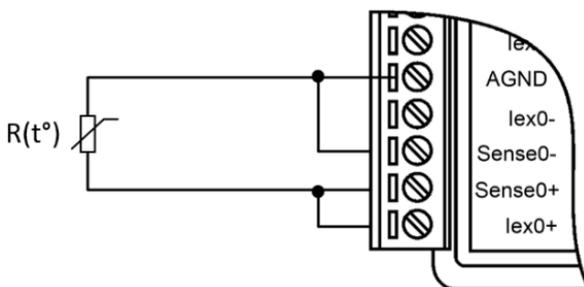


Рис. 6.11. Двухпроводное подключение резистивного термопреобразователя к модулю

Для измерения сопротивления из модуля в термопреобразователь задают ток с помощью "идеальных" источников тока  $I_{ex0+}$  и  $I_{ex0-}$  и снимают величину падения напряжения на датчике с помощью потенциальных входов модуля Sense+ и Sense-. При фиксированном токе падение напряжения прямо пропорционально сопротивлению датчика, которое затем пересчитывается в значения температуры с помощью аппроксимируемых полиномов, взятым из ГОСТ 6651-2009.

При выборе термосопротивлений необходимо учитывать расстояние от местоположения датчика до преобразователя, а именно сопротивление линий связи (см. табл. б). Так для двухпроводной схемы подключения необходимо, чтобы длина проводов не превышала нескольких метров. Для увеличения расстояния используют трехпроводную или четырехпроводную схему включения.

Особенность трехпроводной схемы состоит в том, что она основана на принципе взаимной компенсации падений напряжений на проводах, по которым текут одинаковые токи в противоположных направлениях. Поэтому она компенсирует только среднее значение сопротивлений проводов, но не могут компенсировать их разность. По этой причине к трехпроводной схеме подключения предъявляется требование, чтобы провода были равной длины и

сечения. Кроме того, в погрешность измерения добавляется погрешность рас-  
согласования токов источников тока  $I_{ex+}$  и  $I_{ex-}$ . Однако, поскольку модуль  
NL-4RTD-24V имеет 6 генераторов тока, к нему можно подключить только 3  
датчика по такой схеме (рис. 6.12).

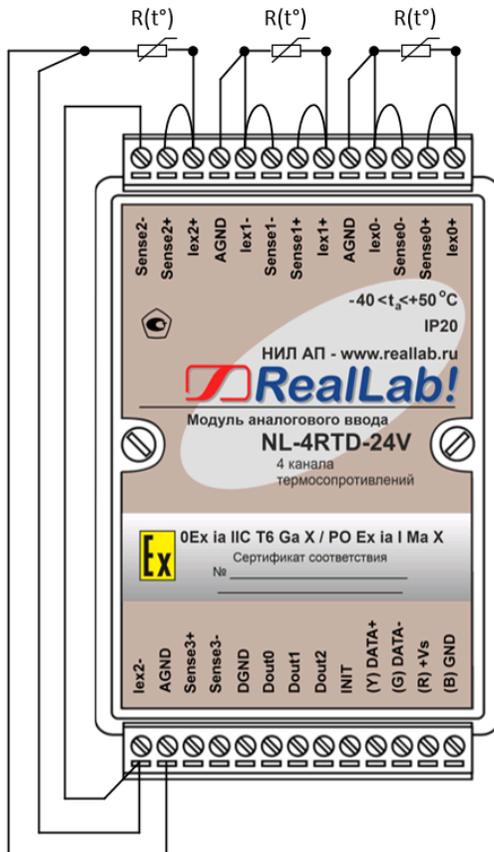


Рис. 6.12. Трехпроводное подключение резистивных термопреобразователей к модулю NL-4RTD-24V

Четырехпроводная схема использует только один источник тока. Поэтому исключается погрешность рассогласования токов  $I_{ex0+}$  и  $I_{ex0-}$ . Четырехпроводная схема не использует принцип компенсации сопротивлений и поэтому позволяет исключить влияние проводов независимо от величины рас-

## 6.11. Двойной сторожевой таймер

согласования их сопротивлений. Для этого напряжение измеряется непосредственно на выводах датчика (рис. 6.13). Эта схема измерения является наиболее точной.

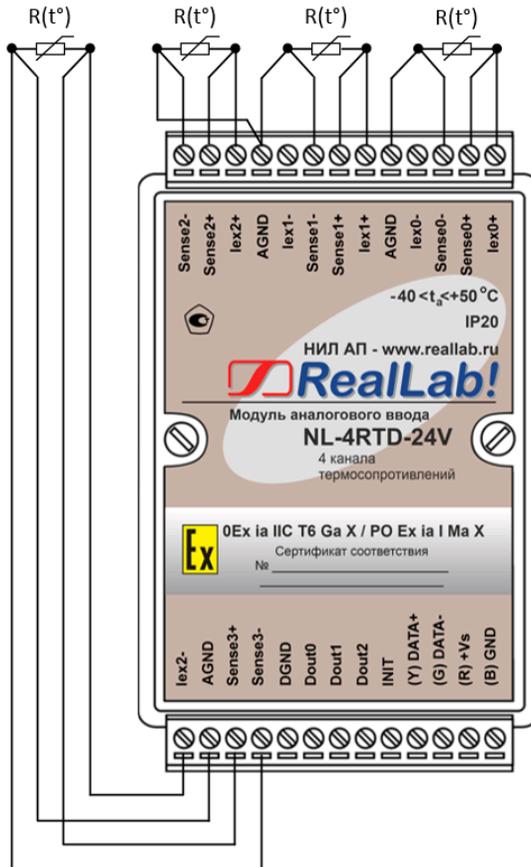


Рис. 6.13. Четырехпроводное подключение резистивных термопреобразователей к модулю NL-4RTD-24V

## 6.11. Двойной сторожевой таймер

"Двойной сторожевой таймер" означает наличие в модуле двух сторожевых таймеров: системного и сторожевого таймера модуля.

*Сторожевой таймер модуля* представляет собой аппаратную цепь сброса контроллера, входящего в состав модуля серии NL, которая перезапускает модуль в случае его "зависания", что может случиться при работе в чрезвычайно жестких условиях эксплуатации при наличии мощных помех. Сторожевой таймер позволяет автоматически возобновить работу модуля после кратковременного сбоя.

*Системный сторожевой таймер* позволяет исключить аварийные ситуации в случае, когда неисправность возникает у управляющего компьютера. Реализация системного сторожевого таймера выглядит следующим образом. Управляющий компьютер периодически посылает в модуль сторожевые импульсы с равными промежутками времени. Если очередной импульс не приходит в положенное время, модуль считает, что компьютер завис и переводит все свои выходы в безопасные состояния. Это защищает управляемое оборудование от аварийных ситуаций и делает всю систему более надежной и стабильной.

### **6.12. Состояние выходов при включении и выключении модуля**

При включении модуля на дискретных выходах устанавливается состояние «Power On». Если при включении статус модуля «таймаут команды Host Ok», то на дискретных выходах устанавливается состояние «Safe Value».

### **6.13. Контроль качества и порядок замены устройства**

Контроль качества модуля при производстве выполняется на специально разработанном стенде. Неисправные модули до наступления гарантийного срока могут быть заменены на новые у изготовителя.

### **6.14. Действия при отказе изделия**

При отказе модуля в системе его следует заменить на новый. Перед заменой в новый модуль нужно записать все необходимые установки (адрес, скорость обмена, разрешение/запрет использования контрольной суммы). Для замены модуля из него вынимают клеммные колодки, не отсоединяя от них

## 6.14. Действия при отказе изделия

---

провода, и вместо отказавшего модуля устанавливают новый. При выполнении этой процедуры работу всей системы можно не останавливать, если это допускают делать используемые алгоритмы работы АСУ ТП и требования безопасности.

Запрещается ремонтировать вышедшие из строя модули. Они могут быть только заменены на годные у изготовителя или торгующей организации. Замена сработавших плавких предохранителей в модулях может быть выполнена только изготовителем (НИЛ АП).

## 7. Программное обеспечение

Для работы с модулями серии NL вполне достаточно команд, приведенных в разделе "Справочные данные". Эти команды могут передаваться в модуль через COM-порт из любого компьютера в ASCII кодах. Для работы с модулями можно использовать ПО NLConfig или NLConfig v2.

## 8. Техника безопасности

Допускать к работе с модулем следует персонал, прошедший обучение по эксплуатации Эк-оборудования в соответствии с ТР ТС 0122011, ГОСТ 31610.0-2019, ГОСТ 31610.11-2014. Данное изделие относится к приборам взрывозащищенного исполнения, которые питаются безопасным сверхнизким напряжением и не требует специальной защиты персонала от случайного соприкосновения с токоведущими частями.

## 9. Хранение, транспортировка и утилизация

Хранить устройство 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 прибора составляет 10 лет.

Транспортировать изделие допускается любыми видами транспорта в таре изготовителя.

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

## 10. Гарантия изготовителя

НИЛ АП гарантирует бесплатную замену или ремонт неисправных приборов в течение 18 месяцев со дня продажи при условии отсутствия видимых механических повреждений и не нарушении условий эксплуатации.

Покупателю запрещается открывать крышку корпуса прибора. Гарантия не распространяется на приборы, которые были вскрыты пользователем.

Доставка изделий для ремонта выполняется по почте или курьером. При пересылке почтой прибор должен быть помещен в упаковку изготовителя или эквивалентную ей по стойкости к механическим воздействиям во время пересылки. К прибору необходимо приложить описание дефекта и условия, при которых прибор вышел из строя.

## 11. Сведения о сертификации

Модули сертифицированы на соответствие техническому регламенту Таможенного союза «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах» (ТР ТС 012/2011), сертификат № EAЭС RU C-RU.НА65.В.02157/24.

Свидетельство об утверждении типа средств измерений ОС.С.34.158.А №74595 от 30.07.2019г, модули зарегистрированы в Госреестре средств измерительной техники под № 75710-19.

Модуль удовлетворяет требованиям следующих стандартов:

- ГОСТ 31610.0-2019. Взрывоопасные среды. Часть 0. Оборудование. Общие требования;
- ГОСТ 31610.11-2014 Взрывоопасные среды. Часть 11. Оборудование с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь «i»;
- ГОСТ Р 52931-2008 Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия.

Также модули включены в декларацию соответствия требованиям:

- ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств».
- ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования».

Доступна на сайте [www.reallab.ru](http://www.reallab.ru).

# 12. Справочные данные

## 12.1. Кодировка скоростей обмена модуля

Табл. 11. Коды скоростей обмена

Код скорости	4	5	6	7	8	9	10
Скорость обмена, бит/с	2400	4800	9600	19200	38400	57600	115200

## 12.2. Коды входных диапазонов

Табл. 12. Коды входных диапазонов модуля NL-8AI-24V

Код диапазона	Диапазон
8	От -10 до +10 В (От 0 до +10 В)
9	От -5 до +5 В (От 0 до +5 В)
10	От -1 до +1 В (От 0 до +1 В)
11	От -500 до +500 мВ (От 0 до +500 мВ)
12	От -150 до +150 мВ (От 0 до +150 мВ)
13	от -25 до +25 мА (От 0 до +25 мА)

Табл. 13. Коды входных диапазонов модуля NL-8TI-24V

Код диапазона	Тип термопары ГОСТ Р 8.585
0	Термопара J-типа (ТЖК) От -210 до +1200 °С
1	Термопара К-типа (ТХА) От -200 до +1372 °С
2	Термопара Т-типа (ТМК) От -200 до +400 °С
3	Термопара Е-типа (ТХКн) От -200 до +1000 °С
4	Термопара R-типа (ТПП - плат. 13%) От -50 до +1768 °С
5	Термопара S-типа (ТПП, плат. 10%) От -50 до +1768 °С
6	Термопара В-типа (ТПР) От +250 до +1820 °С

7	Термопара N-типа (ТНН) От -200 до +1300 °С
8	Термопара L-типа (ТХК) От -200 до +800 °С
9	Термопара типа А1 (ТВР) От 0 до +2500 °С
10	Термопара типа А2 (ТВР) От 0 до +1800 °С
11	Термопара типа А3 (ТВР) От 0 до +1800 °С

Табл. 14. Коды входных диапазонов модуля NL-4RTD-24V

Код диапазона	Тип термосопротивления ГОСТ 6651
10	Pt 50 ( $\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )
11	50 П ( $\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )
12	Cu 50 ( $\alpha = 0,00426 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )
13	50 М ( $\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )
20	Pt 100 ( $\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )
21	100 П ( $\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )
22	Cu 100 ( $\alpha = 0,00426 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )
23	100 М ( $\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )
24	Н 100 ( $\alpha = 0,00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )
30	Pt 500 ( $\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )
31	500 П ( $\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )
32	Cu 500 ( $\alpha = 0,00426 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )
33	500 М ( $\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )
34	Н 500 ( $\alpha = 0,00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )
40	Pt 1000 ( $\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )
41	1000 П ( $\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )
42	Cu 1000 ( $\alpha = 0,00426 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )
43	1000 М ( $\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )
44	Н 1000 ( $\alpha = 0,00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )

## 12.4. Синтаксис команд протокола DCON

---

### 12.3. Коды установки формата данных и контрольной суммы в протоколе DCON

В верхней строке таблицы проставлены номера битов в 8-битовом слове, в нижней строке указаны их коды, под таблицей - соответствия между кодами и их смыслом.

Табл. 15. Коды установки формата данных и контрольной суммы

7	6	5	4	3	2	1	0
1	*1	0	0	0	0	*2	

\*1 - Контрольная сумма:

0 - Выключена

1 - Включена

\*2 - Формат данных:

00 - инженерные единицы

01 - проценты;

10 - шестнадцатеричный формат

11 - Омы (только для NLS-4RTDn)

## 12.4. Синтаксис команд протокола DCON

Команды, посылаемые управляющим компьютером в модуль, имеют следующую синтаксическую структуру:

[разделительный символ][адрес][команда][данные][CHK][сг],

где CHK - контрольная сумма из двух символов (в контрольную сумму не включается код символа возврата каретки); сг - возврат каретки (ASCII код 0Dh).

Каждая команда начинается разделительным символом, в качестве которого могут быть использованы знаки: \$, #, %, @, \*, в ответах модуля используются знаки ~, !, ?, >.

Адрес модуля состоит из двух символов и передается в шестнадцатеричной системе счисления.

За некоторыми командами следуют данные, но их может и не быть. Контрольная сумма, состоящая из двух букв, может быть или отсутствовать. Каждая команда должна оканчиваться символом возврата каретки (CR).

**ВСЕ КОМАНДЫ ДОЛЖНЫ БЫТЬ НАБРАНЫ В ВЕРХНЕМ РЕГИСТРЕ!**

## 12.5. Пересчет данных, получаемых от модулей, в режиме MODBUS RTU.

Информация об измеряемом параметре передается модулем в режиме MODBUS RTU в двоичном виде (2 байта, отрицательные значения в дополнительном коде), нормированная к верхнему пределу диапазона измерения.

В связи с вышеизложенным, обратный пересчет производится по нижеприведенным соотношениям.

Если полученные данные (X) удовлетворяют условию  $X \leq 32767$  в десятичном коде, то вычисление температуры производится по соотношению:

$$T = X \cdot \frac{P}{32767} \quad (1),$$

иначе – по соотношению:

$$T = (X - 65535) \cdot \frac{P}{32767} \quad (2),$$

где:

T – значение измеряемого параметра в инженерных единицах, в десятичном коде;

X – полученное в ответе значение в десятичном коде;

P – максимальное положительное значение измеряемого параметра

Например, полученное в ответе от модуля значение **тока** в десятичном коде X= 16383.

Поскольку  $X \leq 32767$ , расчет выполняется по соотношению (1)

$$I = X \cdot \frac{P}{32767} = 16383 \cdot \frac{25}{32767} = 12,499 \text{ мА}$$

## 12.6. Float в режиме Modbus RTU

---

Или, например, полученное в ответе от модуля значение в десятичном коде  $X = 62804$ .

Поскольку  $X > 32767$ , расчет выполняется по соотношению (2)

$$T = (X - 65535) \cdot \frac{P}{32767} = (62804 - 65535) \cdot \frac{25}{32767} = -2,083 \text{ мА}$$

## 12.6. Float в режиме Modbus RTU

Информация об измеряемом параметре передается модулем в режиме MODBUS RTU float (4 байта в соответствии с IEEE-754 число с плавающей точкой одинарной точностью) представляется в формате в соответствии с табл. 8.

Табл. 16. Расшифровка Modbus RTU float

Номер регистра	Регистр X		Регистр X+1	
	High Byte	Low Byte	High Byte	Low Byte
Часть регистра	High Byte	Low Byte	High Byte	Low Byte
Пример	00h	00h	41h	48h
Значение в Float	41480000h (12.5)			

## 12.7. Список команд протокола DCON

### 12.7.1. Общие команды

Табл. 17. Общие команды

Команда	Ответ	Описание	стр.
^RESET	!RESET_OK	Сброс модуля в заводские настройки (выполнение возможно только в режиме "Init")	84
^AARS	!AA	Программная перезагрузка модуля	84
%AANNTTCCFF	!AA	Устанавливает адрес, диапазон измерения, скорость обмена, формат данных, контрольную сумму	85
~AAP	!AAV	Чтение протокола связи	85
~AAPV	!AA	Установка протокола связи	86
^AAG	!AAGPS	Чтение паритета и количества стоп-бит	87
^AAGPS	!AA	Установка паритета и количества стоп-бит	87
^AAM	!AA(NAME)	Считать имя модуля	88
^AAK	!AA	Счетчик команд	88
^AAZ	!AAVV	Чтение значения задержки перед отправкой ответа на команду	89
^AAZVV	!AA	Запись значения задержки перед отправкой ответа на команду	89
\$AA2	!AATTCFF	Возвращает параметры конфигурации модуля	90
\$AAF	!AA(Data)	Возвращает версию ПО	90
\$AA0	!AA	Юстировка усиления	96
\$AA1	!AA	Юстировка нуля	96
^AAEV(Пароль)	!AA	Разрешение/блокировка юстировки	97
^AAC(Пароль)	!AA	Изменение пароля юстировки	98
\$AA7CiRrr	!AA	Установка индивидуального диапазона для каждого канала	98

## 12.7. Список команд протокола DCON

Команда	Ответ	Описание	стр.
\$AA8Ci	!AACiRrr	Чтение индивидуального диапазона для каждого канала	99
^AABN	!AAS	Состояние канала (нормальное/обрыв)	101
~AAV	!AA(Data)	Версия метрологической значимой части ПО	91

### 12.7.2. Команды для модуля NL-8AI-24V

Табл. 18. Набор команд модуля NL-8AI-24V

Команда	Ответ	Описание	стр.
#AA	>(Data)	Чтение входных данных каналов с 0 по 7	91
#AAN	>(Data)	Чтение входных данных одного из каналов с 0 по 7	92
\$AA5VV	!AA	Блокировка или разблокировка каналов с 0 по 7	94
\$AA6	!AAVV	Чтение статуса каналов с 0 по 7	94
^AA	>(Data)	Чтение входных данных каналов с 8 по 15	93
^AAN	>(Data)	Чтение входных данных одного из каналов с 8 по 15	93
^AA5VV	!AA	Блокировка или разблокировка каналов с 8 по 15	95
^AA6	!AAVV	Чтение статуса каналов с 8 по 15	96
^AAN	!AAV	Чтение типа входов (одиночные или дифференциальные)	105
^AANV	!AA	Установить дифференциальный или одиночный режим	106
^AAS	!AAV	Чтение времени измерения	104
^AASV	!AA	Установка время измерения	105

### 12.7.3. Команды модуля NL-8TI-24V

Табл. 19. Набор команд модуля NL-8TI-24V

Команда	Ответ	Описание	стр.
\$AA3	>(Data)	Возвращает температуру датчика холодного спая	99
^AAX	!AAXV	Чтение состояния вкл/выкл компенсации холодного спая	100
^AAXV	!AA	Вкл/выкл компенсации холодного спая	101
\$AA9	!AA(Data)	Чтение смещения температуры датчика холодного спая	102
\$AA9(Data)	!AA	Установка смещения температуры датчика холодного спая	102
#AA	>(Data)	Чтение входных данных	91
#AAN	>(Data)	Чтение входных данных одного из каналов	92
\$AA5VV	!AA	Блокировка или разблокировка каналов	94
\$AA6	!AAVV	Чтение блокировки каналов	94

#### 12.7.4. Команды модуля NL-4RTD-24V

Табл. 20. Набор команд модуля NL-4RTD-24V

Команда	Ответ	Описание	стр.
\$AAWN	!AAS	Чтение схемы подключения датчика термосопротивления	103
\$AAWNS	!AA	Запись схемы подключения датчика термосопротивления	103
#AA	>(Data)	Чтение входных данных	91
#AAN	>(Data)	Чтение входных данных одного из каналов	92
\$AA5VV	!AA	Блокировка или разблокировка каналов	94
\$AA6	!AAVV	Чтение блокировки каналов	94

#### 12.7.5. Команды для управления дискретными выходами

## 12.7. Список команд протокола DCON

Табл. 21. Набор команд для управления дискретными выходами

Команда	Ответ	Описание	стр.
~**	-	Ведущий компьютер посылает это сообщение (сигнал системного сторожевого таймера) в качестве подтверждения того, что он не завис	104
~AA0	!AAST	Чтение статуса модуля	106
~AA1	!AA	Сброс статуса модуля	107
~AA2	!AAVV	Чтение таймаута системного сторожевого таймера	107
~AA3EVV	!AA	Установка таймаута системного сторожевого таймера	108
^AA4	!AAPPSS (для модуля NL-8TI-24V) !AAPPSSS (для модулей NL-8AI-24V и NL-4RTD-24V)	Чтение значение «Power On» и «Safe Value»	108
^AA5PPSS (для модуля NL-8TI-24V) ^AA5PPSSS (для модулей NL-8AI-24V и NL-4RTD-24V)	!AA	Установка значений «Power On» и «Safe Value» на дискретных выходах	109
^AADO	!AAVV (для модуля NL-8TI-24V) !AAVVV (для модулей NL-8AI-24V и NL-4RTD-24V)	Чтение дискретных выходов	110

<b>^AADOVV</b> (для модуля NL-8TI-24V) <b>^AADOVVV</b> (для модулей NL-8AI-24V и NL-4RTD-24V)	>	Установить логические значения на дискретных выходах модуля	110
<b>^AADOP</b>	!AA	Установка режимов работы дискретных выходов	111
<b>^AADOMODE</b>	!AAP	Чтение режима работы дискретных выводов	111
<b>^AAPIDT(DATA)</b>	!AA	Задать стабилизируемую величину для ПИД-регулятора	112
<b>^AAPIDT</b>	>(DATA)	Считать стабилизируемую величину ПИД-регулятора	113
<b>^AAPIDP(DATA)</b>	!AA	Задать пропорциональный коэффициент для ПИД-регулятора	114
<b>^AAPIDP</b>	>(DATA)	Считать пропорциональный коэффициент ПИД-регулятора	114
<b>^AAPIDI(DATA)</b>	!AA	Задать интегральный коэффициент для ПИД-регулятора	115
<b>^AAPIDI</b>	>(DATA)	Считать интегральный коэффициент ПИД-регулятора	115
<b>^AAPIDD(DATA)</b>	!AA	Задать дифференциальный коэффициент для ПИД-регулятора	116
<b>^AAPIDD</b>	>(DATA)	Считать дифференциальный коэффициент ПИД-регулятора	116
<b>^AAPIDS(DATA)</b>	!AA	Установка периода ШИМ	117
<b>^AAPIDS</b>	>(DATA)	Считать период ШИМ	117
<b>^AAPIDR(DATA)</b>	!AA	Установка периода регулирования	118
<b>^AAPIDR</b>	>(DATA)	Считать период регулирования	118
<b>^AAPIDN</b>	!AAX	Считать номер канала для регулирования	119
<b>^AAPIDNX</b>	!AA	Установить номер канала для регулирования	119

## 12.7. Список команд протокола DCON

---

^AAPIDNOW	>(Data)	Текущее значение регулируемого параметра	113
-----------	---------	--	-----

## 12.8. Список команд протокола Modbus RTU

### 12.8.1. Команды для модуля NL-8AI-24V

Табл. 22. Команды для модуля NL-8AI-24V протокола Modbus RTU

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
00h 00h	Аналог. вход 0	04	-	0000h-FFFFh (см. Пересчет данных, получаемых от модулей, в режиме MODBUS RTU.)
00h 01h	Аналог. вход 1			
00h 02h	Аналог. вход 2			
00h 03h	Аналог. вход 3			
00h 04h	Аналог. вход 4			
00h 05h	Аналог. вход 5			
00h 06h	Аналог. вход 6			
00h 07h	Аналог. вход 7			
00h 08h	Аналог. вход 8			
00h 09h	Аналог. вход 9			
00h 0Ah	Аналог.вход 10			
00h 0Bh	Аналог.вход 11			
00h 0Ch	Аналог.вход 12			
00h 0Dh	Аналог.вход 13			
00h 0Eh	Аналог.вход 14			
00h 0Fh	Аналог.вход 15			
00h 20h	Аналог. вход 0	04	-	Данные хранятся в формате float (см. Float в режиме Modbus RTU)
00h 22h	Аналог. вход 1			
00h 24h	Аналог. вход 2			
00h 26h	Аналог. вход 3			
00h 28h	Аналог. вход 4			
00h 2Ah	Аналог. вход 5			
00h 2Ch	Аналог. вход 6			
00h 2Eh	Аналог. вход 7			
00h 30h	Аналог. вход 8			
00h 32h	Аналог. вход 9			
00h 34h	Аналог.вход 10			
00h 36h	Аналог.вход 11			
00h 38h	Аналог.вход 12			
00h 3Ah	Аналог.вход 13			
00h 3Ch	Аналог.вход 14			

## 12.8. Список команд протокола Modbus RTU

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
00h 3Eh	Аналог.вход 15			
24h 80h	Калибровка смещения канала 0	-	06	Калибровка выполняется при записи 00h
24h A0h	Калибровка усиления канала 0	-	06	Калибровка выполняется при записи 00h
00h C8h	Имя модуля	03	-	4 регистра по 2 символа (ASCII кодирование символов)
00h D4h	Версия программы	03	-	4 регистра по 2 символа (ASCII кодирование символов)
00h E0h	Версия метрологически значимой части ПО	03	-	2 регистра по 2 символа (ASCII кодирование символов)
02h 00h	Адрес модуля	03	06	0001h-00F7h
02h 01h	Скорость RS485	03	06	0004h-000Ah (см. табл. 11)
02h 0Ah	Контроль паритета и количества стоп бит	03	06	Старший байт – паритет (0 – бита четности нет, 1 – дополнение до нечетности, 2 – дополнение до четности) Младший байт – кол-во стоп-бит (1 или 2)
02h 05h	Протокол	03	06	0000h-DCON 0001h-Modbus RTU

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
02h 09h	Счетчик ответов на команды	03	-	0000h-FFFFh
01h 20h	Программная перезагрузка модуля	-	06	ABCDh
03h 20h	Задержка ответа на команды	03	06	0000h-00FFh (одна единица соответствует 1мс)
06h 01h	Режим работы каналов	03	06	0-дифференциальный, 1-одиночный.
06h 02h	Время измерения одного канала	03	06	0 – 0,1 с.; 1 – 0,035 с.; 2 – 0,005 с.
06h 00h	Маска	03	06	0000h-FFFFh Каждый бит соответствует каналу. Если бит установлен в состояние логической «1» то канал используется для измерений, в противном случае нет. Нумерация каналов справа налево
02h 02h	Общий диапазон	03	06	0008h-000Dh (см. табл. 12)
07h 00h	Диапазон канала 0	03	06,10	
07h 01h	Диапазон канала 1			
07h 02h	Диапазон канала 2			
07h 03h	Диапазон канала 3			

## 12.8. Список команд протокола Modbus RTU

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
07h 04h	Диапазон канала 4			
07h 05h	Диапазон канала 5			
07h 06h	Диапазон канала 6			
07h 07h	Диапазон канала 7			
07h 08h	Диапазон канала 8			
07h 09h	Диапазон канала 9			
07h 0Ah	Диапазон канала 10			
07h 0Bh	Диапазон канала 11			
07h 0Ch	Диапазон канала 12			
07h 0Dh	Диапазон канала 13			
07h 0Eh	Диапазон канала 14			
07h 0Fh	Диапазон канала 15			
09h 00h	Состояние канала 0	03	-	Состояние канала: 00h-нормально, 01h-обрыв, 0Fh-проверка состояния невозможна (недопустимый диапазон [08h и 09h] или запрашиваются каналы с 8-15 в режиме работы каналов
09h 01h	Состояние канала 1			
09h 02h	Состояние канала 2			
09h 03h	Состояние канала 3			
09h 04h	Состояние канала 4			
09h 05h	Состояние канала 5			

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
09h 06h	Состояние канала 6			[дифференциальный])
09h 07h	Состояние канала 7			
09h 08h	Состояние канала 8			
09h 09h	Состояние канала 9			
09h 0Ah	Состояние канала 10			
09h 0Bh	Состояние канала 11			
09h 0Ch	Состояние канала 12			
09h 0Dh	Состояние канала 13			
09h 0Eh	Состояние канала 14			
09h 0Fh	Состояние канала 15			

### 12.8.2. Команды модуля NL-8TI-24V

Табл. 23. Команды модуля NL-8TI-24V

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
00h 00h	Температура канала 0, °C	04	-	0000h-FFFFh (см. Пересчет данных, получаемых от модулей, в режиме MODBUS RTU.)
00h 01h	Температура канала 1, °C			
00h 02h	Температура канала 2, °C			
00h 03h	Температура канала 3, °C			
00h 04h	Температура канала 4, °C			

## 12.8. Список команд протокола Modbus RTU

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
00h 05h	Температура канала 5, °C			
00h 06h	Температура канала 6, °C			
00h 07h	Температура канала 7, °C			
00h 20h	Напряжение канала 0, мВ	04	-	Данные хранятся в формате float (см. Float в режиме Modbus RTU)
00h 22h	Напряжение канала 1, мВ			
00h 24h	Напряжение канала 2, мВ			
00h 26h	Напряжение канала 3, мВ			
00h 28h	Напряжение канала 4, мВ			
00h 2Ah	Напряжение канала 5, мВ			
00h 2Ch	Напряжение канала 6, мВ			
00h 2Eh	Напряжение канала 7, мВ			
00h 40h	Температура канала 0, °C	04	-	Данные хранятся в формате float (см. Float в режиме Modbus RTU)
00h 42h	Температура канала 1, °C			
00h 44h	Температура канала 2, °C			
00h 46h	Температура канала 3, °C			
00h 48h	Температура канала 4, °C			
00h 4Ah	Температура канала 5, °C			

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
00h 4Ch	Температура канала 6, °C			
00h 4Eh	Температура канала 7, °C			
00h 10h	Температура холодного спая, °C	04	-	Данные хранятся в формате T*10
00h 11h	Температура холодного спая, °C	04	-	Данные хранятся в формате float (см. Float в режиме Modbus RTU)
05h 05h	Выкл./вкл. компенсации холодного спая	03	06	0 – выключен, 1 – включен
05h 06h	Смещение температуры холодного спая	03	06	От -9999 до +9999, введенное значение умножается на 0,01 °C
24h 80h	Калибровка смещения канала 0	-	06	Калибровка выполняется при записи 00h
24h A0h	Калибровка усиления канала 0			
00h C8h	Имя модуля	03	-	4 регистра по 2 символа (ASCII кодирование символов)
00h D4h	Версия программы			
00h E0h	Версия метрологически значимой части ПО	03	-	2 регистра по 2 символа (ASCII кодирование символов)
02h 00h	Адрес модуля	03	06	0001h-00F7h

## 12.8. Список команд протокола Modbus RTU

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
02h 01h	Скорость RS485	03	06	0004h-000Ah (см. табл. 11)
02h 0Ah	Контроль паритета и количества стоп бит	03	06	Старший байт – паритет (0 – бита четности нет, 1 – дополнение до нечетности, 2 – дополнение до четности) Младший байт – кол-во стоп-бит (1 или 2)
02h 05h	Протокол	03	06	0 – DCON 1 – Modbus RTU
02h 09h	Счетчик ответов на команды	03	-	0000h-FFFFh
01h 20h	Программная перезагрузка модуля	-	06	Перезагрузка выполняется при записи ABCDh
03h 20h	Задержка ответа на команды	03	06	0000h-00FFh (одна единица соответствует 1мс, по умолчанию 00h)
06h 00h	Маска	03	06	0000h-00FFh Каждый бит соответствует каналу. Если бит установлен в состояние логической «1» то канал используется для измерений, в противном случае нет. Нумерация каналов справа налево (по умолчанию FFh)

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
02h 02h	Общий диапазон	03	06	см. табл. 13
07h 00h	Диапазон канала 0	03	06,10	
07h 01h	Диапазон канала 1			
07h 02h	Диапазон канала 2			
07h 03h	Диапазон канала 3			
07h 04h	Диапазон канала 4			
07h 05h	Диапазон канала 5			
07h 06h	Диапазон канала 6			
07h 07h	Диапазон канала 7			
09h 00h	Состояние канала 0			03
09h 01h	Состояние канала 1			
09h 02h	Состояние канала 2			
09h 03h	Состояние канала 3			
09h 04h	Состояние канала 4			

## 12.8. Список команд протокола Modbus RTU

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
09h 05h	Состояние канала 5			
09h 06h	Состояние канала 6			
09h 07h	Состояние канала 7			

### 12.8.3. Команды модулей NL-4RTD-24V

Табл. 24. Команды модулей NL-4RTD-24V

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
00h 00h	Сопротивление канала 0, °C	04	-	0000h-FFFFh (см. Пересчет данных, получаемых от модулей, в режиме MODBUS RTU.)
00h 01h	Сопротивление канала 1, °C			
00h 02h	Сопротивление канала 2, °C			
00h 03h	Сопротивление канала 3, °C			
00h 10h	Температура канала 0, °C	04	-	0000h-FFFFh (см. Пересчет данных, получаемых от модулей, в режиме MODBUS RTU.)
00h 11h	Температура канала 1, °C			
00h 12h	Температура канала 2, °C			
00h 13h	Температура канала 3, °C			
00h 20h	Сопротивление канала 0, Ом	04	-	Данные хранятся в формате float (см. Float в режиме Modbus RTU)
00h 22h	Сопротивление канала 1, Ом			

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
00h 24h	Сопротивление канала 2, Ом			
00h 26h	Сопротивление канала 3, Ом			
00h 40h	Температура канала 0, °С	04	-	Данные хранятся в формате float (см. Float в режиме Modbus RTU)
00h 42h	Температура канала 1, °С			
00h 44h	Температура канала 2, °С			
00h 46h	Температура канала 3, °С			
24h 80h	Калибровка смещения канала 0	-	06	Калибровка выполняется при записи 00h
24h A0h	Калибровка усиления канала 0			
00h C8h	Имя модуля	03	-	4 регистра по 2 символа (ASCII кодирование символов)
00h D4h	Версия программы			
00h E0h	Версия метрологически значимой части ПО	03	-	2 регистра по 2 символа (ASCII кодирование символов)
02h 00h	Адрес модуля	03	06	0001h-00F7h
02h 01h	Скорость RS485	03	06	0004h-000Ah (табл. 11)

## 12.8. Список команд протокола Modbus RTU

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
02h 0Ah	Контроль паритета и количества стоп бит	03	06	Старший байт – паритет (0 – бита четности нет, 1 – дополнение до нечетности, 2 – дополнение до четности) Младший байт – кол-во стоп-бит (1 или 2)
02h 05h	Протокол	03	06	0 – DCON 1 – Modbus RTU
02h 09h	Счетчик ответов на команды	03	-	0000h-FFFFh
01h 20h	Программная перезагрузка модуля	-	06	Перезагрузка выполняется при записи ABCDh
03h 20h	Задержка ответа на команды	03	06	0000h-00FFh (одна единица соответствует 1мс)
06h 00h	Маска	03	06	0000h-000Fh Каждый бит соответствует каналу. Если бит установлен в состояние логической «1» то канал используется для измерений, в противном случае нет. Нумерация каналов справа налево
02h 02h	Общий диапазон	03	06	см. табл. 14

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
07h 00h	Диапазон канала 0	03	06,10	
07h 01h	Диапазон канала 1			
07h 02h	Диапазон канала 2			
07h 03h	Диапазон канала 3			
24h E2h	Схема подключения датчика канала 0	03	06	2 – 2-х проводная, 3 – 3-х проводная, 4 – 4-х проводная
24h E5h	Схема подключения датчика канала 1			
24h E8h	Схема подключения датчика канала 2			
24h EBh	Схема подключения датчика канала 3			
09h 00h	Состояние канала 0	03	-	0 - нормально, 1 - обрыв
09h 01h	Состояние канала 1			
09h 02h	Состояние канала 2			
09h 03h	Состояние канала 3			

## 12.8. Список команд протокола Modbus RTU

### 12.8.4. Команды для управления дискретными выходами

Табл. 25. Команды для управления дискретными выходами

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
00h 00h	Дискретный выход 0	01	05, 0F	Не доступно для записи при статусе модуля «таймаут команды Host Ok» или установленных режимах регулирования «R» и «P»  Не доступно для записи при статусе модуля «таймаут команды Host Ok»
00h 01h	Дискретный выход 1			
00h 02h	Дискретный выход 2 (кроме NL-8TI-24V)			
02h 06h	Статус сброса модуля	03	-	0000h-0001h
03h 00h	“Power On”	03	06	0000h-0003h (для модуля NL-8TI-24V) 0000h-0007h (для модулей NL-8AI-24V и NL-4RTD-24V) Значение на выходе после включения питания модуля

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
03h 01h	“Safe Value”	03	06	0000h-0003h (для модуля NL-8TI-24V) 0000h-0007h (для модулей NL-8AI-24V и NL-4RTD-24V) Значение на выходе после срабатывания сторожевого таймера
0Ah 00h	Чтение и сброс статуса модуля	03	06	Чтение: 0000h ошибок нет 0004h таймаут команды Host Ok Запись: любое значение сбрасывает статус
0Ah 01h	Чтение и установка таймаута сторожевого таймера	03	06	0001h-01FFh 00XX выключение таймера 01XX включение таймера XX время ожидания команды «Host Ok» выраженное в 100 мс
0Ah 02h	Сигнал системного сторожевого таймера “Host OK”	-	06	Запись любого значения выполняет сброс счетчика тайм-аута
04h 00h	Пропорциональный коэффициент Kp	03	06	1-999 Данные хранятся в формате Kp*0,01
04h 01h	Интегральный коэффициент Ki	03	06	1-999 Данные хранятся в формате Ki*0,001

## 12.8. Список команд протокола Modbus RTU

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
04h 02h	Дифференциальный коэффициент Kd	03	06	1-999 Данные хранятся в формате Kd*0,01
04h 03h	Период ШИМ	03	06	10-999 в 0,1 сек
04h 04h	Период регулирования	03	06	1-999 в сек.
04h 05h	Стабилизируемая величина	03	10	float
04h 07h	Режим регулирования	03	06	50h ('P') - ПИД; 52h ('R') - Релейное; 4C ('L') - Выкл.
04h 10h	Номер канала для регулирования	03	06	0-7 (для модуля NL-8TIп-24V) 0-3 (для модуля NL-4RTD-24V) 0-16 (для модуля NL-8AI-24V)
04h 11h	Текущее значение регулируемой температуры	03	-	float в °C

## 12.9. Подробное описание команд протокола DCON

### 12.9.1. ^RESET

**Описание:** Сброс модуля в заводские установки. Выполнение команды возможно только в режиме INIT (см. Применение режима INIT).

**Синтаксис:** ^RESET

**Ответ** модуля на команду:

- если команда выполнена, то !RESET\_OK;
- если команда не выполнена, то ответа не будет.

**Пример:**

Команда: ^RESET

Ответ: !RESET\_OK.

Модуль сброшен в заводские установки. Изменения вступят в силу после отключения вывода “INIT” и перезагрузки модуля.

### 12.9.2. ^AARS

**Описание:** программная перезагрузка модуля.

**Синтаксис:** ^AARS, где

AA - адрес (от 00 до FF);

RS - идентификатор команды.

**Ответ** на эту команду:

- если команда выполнена - то !AA;
- если команда не выполнена, то ?AA.

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

**Пример:**

Команда: ^01RS

Ответ: !01.

Модуль перезагружен.

## 12.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

### 12.9.3. %AANNTTCCFF

**Описание:** Конфигурирование модуля. При изменении скорости RS485, необходимо перезагрузить модуль, чтобы изменения вступили в силу.

**Синтаксис:** %AANNTTCCFF, где

AA - текущий адрес (от 00 до FF);

NN - новый адрес (от 01 до FF);

TT - код входного диапазона или типа датчика (см. п. 12.2);

CC - скорость работы на RS-485 (см. п. 12.1);

FF - новый формат данных (см. п. 12.3).

**Ответ** модуля на команду:

- если команда выполнена - то !NN;

- если команда не выполнена, то ?AA.

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

#### **Пример.**

Команда: %0102090780

Ответ: !02.

Команда выполнена. Модуль изменил адрес с 01 на 02, код входного диапазона 09, код скорости RS485 07, формат данных 80.

### 12.9.4. ~AAP

**Описание:** Чтение протокола связи.

**Синтаксис:** ~AAP, где

AA - адрес (от 00 до FF);

P - идентификатор команды;

**Ответ** на эту команду:

- если команда выполнена - то !AAV;

- если команда не выполнена, то ?AA.

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

Здесь, V - текущий протокол связи (0-DCON, 1-Modbus RTU).

Смена протокола происходит только после перезапуска модуля. Поэтому если протокол был изменен, но модуль не перезапускался, возможна ситуация, когда команда вернет значение протокола Modbus RTU, несмотря на то что она будет продолжать работать в протоколе DCON.

**Пример:**

Команда: ~01P

Ответ: !010

Чтение протокола связи. Протокол DCON (сохранен в энергонезависимой памяти).

Команда: ~01P1

Ответ: !01

Установка протокола связи. Установлен протокол Modbus RTU (после перезапуска модуля он будет работать в данном протоколе).

Команда: ~01P

Ответ: !011

Чтение протокола связи. Протокол Modbus RTU (несмотря на то, что модуль по-прежнему отвечает в DCON).

### 12.9.5. ~AAPV

**Описание:** Установка протокола связи. Смена протокола происходит только после перезапуска модуля.

**Синтаксис:** ~AAPV, где

AA - адрес (от 00 до FF);

P - идентификатор команды;

V - устанавливаемый протокол связи (0-DCON, 1-Modbus RTU).

**Ответ** на эту команду:

- если команда выполнена, то !AA;

- если имели место синтаксические ошибки, то ?AA.

**Пример:**

Команда: ~01P1

Ответ: !01

Установлен протокол Modbus RTU.

## 12.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

### 12.9.6. ^AAG

**Описание:** Чтение паритета и количества стоп-битов.

**Синтаксис:** ^AAG, где

AA- адрес (от 00 до FF);

G - идентификатор команды;

**Ответ** модуля на команду:

- если команда выполнена - то !AAGPS;

- если команда не выполнена, то ?AA,

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

Здесь:

P - паритет (N – отсутствует (NONE), O – нечетный (ODD), E - четный (EVEN));

S - количество стоп битов (1 или 2).

**Пример:**

Команда: ^01G.

Ответ: !01E1

Установленное значение паритета EVEN, количество стоп-бит 1.

### 12.9.7. ^AAGPS

**Описание:** Установка паритета и количества стоп-битов.

**Синтаксис:** ^AAGPS, где

AA - адрес (от 00 до FF);

G - идентификатор команды;

P - паритет (N – отсутствует (NONE), O – нечетный (ODD), E - четный (EVEN));

S - количество стоп битов (1 или 2).

**Ответ** модуля на команду:

- если команда выполнена - то !AA;

- если команда не выполнена, то ?AA.

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

**Пример:**

Команда: ^01GO1.

Ответ: !01

Установить значение паритета ODD, количество стоп-бит 1.

### 12.9.8. ^ААМ

**Описание:** чтение имени модуля.

**Синтаксис:** ^ААМ, где

АА - адрес (от 00 до FF);

М - идентификатор команды;

**Ответ** модуля на эту команду:

- если команда выполнена, то !АА(Data);

- если не выполнена, то ?АА.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

Здесь

Data - имя модуля в формате ASCII

**Пример:**

Команда: ^01М.

Ответ: !01NL8TIn.

Имя модуля " NL8TIn".

### 12.9.9. ^ААК

**Описание:** Чтение счетчика команд. Каждая обработанная команда, увеличивает счетчик.

**Синтаксис:** ^ААК(Пароль), где

АА - адрес (от 00 до FF);

К - идентификатор команды.

**Ответ** модуля на эту команду:

- если команда выполнена, то !АА;

- если не выполнена, то ?АА.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

**Пример:**

Команда: ^01К.

## 12.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

Ответ: !0100038

Было обработано 38 команд.

### 12.9.10. ^AAZ

**Описание:** Чтение дополнительной задержки перед отправкой ответа по RS485.

**Синтаксис:** ^AAZ, где  
AA- адрес (от 00 до FF);  
Z- идентификатор команды.

**Ответ** модуля на команду:

- если команда выполнена, то !AAVV;
- если не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет. Здесь VV - дополнительная задержка перед отправкой ответа по RS485 от 00 до FF представленная в миллисекундах;

#### **Пример:**

Команда: ^01Z

Ответ: !0132

Дополнительная задержка перед отправкой ответа по RS485 составляет 50 мс (32h).

### 12.9.11. ^AAZVV

**Описание:** Установка дополнительной задержки перед отправкой ответа по RS485.

**Синтаксис:** ^AAZVV, где  
AA - адрес (от 00 до FF);  
Z - идентификатор команды;  
VV - дополнительная задержка перед отправкой ответа по RS485 представленная в миллисекундах (от 00 до FF).

**Ответ** модуля на команду:

- если команда выполнена, то !AA;
- если не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

**Пример:**

Команда: ^01Z0A

Ответ: !01

Установлена дополнительная задержка перед отправкой ответа по RS-485 равная 10 мс.

### 12.9.12. \$AA2

**Описание:** Чтение конфигурации модуля.

**Синтаксис:** \$AA2, где

AA - адрес (от 00 до FF);

2 - идентификатор команды.

**Ответ** на эту команду:

- если команда выполнена, то !AATCCFF;

- если команда не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

Здесь:

TT - код входного диапазона (см. п.12.2);

CC - скорость работы на RS-485 (см. п.12.1);

FF - формат данных (см. п. 12.3).

**Пример:**

Команда: \$012.

Ответ: !E3090600.

Адрес модуля E3, код входного диапазона 09, скорость 06, тип данных 00.

### 12.9.13. \$AAF

**Описание:** Чтение версии программы.

**Синтаксис:** \$AAF, где

AA - адрес (от 00 до FF);

F - идентификатор команды.

**Ответ** на эту команду:

- если команда выполнена, то !AA(Data);

- если команда не выполнена, то ?AA.

## 12.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.  
Здесь

Data - версия программы и контрольная сумма ПО.

### Пример:

Команда: \$01F

Ответ: !01 29.05.23

Версия программы - 29.05.23

### 12.9.14. ~AAV

**Описание:** Чтение версии метрологически значимой части ПО.

**Синтаксис:** ~AAF, где

AA - адрес (от 00 до FF);

F - идентификатор команды.

**Ответ** на эту команду:

- если команда выполнена, то !AA(Data);

- если команда не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

Здесь

Data - версия метрологически значимой части ПО.

### Пример:

Команда: ~01F

Ответ: !01V2.03

Версия метрологически значимой части ПО – V2.03

### 12.9.15. #AA

**Описание:** Чтение входных данных каналов с 0 по 7 (для NL-4RTD-24V с 0 по 3).

**Синтаксис:** #AA, где

AA - адрес (от 00 до FF).

**Ответ** модуля на эту команду:

- если команда выполнена, то: >(Data);

- если команда не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

Здесь (Data) - измеренные данные для каналов с 0 по 7 (для NL-4RTD-24V с 0 по 3) в установленном формате.

**Пример.**

Команда: #01.

Если формат данных инженерные единицы:

Ответ: >+09.993-00.002-00.004-00.001-00.001-00.010-00.010-00.010

Если формат данных проценты:

Ответ: >+049.96+000.02-000.00-000.00-000.01-000.05-000.05-000.05

Если формат данных шестнадцатеричный формат:

Ответ: > 3FF6FFFEFFFFFFFFFFFFDFFF1FFF0FFF0

**12.9.16. #AAN**

**Описание:** Чтение входных данных одного из каналов.

**Синтаксис:** #AAN, где

AA - адрес (от 00 до FF);

N - номер канала (от 0 до 7 [для модулей NL-8TI-24V и NL-8AI-24V] или от 0 до 3 [для модуля NL-4RTD-24V])

**Ответ** модуля на эту команду:

Если команда выполнена, то >(Data);

если команда не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

Здесь

(Data) - измеренные данные в установленном формате.

**Пример:**

Команда: #013.

Если формат данных инженерные единицы:

Ответ: >+06.994

Если формат данных проценты:

Ответ: >+034.97

Если формат данных шестнадцатеричный формат:

Ответ: > 2CC4

## 12.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

### 12.9.17. ^AA

**Описание:** Чтение входных данных каналов с 8 по 15.

**Синтаксис:** ^AA, где  
AA - адрес (от 00 до FF).

**Ответ** модуля на эту команду:

- если команда выполнена. то: >(Data);
- если команда не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.  
Здесь (Data) - измеренные данные для каналов с 8 по 15 в установленном формате.

#### Пример.

Команда: ^01

Если формат данных инженерные единицы:

Ответ: >+09.993-00.002-00.004-00.001-00.001-00.010-00.010-00.010

Если формат данных проценты:

Ответ: >+049.96+000.02-000.00-000.00-000.01-000.05-000.05-000.05

Если формат данных шестнадцатеричный формат:

Ответ: > 3FF6FFFEFFFFFFFEFFFDFFF1FFF0FFF0

### 12.9.18. ^AAN

**Описание:** Чтение входных данных одного из каналов с 8 по 15.

**Синтаксис:** ^AAN, где  
AA - адрес (от 00 до FF);

N - номер канала в шестнадцатеричном формате от 8 до F.

**Ответ** модуля на эту команду:

- Если команда выполнена, то >(Data);
- если команда не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.  
Здесь  
(Data) - измеренные данные в установленном формате.

#### Пример:

Команда: ^013

Если формат данных инженерные единицы:

Ответ: >+06.994

Если формат данных проценты:

Ответ: >+034.97

Если формат данных шестнадцатеричный формат:

Ответ: > 2CC4

### 12.9.19. \$AA5VV

**Описание:** Блокировка или разблокировка каналов от 0 до 7 (для модулей NL-8TI-24V и NL-8AI-24V) или от 0 до 3 (для модуля NLS-4RTD-24V). При блокировке канала он исключается из цикла измерения, благодаря чему можно уменьшить общее время опроса на неиспользуемых каналах.

**Синтаксис:** \$AA5VV, где

AA- адрес модуля (от 00 до FF);

5- идентификатор команды.

VV- шестнадцатеричное число, соответствующее маске блокировки. Номер бита соответствует номеру канала (нумерация начинается с 0 справа налево). Если значение бита равно 0, то канал блокируется, если 1 – то разблокируется.

**Ответ** на эту команду:

- если команда выполнена, то !AA;

- если не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

#### **Пример:**

Команда: \$015F8

Ответ: !01

Каналы с 0-2 заблокированы, с 3-7 разблокированы.

### 12.9.20. \$AA6

**Описание:** Чтение статуса (разблокированы или заблокированы) каналов от 0 до 7.

## 12.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

**Синтаксис:** \$AAб, где  
AA- адрес модуля (от 00 до FF);  
б- идентификатор команды.

**Ответ** модуля на эту команду:

- если команда выполнена, то !AAVV;
- если не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет. Здесь,

VV - Число в шестнадцатеричном формате, отображающее блокировку и разблокировку каналов (см. описание команды \$AA5VV).

### **Пример для модуля NL-4RTD-24V:**

Команда: \$016

Ответ: !0103

Каналы с 0-2 разблокированы, 3 канал заблокирован.

### 12.9.21. ^AA5VV

**Описание:** Блокировка или разблокировка каналов от 8 до 15. При блокировке канала он исключается из цикла измерения, благодаря чему можно уменьшить общее время опроса на неиспользуемых каналах.

**Синтаксис:** ^AA5VV, где  
AA- адрес модуля (от 00 до FF);  
5- идентификатор команды.

VV- шестнадцатеричное число, соответствующее маске блокировки. Номер бита соответствует номеру канала (нумерация начинается с 8 справа налево). Если значение бита равно 0, то канал блокируется, если 1 – то разблокируется.

**Ответ** на эту команду:

- если команда выполнена, то !AA;
- если не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

### **Пример:**

Команда: ^015F8

Ответ: !01

Каналы с 8-10 заблокированы, с 11-15 разблокированы.

### 12.9.22. ^AA6

**Описание:** Чтение статуса (разблокированы или заблокированы) каналов от 8 до 15.

**Синтаксис:** ^AA6, где  
AA - адрес модуля (от 00 до FF);  
6 - идентификатор команды.

**Ответ** модуля на эту команду:

- если команда выполнена, то !AAVV;
- если не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет. Здесь,

VV - Число в шестнадцатеричном формате, отображающее блокировку и разблокировку каналов (см. описание команды ^AA5VV).

**Пример:**

Команда: ^016

Ответ: !0103

Каналы с 8,9 разблокированы, 10-15 каналы заблокированы.

### 12.9.23. \$AA0

**Описание:** Юстировка усиления.

**Синтаксис:** \$AA0, где  
AA - адрес (от 00 до FF);  
0 - идентификатор команды.

**Ответ** на эту команду:

- если команды выполнена - то !AA;
- если не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

**Пример:**

Команда: \$010

Ответ: !01

Юстировка усиления выполнена.

### 12.9.24. \$AA1

## 12.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

**Описание:** Юстировка смещения.

**Синтаксис:** \$AA1, где  
AA - адрес (от 00 до FF);  
1 - идентификатор команды.

**Ответ** на эту команду:

- если команды выполнена - то !AA;
- если не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

**Пример:**

Команда: \$011.

Ответ: !01.

Юстировка смещения выполнена.

### 12.9.25. ^AAEV(Пароль)

**Описание:** Разрешение/блокировка юстировки.

**Синтаксис:** ^AAEV(Пароль), где

AA - адрес (от 00 до FF);

E - идентификатор команды;

V - 1 - разрешение юстировки, 0 - блокировка юстировки;

(Пароль) - 8 символов (пароль может состоять только из заглавных букв латинского алфавита, цифр и знака подчеркивания, прочие символы недопустимы и будут восприниматься как ошибочные).

Пароль, устанавливаемый при выпуске модуля 00000000, должен быть с помощью команды смены пароля (см. ^AAS(Пароль)) заменен на пароль пользователя, ответственного за юстировку (поверку) изделия.

**Ответ** модуля на эту команду:

- если команда выполнена, то !AA;
- если не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

**Пример:**

Команда: \$010

Ответ: ?01

Команда не выполнена. Модуль не готов к юстировке.

Команда: ^01E1ABCD1234  
Ответ: !01 - "Команда выполнена".  
Калибровка разрешена. Пароль: ABCD1234

Команда: \$010  
Ответ: !01  
Юстировка усиления выполнена.

### 12.9.26. ^AAC(Пароль)

**Описание:** Установка нового пароля (команда выполняется только после выполнения команды разрешения юстировки см. ^AAEV(Пароль)).

**Синтаксис:** ^AAC(Пароль), где  
AA - адрес (от 00 до FF);  
C - идентификатор команды;  
(Пароль) - 8 символов (пароль может состоять только из заглавных букв латинского алфавита, цифр и знака подчеркивания).

**Ответ** модуля на эту команду:  
- если команда выполнена, то !AA;  
- если не выполнена, то ?AA.  
Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

#### Пример:

Команда: ^01E100000000.  
Ответ: !01  
Разрешена юстировка.

Команда: ^01C12345678.  
Ответ: !01  
Установлен новый пароль: 12345678.

### 12.9.27. \$AA7CiRrr

**Описание:** Установка индивидуального диапазона для одного из каналов.

**Синтаксис:** \$AA7CiRrr, где  
AA - адрес (от 00 до FF);

## 12.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

7 - идентификатор команды;  
С - идентификатор команды;  
i - номер канала от 0 до;  
R - идентификатор команды;  
rr – номер устанавливаемого диапазона для канала с номером i (см. п.12.2).

**Ответ** модуля на команду:

- если команда выполнена, то !AA;  
- если не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

### **Пример для модуля NL-8TI-24V:**

Команда: \$017C5R04

Ответ: !01

Для 5-го канала установлена термopара типа R.

### 12.9.28. \$AA8Ci

**Описание:** Чтение индивидуального диапазона измерений

**Синтаксис:** \$AA8Ci, где

AA- адрес (от 00 до FF);

8- идентификатор команды;

С- идентификатор команды;

i - номер канала от 0 до 7.

**Ответ** на эту команду:

- если команда выполнена, то !AACiRrr;

- если команда не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

Здесь

R - идентификатор команды.

rr - код установленного диапазона по каналу i.

### **Пример:**

Команда: \$018C5

Ответ: !01C5R04

В канале с номером 5 установлен диапазон измерений 04.

### 12.9.29. \$AA3

**Описание:** Чтение температуры холодного спая.

**Синтаксис:** \$AA3, где  
AA - адрес (от 00 до FF);  
3 - идентификатор команды.

**Ответ** модуля на эту команду:

- если команда выполнена, то >(Data);
- если команда не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.  
Здесь (Data) - температура холодного спая.

**Пример:**

Команда: \$013.

Ответ: >+0023.5.

Температура холодного спая +23,5 градуса.

### 12.9.30. ^AAX

**Описание:** Чтение состояния включения/отключения компенсации температуры холодного спая.

**Синтаксис:** ^AAX, где  
AA - адрес (от 00 до FF);  
X - идентификатор команды;

**Ответ** модуля на эту команду:

- если команда выполнена, то !AAXV;
- если не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.  
Здесь

V - состояния включения/отключения компенсации холодного спая (0- отключена, 1 – включена).

**Пример:**

Команда: ^01X.

Ответ: !01X0

Чтение состояния включения/отключения компенсации холодного спая.  
Компенсации холодного спая выключена.

## 12.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

### 12.9.31. ^AAXV

**Описание:** Установка состояния включения/отключения компенсации холодного спая.

**Синтаксис:** ^AAXV, где

AA - адрес (от 00 до FF);

X - идентификатор команды;

V - устанавливаемое состояние включения/отключения компенсации холодного спая (0 - выключить, 1 - включить).

**Ответ** модуля на эту команду:

- если команда выполнена, то !AA;

- если не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

**Пример:**

Команда: ^01X0.

Ответ: !01

Компенсация холодного спая выключена.

### 12.9.32. ^AABN

**Описание:** чтение состояния канала нормальное/обрыв.

**Синтаксис:** \$AAB, где

AA - адрес (от 00 до FF);

B - идентификатор команды;

N - номер канала от 0 до 7.

**Ответ** на эту команду:

- если команда выполнена, то !AAS;

- если не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

Здесь

S - равно 0, если обрыва нет, и равно 1, если в цепи термопары имеется обрыв.

**Пример:**

Команда: \$01B3

Ответ: !011.

На канале 3 обнаружен обрыв.

### 12.9.33. \$AA9

**Описание:** Чтение смещения погрешности измерения температуры холодного спая.

**Синтаксис:** \$AA9, где  
AA - адрес (от 00 до FF);  
9 - идентификатор команды;

**Ответ** на эту команду:

- если команда выполнена - то !AA(Data);

- если не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

Здесь

(Data) – значение смещения в десятичном формате умноженное на 100.

**Пример:**

Команда: \$019.

Ответ: !01-0315

Смещение температуры холодного спая равно -3,15 °С.

### 12.9.34. \$AA9(Data)

**Описание:** Коррекция погрешности измерения температуры холодного спая.

**Синтаксис:** \$AA9(Data), где  
AA - адрес (от 00 до FF);  
9 - идентификатор команды;  
Data - величина смещения температуры холодного спая от -9999 до +9999 с шагом 0,01 °С.

**Ответ** на эту команду:

- если команда выполнена - то !AA;

- если не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

## 12.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

### **Пример:**

Команда: \$019+1059.

Ответ: !01

К температуре холодного спая теперь всегда будет автоматически добавляться смещение +10,59 °С.

### 12.9.35. \$AAWN

**Описание:** чтение схемы подключения датчика термосопротивления.

**Синтаксис:** \$AAWN, где

AA - адрес (от 00 до FF);

W - идентификатор команды;

N - номер канала от 0 до 3.

**Ответ** на эту команду:

- если команда выполнена, то !AAS;

- если не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

Здесь

S - равно 2, если 2-х проводная схема подключения;

3, если 3-х проводная схема подключения;

4, если 4-х проводная схема подключения.

### **Пример:**

Команда: \$01W2

Ответ: !014.

На канале 2 установлена 4-х проводная схема подключения.

### 12.9.36. \$AAWNS

**Описание:** Установка схемы подключения термосопротивления.

**Синтаксис:** \$AAWNS, где

AA - адрес (от 00 до FF);

W- идентификатор команды;

N - номер канала от 0 до 3;

S - устанавливаемая схема подключения (2 – 2-х проводная, 3 – 3-х проводная, 4 – 4-х проводная).

**Ответ** на эту команду:

- если команда выполнена, то !AA;
- если команда не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

**Пример:**

Команда: \$01W02

Ответ: !01

Для канала 0 установлена 2-х проводная схема подключения.

**12.9.37. ~\*\***

**Описание:** Команда, посылаемая управляющим компьютером для подтверждения связи.

**Синтаксис:** ~\*\*

**Ответ:** Ответа нет.

**Пример:**

Команда: ~\*\*

**12.9.38. ^AAS**

**Описание:** Чтение времени измерения одного канала.

**Синтаксис:** ^AAS, где

AA - адрес (от 00 до FF);

S - идентификатор команды.

**Ответ** модуля на эту команду:

- если команда выполнена, то !AASV;
- если не выполнена, то ?AA.

Здесь V: 0 – 100мс; 1 – 35мс; 2 – 5 мс.

**Пример:**

Команда: ^01S Ответ: !01S0

Время измерения одного канала 100мс.

## 12.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

Команда: ^01S Ответ: !01S2  
Время измерения одного канала 35мс.

### 12.9.39. ^AASV

**Описание:** Установка времени измерения одного канала

**Синтаксис:** ^AASV, где  
AA - адрес (от 00 до FF);  
S - идентификатор команды;  
Здесь V: 0 – 100мс; 1 – 35мс; 2 – 5 мс.

**Ответ** модуля на эту команду:  
если команда выполнена, то !AA;  
если не выполнена, то ?AA.  
Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

#### **Пример:**

Команда: ^01S0 Ответ: !01  
Время измерения одного канала 100мс.

Команда: ^01S1 Ответ: !01  
Время измерения одного канала 35мс.

### 12.9.40. ^AAN

**Описание:** Чтение типа входов (одиначные или дифференциальные).

**Синтаксис:** ^AAN, где  
AA- адрес (от 00 до FF);  
N- идентификатор команды.

**Ответ** модуля на эту команду:  
- если команда выполнена, то !AAV;  
- если не выполнена, то ?AA;  
V – код типа входов: если V=8, то 8 входов – дифференциальные, если V=F,  
то 16 одиночных входов.

#### **Пример:**

Команда: ^01N

Ответ: !018 – модуль имеет 8 дифференциальных каналов.

Команда: ^01N

Ответ: !01F – модуль имеет 16 одиночных каналов.

### 12.9.41. ^AANV

**Описание:** Установка режим дифференциальных или одиночных входов.

**Синтаксис:** ^AANV, где

AA- адрес (от 00 до FF);

N – идентификатор команды;

V = 8, чтобы установить режим дифференциальных входов. Для режима одиночных входов V = Fh.

**Ответ** модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AA;

если команда ошибочна, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

#### Пример:

Команда: ^01N8 Ответ: !01

В модуле установлен режим 8 дифференциальных каналов.

### 12.9.42. ~AA0

**Описание:** Чтение статуса модуля.

**Синтаксис:** ~AA0, где

AA- адрес (от 00 до FF);

0 - идентификатор команды.

**Ответ** модуля на эту команду:

- если команда выполнена, то !AAST,

- если не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

Здесь

AA - адрес ответившего модуля (от 00 до FF);

S - состояние сторожевого таймера (0-выключен, 1-включен);

T – флаг таймута сторожевого таймера (0-сброшен, 4-установлен). Флаг сохраняется в ЭППЗУ и может быть сброшен только командой ~AA1.

## 12.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

### **Пример:**

Команда: ~010

Ответ: !0184.

Флаг таймаута системного сторожевого таймера установлен. Сторожевой таймер включен.

### **12.9.43. ~AA1**

**Описание:** Сброс статуса модуля.

**Синтаксис:** ~AA1, где

AA- адрес (от 00 до FF);

1- идентификатор команды.

**Ответ** модуля на эту команду:

- если команда выполнена, то !AA;

- если не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

### **Пример:**

Команда: ~011

Ответ: !01

Сброшен статус системного сторожевого таймера.

### **12.9.44. ~AA2**

**Описание:** Чтение таймаута системного сторожевого таймера

**Синтаксис:** ~AA2, где

AA- адрес (от 01 до FF);

2- идентификатор команды.

**Ответ** модуля на эту команду:

- если команда выполнена, то !AAEVV,где

E - статус системного сторожевого таймера (Host WDT): 0 - выключен, 1 - включен;

VV - период сторожевого таймера, в шестнадцатеричном формате от 01 до FF, с шагом через 0,1 сек;

если не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

**Пример:**

Команда: ~012

Ответ: !011FF

Таймер включен и период сторожевого таймера равен 25,5 секунды.

**12.9.45. ~AA3E VV**

**Описание:** Установка периода сторожевого таймера.

**Синтаксис:** ~AA3E VV, где

AA - адрес (от 00 до FF);

3 - идентификатор команды;

E - 0 выключить сторожевой таймер, 1 включить.

VV - период WDT, в шестнадцатеричном формате от 01 до FF (шаг равен 0,1 сек).

**Ответ** модуля на эту команду:

- если команда выполнена, то !AA;

- если не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

**Пример:**

Команда: ~010

Ответ: !0100

Чтение статуса модуля с адресом 01, статус очищен.

Команда: ~013164

Ответ: !01

Установлен таймаут системного сторожевого таймера величиной 10,0 с (64h = 100) и E = 1, т.е. системный сторожевой таймер включен.

Команда: ~012

Ответ: !01164

Считано значение таймаута системного сторожевого таймера, равное 10,0 секунд.

**12.9.46. ^AA4**

**Описание:** Чтение значений «Power On» и «Safe Value».

## 12.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

**Синтаксис:** ^AA4, где  
AA - адрес (от 00 до FF);  
4 - идентификатор команды.

**Ответ** модуля на эту команду:  
- если команда выполнена, то !AAPPSS;  
- если не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.  
PP – комбинация нулей и единиц соответствующая состоянию дискретных выходов (D1, D0) при «Power On»;  
SS – комбинация нулей и единиц соответствующая состоянию дискретных выходов (D1, D0) при «Safe Value».

**Пример:**

Команда: ^014

Ответ: !011001

Прочитаны значения «Power On» D1=1, D0=0 и значения «Safe Value» D1=0, D0=1.

### 12.9.47. ^AA5PPSS

**Описание:** Установка значений Safe Value и PowerOn.

**Синтаксис:** ^AA5PPSS, где  
AA – адрес (от 00 до FF);  
5 – идентификатор команды;  
PP – комбинация нулей и единиц соответствующая состоянию дискретных выходов (D1, D0) при «Power On»;  
SS – комбинация нулей и единиц соответствующая состоянию дискретных выходов (D1, D0) при «Safe Value».

**Ответ** модуля на эту команду:  
если команда выполнена, то !AA;  
если не выполнена, то ?AA.  
Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

**Пример:**

Команда: ^0150110

Ответ: !01.

Установлены значения «Power On» D1=0, D0=1 и значения «Safe Value» D1=1, D0=0.

### 12.9.48. ^AADO

**Описание:** Чтение логических значений на дискретных выходах.

**Синтаксис:** ^AADO, где  
AA - адрес (от 00 до FF);  
DO - идентификатор команды.

**Ответ** модуля на эту команду:  
если команда выполнена, то !AAVV;  
если не выполнена, то ?AA.  
Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.  
Здесь  
!- символ-разделитель при выполненной команде;  
?- символ-разделитель при невыполненной команде;  
AA - адрес ответившего модуля (от 00 до FF);  
VV – комбинация нулей и единиц соответствующие состоянию дискретных выходов (D1, D0).

**Пример:**

Команда: ^01DO

Ответ: !0110

D1 = «1», D0 = «0».

### 12.9.49. ^AADOVV

**Описание:** Установить логические значения на дискретных выходах модуля.

**Синтаксис:** ^AADOVV, где  
AA - адрес (от 00 до FF);  
VV - комбинация нулей и единиц соответствующая устанавливаемому состоянию дискретных выходов (D1, D0). Логической "1" соответствует открытое состояние выходного ключа, т.е. наличие тока в нагрузке ключа.

**Ответ** модуля на эту команду:  
- если команда выполнена, то >;

## 12.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

- если команда ошибочна, то ?AA;

### **Пример:**

Команда: ^01DO01

Ответ: >

Логические уровни выходов: D1 = "0", D0 = "1" установлены.

### 12.9.50. ^AADOP

**Описание:** Установка режима работы дискретных выходов.

**Синтаксис:** ^AADOP, где

AA- адрес (от 00 до FF);

DO- идентификатор команды;

P – режим регулирования ('L', 'R', 'P'). При P=L регулятор выключен; при P = R устанавливается режим релейного регулирования, когда стабилизируемая температура больше текущей, то в открытое состояние переходит ключ Dout0 и в закрытое - Dout1, иначе открывается Dout1 и закрывается Dout0. При P = P устанавливается режим ПИД регулирования, когда при положительной величине регулирующего воздействия включается Dout0 и выключается Dout1, при отрицательной включается Dout1 и выключается Dout0.

**Ответ** модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AA;

если не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

### **Пример:**

Команда: ^01DOP

Ответ: !01

Установлен режим регулирования ПИД.

### 12.9.51. ^AADOMODE

**Описание:** Чтение режима работы дискретных выводов.

**Синтаксис:** ^AADOMODE, где

AA - адрес (от 00 до FF);

DOMODE - идентификатор команды;

**Ответ** модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AAP;

если не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

Здесь:

P – режим регулирования ('L', 'R', 'P'). При P=L регулятор выключен; при P = R устанавливается режим релейного регулирования, когда стабилизируемая температура больше текущей, то в открытое состояние переходит ключ Dout0 и в закрытое - Dout1, иначе открывается Dout1 и закрывается Dout0. При P = P устанавливается режим ПИД регулирования, когда при положительной величине регулирующего воздействия включается Dout0 и выключается Dout1, при отрицательной включается Dout1 и выключается Dout0.

**Пример:**

Команда: ^01DOMODE

Ответ: !01R

Установлен режим релейный регулирования.

### 12.9.52. ^AAPIDT(DATA)

**Описание:** Задать величину температуры, стабилизируемую ПИД-регулятором или релейным регулятором.

**Синтаксис:** ^AAPIDT(DATA), где

AA - адрес (от 00 до FF);

PIDT - идентификатор команды;

DATA - значение стабилизируемой величины - число задается в °C в формате ZBBBB.CCC, где:

Z – знак ('+', '-');

BBBB – целая часть;

CCC – дробная часть.

**Ответ** модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AA;

если не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

**Пример:**

Команда: ^01PIDT+0234.560

## 12.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

Ответ: !01.

Регулятор будет поддерживать температуру +234,56 °С.

### 12.9.53. ^AAPIDT

**Описание:** Считать температуру, стабилизируемую ПИД-регулятором или релейным регулятором.

**Синтаксис:** ^AAPIDT, где  
AA- адрес (от 00 до FF);  
PIDT- идентификатор команды;

**Ответ** модуля на эту команду:

если команда выполнена, то >DATA;

если не выполнена, то ?AA.

DATA - значение стабилизируемой величины - число задается в °С в формате ZBBBB.CCC, где:

Z – знак ('+', '-');

BBBB – целая часть;

CCC – дробная часть.

#### **Пример:**

Команда: ^01PIDT

Ответ: >-0015.051

Стабилизируемая величина -0015,051 °С.

### 12.9.54. ^AAPIDNOW

**Описание:** Считать текущую температуру на стабилизируемом канале.

**Синтаксис:** ^AAPIDNOW, где  
AA - адрес (от 00 до FF);  
PIDNOW - идентификатор команды;

**Ответ** модуля на эту команду:

если команда выполнена, то >DATA;

если не выполнена, то ?AA.

DATA - значение текущей температуры на стабилизируемом канале - число задается в °С в формате ZBBBB.CCC, где:

Z – знак ('+', '-');

BBBB – целая часть;  
ССС – дробная часть.

**Пример:**

Команда: ^01PIDNOW

Ответ: >+0345.168

Текущая температура на стабилизируемом канале +345.168 °С.

**12.9.55. ^AAPIDP(DATA)**

**Описание:** Установка пропорционального коэффициента ПИД-регулятора ( $C_p$ ).

**Синтаксис:** ^AAPIDP(DATA), где

AA - адрес (от 00 до FF);

PIDP - идентификатор команды;

DATA - значение пропорционального коэффициента (число от 0.01 до 9.99).

**Ответ** модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AA;

если не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

**Пример:**

Команда: ^01PIDP3.12

Ответ: !01.

Задан пропорциональный коэффициент величиной 3,12.

**12.9.56. ^AAPIDP**

**Описание:** Считывание пропорционального коэффициента ПИД-регулятора ( $C_p$ ).

**Синтаксис:** ^AAPIDP, где

AA - адрес (от 00 до FF);

PIDP - идентификатор команды;

**Ответ** модуля на эту команду:

## 12.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

если команда выполнена, то >DATA;

если не выполнена, то ?AA.

DATA - значение пропорционального коэффициента (число от 0.01 до 9.99).

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

### **Пример:**

Команда: ^01PIDP

Ответ: >1.15

Пропорциональный коэффициент величиной 1,15.

### 12.9.57. ^AAPIDI(DATA)

**Описание:** Установка интегрального коэффициента ПИД-регулятора ( $C_i$ ).

**Синтаксис:** ^AAPIDI(DATA), где

AA - адрес (от 00 до FF);

PIDI - идентификатор команды;

DATA - значение коэффициента (число от 0.001 до 0.999).

**Ответ** модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AA;

если не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

### **Пример:**

Команда: ^01PIDI0.123

Ответ: !01

Задан интегральный коэффициент величиной 0,123 сек.

### 12.9.58. ^AAPIDI

**Описание:** Считывание интегрального коэффициента ПИД-регулятора ( $C_i$ ).

**Синтаксис:** ^AAPIDI, где

^- символ-разделитель;

AA- адрес (от 00 до FF);

PIDI- идентификатор команды;

**Ответ** модуля на эту команду:

если команда выполнена, то >DATA;

если не выполнена, то ?AA.

DATA - значение коэффициента (число от 0.001 до 0.999).

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

**Пример:**

Команда: ^01PIDI

Ответ: >0.431.

Интегральный коэффициент величиной 0,431.

### 12.9.59. ^AAPIDD(DATA)

**Описание:** Установка дифференциального коэффициента ПИД-регулятора.

**Синтаксис:** ^AAPIDD(DATA), где

AA - адрес (от 00 до FF);

PIDD - идентификатор команды;

DATA - значение дифференциального коэффициента (число от 0.01 до 9.99).

**Ответ** модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AA;

если не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

**Пример:**

Команда: ^01PIDD0.45

Ответ: !01

Задан дифференциальный коэффициент величиной 0.45.

### 12.9.60. ^AAPIDD

**Описание:** Считывание дифференциального коэффициента ПИД-регулятора ( $C_d$ ).

**Синтаксис:** ^AAPIDD, где

^- символ-разделитель;

## 12.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

AA- адрес (от 00 до FF);  
PIDD- идентификатор команды;

**Ответ** модуля на эту команду:

если команда выполнена, то >DATA;

если не выполнена, то ?AA.

DATA - значение дифференциального коэффициента (число от 0.01 до 9.99).

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

### **Пример:**

Команда: ^01PIDD

Ответ: >0.45

Дифференциальный коэффициент величиной 0.45.

### 12.9.61. ^AAPIDS(DATA)

**Описание:** Установка периода ШИМ.

**Синтаксис:** ^AAPIDS(DATA), где

AA- адрес (от 00 до FF);

PIDS- идентификатор команды;

DATA - значение периода в секундах (число от 01.0 до 99.9 в секундах).

**Ответ** модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AA;

если не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

### **Пример:**

Команда ^01PIDS04.5

Ответ: !01

Период ШИМ установлен равным 4,5 сек.

### 12.9.62. ^AAPIDS

**Описание:** Считывание периода ШИМ.

**Синтаксис:** ^AAPIDS, где

AA - адрес (от 00 до FF);

PIDD - идентификатор команды;

**Ответ** модуля на эту команду:

если команда выполнена, то >DATA;

если не выполнена, то ?AA

DATA - значение периода в секундах (число от 01.0 до 99.9 в секундах).

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

**Пример:**

Команда ^01PIDS

Ответ: >15.3

Период ШИМ равен 15,3 сек.

### 12.9.63. ^AAPIDR(DATA)

**Описание:** Установка периода регулирования ПИД-регулятора.

**Синтаксис:** ^AAPIDR(DATA), где

AA- адрес (от 00 до FF);

PIDR- идентификатор команды;

DATA - значение периода регулирования в секундах (число от 001 до 999), что соответствует периодам от 1 с до 999 сек.

**Ответ** модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AA;

если не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

**Пример:**

Команда ^01PIDR045

Ответ: !01

Задан период регулирования величиной 45 сек.

### 12.9.64. ^AAPIDR

**Описание:** Считывание периода регулирования ПИД-регулятора.

**Синтаксис:** ^AAPIDR, где

AA- адрес (от 00 до FF);

PIDR- идентификатор команды;

## 12.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

**Ответ** модуля на эту команду:

если команда выполнена, то >DATA;

если не выполнена, то ?AA.

DATA - значение периода регулирования в секундах (число от 001 до 999).

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

**Пример:**

Команда: ^01PIDR

Ответ: >125

Период регулирования величиной 125 сек.

### 12.9.65. ^AAPIDN

**Описание:** Чтение номера канала, по которому происходит регулирование.

**Синтаксис:** ^AAPIDN, где

AA - адрес (от 00 до FF);

PIDN - идентификатор команды;

**Ответ** модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AAX;

если не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

Здесь:

X - номер канала, по которому происходит регулирование (от 0 до 7).

**Пример:**

Команда: ^01PIDN

Ответ: !014

Регулирование происходит по каналу 4.

### 12.9.66. ^AAPIDNX

**Описание:** Установка номера канала, по которому будет происходить регулирование.

**Синтаксис:** ^AAPIDNX, где

AA - адрес (от 00 до FF);

PIDN - идентификатор команды;

X - номер канала, по которому будет происходить регулирование (от 0 до 7).

**Ответ** модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AA;

если не выполнена, то ?AA.

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет.

**Пример:**

Команда: ^01PIDN5

Ответ: !01

Установлен канал 5 для регулирования.

## 12.10. Список нормативных документов

---

### 12.10. Список нормативных документов

ГОСТ 31610.0-2019 (IEC 60079-0:2017)	ВЗРЫВООПАСНЫЕ СРЕДЫ. Часть 0 Оборудование. Общие требования
ГОСТ 31610.11-2014 (IEC 60079-11:2011)	ВЗРЫВООПАСНЫЕ СРЕДЫ. Часть 11 Оборудование с видом взрывозащиты "искробез- опасная электрическая цепь "i"
ГОСТ 6651-2009	Государственная система обеспечения единства из- мерений. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требо- вания и методы испытаний
ГОСТ Р 8.585-2001	Государственная система обеспечения единства из- мерений (ГСИ). Термопары. Номинальные статиче- ские характеристики преобразования
ГОСТ Р 52931-2008	Приборы контроля и регулирования технологиче- ских процессов. Общие технические условия
ГОСТ 8.401-80	Государственная система обеспечения единства из- мерений (ГСИ). Классы точности средств измере- ний. Общие требования
ГОСТ 8.366-79	Государственная система обеспечения единства из- мерений (ГСИ). Омметры цифровые. Методы и средства поверки

## Лист регистрации изменений

Дата изменения	Описание изменения	Примечание