

Для жестких условий эксплуатации

# Модули автоматки серии NL NL-8TIn, NL-8TIn-2, NL-4RTDn, NL-4RTDn-3

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

Руководство по эксплуатации

© НИЛ АП, 2024

Версия от 8 мая 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. Ваши пожелания можно направлять по почтовому или электронному адресу, а также сообщать по 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.

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

---

# Оглавление

<b>1. Вводная часть .....</b>	<b>8</b>
1.1. Назначение модулей .....	8
1.2. Модификации изделий .....	11
1.3. Состав и конструкция .....	12
1.4. Требуемый уровень квалификации персонала .....	13
1.5. Маркировка и пломбирование .....	14
1.6. Упаковка .....	14
1.7. Комплект поставки .....	14
<b>2. Технические данные .....</b>	<b>14</b>
2.1. Эксплуатационные свойства .....	14
2.2. Точность измерений .....	16
2.3. Технические параметры .....	18
2.4. Предельные условия эксплуатации и хранения .....	22
<b>3. Описание принципов построения .....</b>	<b>23</b>
3.1. Элементная база .....	23
3.2. Структура модулей .....	23
<b>4. Метрологическое обслуживание .....</b>	<b>27</b>
4.1. Методика юстировки модуля .....	28
4.1.1. Средства юстировки .....	28
4.1.2. Условия юстировки .....	29
4.2. Юстировка термопар модуля NL-8TIn и NL-8TIn-2 .....	29
4.3. Юстировка модуля NL-4RTDn и NL-4RTDn-3 .....	30
<b>5. Руководство по применению .....</b>	<b>33</b>
5.1. Органы индикации модуля .....	33
5.2. Монтирование модуля .....	34
5.3. Программное конфигурирование модуля .....	37

---

5.3.1. Заводские установки .....	37
5.3.2. Применение контрольной суммы .....	37
5.3.3. Применение режима INIT .....	38
5.4. Особенности работы с термопарами .....	39
5.5. Особенности работы с резистивными термопреобразователями.....	40
5.6. Управление мощными нагрузками .....	43
5.7. Получение логических уровней на выходах .....	44
5.8. ПИД регулятор .....	44
5.8.1. Алгоритм работы регулятора .....	45
5.8.2. Рекомендации по выбору параметров $\Delta T$ , $K_p$ , $T_i$ и $T_d$ .....	46
5.8.3. Пример настройки ПИД регулятора .....	47
5.9. Двойной сторожевой таймер .....	48
5.10. Состояние выходов при включении и выключении модуля .....	49
5.11. Промышленная сеть на основе интерфейса RS-485 .....	49
5.12. Контроль качества и порядок замены устройства .....	51
5.13. Действия при отказе изделия .....	52
<b>6. Программное обеспечение .....</b>	<b>52</b>
<b>7. Техника безопасности.....</b>	<b>52</b>
<b>8. Хранение, транспортировка и утилизация .....</b>	<b>52</b>
<b>9. Гарантия изготовителя .....</b>	<b>53</b>
<b>10. Справочные данные .....</b>	<b>54</b>
10.1. Кодировка скоростей обмена модуля .....	54
10.2. Коды входных диапазонов .....	54
10.3. Коды установки формата данных и контрольной суммы .....	56
10.4. Синтаксис команд протокола DCON.....	57
10.5. Пересчет данных, получаемых от модулей, в режиме Modbus RTU. .....	57

---

10.6. Float в режиме Modbus RTU .....	58
10.7. Список команд протокола DCON.....	59
10.7.1. Общие команды .....	59
10.7.2. Команды модулей NL-8TIn и NL-8TIn-2 .....	60
10.7.3. Команды модулей NL-4RTDn и NL-4RTDn-3.....	61
10.7.4. Команды для управления дискретными выходами (только для модулей NL-8TIn-2 и NL-4RTDn-3).....	61
10.8. Список команд протокола Modbus RTU.....	64
10.8.1. Команды модулей NL-8TIn и NL-8TIn-2.....	64
10.8.2. Команды модулей NL-4RTDn и NL-4RTDn-3.....	69
10.8.3. Команды для управления дискретными выходами (только для модулей NL-8TIn-2 и NL-4RTDn-3).....	72
10.9. Подробное описание команд протокола DCON.....	76
10.9.1. ^RESET .....	76
10.9.2. ^AARS.....	76
10.9.3. %AANNTTCCFF .....	77
10.9.4. ~AAP .....	77
10.9.5. ~AAPV .....	78
10.9.6. ^AAG.....	79
10.9.7. ^AAGPS .....	79
10.9.8. ^AAM.....	80
10.9.9. ^AAK.....	80
10.9.10. ^AAZ.....	81
10.9.11. ^AAZVV .....	81
10.9.12. \$AA2 .....	82
10.9.13. \$AAF .....	82
10.9.14. #AA .....	83
10.9.15. #AAN.....	83

---

10.9.16. \$AA5VV .....	84
10.9.17. \$AA6 .....	85
10.9.18. \$AA0 .....	85
10.9.19. \$AA1 .....	86
10.9.20. ^AAEV(Пароль).....	86
10.9.21. ^AAC(Пароль).....	87
10.9.22. \$AA7CiRrr .....	87
10.9.23. \$AA8Ci .....	88
10.9.24. \$AA3 .....	89
10.9.25. ^AAX .....	89
10.9.26. ^AAXV .....	90
10.9.27. ^AABN.....	90
10.9.28. \$AA9 .....	91
10.9.29. \$AA9(Data).....	91
10.9.30. \$AAWN .....	92
10.9.31. \$AAWNS .....	92
10.9.32. ~** .....	93
10.9.33. ~AA0.....	93
10.9.34. ~AA1 .....	94
10.9.35. ~AA2.....	94
10.9.36. ~AA3Evv.....	95
10.9.37. ^AA4 .....	96
10.9.38. ^AA5PPSS .....	96
10.9.39. ^AADO .....	97
10.9.40. ^AADOVV .....	97
10.9.41. ^AADOP .....	98
10.9.42. ^AADOMODE.....	99

---

10.9.43. ^AAPIDT(DATA) .....	99
10.9.44. ^AAPIDT .....	100
10.9.45. ^AAPIDNOW .....	100
10.9.46. ^AAPIDP(DATA) .....	101
10.9.47. ^AAPIDP .....	101
10.9.48. ^AAPIDI(DATA) .....	102
10.9.49. ^AAPIDI .....	102
10.9.50. ^AAPIDD(DATA) .....	103
10.9.51. ^AAPIDD .....	104
10.9.52. ^AAPIDS(DATA) .....	104
10.9.53. ^AAPIDS .....	105
10.9.54. ^AAPIDR(DATA) .....	105
10.9.55. ^AAPIDR .....	105
10.9.56. ^AAPIDN .....	106
10.9.57. ^AAPIDNX .....	106
10.10. Список стандартов, на которые даны ссылки .....	108
<b>Лист регистрации изменений .....</b>	<b>110</b>

# 1. Вводная часть

Модули серии 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 с помощью набора команд в ASCII кодах или протокола Modbus RTU.

Модули не содержат механических переключателей. *Все настройки модулей выполняются программно* из управляющего компьютера (контроллера). Настроечные параметры запоминаются в ЭППЗУ и *сохраняются при выключении питания*.

Все модули имеют *сторожевой таймер*, который перезапускает модуль в случае его "зависания" или провалов напряжения питания.

Модули NL-8TIn-2, NL-4RTDn-3 имеют *второй сторожевой таймер*, который 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 +70 °С, имеют *гальваническую изоляцию* входов от цепи питания и порта RS-485 с испытательным напряжением изоляции 2,5 кВ (ГОСТ Р 52931).

## 1.1. Назначение модулей

Модули NL-8TIn, NL-8TIn-2, NL-4RTDn, NL-4RTDn-3 (рис. 1.1 – рис. 1.4) предназначены для ввода или вывода сигналов и могут быть использованы везде, где необходимо выполнять автоматическое управление и контроль: в доме, офисе, цехе. Однако модули спроектированы специально для использования в промышленности, в жестких условиях эксплуатации.

Основным назначением модулей является усиление, преобразование в цифровой код и ввод в управляющий компьютер или контроллер измеренных значений температуры, поступающих от разнообразных датчиков.



## 1.1. Назначение модулей

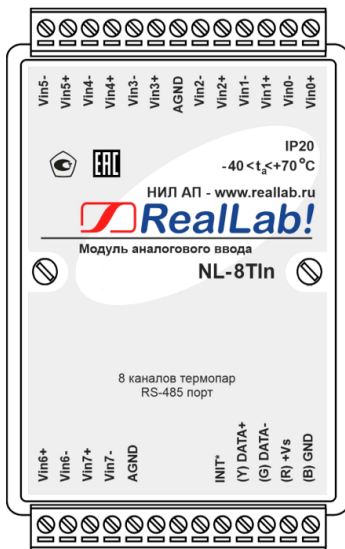


Рис. 1.1. Вид сверху на модуль NL-8TIn



Рис. 1.2. Вид сверху на модуль NL-8TIn-2



Рис. 1.3. Вид со стороны маркировки на модуль NL-4RTDn



Рис. 1.4. Вид со стороны маркировки на модуль NL-4RTDn-3

## 1.2. Модификации изделий

---

Модули могут быть использованы для удаленного сбора данных, диспетчерского управления, в системах безопасности, для лабораторной автоматизации, автоматизации зданий, тестирования продукции. Примерами могут быть применение модулей для решения следующих задач:

- автоматическое управление исполнительными механизмами (печами, электродвигателями, клапанами, задвижками, фрамугами и т.п.) с обратной связью и без;
- управление освещением, кондиционированием воздуха, котельными, тепловыми пунктами и т.п.;
- контроль и регистрация температуры в теплицах, элеваторах, печах для закалки стали, испытательных камерах тепла и холода, в различных технологических процессах;
- стабилизация температуры в термостатах, термошкафах, котлах, жилых зданиях, теплицах, на элеваторах и т.п.;
- автоматизация стендов для прямо-сдаточных и других испытаний продукции, для диагностики неисправностей при ремонте, для автоматизированной генерации паспортных данных неидентичной продукции;
- научные исследования и разработки, запись в компьютер и отображение медленно меняющихся физических процессов, построение многомерных температурных, силовых, световых, вибрационных, шумовых и других полей, лабораторные работы в ВУЗах.

## 1.2. Модификации изделий

Модули имеют несколько модификаций. При заказе модуля указывается код заказа, который включает следующие обозначения, уточняющие состав и характеристики модулей:

### **Модуль NL–8TIn**

Кодировка: **NL–8TIn - п.1**, где:

п.1 – при наличии – характеризует количество выходных каскадов (2).

Пример: **NL–8TIn-2** - модуль ввода сигналов термопар с двумя выходами.

### **Модуль NL–4RTDn**

Кодировка: **NL–4RTDn - п.1**, где:

п.1 – при наличии – характеризует количество выходных каскадов (3).

*Пример:* NL-4RTDn-3 – модуль ввода сигналов термопреобразователей сопротивления с тремя дискретными выходами.

### 1.3. Состав и конструкция

Модуль состоит из основания, печатной платы и крышки, которая прикрепляется к основанию двумя винтами, и съемных клеммных колодок (рис. 1.5 - рис. 1.6). Крышка не предназначена для съема потребителем.

*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.

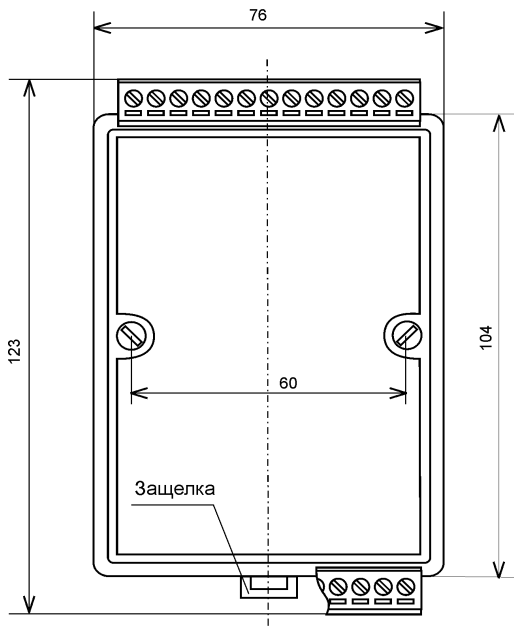


Рис. 1.5. Габаритный чертеж модуля

## 1.4. Требуемый уровень квалификации персонала

---

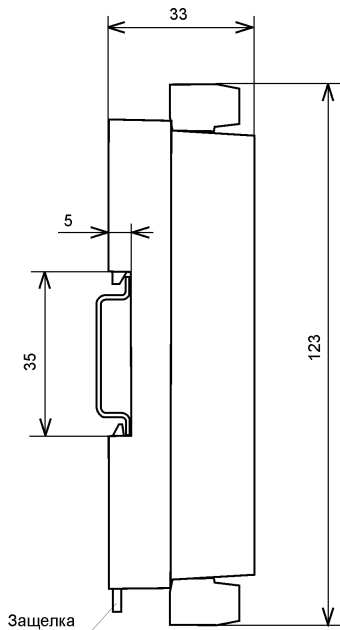


Рис. 1.6. Габаритный чертеж модуля с креплением к DIN-рейке. Вид сбоку

Корпус выполнен из ударопрочного полистирола методом литья под давлением. Внутри корпуса находится печатная плата. Монтаж платы выполнен по технологии монтажа на поверхность.

Для крепления на DIN-рейке используют пружинящую защелку (рис. 1.5 - рис. 1.6), которую оттягивают в сторону от корпуса с помощью отвертки, затем надевают корпус на 35-мм DIN-рейку и защелку отпускают. Для крепления к стене можно использовать отрезок DIN-рейки, которая закрепляется двумя шурупами на стене, затем на ней закрепляется модуль с помощью его защелки. Модули можно также крепить один сверху другого (рис. 5.2).

## 1.4. Требуемый уровень квалификации персонала

Модуль спроектирован таким образом, что никакие действия персонала в пределах разумного не могут вывести его из строя. Поэтому квалификация персонала влияет только на быстроту освоения работы с модулем, но не на его надежность и работоспособность.

### 1.5. Маркировка и пломбирование

На лицевой панели модуля указана его марка, наименование изготовителя (НИЛ АП), знак соответствия, назначение выводов (клемм), IP степень защиты оболочки. Расположение указанной информации на лицевой панели приведено на рис. 1.1 – рис. 1.4.

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

### 1.6. Упаковка

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

### 1.7. Комплект поставки

В комплект поставки модуля входит:

- модуль;
- паспорт.

## 2. Технические данные

### 2.1. Эксплуатационные свойства

Модули характеризуются следующими основными свойствами:

- температурным диапазоном работоспособности от -40 до +70 °С;
- установка для каждого канала своего типа датчика;
- имеют 10 видов защит от:
  - неправильного подключения полярности источника питания;
  - превышения напряжения питания;
  - перенапряжения по входу;
  - короткого замыкания по выходу;
  - перегрузки выхода по току;

## 2.1. Эксплуатационные свойства

---

- 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;
- аппаратная диагностика обрыва датчиков;
- имеют возможность "горячей замены", т. е. без предварительного отключения питания;
- сторожевой таймер выполняет рестарт устройства в случае его "зависания" и провалов питания;
- имеют групповую изоляцию входов с тестовым напряжением изоляции 2500 В. Постоянно действующее напряжение, приложенное к изоляции, не может быть более 300 В;
- входы имеют общую гальваническую изоляцию от части модуля, соединенной с источником питания и портом RS-485 (см. рис. 3.1 - рис. 3.4). Изоляция обеспечивает защиту модуля и соединенного с ним оборудования от высокого синфазного напряжения, которое допустимо 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;
- используют любое напряжение питания в диапазоне от 10 до 30 В;
- разрешающая способность АЦП не менее 16 бит;
- программно переключаемые диапазоны входных сигналов:
  - для NL-8TIn, NL-8TIn-2 термопар типов J (ТЖК), К (ТХА), В (ТПР), L (ТХК), Е (ТХКн), S (ТПП 10%), R (ТПП 13%), N (ТНН), Т (ТМК), А-1 (ТВР), А-2 (ТВР), А-3 (ТВР);
  - для NL-4RTDn, NL-4RTDn-3 термосопротивлений типов Pt50, Pt100, Pt500, Pt1000, 50П, 100П, 500П, 1000П, Cu50, Cu100, Cu500, Cu1000, 50М, 100М, 500М, 1000М, 100Н, 500Н, 1000Н;
- три типа формата данных: инженерный, шестнадцатеричный, проценты от шкалы (только DCON). Тип формата выбирается программно;
- скорость обмена через порт RS-485 (бит/сек): 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200. Выбирается программно;
- модули NL-8TIn-2, NL-4RTDn-3 имеют дискретные выводы для выполнения функций автономного локального релейного или ПИД регулирования;

- встроенное ЭППЗУ позволяет хранить настройки модуля при выключенном питании;
- степень защиты от воздействий окружающей среды – IP20;
- код в соответствии с Общероссийским классификатором продукции по видам экономической деятельности ОК 034-2014 (КПЕС 2008): 26.51.43.117;
- наработка на отказ не менее 100 000 час;
- вес модуля составляет 135 г.

См. также п. 2.4.

## 2.2. Точность измерений

Погрешность измерений температуры складывается из основной погрешности и дополнительной. Основная погрешность определяется в нормальных условиях эксплуатации (см. п. 4.1.2). Дополнительная погрешность появляется, когда прибор используется в условиях, отличных от нормальных. Дополнительная погрешность алгебраически складывается с основной. Основная погрешность измерений дана в табл. 1–табл. 2 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. 1. Метрологические характеристики модулей NL-8TIn, NL-8TIn-2

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 К-типа (ТХА) От –200 до +1372 °С	±1 °С	
Термопара Т-типа (ТМК) От –200 до +400 °С	±1 °С	
Термопара Е-типа (ТХКн) От –200 до +1000 °С	±1 °С	



## 2.2. Точность измерений

Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности	Пределы допускаемой доп. погрешности, вызванной изменением температуры на 10 °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 В-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 А1 (ТВР) От 0 до +2500 °С	±1,5 °С	
Термопара типа А2 (ТВР) От 0 до +1800 °С	±1,5 °С	
Термопара типа А3 (ТВР) От 0 до +1800 °С	±1,5 °С	

### *Примечание.*

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. 3.
4. Применение термопар, работающих в диапазоне от 0 °С, возможно только при температуре корпуса модуля выше 0 °С или отключенном встроенным датчиком холодного спая.

Табл. 2. Метрологические характеристики модуля NL-4RTDn, NL-4RTDn-3

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

*Примечание.*

1. Погрешность измерения температуры приведена без учета погрешности датчика (термопреобразователя сопротивления).
2. Погрешность приведена к полному диапазону измерений.

### 2.3. Технические параметры

В приведенной табл. 3 жирным шрифтом указаны параметры, контролируемые изготовителем в процессе производства

Не помеченные жирным шрифтом параметры взяты из паспортов на комплектующие изделия и гарантируются их производителями. За достоверность этих данных НИЛ АП ответственности не несет. Они также не могут

### 2.3. Технические параметры

быть использованы для расчета погрешности в областях, на которые распространяется действие Государственного метрологического контроля и надзора.

Табл. 3. Параметры, общие для всех модулей

Параметр	Значение параметра	Примечание
<i>Параметры порта RS-485</i>		
Защита от перегрева выходных каскадов порта RS-485: - температура срабатывания защиты - температура перехода в рабочее состояние	150 °С  140 °С	Предохраняет выходные каскады от перегрева в случае продолжительного короткого замыкания в шине RS-485. Выходные каскады передатчика порта RS-485 переводятся в высокоомное состояние, пока температура выходного каскада не понизится до 140 °С
Защита от короткого замыкания клемм порта RS-485	Есть	
Защита от электростатического разряда и выбросов на клеммах порта RS-485	Есть	
Нагрузочная способность	32	32 аналогичных модуля могут быть подсоединены в качестве нагрузки порта RS-485
Дифференциальное выходное напряжение	от 1,5 до 5 В	При сопротивлении нагрузки от 27 Ом до бесконечности
Синфазное напряжение на зажимах в режиме передачи	от -7 до +12 В	
Ток короткого замыкания выходов	от 35 до 250 мА	При напряжении на зажимах порта от -7 В до +12 В
<i>Параметры приемника порта RS-485</i>		
Уровень логического нуля порта в режиме приема	от -0,2 до +0,2 В	Дифференциальное входное напряжение. При синфазном напряжении от -7 В до +12 В
Гистерезис по входу	70 мВ	
Входное сопротивление	12 кОм	Типовое значение

## 2. Технические данные

Параметр	Значение параметра	Примечание
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
Погрешность датчика температуры холодного спая	$\pm 1$ °С	Не более
Нелинейность датчика температуры холодного спая	$\pm 0,5$ °С	Не более
Ток возбуждения термосопротивлений	200 мкА	Для NL-4RTDn
Рассогласование токов возбуждения	0,5 %	Типовое значение. Компенсируется при юстировке
Температурный дрейф разности токов возбуждения	0,0005 %/град	Типовое значение
Входное сопротивление	5 МОм	Не менее
<b>Время измерения, с</b>	<b>0,1*N</b>	N-число активных каналов
<i>Параметры дискретного выхода</i>		
Максимальное рекомендуемое рабочее напряжение на выходе	от 0 до 40 В	
Макс. ток нагрузки	1,4 А	
<b>Сопротивление открытого выходного ключа, не более</b>	0,25 Ом	при 25 °С
	0,5 Ом	на диапазоне от -40 до 70 °С
<b>Ток утечки закрытого выходного ключа</b>	50 мкА	Не более, при температуре 25 °С
Длительность фронта переключения выхода	2,5 мкс	

### 2.3. Технические параметры

Параметр	Значение параметра	Примечание
Температура срабатывания защиты от перегрева выходных каскадов	От 150 °С до 200 °С	Выходные транзисторы переходят в запертое состояние
Ток срабатывания защиты от перегрузки по току	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 отпираания ключа.
Напряжение срабатывания защиты от перенапряжения по выходу	От 45 до 55 В	
Время перехода в защищенное состояние	5 мкс	Не более
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>		
<b>Напряжение питания</b>	от 10 до 30 В	
<b>Потребляемая мощность</b> NL-8TIn NL-8TIn-2 NL-4RTDn NL-4RTDn-3	0,5 Вт 0,55 Вт 0,5 Вт 0,55 Вт	Не более
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.
3. Импеданс нагрузки порта RS-485 равен 100 Ом

Табл. 4. Параметры линий связи модулей NL-4RTDn, NL-4RTDn-3 с термопреобразователями сопротивления

<b>R<sub>линии</sub>, Ом, не более</b>	<b>Исполнение линий</b>
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.

## 2.4. Предельные условия эксплуатации и хранения

Эксплуатация модулей возможна при следующих условиях окружающей среды:

- температурный диапазон работоспособности от -40 до +70 °С;
- напряжение на входах не более 30 В;
- напряжение питания от +10 до +30 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;
- оптимальная температура хранения +5...+40 °С;
- предельная температура хранения от -40 до +85 °С.

## 3. Описание принципов построения

Модуль использует новейшую элементную базу с температурным диапазоном от  $-40$  до  $+70$  °С, поверхностный монтаж выполнен групповой пайкой в конвекционной печи со строго контролируемым температурным профилем.

### 3.1. Элементная база

Применение новейших микроэлектронных гальванических изоляторов с магнитной связью вместо традиционных изоляторов на оптронах позволило снизить потребляемую модулем мощность и стоимость модуля.

Применение АЦП, специально спроектированных для работы с термопарами и резистивными преобразователями, позволило реализовать процедуру автоматического тестирования обрыва датчика без применения дополнительных микросхем.

Выбор интеллектуальных транзисторных МОП ключей позволил реализовать все возможные варианты защиты выходов без увеличения количества корпусов ИС.

Перечисленные особенности элементной базы позволили уменьшить общее количество корпусов ИС и таким образом повысить надежность модуля.

### 3.2. Структура модулей

Структурные схемы модулей NL-8TIn, NL-8TIn-2, NL-4RTDn и NL-4RTDn-3 приведены на рис. 3.1 – рис. 3.4.

Сигналы с входа модуля подаются на вход АЦП и преобразуются в цифровой код. АЦП имеет встроенный цифровой фильтр и усилитель с цифровым управляемым коэффициентом усиления.

Цифровой сигнал с выхода АЦП поступает в микроконтроллер через изолирующий повторитель. Изолированная часть модуля, содержащая АЦП, питается через развязывающий преобразователь постоянного напряжения, чем обеспечивается полная гальваническая изоляция входов от блока питания и интерфейсной части (рис. 3.1 – рис. 3.4).

### 3. Описание принципов построения

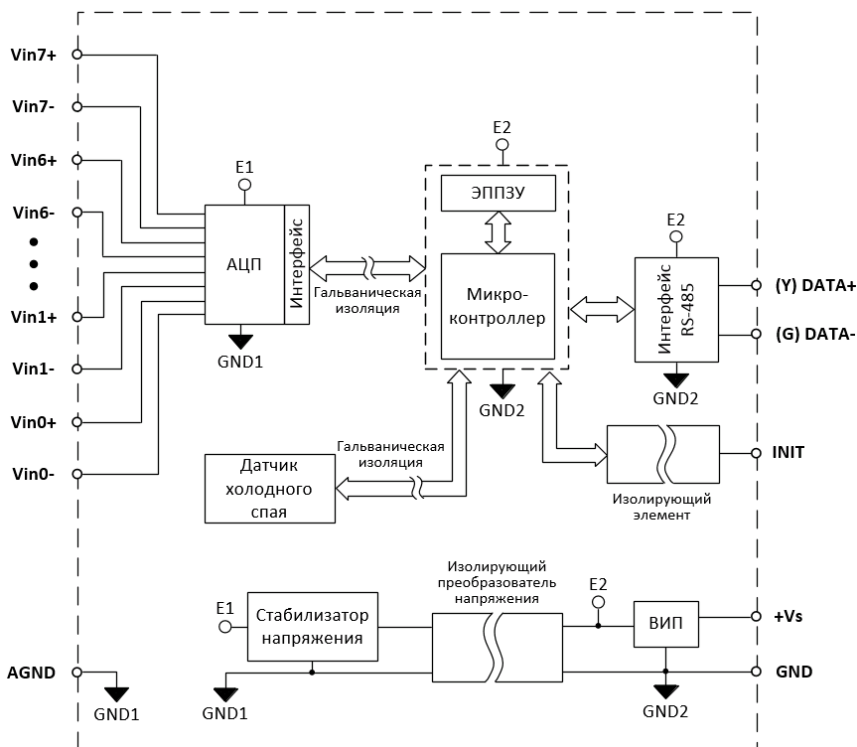


Рис. 3.1. Структурная схема модуля NL-8Tin

Микроконтроллер модуля выполняет следующие функции:

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

В состав модуля входит сторожевой таймер, вырабатывающий сигнал сброса, если микроконтроллер перестает вырабатывать сигнал "ОК" (это периодический сигнал, подтверждающий, что микроконтроллер не "завис"). Второй сторожевой таймер переводит выходы модулей NL-8Tin-2, NL-4RTDn-3 в безопасные состояния ("Safe Value"), если из управляющего



## 3.2. Структура модулей

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.

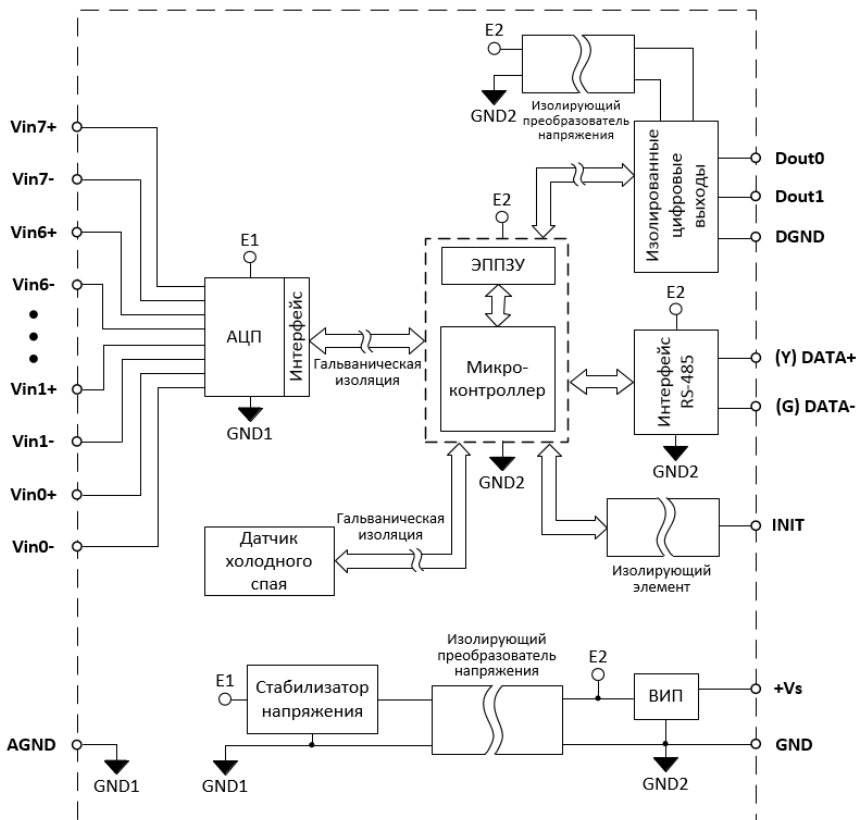


Рис. 3.2. Структурная схема модуля NL-8TIn-2

Схема питания модулей содержит вторичный импульсный источник питания, позволяющий с высоким к.п.д. преобразовывать напряжение питания в диапазоне от +10 до +30 В. 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.

### 3. Описание принципов построения

Для получения дискретных выходов с высокой степенью защиты использованы интеллектуальные МОП ключи, имеющие защиту от перегрузки по току, от перегрева выходных каскадов, от перенапряжения и от статического электричества.

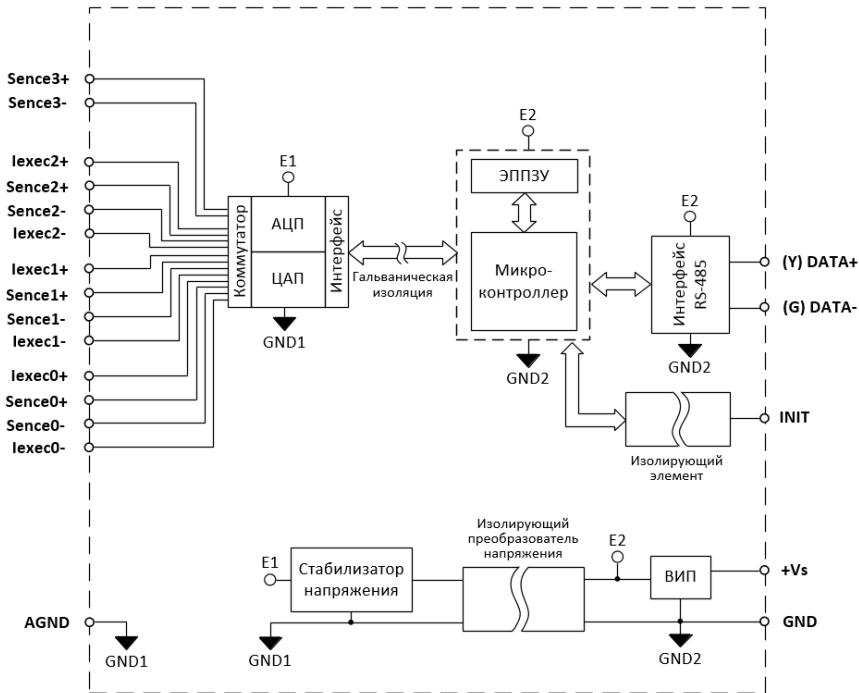


Рис. 3.3. Структурная схема модуля NL-4RTDn

Интерфейс RS-485 выполнен на стандартных микросхемах, удовлетворяющие стандартам EIA для интерфейса RS-485 и имеющие защиту от электростатических зарядов, от выбросов на линии связи, от короткого замыкания и от перенапряжения. Дополнительно в модуле использована позисторная защита от перенапряжения на клеммах порта RS-485. Аналогичная защита использована для входа источника питания.

Внешние управляющие команды посылаются в модуль через порт RS-485.

## 3.2. Структура модулей

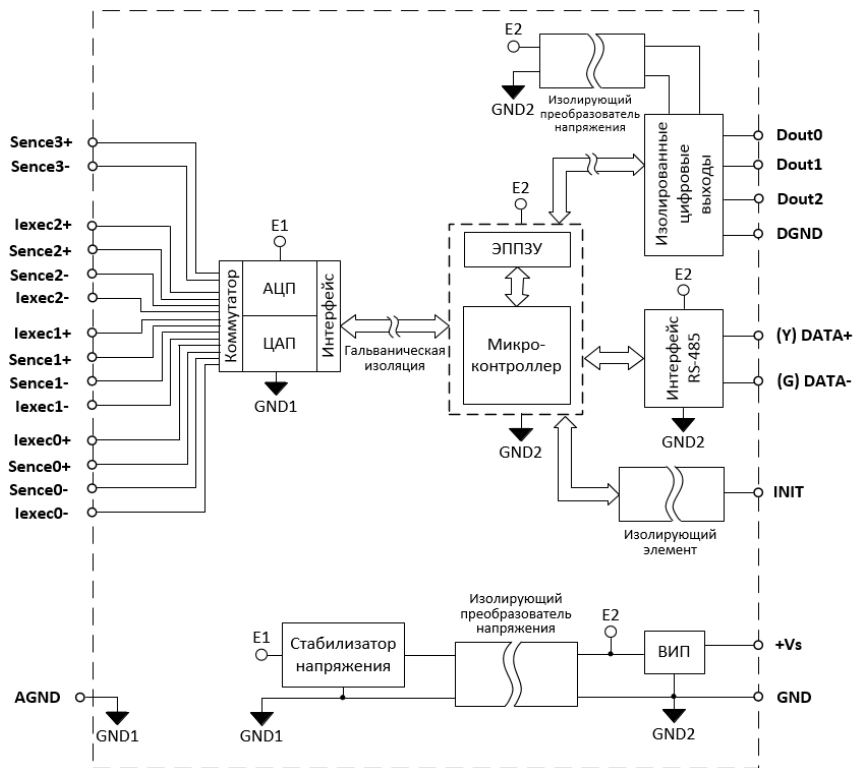


Рис. 3.4. Структурная схема модуля NL-4RTDn-3

## 4. 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 калибровку 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 погрешность 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.

### 4.1. Методика юстировки модуля

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

#### 4.1.1. Средства юстировки

Для юстировки следует использовать образцовый вольтметр 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 или сопротивление. Источник тестовых напряжений или сопротивлений должен иметь временную стабильность не хуже 0,01 % за время юстировки и пульсации не более 0,01 %. Величина тестового напряжения 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.

## 4.2. Юстировка термопар модуля NL-8TIn и NL-8TIn-2

---

### 4.1.2. Условия юстировки

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

- температура окружающего воздуха  $20 \pm 5$  °C;
- относительная влажность от 45 до 75 %;
- атмосферное давление от 86 до 106 кПа;
- напряжение питания - постоянное напряжение в диапазоне от 10 до 30 В.

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

## 4.2. Юстировка термопар модуля NL-8TIn и NL-8TIn-2

**Важно! Юстировка выполняется по нулевому каналу модуля и применяется на все остальные каналы. Калибровочные коэффициенты для термопар сгруппированы в соответствии с табл. 5. 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-8TIn и NL-8TIn-2 выполняется по следующему алгоритму:

- подключить калибратор к каналу 0 модуля проводом минимальной длины в соответствии с рис. 4.1;
- выбрать тип термопары канала 0 записью соответствующего значения в регистр «**Диапазон канала 0**» для протокола Modbus RTU или командой «**\$AA7CiRrr**» 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. 5;
- 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. 5. 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

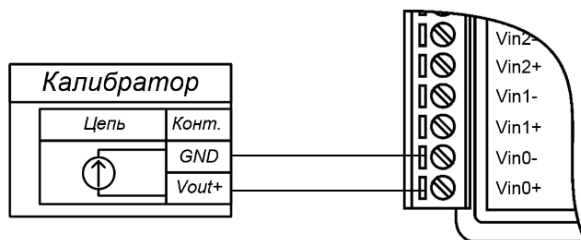


Рис. 4.1. Соединение приборов для юстировки термопар модуля NL-8TIn

### 4.3. Юстировка модуля NL-4RTDn и NL-4RTDn-3

**Важно! Юстировка выполняется по нулевому каналу модуля и применяется на все остальные каналы. Калибровочные коэффициенты для термосопротивлений сгруппированы в соответствии с табл. 6. 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-4RTDn необходим образцовый магазин сопротивлений, которым набирают сопротивления в соответствии с табл. 6. 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. 4.2) 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.**

### 4.3. Юстировка модуля NL-4RTDn и NL-4RTDn-3

Процесс юстировки термосопротивлений для модулей NL-8TIn и NL-8TIn-2 выполняется по следующему алгоритму:

- подготовить 3-проводную (рис. 4.2) или 4-проводную (рис. 4.3) 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 **«\$AA7CiRrr»** 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. 6);
- 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.

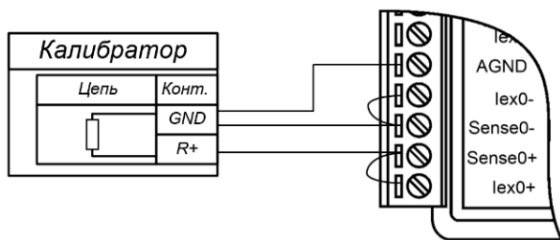


Рис. 4.2. Подключение приборов для юстировки термосопротивлений по трехпроводной схеме соединения модуля NL-4RTDn

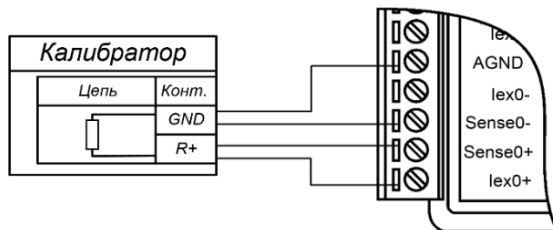


Рис. 4.3. Подключение приборов для юстировки термосопротивлений по четырехпроводной схеме соединения модуля NL-4RTDn

Табл. 6. 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 ( $\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )	
Cu 500 ( $\alpha = 0,00426 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )	
500 М ( $\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )	4000
Н 500 ( $\alpha = 0,00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )	
Pt 1000 ( $\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )	
1000 П ( $\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )	
Cu 1000 ( $\alpha = 0,00426 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )	4000
1000 М ( $\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )	
Н 1000 ( $\alpha = 0,00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )	



# 5. Руководство по применению

Для работы с модулями серии NL необходимо иметь следующие компоненты:

- модуль;
- компьютер с портом RS-485, или USB;
- источник питания напряжением от 10 до 30 В;
- конвертер порта USB в RS-485 (если в компьютере отсутствует порт RS-485).

Управление модулем по протоколу DCON может выполняться любой программой, способной посылать ASCII - коды в порт RS-485 (или USB), например, программой Putty. А для управления по протоколу Modbus RTU необходима программа способная посылать посылки формата Modbus RTU, например, программа Modbus Pool.

## 5.1. 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. 7

Табл. 7. 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

## 5.2. Монтаж модуля

Модуль может быть использован на производствах и объектах вне взрывоопасных зон в соответствии с настоящим Руководством по эксплуатации и действующими нормативными документами Госгортехнадзора России по безопасности.

Модуль может быть установлен в шкафу или на стене с помощью винтов или шурупов, а также на DIN-рейку.

Для крепления на DIN-рейку нужно оттянуть пружинящую защелку (рис. 1.5 - рис. 1.6), затем надеть модуль на рейку и отпустить защелку. Чтобы снять модуль, сначала оттяните защелку, затем снимите модуль. Оттягивать защелку удобно отверткой.



Рис. 5.1. Чтобы закрепить один модуль сверху другого, сначала закрепите DIN-рейку сверху модуля



Рис. 5.2. Крепление одного модуля на другой

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, затем крепят рейку сверху корпуса модуля двумя винтами, используя те же отверстия, что и для крепления верхней крышки модуля к его основанию (рис. 5.1). На закрепленную DIN рейку обычным способом крепят второй модуль (рис. 5.2). Для исключения движения модуля вдоль DIN-рейки по



около 10 Ом. Если к этим проводам подключены три модуля серии NL, то общий потребляемый ток составит около 0,3 А. Падение напряжения на таком сопротивлении составит 3 В. Следовательно, напряжение источника питания должно быть не менее 13 В или нужно увеличить площадь поперечного сечения провода.

Если модуль расположен далеко от общего источника питания, он может быть подключен к отдельному маломощному источнику питания.

Модуль допускает "горячую замену", т.е. он может быть заменен без предварительного выключения питания и остановки всей системы. Перед заменой модуля следует записать в него все необходимые конфигурационные установки. Возможность горячей замены достигнута благодаря наличию 11 степеней защиты модуля. Тем не менее, в аварийном режиме работы системы желательно убедиться, что напряжения в подключаемых цепях не превышают предельно допустимых значений (см. раздел 2.3).

Подсоединение модуля к промышленной сети на основе интерфейсов RS-485 выполняется экранированной витой парой. Такой провод уменьшает наводки на кабель и повышает устойчивость системы к сбоям во время эксплуатации. Один из проводов витой пары подключают к выводу DATA+ модуля. Витая пара может быть не экранированной при ее длине до 10 м.

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

Подключите клеммы порта RS-485 модуля через преобразователь интерфейса NL-485-USB-I к порту компьютера (рис. 5.4).

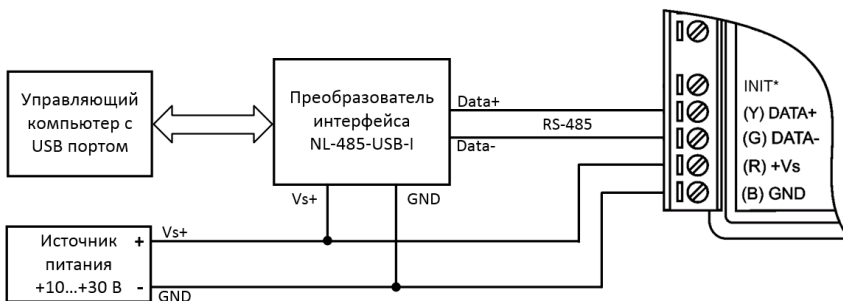


Рис. 5.4. Подключение модуля к порту RS-485 компьютера

### 5.3. Программное конфигурирование модуля

Прежде чем подключить модуль к сети, его необходимо сконфигурировать, т.е. задать скорость обмена данными, установить бит контрольной суммы, адрес, код входного диапазона (см. «Справочные данные»).

#### 5.3.1. Заводские установки

Заводскими установками ("по умолчанию") являются следующие:

- скорость обмена 9600 бит/с;
- адрес 01;
- количество бит данных – 8;
- один стоп бит;
- четность – нет;
- протокол DCON;
- контрольная сумма отключена.

Изготовителем устанавливаются также следующие параметры:

- формат данных - инженерные единицы.

#### 5.3.2. Применение контрольной суммы

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" (cr). 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(cr) (см. п. 10.9.12). 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 (cr) в команде надо указать "B7", и команда \$012(cr) будет выглядеть как \$012B7(cr).

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

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

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

### 5.3.3. 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 описано ниже, и считать нужные параметры, хранящиеся в ЭППЗУ модуля. В режиме INIT модуль запускается с заводскими установками (см. «Заводские установки») 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. 5.5;
- включите питание.

*Для выхода из режима INIT* выполните следующие действия:

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

## 5.4. Особенности работы с термопарами

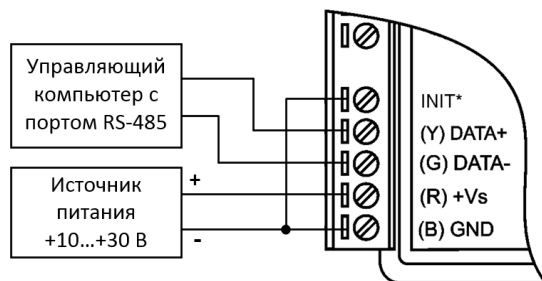


Рис. 5.5. Соединение вывода INIT\* с "землей" для перехода в режим Init

## 5.4. Особенности работы с термопарами

Термопара является нелинейным преобразователем температуры в напряжение. Для реализации компенсации нелинейности в модулях NL-8TIn, NL-8TIn-2 используются аппроксимируемые полиномы, взятые из ГОСТ Р 8.585-2001 для всех типов термопар представленных в табл. 9. Подключение термопары к модулю NL-8TIn (NL-8TIn-2) представлена на рис. 5.6.

Напряжение на зажимах термопары зависит не от абсолютного значения температуры, а от разности температур горячего и холодного спая. Температура холодного спая в модулях NL-8TIn, NL-8TIn-2 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.

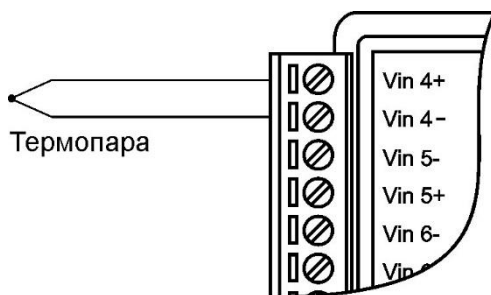


Рис. 5.6. Подключение термопары к 4 каналу модуля NL-8TIn (NL-8TIn-2)

## 5.5. Особенности работы с резистивными термопреобразователями

Резистивные медные, платиновые или никелевые термопреобразователи сопротивления подключаются к модулю NL-4RTDn (NL-4RTDn-3) по одному из трех вариантов (рис. 5.7 - рис. 5.9).

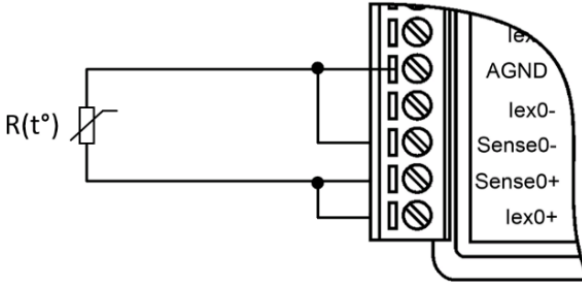


Рис. 5.7 . Двухпроводная схема подключения термосопротивления к модулю NL-4RTDn (NL-4RTDn-3)

Для измерения сопротивления из модуля в термопреобразователь задают ток с помощью "идеальных" источников тока  $I_{ex+}$  и  $I_{ex-}$  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. 4). 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 согласования токов источников тока  $I_{ex+}$  и  $I_{ex-}$ . Однако, поскольку модули



## 5.5. Особенности работы с резистивными термопреобразователями

NL-4RTDn (NL-4RTDn-3) имеет 6 генераторов тока, к нему можно подключить только 3 датчика по такой схеме (рис. 5.8).

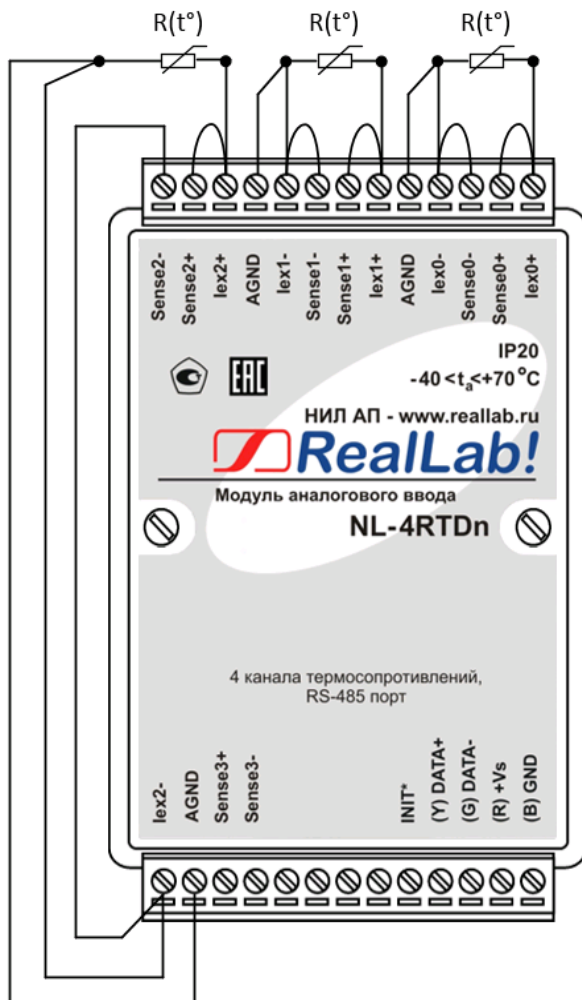


Рис. 5.8. Трехпроводное подключение резистивных термопреобразователей к модулю NL-4RTDn (NL-4RTDn-3)

Четырехпроводная схема использует только один источник тока. Поэтому исключается погрешность рассогласования токов  $I_{ex0+}$  и  $I_{ex0-}$ . Четырех-

проводная схема не использует принцип компенсации сопротивлений и поэтому позволяет исключить влияние проводов независимо от величины рас- согласования их сопротивлений. Для этого напряжение измеряется непо- средством на выводах датчика (рис. 5.9). Эта схема измерения является наиболее точной.

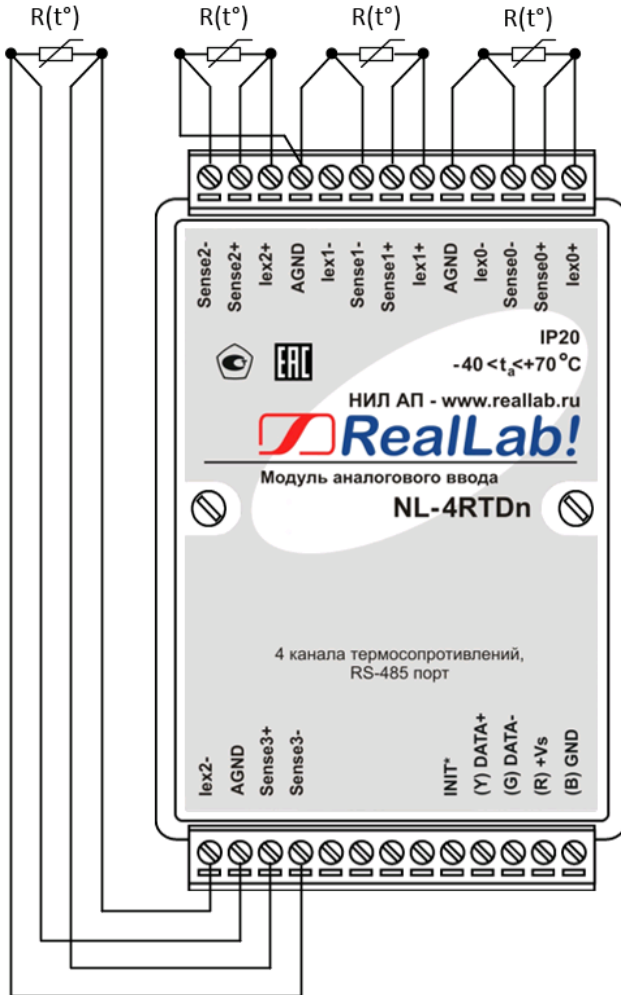


Рис. 5.9. Четырехпроводное подключение резистивных термопреобразователей к модулю NL-4RTDn (NL-4RTDn-3)

### 5.6. Управление мощными нагрузками

Выходные каскады модулей NL-8TIn-2, NL-4RTDn-3 можно использовать для переключения нагрузок любой мощности, если подключить к выходным каскадам модуля электромагнитное или полупроводниковое реле, тиристор или симистор. Соответствующие схемы включения приведены на рис. 5.10 - рис. 5.12. При использовании дискретных выходов необходимо помнить, что безопасные состояния исполнительных устройств должны соответствовать безопасному состоянию "Safe Value" выходов модуля.

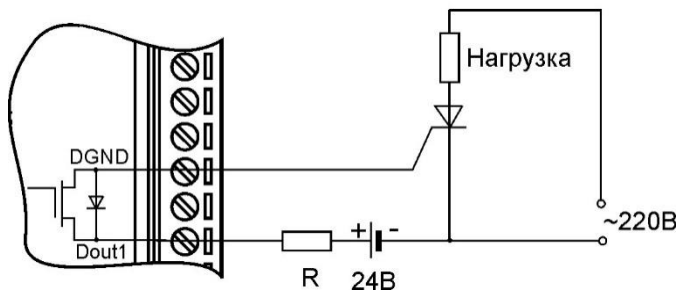


Рис. 5.10. Применение модуля для управления симистором

Обратите внимание, что при отсутствии питания модуля симистор выключен, что соответствует требованиям к аварийным режимам оборудования. Однако такая схема не позволяет подключить симисторы одновременно к нескольким выходам модуля.

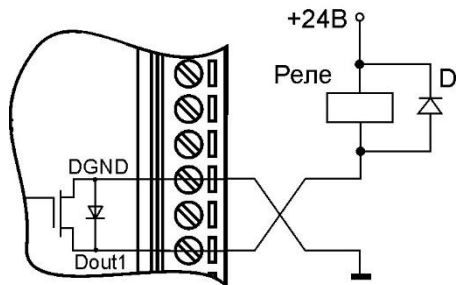


Рис. 5.11. Применение модуля для управления электромагнитным реле

## 5.7. Получение логических уровней на выходах

Выходные каскады модулей выполнены по схеме с открытым коллектором, что позволяет получить логические уровни любой величины не превышающие значение в табл. 3, в зависимости от напряжения источника питания выходных каскадов (рис. 5.12).

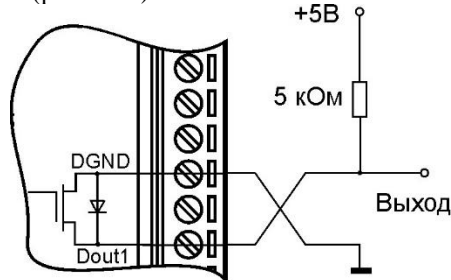


Рис. 5.12. Получения логических уровней напряжения на выходах модулей

## 5.8. 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 модулях NL-8TIn-2 и NL-4RTDn-3 регулируемый параметр воспринимается в виде температуры термопары/термосопротивления выбранного канала регулирования. 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

## 5.8. ПИД регулятор

---

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

### 5.8.1. 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 является температура термопары (NL-8TIn-2) или термосопротивления (NL-4RTDn-3). 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/°C].

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 калибровочной 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. 5.8.2.

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.

### 5.8.2. 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:

## 5.8. ПИД регулятор

---

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

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.

### 5.8.3. Пример настройки ПИД регулятора

Схема включения модуля NL-8TIn для работы в качестве ПИД регулятора температуры в термостате с нагревателем и холодильником приведена на рис. 5.13.

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  $x_z = 0,5$  В, поддерживаемую ПИД-регулятором на входе Vin0, при включенном диапазоне изменения 1 В),
- ^01DOP (включаем управление выходами Dout0 и Dout1 от ПИД регулятора).

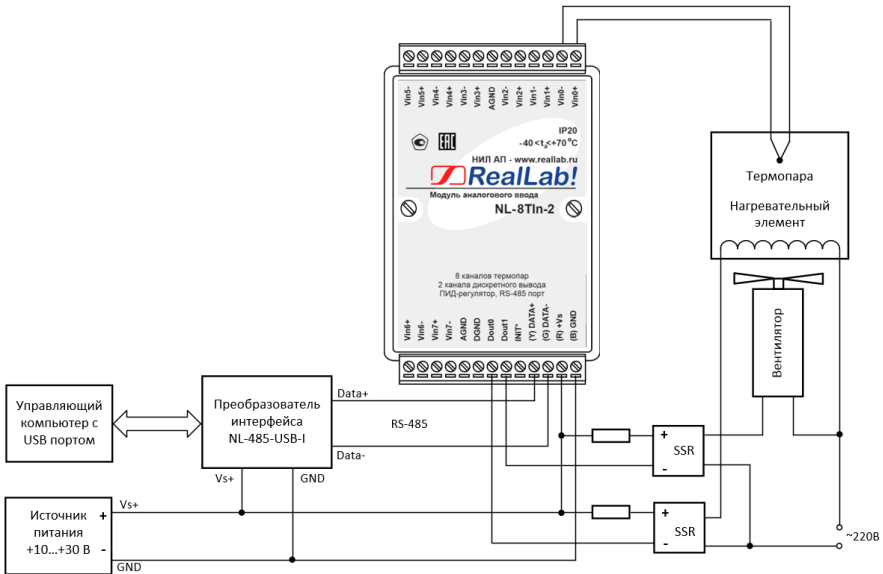


Рис. 5.13. Применение модуля NL-8TIn-2 для стабилизации температуры. Управляющий компьютер и преобразователь интерфейса после конфигурирования модуля могут быть исключены из системы

### 5.9. Двойной сторожевой таймер

"Двойной сторожевой таймер" означает наличие в модуле двух сторожевых таймеров: системного (только для модулей NL-8TIn-2 и NL-4RTDn-3) и сторожевого таймера модуля.



## 5.11. Промышленная сеть на основе интерфейса RS-485

---

*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.

## 5.10. 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».

## 5.11. Промышленная сеть на основе интерфейса RS-485

Модули серии NL предназначены для использования в составе промышленной сети на основе интерфейса RS-485, который используется для передачи сигнала в обоих направлениях по двум проводам.

RS-485 является стандартным интерфейсом, специально спроектированным для двунаправленной передачи цифровых данных в условиях промышленного окружения. Он широко используется для построения промышленных сетей, связывающих устройства с интерфейсом RS-485 на расстоянии до 1,2 км (репитеры позволяют увеличить это расстояние). Линия передачи сигнала в стандарте RS-485 является дифференциальной, симметричной относительно "земли". Один сегмент промышленной сети может со-

держат до 32 устройств. Передача сигнала по сети является двунаправленной, инициируемой одним ведущим устройством, в качестве которого обычно используется офисный или промышленный компьютер (контроллер). Если управляющий компьютер по истечении некоторого времени не получает от модуля ответ, обмен прерывается, и инициатива вновь передается управляющему компьютеру. Любой модуль, который ничего не передает, постоянно находится в состоянии ожидания запроса. Ведущее устройство не имеет адреса, ведомые – имеют.

Удобной особенностью сети на основе стандарта RS-485 является возможность отключения любого ведомого устройства без нарушения работы всей сети. Это позволяет делать "горячую" замену неисправных устройств.

Применение модулей серии NL в промышленной сети на основе интерфейса RS-485 позволяет расположить модули в непосредственной близости к контролируемому оборудованию и таким образом уменьшить общую длину проводов и величину паразитных наводок на входные цепи.

Управляющий компьютер, имеющий порт RS-485, подключается к сети непосредственно. Компьютер с портом RS-232 подключается через преобразователь интерфейса NL-485-USB-I (рис. 5.4).

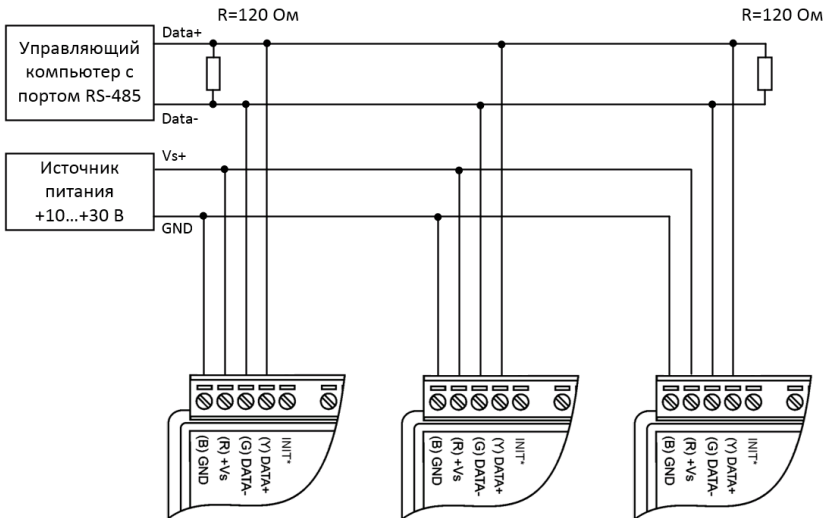


Рис. 5.14. Соединение нескольких модулей в сеть на основе интерфейса RS-485

## 5.12. Контроль качества и порядок замены устройства

---

Размер адресного пространства модулей позволяет объединить в сеть 256 устройств. Поскольку нагрузочная способность интерфейса RS-485 модулей составляет 32 стандартных устройства, для расширения сети до 256 единиц необходимо использовать RS-485 репитеры между фрагментами, содержащими до 32 модулей. Конвертеры и репитеры сети не являются адресуемыми устройствами и поэтому не уменьшают предельную размерность сети.

Для построения сети рекомендуется использовать экранированную витую пару проводов. Модули подключаются к сети с помощью клемм DATA+ и DATA-.

Любые разрывы зависимости импеданса линии от пространственной координаты вызывают отражения и искажения сигналов. Чтобы избежать отражений на концах линии, к ним подключают согласующие резисторы (рис. 5.14). Сопротивление резисторов должно быть равно волновому сопротивлению линии передачи сигнала. Если на конце линии сосредоточено много приемников сигнала, то при выборе сопротивления согласующего резистора надо учитывать, что входные сопротивления приемников оказываются соединенными параллельно между собой и параллельно согласующему резистору. В этом случае суммарное сопротивление приемников сигнала и согласующего резистора должно быть равно волновому сопротивлению линии. Поэтому на рис. 5.14 сопротивление  $R=120$  Ом, хотя волновое сопротивление линии равно 100 Ом. Чем больше приемников сигнала на конце линии, тем большее сопротивление должен иметь терминальный резистор.

Наилучшей топологией сети является длинная линия, к которой в разных местах подключены адресуемые устройства (рис. 5.14). Структура сети в виде звезды не рекомендуется в связи со множественностью отражений сигналов и проблемами ее согласования.

## 5.12. Контроль качества и порядок замены устройства

Контроль качества модуля при производстве выполняется на специально разработанном стенде, где измеряются все его параметры. В случае выхода из строя модуля у клиента до наступления гарантийного срока, его надо отправить изготовителю на дефектовку и (если необходимо) ремонт.

### 5.13. 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 провода, и вместо отказавшего модуля устанавливают новый. При выполнении этой процедуры работу всей системы можно не останавливать, если занести в новый модуль необходимые начальные установки на компьютере, не входящем в состав работающей системы.

## 6. Программное обеспечение

Модуль поддерживает два протокола связи: DCON и Modbus RTU. По умолчанию активным является протокол DCON. Все команды для обоих протоколов приведены в разделе "Справочные данные".

## 7. Техника безопасности

Согласно ГОСТ 25861-83 (СТ СЭВ 3743-82) данное изделие относится к приборам, которые питаются безопасным сверхнизким напряжением и не требует специальной защиты персонала от случайного соприкосновения с токоведущими частями.

## 8. 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.

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

## 10. Справочные данные

### 10.1. Кодировка скоростей обмена модуля

Табл. 8. Коды скоростей обмена модуля

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

### 10.2. Коды входных диапазонов

Табл. 9. Коды входных диапазонов для модулей NL-8TIn и NL-8TIn-2

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

### 10.3. Коды установки формата данных и контрольной суммы

---

Табл. 10. Коды входных диапазонов для модулей NL-4RTDn и NL-4RTDn-3

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 ( $\alpha = 0,00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )

### 10.3. Коды установки формата данных и контрольной суммы

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. 11. 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



## 10.5. Пересчет данных, получаемых от модулей, в режиме Modbus RTU.

---

### 10.4. 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.

Контрольная сумма, состоящая из двух букв, может быть или отсутствовать. Каждая команда должна оканчиваться символом возврата каретки (CR).

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

## 10.5. 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 температуры, при выбранной термопары типа L в десятичном коде

X= 3084.

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

$$I = X \cdot \frac{P}{32767} = 3084 \cdot \frac{800}{32767} = 75,295 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Или, например, полученное в ответе от модуля значение в десятичном коде X= 62060.

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

$$T = (X - 65535) \cdot \frac{P}{32767} = (62060 - 65535) \cdot \frac{800}{32767} = -84,841 \text{ } ^\circ\text{C}$$

## 10.6. 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. 12.

Табл. 12. 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)			

## 10.7. Список команд протокола DCON

### 10.7. Список команд протокола DCON

Список доступных команд протокола DCON для модулей находится в табл. 13.

Табл. 13. Список доступных команд протокола DCON для модулей

Модуль	Доступные команды
NL-8TIn	Описаны в табл. 14, табл. 15
NL-8TIn-2	Описаны в табл. 14, табл. 15, табл. 17
NL-4RTDn	Описаны в табл. 14, табл. 16
NL-4RTDn-3	Описаны в табл. 14, табл. 16, табл. 17

#### 10.7.1. Общие команды

Табл. 14. Общие команды

Команда	Ответ	Описание	стр.
^RESET	!RESET_OK	Сброс модуля в заводские настройки (выполнение возможно только в режиме "Init")	76
^AARS	!AA	Программная перезагрузка модуля	76
%AANN TTCCFF	!AA	Устанавливает адрес, диапазон измерения, скорость обмена, формат данных, контрольную сумму	77
~AAP	!AAV	Чтение протокола связи	77
~AAPV	!AA	Установка протокола связи	78
^AAG	!AAGPS	Чтение паритета и количества стоп-бит	79
^AAGPS	!AA	Установка паритета и количества стоп-бит	79
^AAM	!AA(NAME)	Считать имя модуля	80
^AAK	!AA	Счетчик команд	80
^AAZ	!AAVV	Чтение значения задержки перед отправкой ответа на команду	81
^AAZVV	!AA	Запись значения задержки перед отправкой ответа на команду	81
\$AA2	!AATTCCFF	Возвращает параметры конфигурации модуля	82

Команда	Ответ	Описание	стр.
\$AAF	!AA(Data)	Возвращает версию ПО	82
#AA	>(Data)	Чтение входных данных	83
#AAN	>(Data)	Чтение входных данных одного из каналов	83
\$AA5VV	!AA	Блокировка или разблокировка каналов	84
\$AA6	!AAVV	Чтение блокировки каналов	85
\$AA0	!AA	Юстировка усиления	85
\$AA1	!AA	Юстировка нуля	86
^AAEV(Пароль)	!AA	Разрешение/блокировка юстировки	86
^AAC(Пароль)	!AA	Изменение пароля юстировки	87
\$AA7CiRrr	!AA	Установка индивидуального диапазона для каждого канала	87
\$AA8Ci	!AACiRrr	Чтение индивидуального диапазона для каждого канала	88
^AABN	!AAS	Состояние канала (нормальное/обрыв)	90

## 10.7.2. Команды модулей NL-8TIn и NL-8TIn-2

Табл. 15. Набор команд модулей NL-8TIn и NL-8TIn-2

Команда	Ответ	Описание	стр.
\$AA3	>(Data)	Возвращает температуру датчика холодного спая	89
^AAX	!AAXV	Чтение состояния вкл/выкл компенсации холодного спая	89
^AAXV	!AA	Вкл/выкл компенсации холодного спая	90
\$AA9	!AA(Data)	Чтение смещения температуры датчика холодного спая	91
\$AA9(Data)	!AA	Установка смещения температуры датчика холодного спая	91

## 10.7. Список команд протокола DCON

### 10.7.3. Команды модулей NL-4RTDn и NL-4RTDn-3

Табл. 16. Набор команд модулей NL-4RTDn и NL-4RTDn-3

Команда	Ответ	Описание	стр.
\$AAWN	!AAS	Чтение схемы подключения датчика термосопротивления	92
\$AAWNS	!AA	Запись схемы подключения датчика термосопротивления	92

### 10.7.4. Команды для управления дискретными выходами (только для модулей NL-8TIn-2 и NL-4RTDn-3)

Табл. 17. 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	92
~AA0	!AAST	Чтение статуса модуля	93
~AA1	!AA	Сброс статуса модуля	94
~AA2	!AAVV	Чтение таймаута системного сторожевого таймера	94
~AA3EVV	!AA	Установка таймаута системного сторожевого таймера	95
^AA4	!AAPPSS (для модуля NL-8TIn-2) !AAPPPSSS (для модуля NL-4RTDn-3)	Чтение значение «Power On» и «Safe Value»	96
^AA5PPSS (для модуля NL-8TIn-2) ^AA5PPPPSSS (для модуля NL-4RTDn-3)	!AA	Установка значений «Power On» и «Safe Value» на дискретных выходах	96

Команда	Ответ	Описание	стр.
<b>^AADO</b>	<b>!AAVV</b> (для модуля NL-8TIn-2) <b>!AAVVV</b> (для модуля NL-4RTDn-3)	Чтение дискретных выходов	97
<b>^AADOVV</b> (для модуля NL-8TIn-2) <b>^AADOVVV</b> (для модуля NL-4RTDn-3)	>	Установить логические значения на дискретных выходах модуля	97
<b>^AADOP</b>	<b>!AA</b>	Установка режимов работы дискретных выходов	98
<b>^AADOMODE</b>	<b>!AAP</b>	Чтение режима работы дискретных выводов	99
<b>^AAPIDT(DATA)</b>	<b>!AA</b>	Задать стабилизируемую величину для ПИД-регулятора	99
<b>^AAPIDT</b>	>(DATA)	Считать стабилизируемую величину ПИД-регулятора	100
<b>^AAPIDP(DATA)</b>	<b>!AA</b>	Задать пропорциональный коэффициент для ПИД-регулятора	101
<b>^AAPIDP</b>	>(DATA)	Считать пропорциональный коэффициент ПИД-регулятора	101
<b>^AAPIDI(DATA)</b>	<b>!AA</b>	Задать интегральный коэффициент для ПИД-регулятора	102
<b>^AAPIDI</b>	>(DATA)	Считать интегральный коэффициент ПИД-регулятора	102
<b>^AAPIDD(DATA)</b>	<b>!AA</b>	Задать дифференциальный коэффициент для ПИД-регулятора	103
<b>^AAPIDD</b>	>(DATA)	Считать дифференциальный коэффициент ПИД-регулятора	104
<b>^AAPIDS(DATA)</b>	<b>!AA</b>	Установка периода ШИМ	104
<b>^AAPIDS</b>	>(DATA)	Считать период ШИМ	105
<b>^AAPIDR(DATA)</b>	<b>!AA</b>	Установка периода регулирования	105

## 10.7. Список команд протокола DCON

---

Команда	Ответ	Описание	стр.
<b>^AAPIDR</b>	<b>&gt;(DATA)</b>	Считать период регулирования	105
<b>^AAPIDN</b>	<b>!AAX</b>	Считать номер канала для регулирования	106
<b>^AAPIDNX</b>	<b>!AA</b>	Установить номер канала для регулирования	106
<b>^AAPIDNOW</b>	<b>&gt;(Data)</b>	Текущее значение регулируемого параметра	100

## 10.8. Список команд протокола Modbus RTU

Список доступных команд протокола Modbus RTU для модулей находится в табл. 18.

Табл. 18. Список доступных команд протокола Modbus RTU для модулей

Модуль	Доступные команды
NL-8TIn	Описаны в табл. 19
NL-8TIn-2	Описаны в табл. 19, табл. 21
NL-4RTDn	Описаны в табл. 20
NL-4RTDn-3	Описаны в табл. 20, табл. 21

### 10.8.1. Команды модулей NL-8TIn и NL-8TIn-2

Табл. 19. Команды модулей NL-8TIn и NL-8TIn-2

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			
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			



## 10.8. Список команд протокола Modbus RTU

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
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			
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)

## 10. Справочные данные

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
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			
02h 00h	Адрес модуля	03	06	0001h-00F7h
02h 01h	Скорость RS485	03	06	0004h-000Ah (см. Кодировка скоростей обмена модуля)
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

## 10.8. Список команд протокола 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	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)
02h 02h	Общий диапазон	03	06	см. табл. 9
07h 00h	Диапазон канала 0	03	06,10	
07h 01h	Диапазон канала 1			
07h 02h	Диапазон канала 2			
07h 03h	Диапазон канала 3			

## 10. Справочные данные

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			
09h 00h	Состояние канала 0	03	-	00h - нормально, 01h - обрыв
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			
09h 06h	Состояние канала 6			
09h 07h	Состояние канала 7			

## 10.8. Список команд протокола Modbus RTU

### 10.8.2. Команды модулей NL-4RTDn и NL-4RTDn-3

Табл. 20. Команды модулей NL-4RTDn и NL-4RTDn-3

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			
00h 24h	Сопротивление канала 2, Ом			
00h 26h	Сопротивление канала 3, Ом			
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			

## 10. Справочные данные

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
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			
02h 00h	Адрес модуля	03	06	0001h-00F7h
02h 01h	Скорость RS485	03	06	0004h-000Ah (см. Кодировка скоростей обмена модуля)
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)

## 10.8. Список команд протокола Modbus RTU

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
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. 10
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			

## 10. Справочные данные

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
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			

### 10.8.3. Команды для управления дискретными выходами (только для модулей NL-8TIn-2 и NL-4RTDn-3)

Табл. 21. 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»
00h 01h	Дискретный выход 1			



## 10.8. Список команд протокола Modbus RTU

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
00h 02h	Дискретный выход 2 (только для модуля NL-4RTDn-3)			Не доступно для записи при статусе модуля «таймаут команды Host Ok»
02h 06h	Статус сброса модуля	03	-	0000h-0001h
03h 00h	“Power On”	03	06	0000h-0003h (для модуля NL-8TIn-2) 0000h-0007h (для модуля NL-4RTDn-3) Значение на выходе после включения питания модуля
03h 01h	“Safe Value”	03	06	0000h-0003h (для модуля NL-8TIn-2) 0000h-0007h (для модуля NL-4RTDn-3) 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

## 10. Справочные данные

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
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
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-8TIn-2) 0-3 (для модуля NL-4RTDn-3)

## 10.8. Список команд протокола Modbus RTU

---

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
04h 11h	Текущее значение регулируемой температуры	03	-	float в °C

## 10.9. Подробное описание команд протокола DCON

### 10.9.1. ^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.

### 10.9.2. ^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.

## 10.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

### 10.9.3. %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.10.2);

CC - скорость работы на RS-485 (см. п. 10.1);

FF - новый формат данных (см. п. 10.3).

**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.

### 10.9.4. ~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).

### 10.9.5. ~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.

## 10.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

### 10.9.6. ^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.

### 10.9.7. ^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.

### 10.9.8. ^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".

### 10.9.9. ^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.



## 10.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

Ответ: !0100038

Было обработано 38 команд.

### 10.9.10. ^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).

### 10.9.11. ^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.

### **10.9.12. \$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.10.2);

CC - скорость работы на RS-485 (см. п. 10.1);

FF - формат данных (см. п. 10.3).

### **Пример:**

Команда: \$012.

Ответ: !E3090600.

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

### **10.9.13. \$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.

## 10.9. 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

### 10.9.14. #AA

**Описание:** Чтение входных данных каналов с 0 по 7.

**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 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: > 3FF6FFFFFFFFFFFEFFDFFF1FFF0FFF0

### 10.9.15. #AAN

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

**Синтаксис:** #AAN, где

AA - адрес (от 00 до FF);

N - номер канала (от 0 до 7)

**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

### 10.9.16. \$AA5VV

**Описание:** Блокировка или разблокировка каналов от 0 до 7. 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:

## 10.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

Команда: \$015F8

Ответ: !01

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

### 10.9.17. \$AA6

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

**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 для модуля NL-4RTDn:

Команда: \$016

Ответ: !0103

Каналы с 0-2 разблокированы, 3 канал заблокирован.

### 10.9.18. \$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.

**10.9.19. \$AA1**

**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.

**10.9.20. ^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.

## 10.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

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.

### 10.9.21. ^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(cr).

Ответ: !01

Разрешена юстировка.

Команда: ^01C12345678(cr).

Ответ: !01

Установлен новый пароль: 12345678.

### 10.9.22. \$AA7CiRrr

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

**Синтаксис:** \$AA7CiRrr, где

AA - адрес (от 00 до FF);

7 - идентификатор команды;

C - идентификатор команды;

i - номер канала от 0 до;

R - идентификатор команды;

rr – номер устанавливаемого диапазона для канала с номером i (см. п.10.2).

**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-8TIn:**

Команда: \$017C5R04

Ответ: !01

Для 5-го канала установлена термopара типа R.

### **10.9.23. \$AA8Ci**

**Описание:** Чтение индивидуального диапазона измерений

**Синтаксис:** \$AA8Ci, где

AA- адрес (от 00 до FF);

8- идентификатор команды;

C- 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



## 10.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

Ответ: !01C5R04

В канале с номером 5 установлен диапазон измерений 04.

### 10.9.24. \$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.

### 10.9.25. ^AAХ

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

**Синтаксис:** ^AAХ, где

AA - адрес (от 00 до FF);

Х - идентификатор команды;

**Ответ** модуля на эту команду:

- если команда выполнена, то !AAХV;

- 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.

### 10.9.26. ^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.

### 10.9.27. ^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

## 10.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

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.

### 10.9.28. \$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.

### 10.9.29. \$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.

**Пример:**

Команда: \$019+1059.

Ответ: !01

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

### 10.9.30. \$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.

### 10.9.31. \$AAWNS

**Описание:** Установка схемы подключения термосопротивления.

## 10.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

**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.

### 10.9.32. ~\*\*

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

**Синтаксис:** ~\*\*

**Ответ:** Ответа нет.

### **Пример:**

Команда: ~\*\*

### 10.9.33. ~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 таймаута сторожевого таймера (0-сброшен, 4-установлен). Флаг сохраняется в ЭППЗУ и может быть сброшен только командой ~AA1.

### **Пример:**

Команда: ~010

Ответ: !0184.

Флаг таймаута системного сторожевого таймера установлен. Сторожевой таймер включен.

### **10.9.34. ~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.

### **10.9.35. ~AA2**

**Описание:** Чтение таймаута системного сторожевого таймера

**Синтаксис:** ~AA2, где

AA- адрес (от 01 до FF);

2- идентификатор команды.

## 10.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

**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.

### 10.9.36. ~AA3EVV

**Описание:** Установка периода сторожевого таймера.

**Синтаксис:** ~AA3EVV, 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.

### 10.9.37. ^AA4

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

**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.

### 10.9.38. ^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».



## 10.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

**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.

### 10.9.39. ^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».

### 10.9.40. ^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 >;

- если команда ошибочна, то ?AA;

**Пример:**

Команда: ^01DO01

Ответ: >

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

### 10.9.41. ^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.

## 10.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

### 10.9.42. ^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.

### 10.9.43. ^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

Ответ: !01.

Регулятор будет поддерживать температуру +234,56 °С.

### 10.9.44. ^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.

### 10.9.45. ^AAPIDNOW

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

**Синтаксис:** ^AAPIDNOW, где

AA - адрес (от 00 до FF);

PIDNOW - идентификатор команды;

## 10.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

**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 °C в формате ZBBBB.CCC, где:

Z – знак ('+', '-');

BBBB – целая часть;

CCC – дробная часть.

**Пример:**

Команда: ^01PIDNOW

Ответ: >+0345.168

Текущая температура на стабилизируемом канале +345.168 °C.

### 10.9.46. ^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.

### 10.9.47. ^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:  
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.

### 10.9.48. ^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.

### 10.9.49. ^AAPIDI

## 10.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

**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.

### 10.9.50. ^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.

### 10.9.51. ^AAPIDD

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

**Синтаксис:** ^AAPIDD, где  
^ - символ-разделитель;  
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.

### 10.9.52. ^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.



## 10.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

### 10.9.53. ^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.

### 10.9.54. ^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.

### 10.9.55. ^AAPIDR

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

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

**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.

### 10.9.56. ^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.

### 10.9.57. ^AAPIDNX

## 10.9. Подробное описание команд протокола DCON

---

**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.

## 10.10. Список стандартов, на которые даны ссылки

ГОСТ 14014-91	Приборы и преобразователи измерительные цифровые напряжения, тока, сопротивления
ГОСТ 22261-94	Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия
ГОСТ 6651-2009	Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний
ГОСТ Р 8.585-2001	Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования
ГОСТ 23222-88	Характеристики точности выполнения предписанной функции средств автоматизации. Требования к нормированию. Общие методы контроля
ГОСТ 8.401-80	Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Классы точности средств измерений. Общие требования
ГОСТ 27570.0-87 (МЭК 335-1-76, СТ СЭВ 1110-86)	Безопасность бытовых и аналогичных электрических приборов. Общие требования и методы испытаний (с Изменением N 1)
ГОСТ Р 52931-2008	Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия
ГОСТ 8.366-79	Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Омметры цифровые. Методы и средства поверки
ГОСТ 25861-83 (СТ СЭВ 3743-82)	Машины вычислительные и системы обработки данных. Требования электрической и механической безопасности и методы испытаний (с Изменением N 1)
ГОСТ 14014-91	Приборы и преобразователи измерительные цифровые напряжения, тока, сопротивления. Общие технические требования и методы испытаний
ГОСТ 22261-94	Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия

#### 10.10. Список стандартов, на которые даны ссылки

---

ГОСТ Р 8.596-2002	Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения
МИ 2439-97	Метрологические характеристики измерительных систем. Номенклатура, принципы регламентации, определения и контроля
МИ 2440-97	Методы экспериментального определения и контроля характеристик погрешности измерительных каналов измерительных систем и измерительных комплексов
МИ 1202-86	Приборы и преобразователи измерительные тока, напряжения, сопротивления цифровые. Общие требования к методике поверки

# Лист регистрации изменений