



ФОНД СОДЕЙСТВИЯ
ИННОВАЦИЯМ

Research Laboratory
of Design Automation
НИЛ автоматизации проектирования

Сделано в России

Тел.: (495) 26-66-700 e-mail: info@reallab.ru, www.reallab.ru/

Для жестких условий эксплуатации

Модули автоматки серии NL NL-8TI, NL-4RTD, NL-8AI

(изготовлено по ТУ 26.51.70-003-24171143-2021)



Руководство по эксплуатации

© НИЛ АП, 2025

Версия от 20 февраля 2026 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, <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

1. "Быстрый старт"	8
2. Вводная часть	9
2.1. Отличие от аналогов.....	10
2.2. Состав серии NL	11
2.3. Назначение модулей.....	12
2.4. Модификации изделий	15
2.5. Состав и конструкция.....	16
2.6. Требуемый уровень квалификации персонала.....	16
2.7. Маркировка и пломбирование	17
2.8. Упаковка	17
2.9. Комплект поставки	18
3. Технические данные.....	18
3.1. Эксплуатационные свойства.....	18
3.2. Точность измерений	20
3.3. Технические параметры	23
3.4. Предельные условия эксплуатации и хранения	27
3.5. Напряжение изоляции	28
4. Описание принципов построения	28
4.1. Элементная база.....	29
4.2. Структура модулей.....	30
5. Метрологическое обслуживание	31
5.1. Методика юстировки модуля	32
5.1.1. Средства юстировки	33
5.1.2. Условия юстировки	35
5.1.3. Выполнение юстировки при измерении напряжения.....	36
5.2. Юстировка токового диапазона.....	36

5.3. Юстировка температурных диапазонов	37
5.4. Юстировка модуля NL-4RTD.....	37
5.5. Методика поверки	39
5.5.1. Проверка соответствия программного обеспечения	39
5.5.2. Поверка модуля	39
5.6. Методика оценки погрешности измерений.....	39
6. Руководство по применению	42
6.1. Органы индикации модуля	43
6.2. Монтирование модуля	43
6.3. Программное конфигурирование модуля	47
6.3.1. Заводские установки	47
6.3.2. Применение режима INIT*	48
6.3.3. Применение контрольной суммы	50
6.3.4. Изменение частоты режекции и формата данных	51
6.4. Ввод сигналов -20...+20 мА, 0-20 мА и 4-20 мА.....	51
6.5. Управление мощными нагрузками	53
6.6. Получение логических уровней на выходах	54
6.7. ПИД регулятор	54
6.7.1. Алгоритм работы регулятора	55
6.7.2. Рекомендации по выбору параметров ΔT , K_p , T_i и T_d	57
6.7.3. Пример настройки ПИД регулятора	57
6.8. Особенности работы с термопарами	59
6.9. Особенности работы с резистивными термопреобразователями.....	59
6.10. Двойной сторожевой таймер	61
6.11. Состояние выходов при включении и выключении модуля	62
6.12. Промышленная сеть на основе интерфейса RS-485	63
6.13. Контроль качества и порядок замены устройства	65

6.14. Действия при отказе изделия	65
7. Программное обеспечение	65
7.1. OPC сервер NLogc	66
8. Техника безопасности	66
9. Хранение, транспортировка и утилизация.....	67
10. Гарантия изготовителя.....	67
11. Сведения о сертификации.....	67
12. Справочные данные.....	67
12.1. Кодировка скоростей обмена модуля	68
12.2. Коды входных диапазонов модуля NL-8TI	68
12.3. Коды входных диапазонов модуля NL-8AI.....	70
12.4. Коды типов термопар (для модуля NL-8TI).....	71
12.5. Коды типов термопреобразователей сопротивления	73
12.6. Коды установки формата данных, контрольной суммы и частоты режекции фильтра.....	76
12.7. Табл. 13. Кодировка ASCII символов	77
12.8. Синтаксис команд.....	78
12.9. Список команд модулей.....	79
12.10. ^RESET	87
12.11. %AANNTTCCFF.....	88
12.12. #AA	89
12.13. #AAN.....	90
12.14. \$AA0	91
12.15. \$AA1	92
12.16. \$AA2	93
12.17. \$AA3	94
12.18. \$AA5VV	95
12.19. \$AA6	96

12.20. \$AA7CiRrr	97
12.21. \$AA8Ci	98
12.22. \$AA9(Data)	99
12.23. ^AAG	100
12.24. ^AAGPS	101
12.25. \$AAB	102
12.26. \$AAF	103
12.27. \$AAM	104
12.28. ~AAO(NAME)	105
12.29. ^AAEV(Пароль)	106
12.30. ~**	107
12.31. ~AA0	108
12.32. ~AA1	109
12.33. ~AA2	110
12.34. ~AA3Evv	111
12.35. ^AA	112
12.36. ^AAN (N – номер канала)	113
12.37. ^AAN (N – символ)	114
12.38. ^AA5VV	115
12.39. ^AA5PPSSS	116
12.40. ^AA0	117
12.41. ^AA1	118
12.42. ^AABN	119
12.43. ^AABN	120
12.44. ^AA4	121
12.45. ^AA6	122
12.46. ^AADO	123
12.47. ^AADOP	124

12.48. ^AAM	125
12.49. ^AAO(NAME)	126
12.50. ^AAPIDT(DATA)	127
12.51. ^AAPIDT	128
12.52. ^AAPIDP(DATA)	129
12.53. ^AAPIDP	130
12.54. ^AAPIDI(DATA)	131
12.55. ^AAPIDI	132
12.56. ^AAPIDD(DATA)	133
12.57. ^AAPIDD	134
12.58. ^AAPIDS(DATA)	135
12.59. ^AAPIDS	136
12.60. ^AAPIDR(DATA)	137
12.61. ^AAPIDR	138
12.62. ^AADOVVV	139
12.63. ^AANN	140
12.64. ^AAC(Пароль)	141
12.65. ^AAX	142
12.66. ^AAXV	143
12.67. Список стандартов, на которые даны ссылки	144
Лист регистрации изменений	145

1. "Быстрый старт"

Подключите к модулю автоматике серии NL (далее - модуль) источник питания и компьютер, как показано на рис. 6.4. Для подключения модуля к компьютеру, не имеющему порта RS-485, необходим преобразователь интерфейса RS-232 в RS-485.

Теперь нужно установить адрес модуля. По умолчанию, в состоянии поставки, модуль имеет адрес 01. Если Вы будете использовать несколько модулей, то каждому из них нужно назначить индивидуальный адрес. Если Вы хотите попробовать в работе только один экземпляр модуля, этот абзац можно пропустить. Адрес назначается любой программой, которая может посылать ASCII коды в COM порт, или с помощью OPC сервера NLogc (НИЛ АП). Адрес записывается в модуль командой %0102050680, набранной в окне OPC сервера. Здесь первые две цифры (01) указывают адрес модуля в состоянии поставки (адрес 01), вторые две цифры указывают новый адрес, в нашем примере это адрес 02. Третьи две цифры (05) указывают код входного диапазона $\pm 2,5$ В (табл. 8). Четвертая пара цифр указывает скорость передачи информации, 06 соответствует скорости 9600 бит/с (табл. 7). Последние две цифры указывают код формата данных (табл. 12), по умолчанию это 00.

Если Вы имеете OPC сервер NLogc, то его нужно сначала установить на Вашем компьютере. Для этого запустите инсталляционный файл NLogcSetup.exe и следуйте инструкциям инсталлятора. После установки откройте главное окно OPC сервера и выберите в нем пункт меню "Устройства/Поиск активных устройств". Задайте параметры, которые требует диалоговое окно и нажмите кнопку "ОК". OPC сервер начнет поиск модулей, подключенных к заданному COM порту компьютера. После того, как устройства будут найдены, нажмите правой кнопкой мыши на имя устройства и выберите пункт "Выполнить команду из консоли". Появится диалоговое окно, в котором можно набрать любую из команд, приведенных в разделе 0, например, описанную выше команду %0102050680 и послать ее в модуль. После этого адрес модуля изменится в нашем примере на 02. Можно также установить адрес модуля в окне "Общие свойства", которое появляется после нажатия правой кнопки мыши над именем устройства в левой половине окна OPC сервера NLogc.

Теперь модуль готов для того, чтобы управлять им из любой SCADA программы, совместимой со стандартом OPC. Для работы с MS Excel используйте примеры, описанные в инструкции к OPC серверу и находящиеся на компакт-диске с OPC сервером.

2. Вводная часть

Модули серии NL являются устройствами ввода/вывода, предназначенными для построения распределенной системы сбора данных и управления. Они обеспечивают аналого-цифровое, цифро-аналоговое преобразование информации и ввод-вывод дискретных сигналов, счет импульсов, измерение частоты, преобразование интерфейсов и другие функции, необходимые для построения эффективных систем управления производственными процессами 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. Все модули имеют режим *программной юстировки* и могут быть использованы в качестве *средств измерений*.

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

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

Набор команд каждого модуля состоит из примерно 20...50 различных команд. Команды передаются в стандартных ASCII кодах, что позволяет программировать модули с помощью практически *любого языка программирования высокого уровня*. Модули также имеют протокол обмена Modbus RTU, см. документ "[Протокол Modbus в модулях Reallab](#)". Там же описана процедура смены протокола DCON на Modbus RTU и обратно.

Модули выполнены для применения *в жестких условиях эксплуатации*, при температуре окружающего воздуха от -40 до +70 °С, имеют две *гальванической изоляции* с испытательным напряжением изоляции 2,5 кВ: один уровень – между входами и портом RS-485, второй уровень – между выходами и портом RS-485.

2.1. Отличие от аналогов

Все модули серии NL программно и аппаратно совместимы с модулями аналогичного назначения ADAM, ICPDAS, NuDAM и др., однако отличаются следующим:

- поддерживают Российские ГОСТы на термопары и термопреобразователи сопротивления;
- превосходят аналоги по количеству и качеству защиты от небрежного использования и аварийных режимов работы системы. Модули серии NL имеют 11 видов защиты (см. 3.1);
- модули NL-8AI и NL-8TI позволяют устанавливать для каждого канала свой диапазон измерений или тип датчиков;
- диапазоном рабочих температур (от -40 до +70 °C);
- более подробно и корректно описаны технические характеристики;
- более низким потребляемым током;
- большинство модулей ввода выполняют также функцию дискретного вывода, а модули дискретного вывода имеют также и дискретные входы. Это позволяет использовать модули серии NL для реализации алгоритма локального релейного или ПИД регулирования, а также в качестве локальных технологических контроллеров;
- все входы являются полнофункциональными и равноценными (у аналогов из-за недостаточного количества клемм часть входов, которые по смыслу должны быть дифференциальными, выполнены с общим проводом, а также введены джамперы для переключения входов);
- каждый модуль имеет 26 контактов, в то время как аналоги имеют только 20 контактов. Это позволило реализовать дополнительные функциональные преимущества, описанные выше;
- модуль совместим с полным многофункциональным OPC сервером NLopc, позволяющим назначать разным каналам модуля различные юстировочные коэффициенты. Это позволяет подключать к входам модулей различные источники сигналов, для которых нет специализированных преобразователей (датчики влажности, pH-метры, анемометры и т.п.).
- техническая поддержка модулей выполняется на русском языке.

Данное руководство описывает модули NL-8TI, NL-4RTD и NL-8AI (см. Состав серии NL). Усиление модулей регулируется программно в ши-

роких пределах, обеспечивая работу со всеми типами термопар и терморезистивных преобразователей по ГОСТ Р 8.585-2001 и ГОСТ 6651. Градуировочные таблицы, приведенные в указанных ГОСТах, записаны в ЭППЗУ микроконтроллера, расположенного внутри каждого модуля. В комплекте с модулями может поставляться OPC сервер, позволяющий управлять модулем от всех SCADA программ, совместимых со стандартом OPC, в том числе Genesis32, MasterSCADA, Trace Mode, LabView, а также с Matlab, MS Excel и др.

2.2. Состав серии NL

В состав серии NL входят следующие модули:

NLcon-1AT - программируемый логический контроллер;

NL-8TI - 8 каналов ввода сигналов термопар;

NL-8TI-2 - 8 каналов ввода сигналов термопар, 2 дискретных выхода;

NL-4RTD - 4 канала для термопреобразователей сопротивления;

NL-4RTD-3 - 4 канала для термопреобразователей сопротивления, 3 дискретных выхода;

NL-8AI - 8 дифференциальных или 16 одиночных аналоговых входов;

NL-8AI-3 - 8 дифференциальных или 16 одиночных аналоговых входов, 3 дискретных выхода;

NL-4AO - 4 канала аналогового вывода;

NL-16DO - 16 каналов дискретного вывода;

NL-16DO-3 - 16 каналов дискретного вывода; 3 дискретных ввода;

NL-16DI - 16 каналов дискретного ввода;

NL-16DI-2 - 16 каналов дискретного ввода, 2 дискретных вывода;

NL-16HV - 16 каналов ввода сигналов ~220В;

NL-16HV-2 - 16 каналов ввода сигналов ~220В, 2 дискретных вывода;

NL-8R - 8 каналов электромагнитных реле 220В 2А;

NL-2C - 2 канала счетчика/частотомера, 4 канала дискретного вывода;

NL-232C, NL-485C - конвертеры интерфейсов RS232-RS485/422;

NL-485C - повторитель (ретранслятор) интерфейса RS485;

NL-2SG - модуль ввода сигналов тензодатчиков.

Модули могут поставляться в дополнительном корпусе со степенью защиты IP65.

2.3. Назначение модулей

Модули NL-8TI, NL-4RTD и NL-8AI (рис. 2.1 – рис. 2.3) 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.



Рис. 2.1. Вид сверху на модуль NL-8TI

Основным назначением модулей является усиление, преобразование в цифровой код и ввод в управляющий компьютер или контроллер измеренных

значений температуры, тока или напряжения, поступающего от устройств нормализации сигналов или непосредственно от разнообразных датчиков. Для работы с токовыми сигналами параллельно входам модуля подключают прецизионный резистор сопротивлением 125 или модуль [NL-8CS-125](#), содержащий в своем составе 8 аналогичных резисторов (см. п. 5.2), для варианта исполнения NL-8AI-I резисторы не устанавливать.



Рис. 2.2. Вид сверху на модуль NL-4RTD

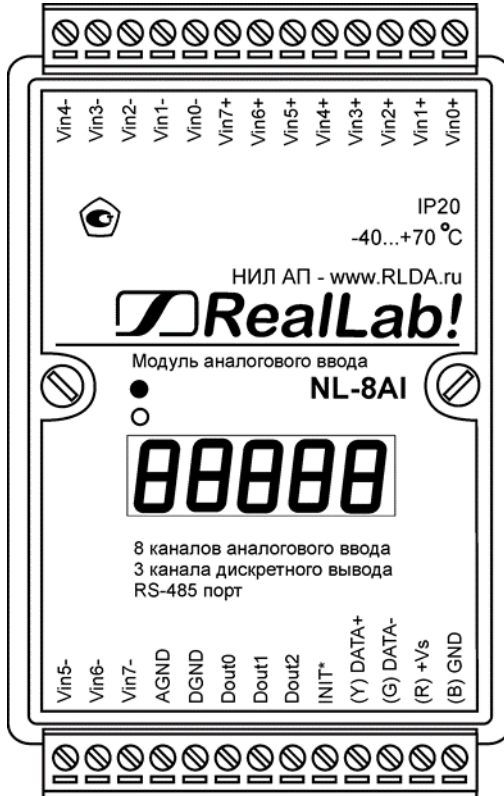


Рис. 2.3. Вид сверху на модуль NL-8AI

Модуль может быть использован для удаленного сбора данных, диспетчерского управления, в системах безопасности, для лабораторной автоматизации, автоматизации зданий, тестирования продукции. Примером может 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.

Модули серии NL могут объединяться в сеть на основе интерфейса RS-485 с обменом командами в ASCII кодах, в которой могут быть использованы одновременно и модули других производителей (ADAM, ICP, NuDAM и др.).

2.4. Модификации изделий

При заказе модуля указывается код заказа, который включает следующие обозначения, уточняющие состав и характеристики модулей:

Модуль NL-8TI

Кодировка: **NL-8TI - п.1**, где:

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

Пример: **NL-8TI-2** - модуль ввода сигналов термопар с двумя выходами и без дополнительной защиты от внешних воздействий.

Модуль NL-8AI

Кодировка: **NL-8AI - п.1**, где:

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

Пример: **NL-8AI-3** - модуль аналогового ввода для измерения напряжения или тока и дискретного вывода, с тремя выходами.

Модуль NL-4RTD

Кодировка: **NL-4RTD - п.1 - п.2**, где:

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

Пример: **NL-4RTD-D-3** – модуль имеет 4 канала для термопреобразователей сопротивления, 3 дискретных выхода.

Настоящее описание относится к модулям всех модификаций. Модификация указывается с тыльной стороны корпуса.

2.5. Состав и конструкция

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

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

Корпус выполнен из 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. 2.4 - рис. 2.5), которую оттягивают в сторону от корпуса с помощью отвертки, затем надевают корпус на 35-мм DIN-рейку и защелку отпускают. 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 (см. п. 6.2).

2.6. 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.

Модуль не имеет цепей, находящихся под опасным для жизни напряжением, если он не подсоединен к внешним цепям с высоким напряжением.

2.7. Маркировка и пломбирование

На лицевой панели модуля указана его марка, наименование изготовителя (НИЛ АП), знак соответствия, назначение выводов (клемм), IP степень защиты оболочки.

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

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

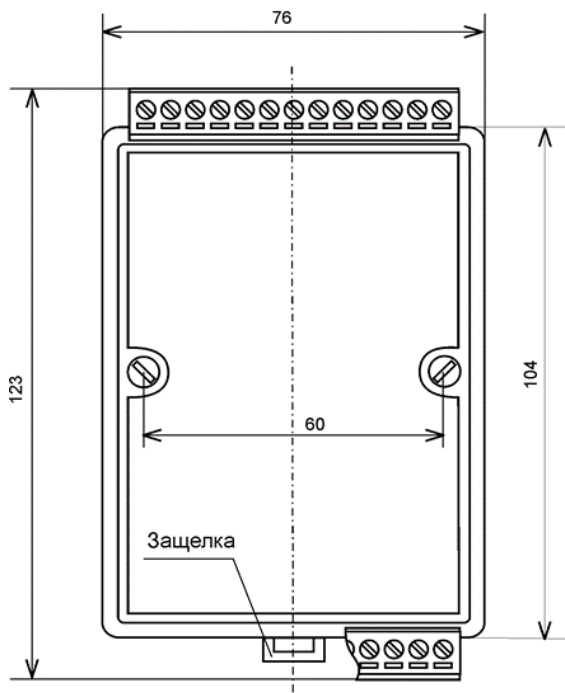


Рис. 2.4. Габаритный чертеж модуля

2.8. Упаковка

Модуль упаковывается в специально изготовленную картонную коробку, на которой нанесена та же информация, что и на лицевой части корпуса прибора. Упаковка защищает модуль от повреждений во время транспортировки.

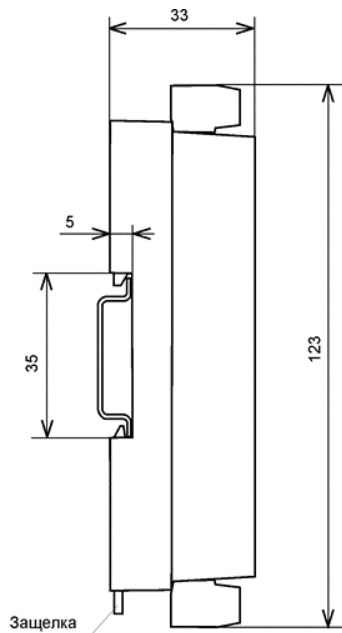


Рис. 2.5. Габаритный чертеж модуля с креплением к DIN-рейке. Вид сбоку

2.9. Комплект поставки

В комплект поставки модуля входит:

- модуль;
- паспорт.

3. Технические данные

3.1. Эксплуатационные свойства

Модули характеризуются следующими основными свойствами:

- модули NL-8AI и NL-8TI позволяют устанавливать для каждого канала свой диапазон измерений или тип датчиков (в режиме ASCII);

Технические данные

- температурным диапазоном работоспособности от -40 до +70 °С;
- имеют 11 видов защит от:
 - неправильного подключения полярности источника питания;
 - превышения напряжения питания;
 - перенапряжения по входу;
 - короткого замыкания по выходу;
 - перегрузки по току нагрузки;
 - перенапряжения по выходу;
 - перегрева выходных каскадов;
 - электростатических разрядов по выходу, входу и порту RS-485;
 - выбросов напряжения при индуктивной нагрузке;
 - перегрева выходных каскадов порта RS-485;
 - короткого замыкания клемм порта RS-485;
- аппаратная диагностика к.з. и обрыва датчиков;
- имеют возможность "горячей замены", т. е. без предварительного отключения питания;
- двойной сторожевой таймер выполняет рестарт устройства в случае его "зависания" и провалов питания, а также переводит выходы в безопасные состояния при "зависании" управляющего компьютера;
- имеют групповую изоляцию входов и групповую изоляцию выходов с тестовым напряжением изоляции 2500 В. Постоянно действующее напряжение, приложенное к изоляции, не может быть более 300 В (среднеквадратическое значение, см. п. 3.5);
- входы имеют общую гальваническую изоляцию от части модуля, соединенной с источником питания и портом RS-485 (см. рис. 5.1 - рис. 5.3). 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 16 бит;
- программно переключаемые диапазоны входных сигналов: ± 15 мВ, ± 50 мВ, ± 100 мВ, ± 500 мВ, ± 1 В, $\pm 2,5$ В, ± 20 мА (для NL-8TI) и ± 150 мВ, ± 500 мВ, ± 1 В, ± 5 В, ± 10 В, ± 20 мА (для NL-8AI);

- три типа формата данных: инженерный, шестнадцатеричный, проценты от шкалы. Тип формата выбирается программно;
- скорость обмена через порт RS-485, бит/с: 1200 и менее; 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200. Выбирается программно;
- модули имеют встроенный контроллер и благодаря наличию каналов дискретного вывода могут выполнять функцию автономного локального релейного или ПИД регулирования;
- встроенное ЭППЗУ позволяет хранить настройки модуля при выключенном питании;
- программное обеспечение: OPC сервер;
- 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. 3.4.

3.2. Точность измерений

Погрешность измерений напряжения, тока, сопротивления и температуры складывается из основной погрешности и дополнительной. Основная погрешность определяется в нормальных условиях эксплуатации (см. п. 5.1.2). 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. 3 в виде относительной погрешности, приведенной к верхней границе динамического диапазона. Для диапазонов с несимметричными пределами погрешность нормирована на ширину диапазона (ГОСТ 8.401-80).

Суммарная погрешность, учитывающая влияние всех факторов, оценивается по методике, изложенной в п. 5.6.

Табл. 1. Метрологические характеристики модуля NL-8TI

Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной погрешности	Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры на 10 °С
±15 мВ; ±50 мВ; ±100 мВ; ±2,5 В; ±1 В; ±500 мВ;	±0,05 %	±0,025 %
±20 мА	±0,1 %	±0,05 %
К -100...+1000 °С J -210...+1200 °С В 0...1820 °С L -100...+800°С Е -100...+1000 °С S +500...+1750 °С R +500...+1750 °С N -100...+1300 °С Т -100...+400 °С	±3,5 °С ±3 °С ±4 °С ±3 °С ±3,5 °С ±4 °С ±4 °С ±4 °С ±2,5 °С	±1 °С

Примечание.

1. Погрешность измерения температуры с помощью термопары включает в себя погрешность компенсации температуры холодного спая, погрешность модуля и погрешность линеаризации нелинейности термопары и не включает погрешность самой термопары.
2. Погрешность приведена к верхней границе диапазона измерений. Для режимов работы с термопарами указана абсолютная погрешность.
3. Применение термопар, работающих в диапазоне от 0 °С, возможно только при температуре корпуса модуля выше 0 °С.

Табл. 2. Метрологические характеристики модуля NL-4RTD

Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности	Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры на 10 °С
0...3137 Ом	±0,1 %	±0,05 %
Pt 100 $W_{100}=1.385$, -100...100 °С	±0,2 %	±0,1 %
Pt 100 $W_{100}=1.385$, 0...100 °С		
Pt 100 $W_{100}=1.385$, 0...200 °С		
Pt 100 $W_{100}=1.385$, 0...600 °С		
100П $W_{100}=1.3916$, -100...100 °С		
100П $W_{100}=1.3916$, 0...100 °С		
100П $W_{100}=1.3916$, 0...200 °С		
100П $W_{100}=1.3916$, 0...600 °С		
120Н $W_{100}=1.617$, -60...100 °С		
120Н $W_{100}=1.617$, 0...100 °С		
Pt 1000 $W_{100}=1.385$, -200...600 °С		
50М $W_{100}=1.428$, -200...200 °С		
Cu 50 $W_{100}=1.426$, -50...200 °С		

Примечание.

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

Технические данные

Табл. 3. Метрологические характеристики модуля NL-8AI

Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности	Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры на 10 °С
±10 В; ±5 В; ±1 В; ±500 мВ; ±150 мВ	±0,1 %	±0,05 %
±20 мА	±0,1 %	±0,05 %

Примечание.

1. Погрешность приведена к верхней границе диапазона измерений.

3.3. Технические параметры

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

Табл. 4. 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

Параметр	Значение параметра	Примечание
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
Входной ток	1 мА	Максимальное значение
<i>Параметры аналоговых входов</i>		
Ток утечки входов при разомкнутых и замкнутых ключах мультиплектора, не более	± 60 нА	Наихудшее значение
Ток утечки входов при напряжении на входах выше допустимого, не более	± 2 мкА	Допустимое напряжение для всех модулей $\pm 2,5$ В; для модуля NL-8DAI равно ± 10 В
Коэффициент ослабления помехи нормального вида	120 дБ	На частоте 50 Гц
Коэффициент ослабления помехи общего вида	140 дБ	На частоте 50 Гц

Технические данные

Параметр	Значение параметра	Примечание
Защита от перенапряжения по входам	от -40 В до +55 В	Как при включенном, так и при выключенном питании модуля.
Нелинейность датчика температуры холодного спая LM335AM	0,3 °С	После юстировки, в диапазоне температур датчика LM335AM от -40 до +70 °С
Погрешность датчика температуры холодного спая	±1,5 °С	
Погрешность линейаризации хар-к термопар и термосопротивлений	±0,1 %	Без учета погрешности датчика, при фиксированной температуре датчика холодного спая.
Ток возбуждения термосопротивлений	200 мкА	Для NL-4RTD
Рассогласование токов возбуждения	0,25 %	Типовое значение. Компенсируется при юстировке
Температурный дрейф разности токов возбуждения	0,0015 %/град.	Типовое значение
Входное сопротивление	20 МОм 2 МОм	Для NL-8AI Для NL-8TI, NL-4RTD
Время измерения, с	0,1*N	N-число активных каналов
Ток тестирования входов на обрыв	2 мкА	Вытекает из неинвертирующего входа в режиме тестирования входов на обрыв
Входная емкость	1 нФ	Ограничивает динамическую точность при большом сопротивлении источника сигнала
Полоса пропускания по входу	13,1 Гц	По уровню -3 дБ
Период опроса одного входа	0,1 с	Более медленный опрос задается OPC сервером
Напряжение смещения нуля, в процентах от верхнего значения предела измерения	0,025 %	Для NL-8AI - 0,01 %

Технические данные

Параметр	Значение параметра	Примечание
<i>Параметры дискретного выхода</i>		
Максимальное рекомендуемое рабочее напряжение на выходе	от 0 до 35 В	Задается внешним источником напряжения. Ограничивается мощностью 0,5 Вт
Макс. ток нагрузки	0,75 А	
Сопротивление открытого выходного ключа	от 0,37 до 0,9 Ом	При токе нагрузки 1 А
Ток утечки закрытого выходного ключа	50 мкА	Не более, при температуре 25 °С
Длительность фронта переключения выхода	2,5 мкс	
Температура срабатывания защиты от перегрева выходных каскадов	165 °С	Выходные транзисторы переходят в запертое состояние при температуре более 165 °С
Ток срабатывания защиты от перегрузки по току	от 1,1 до 2,2 А	При срабатывании защиты выходной транзистор переходит в запертое состояние, для вывода из которого необходимо снять питание нагрузки и сигнал отпирания ключа.
Напряжение срабатывания защиты от перенапряжения по выходу	50 В	
Время перехода в защищенное состояние	40 мкс	При температуре 25 °С
Защита от электростатического разряда при потенциале источника заряда	4 кВ	По модели тела человека, при С=100 пФ, R=1500 Ом

Технические данные

Параметр	Значение параметра	Примечание
<i>Параметры цепей питания</i>		
Напряжение питания	от 10 до 30 В	Нестабилизированное напряжение. Допускаются пульсации размахом до 5 В, не выводящие напряжение за пределы диапазона 10...30 В
Потребляемая мощность NL-8TI NL-4RTD NL-8AI	0,72 Вт 0,6 Вт 0,6 Вт	
Защита от перегрузки по напряжению, до	± 100 В	

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

3.4. Предельные условия эксплуатации и хранения

Эксплуатация модулей возможна при следующих условиях окружающей среды:

- температурный диапазон работоспособности от -40 до +70 °С;
- напряжение на входах от -40 до +55 В;
- напряжение питания от +10 до +30 В (защита по питанию от -250 В до +100 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 -40 °С ... +85 °С.

3.5. Напряжение изоляции

Рассмотрим методы описания характеристик изоляции. В зарубежной литературе обычно используют три стандарта: UL1577, VDE0884 и IEC61010-01, но не всегда даются на них ссылки, поэтому понятие "напряжение изоляции" трактуется в отечественных описаниях зарубежных приборов неоднозначно. Главное различие состоит в том, что в одних случаях речь идет о напряжении, которое может быть приложено к изоляции неограниченно долго (рабочее напряжение изоляции), в других случаях речь идет об испытательном напряжении (напряжение изоляции), которое прикладывается к образцу в течение от 1 мин. до нескольких микросекунд. Испытательное напряжение может в 10 раз превышать рабочее и предназначено для ускоренных испытаний в процессе производства, поскольку напряжение, при котором наступает пробой, зависит от длительности тестового импульса.

Табл. 5 показывает связь между рабочим и испытательным (тестовым) напряжением по стандарту IEC61010-01.

Как видно из таблицы, такие понятия, как рабочее напряжение, постоянное, среднеквадратическое или пиковое значение тестового напряжения могут отличаться очень сильно.

Электрическая прочность изоляции модулей серии NL испытывалась по ГОСТ 27570.0-87, т.е. синусоидальным напряжением с частотой 50 Гц в течение 60 сек при напряжении 2500 В. При этом рабочее напряжение изоляции составляет 300 В (действующее значение).

4. Описание принципов построения

Модули построены на следующих основных принципах:

- наличие не только входов, но и выходов (для обеспечения возможности локального управления);

Описание принципов построения

- новейшая элементная база с температурным диапазоном от -40 до +85 °С;
- поверхностный монтаж;
- групповая пайка в конвекционной печи со строго контролируемым температурным профилем;
- утолщенный корпус из ударопрочного полистирола.

Табл. 5. Зависимость между рабочим и тестовым напряжением

Рабочее напряжение, В	Воздушный зазор, мм	Тестовое напряжение, В		
		Пиковое напряжение импульса, 50 мкс	Среднеквадратичное (действующее) значение, 50/60 Гц, 1 мин.	Постоянное напряжение или пиковое значение напряжения 50/60 Гц, макс., 1 мин.
150	1,6	2550	1400	1950
300	3,3	4250	2300	3250
600	6,5	6800	3700	5250
1000	11,5	10200	5550	7850

4.1. 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.

4.2. Структура модулей

Модули имеют дифференциальные входы (за исключением NL-8AI, который позволяет программно выбирать дифференциальный тип входов или с общим проводом), к которым могут подключаться любые источники аналоговых сигналов напряжения и источники токовых сигналов в диапазоне 0-20 и 4-20 мА. Сигналы с входа модуля подаются на вход АЦП через аналоговый коммутатор (мультиплексор) и преобразуются в цифровой 24-разрядный код. АЦП имеет встроенный цифровой фильтр и усилитель с цифруправляемым коэффициентом усиления. Это позволяет программно изменять полосу пропускания модуля и диапазон входных напряжений. Число разрядов АЦП уменьшается при увеличении усиления. Поэтому для работы с термопарами число разрядов было уменьшено до 16, что позволило получить максимальное усиление.

Цифровой сигнал с выхода АЦП поступает в микроконтроллер через изолирующий повторитель с магнитной связью. Изолированная часть модуля, содержащая АЦП, питается через развязывающий преобразователь постоянного напряжения, чем обеспечивается полная гальваническая изоляция входов от блока питания и интерфейсной части (рис. 5.1 - рис. 5.3).

Микроконтроллер модуля выполняет следующие функции:

- исполняет команды, посылаемые из управляющего компьютера;
- компенсирует нелинейности термопар и резистивных термопреобразователей с помощью, записанной в ЭППЗУ градуировочной таблицы;
- выполняет юстировку модулей;
- 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 внутри микроконтроллера переводит выходы модуля в безопасные состояния ("Safe Value"), если из управляющего компьютера перестает приходить сигнал "Host OK". Обычно безопасными состояниями считаются те, которые получаются на выходах модуля при отключении питания. В описываемых модулях это высокоомные состояния. Однако выходам модуля можно назначить любые состояния, которые в конкретных условиях применения считаются безопасными.

Схема питания модулей содержит вторичный импульсный источник питания, позволяющий с высоким к.п.д. преобразовывать напряжение питания в диапазоне от +10 до +30 В в напряжение +5 В. Модули содержат также изолирующий преобразователь напряжения из +5 В в ± 15 В для питания аналоговой части и второй изолирующий преобразователь для питания выходных каскадов модуля. Для питания АЦП используется линейный стабилизатор напряжения, преобразующий +15 В в +5 В.

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

Интерфейс RS-485 выполнен на стандартных микросхемах фирмы Analog Devices, удовлетворяющих стандартам EIA для интерфейсов RS-485 и RS-422 и имеющих 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.

В правом нижнем углу модуля предусмотрен разъем типа IDC для подключения к модулю внешних плат расширения, который устанавливается по специальному заказу.

5. Метрологическое обслуживание

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

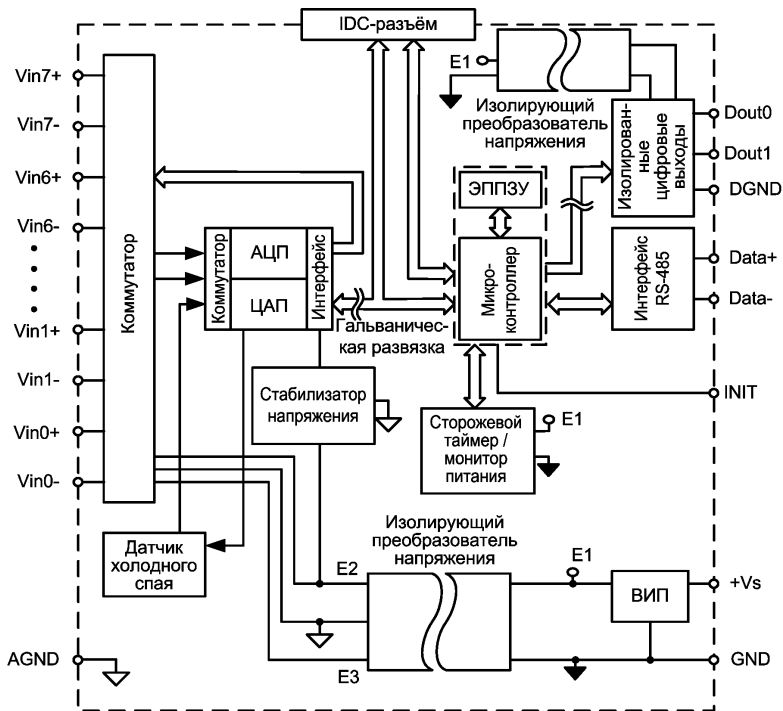


Рис. 5.1. Структурная схема модуля NL-8TI

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

5.1. Методика юстировки модуля

Не начинайте юстировку, пока не будете уверены, что правильно понимаете, как это сделать.

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

5.1.1. Средства юстировки

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

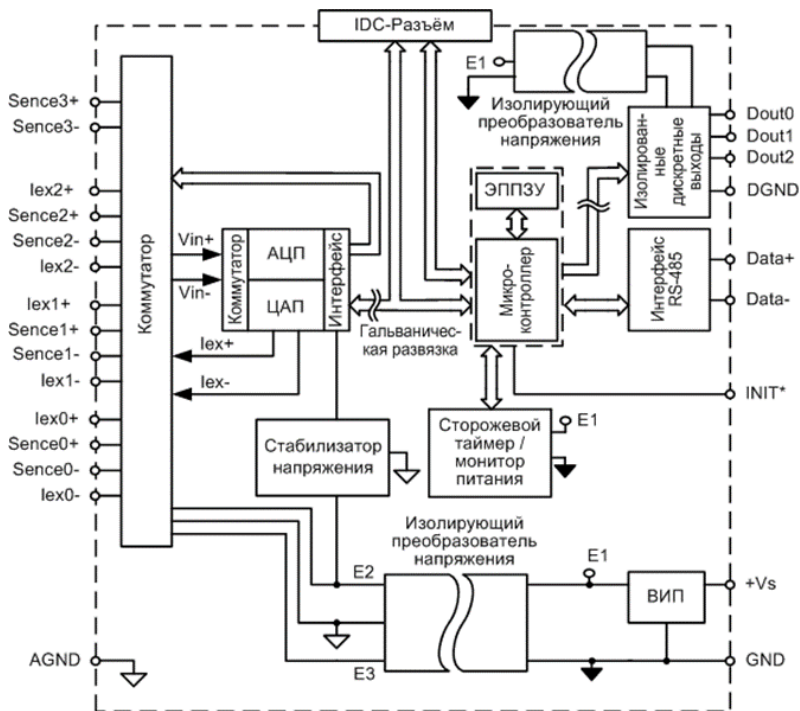


Рис. 5.2. Структурная схема модуля NL-4RTD

При юстировке на вход модуля подаются тестовые напряжения. Источник тестовых напряжений должен иметь временную стабильность не хуже 0,01 % за время юстировки и пульсации не более 0,01 %. Величина тестового напряжения должна контролироваться образцовым вольтметром или задаваться калибратором.

Источник тестового напряжения подключают к нулевому каналу модуля, между неинвертирующим входом и аналоговой землей AGND (рис. 5.4). При этом инвертирующий вход модуля и все неиспользуемые входы должны быть соединены с выводом AGND модуля. Вывод AGND не следует соединять с защитным заземлением лаборатории.

Образцовый вольтметр подключают к входу модуля. Если образцовый вольтметр и источник тестового напряжения питаются от сети, их корпуса должны быть заземлены для уменьшения емкостной наводки из сети 50 Гц (рис. 5.4). Все приборы, подлежащие защитному заземлению, должны быть подсоединены к одной и той же общей клемме заземления. Один из выводов источника калиброванного напряжения можно соединить с заземлением, если это указано в инструкции по его эксплуатации. Приборы, имеющие батарейное питание, заземлять не следует.

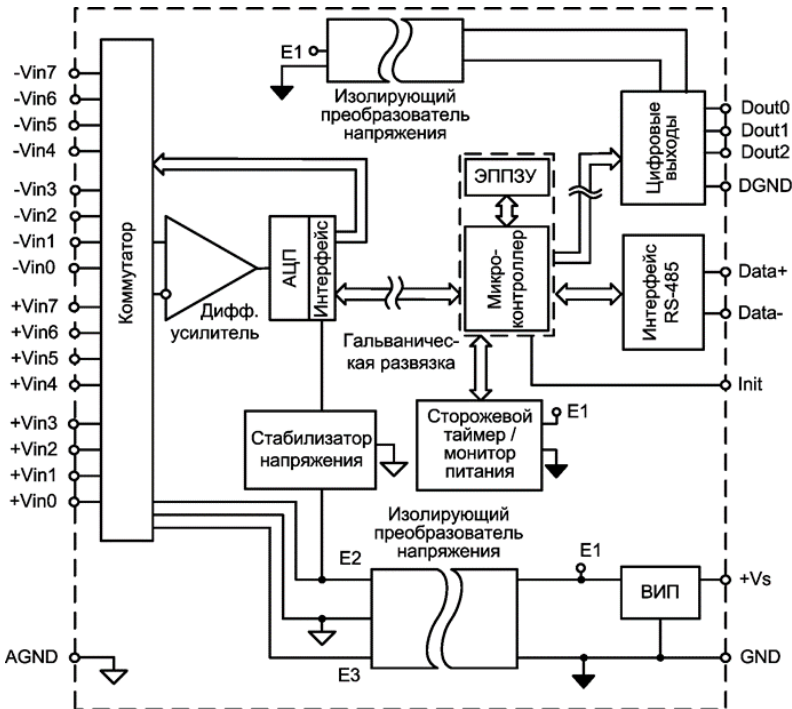


Рис. 5.3. Структурная схема модуля NL-8AI в режиме одиночных входов.

В режиме дифференциальных входов Vin0...Vin7 являются неинвертирующими входами каналов с 0-го по 7-й, входы Vin8...Vin15 являются инвертирующими входами каналов с 0-го по 7-й. Например, входом 0-го дифференциального канала являются выводы +Vin0 и -Vin8, 1-го канала - входы +Vin1 и -Vin9 и т.д.

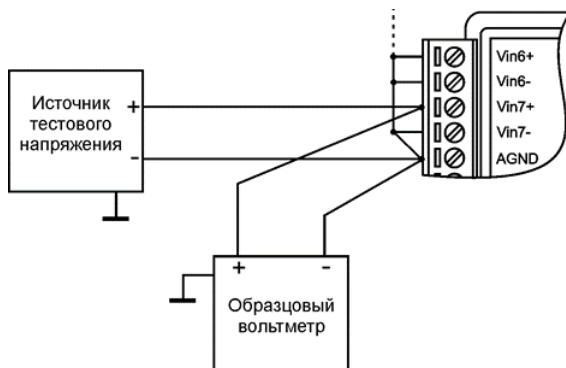


Рис. 5.4. Соединение приборов для юстировки модулей

Некоторые образцы вольтметров дают большую паразитную помеху на своих входах с частотой внутреннего тактового генератора. Для проверки ее влияния на модуль следует обратить внимание, меняются ли данные, выдаваемые модулем, при подключении (или отсоединении) образцового вольтметра. При наличии помехи следует использовать более современный образцовый вольтметр или подключить параллельно его входам керамический конденсатор емкостью в несколько долей микрофарады.

5.1.2. Условия юстировки

При проведении юстировки соблюдайте следующие условия (ГОСТ 8.508-84):

- температура окружающего воздуха 20 ± 5 °С;
- 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 30 мин.

5.1.3. Выполнение юстировки при измерении напряжения

Процесс юстировки модулей для измерения напряжения выполняется по следующему алгоритму:

- подключить источник тестового напряжения к нулевому входу модуля проводом минимальной длины (см. п. 5.1.1);
- выбрать диапазон измерения модуля (например, 08, т.е. ± 10 В) командой %AANNTTCCFF (п. 12.11). Если адрес модуля равен AA=01, новый адрес NN=01 (т.к. мы не хотим его менять), код входного диапазона TT=00 (п. 12.2); скорость обмена 9600 бит/с, т.е. CC=06 (п. 12.1), формат данных FF=81 (12.6, табл. 12), то эта команда примет вид %0101080681;
- подать команду разрешения юстировки ^AAEV(Пароль);
- подать нулевое напряжение на вход модуля;
- выполнить команду юстировки напряжения смещения нуля (\$AA1=\$011);
- подать напряжение, равное значению предела измерения (10 В);
- выполнить команду юстировки коэффициента передачи (\$AA0=\$010).

При юстировке других диапазонов измерения в команде %AANNTTCCFF нужно устанавливать код нужного диапазона и подавать напряжение, соответствующее пределу измерения на данном диапазоне.

Отметим, что модуль NL-8AI имеет режим работы как с дифференциальными, так и с одиночными входами. Юстировку следует проводить в том режиме, в котором модуль будет использоваться.

5.2. Юстировка токового диапазона

Для юстировки диапазона 06 (± 20 мА) подключите параллельно входу модуля резистор сопротивлением 125 или (рис. 6.7) с ТКС не хуже $\pm 25 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$, например, C2-29В, группы "Д" или модуль [NL-8CS-125](#), содержащий в своем составе 8 таких резисторов и образцовый амперметр для измерения тока в измерительной цепи. Погрешность сопротивления резистора роли не играет, поскольку она компенсируется в процессе юстировки. Далее выполните процедуру, описанную в предыдущем подразделе, установив предварительно токовый входной диапазон (06) и задавая вместо

напряжения ток соответственно 0 мА и +20 мА. Модуль поставляется потребителю, юстированный в диапазоне ± 20 мА совместно с шунтирующим резистором 125 Ом.

5.3. Юстировка температурных диапазонов

При измерении температуры термопарами предполагается, что термопара имеет нормированные метрологические характеристики. Поэтому при подключении ее к потенциальному входу модуля с отъюстированными диапазонами измерения напряжения дополнительная юстировка по температуре не требуется.

Полупроводниковый датчик температуры холодного спая LM315AM, находящийся внутри модуля, имеет технологический разброс около $\pm 0,5 \dots \pm 1,5$ °C при 20 °C и $\pm 1 \dots \pm 2,5$ °C в диапазоне от -55 до +150 °C, поэтому для увеличения точности измерения при фиксированной температуре окружающей среды эту погрешность нужно скомпенсировать. Поместите модуль целиком в воздушный термостат с температурой, контролируемой образцовым термометром. Используя команду \$AA3 (п. 12.9), считайте показания датчика температуры холодного спая. Определите разность показаний модуля и образцового термометра, измеряющего температуру в термостате, (поправку). Подайте команду разрешения юстировки (п. 12.29). Затем командой \$AA9 введите поправку в модуль. Отметим, что эта команда для NL-8TI служит для юстировки датчика температуры холодного спая.

Погрешность измерения температуры холодного спая зависит от величины измеряемой температуры. Эта погрешность минимальна при температуре юстировки ($\pm 1,5$ °C) и достигает $\pm 2,5$ °C в диапазоне температур окружающей среды от -45 до +70 °C.

Поскольку датчик расположен только с одной стороны модуля (со стороны входов Vin0...Vin5, то погрешность компенсации температуры холодного спая для термопар, подключенных с противоположной стороны, может быть выше.

5.4. Юстировка модуля NL-4RTD

Для юстировки модуля NL-4RTD необходим образцовый магазин сопротивлений, которым набирают сопротивления в соответствии с табл. 6. Допускается использовать также термостабильный резистор (например,

C2-29В, группы "Д") совместно с образцовым омметром. Омметр используется для измерения сопротивления резистора, а резистор – для юстировки модуля.

Табл. 6. Сопротивление юстировочных резисторов

Код типа термопреобразователя (табл. 11)	20	21	22	23	24	25	26
Сопротивление, Ом	130		175	300	130		175
Код типа термопреобразователя (табл. 11)	27	28	29	2А	2В	2С	
Сопротивление, Ом	300	175		3000	90		

Процедура юстировки принципиально не отличается от юстировки диапазонов напряжений и состоит из следующих этапов:

- подготовить 4-проводную схему подсоединения образцового резистора к модулю (рис. 6.16). **Важно! Юстировка выполняется по левому каналу модуля;**
- установить тип диапазона 20 (табл. 11);
- выполнить команду разрешения юстировки ^AAEV(Пароль). По умолчанию пароль - 00000000;
- закоротить входы модуля;
- выполнить команду юстировки нуля \$AA1;
- подсоединить образцовый резистор, сопротивление которого выбрать из табл. 6;
- выполнить команду юстировки коэффициента передачи (\$AA0 = \$010).

При использовании трехпроводной схемы включения датчика (рис. 6.15) 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. По умолчанию, при производстве, модуль юстируется по 4-х проводной схеме.

5.5. Методика поверки

5.5.1. Проверка соответствия программного обеспечения

Целостность встроенного в модуль программного обеспечения (ПО) проверяется через интерфейс связи с модулем RS-485 путем запроса версии ПО и его контрольной суммы. Запрос версии ПО и контрольной суммы выполняется в режиме связи с модулем по протоколу DCON одной командой \$AAF (см. п. 12.26, стр. 103), ответ на эту команду имеет следующий формат:

!AA DD.MM.YY SSSS (AA – адрес модуля, DD.MM.YY – версия ПО, SSSS – контрольная сумма программы).

Контрольные суммы, подтверждающие целостность ПО, должны иметь следующие значения:

- для модуля NL-8TI в hex формате FFAD;
- для модуля NL-8AI в hex формате DC24;
- для модуля NL-4RTD в hex формате 5328.

5.5.2. Поверка модуля

Поверка модулей NL-8TI и NL-8AI осуществляется в соответствии с МИ 1202-86 "ГСИ. Приборы и преобразователи измерительные цифровые напряжения, тока, сопротивления. Общие требования к методике поверки", модулей NL-4RTD - в соответствии с ГОСТ 8.366-79 "ГСИ. Омметры цифровые. Методы и средства поверки".

Перед поверкой проверьте соответствия программного обеспечения.

Межповерочный интервал – 5 лет.

5.6. Методика оценки погрешности измерений

Модули аналогового ввода непосредственно измеряют только напряжение. Измерение тока выполняется косвенным методом, т.е. по падению напряжения на измерительном резисторе. Однако после юстировки модуля совместно с измерительным резистором мультипликативная погрешность, вызванная технологическим разбросом сопротивления резистора, оказывается скомпенсированной в процессе юстировки и, таким образом, погрешность измерения тока становится примерно равной погрешности измерения напряжения.

При наличии прецизионного измерительного резистора юстировку в режиме измерения тока допускается не проводить. В этом случае погрешность измерений будет равна сумме погрешности модуля $\Delta V/V$ и погрешности измерительного резистора $\Delta R/R$:

$$\frac{\Delta I}{I} = \frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta R}{R}.$$

Среднеквадратическое суммирование в данном случае неприменимо, поскольку в силу особенностей технологической разбраковки резисторов разброс их сопротивлений обычно не является случайным.

Аналогично, погрешность измерения температуры с помощью модуля, юстированного только по напряжению, является суммой погрешности термопары $\Delta T_{TC}/T_{TC}$, погрешности датчика температуры холодного спая $\Delta T_{TJC}/T_{TJC}$ (см. также п. 5.3), погрешности модуля $\Delta V/V$ и погрешности линеаризации характеристик термопары $\frac{\Delta V_{Lin}}{V}$ (ГОСТ 23222-88):

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta T_{TC}}{T_{TC}} + \frac{\Delta T_{TJC}}{T_{TJC}} + \frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta V_{Lin}}{V}.$$

Погрешность, указанная в табл. 1, включает в себя погрешность компенсации температуры холодного спая, погрешность модуля и погрешность линеаризации нелинейности термопары.

Аналогично, погрешность измерения температуры с помощью термопары является суммой погрешности термопары и погрешности модуля в режиме работы с термопарами.

При выполнении юстировки с применением термостата и образцового термометра погрешность термопары может быть скомпенсирована, и результирующая погрешность измерения температуры будет равна сумме погрешности модуля и погрешности линеаризации нелинейности термопары.

Выше рассмотрена основная погрешность измерения. Для учета температурной погрешности, вызванной влиянием температуры окружающей среды, следует учитывать дополнительную погрешность, величина которой пропорциональна отклонению температуры от 20 °C:

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{\Delta T}{T} \Big|_{t=20^{\circ}C} + \delta_{доп.} \cdot \frac{T - 20}{10},$$

где $\delta_{доп.}$ - дополнительная погрешность из "табл. 4".

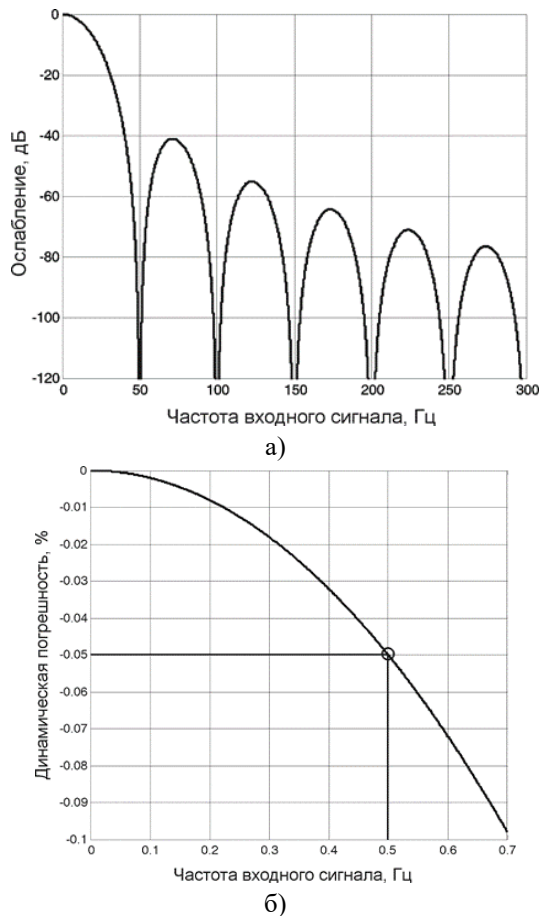


Рис. 5.5. АЧХ $SINC^3$ фильтра, входящего в состав каждого модуля

Следует подчеркнуть, что кроме понятия точности, модуль характеризуется разрешающей способностью (16 бит). Это означает, что, при погрешности измерений, например, 1 %, можно наблюдать изменения температуры с дискретностью $1/2^{15} = 0,003$ %. Например, при измерении температуры при шкале 0...100 °С при правильной организации эксперимента можно регистрировать изменения температуры на 0,003 °С. Высокая разрешающая способность полезна, когда требуется определить тенденцию изменения температуры во времени (для регистрации момента начала химической реакции),

для измерения разности температур (при измерении теплового потока), для обнаружения температурных колебаний (например, в инкубаторе), когда величина изменений температуры меньше погрешности измерений.

На величину погрешности измерения влияют помехи нормального вида (т.е. когда источник помехи включен последовательно с источником сигнала), которые ослабляются цифровым $SINC^3$ фильтром модуля. Однако наличие фильтра приводит к появлению динамической погрешности измерения в случае, когда входной сигнал модуля не является постоянным. Используя амплитудно-частотную характеристику фильтра (рис. 5.5), можно заключить, что систематическая динамическая погрешность, вносимая фильтром, равна 0,05 % при частоте входного сигнала 0,5 Гц и выше. Следует отметить, что аналогичная погрешность свойственна всем известным методам ослабления помехи нормального вида, хотя она часто не указывается в характеристиках модулей, что может вводить пользователя в заблуждение.

6. Руководство по применению

Для работы с модулями серии NL необходимо иметь следующие компоненты:

- сам модуль;
- управляющий компьютер, который может выводить ASCII коды через порт RS-232 или RS-485 (например, IBM PC совместимый);
- источник питания напряжением от 10 до 30 В, мощностью несколько Вт;
- конвертер порта RS-232 в RS-485 (если нет порта RS-485).

Желательно также иметь OPC сервер (входит в комплект поставки) и, если необходимо, репитер (ретранслятор) сети RS-485. Модуль может быть использован и без OPC сервера. При этом управление модулем выполняется любой программой, способной посылать ASCII - коды в порт RS-232 (RS-485), например, программой HyperTerminal из стандартной поставки Windows.

ВНИМАНИЕ! В аналоговых модулях все неиспользуемые входы должны быть соединены с выводом AGND модуля, либо заблокированы программно (для 4RTD на AGND нужно подключать клеммы Sence+ и Sence-). В противном случае на «плавающих» входах наводится сигнал помехи, который проникает на выход системы.

6.1. Органы индикации модуля

На лицевой панели модуля расположены два светодиодных индикатора: красный и зеленый. Свечение красного светодиода означает ошибку, например, если питание вышло на 5 % за допустимые границы. Периодическое вспыхивание светодиода говорит о том, что на сторожевой таймер не поступают импульсы от микроконтроллера.

Зеленый светодиод горит при нормальной работе модуля. При общении с сетью он тускнеет на короткое время. Мигание зеленого светодиода при потухшем красном означает ошибку системного сторожевого таймера.

Опрос текущего режима модуля выполняется командой \$AA8, ответ на которую выдается в виде \$AAN, где N имеет смысл, описанный выше.

6.2. Монтрование 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.

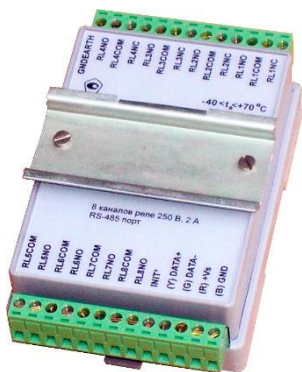


Рис. 6.1. Чтобы закрепить один модуль сверху другого, сначала закрепите DIN-рейку сверху модуля



Рис. 6.2. Крепление одного модуля на другой

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. 2.4 - рис. 2.5), затем надеть модуль на рейку и отпустить защелку. Чтобы снять модуль, сначала оттяните защелку, затем снимите модуль. Оттягивать защелку удобно отверткой.

Модули можно также крепить один сверху другого. Такой способ удобен, когда размеры монтажного шкафа жестко ограничены, а его толщина позволяет расположить несколько модулей один над другим. Для этого используют вспомогательный отрезок стандартной 35-мм DIN рейки, в которой делают два отверстия диаметром 5 мм на расстоянии 60 мм одно от другого, затем крепят рейку сверху корпуса модуля двумя винтами, используя те же отверстия, что и для крепления верхней крышки модуля к его основанию (рис. 6.1). На закрепленную DIN рейку обычным способом крепят второй модуль (рис. 6.2). Для исключения движения модуля вдоль DIN-рейки по краям модуля можно использовать стандартные (покупные) зажимы или сделать два пропила в DIN-рейке и отогнуть кромку (рис. 6.1 - рис. 6.2).

Перед установкой модуля следует убедиться, что температура и влажность воздуха, а также уровень вибрации и концентрация газов, вызывающих коррозию, находятся в допустимых для модуля пределах.



Рис. 6.3. Модуль серии NL в пылевлагозащищенном корпусе IP65

При установке модуля вне помещения его следует поместить в пылевлагозащищенном корпусе с необходимой степенью защиты, например, IP-66 (рис. 6.3).

Сечение жил проводов, подсоединяемых к клеммам модуля, должно быть в пределах от 0,5 до 2,5 кв.мм. При закручивании клеммных винтов крутящий момент не должен превышать 0,12 Н*м. Провод следует зачищать на длину 7-8 мм.

При неправильной полярности источника питания модуль не выходит из строя и не работает, пока полярность не будет изменена на правильную. При правильном подключении питания загорается зеленый светодиод на лицевой панели прибора. Если источник питания подключен к модулю с помощью длинных проводов, то нужно следить, чтобы падение напряжение на проводах не уменьшило напряжение на клеммах модуля ниже +10 В. К примеру, сопротивление медных проводов длиной 100 м может составлять 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. Подключение источника питания к модулю мы рекомендуем выполнять цветными проводами. Положительный полюс источника должен быть подключен красным проводом к выводу +Vs модуля

(обозначение (R) - "Red" на корпусе модуля), земля подключается черным проводом к выводу GND с буквой (B) - "Black".


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 3.3).

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. Этот провод желательно выбрать желтым (обозначение "Y" - "Yellow" на корпусе модуля). Второй провод (зеленый) подключают к выводу DATA- модуля (провод "G" - "Green"). 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 к порту RS-232 IBM PC-совместимого компьютера (рис. 6.4). Подключите термопару к входным зажимам модуля (см.рис. 6.5). Инсталлируйте OPC сервер NLog на Вашем компьютере. О применении OPC сервера см. раздел 7.1. После подключения OPC сервера и нажатия пикто-

граммы "Обновление данных сервером"  поступающие данные отображаются напротив названий входов модуля в окне OPC сервера.

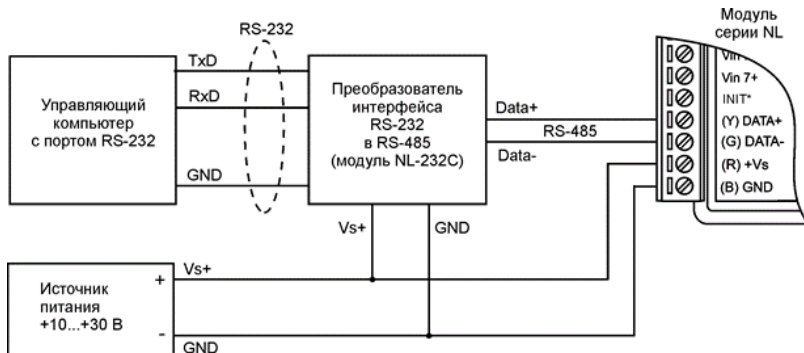


Рис. 6.4. Подключение модуля к порту RS-232 компьютера

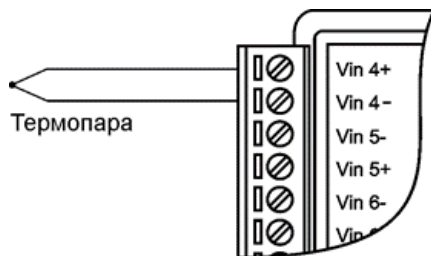


Рис. 6.5 . Подключение термопары к каналу 4 модуля

6.3. Программное конфигурирование модуля

Прежде чем подключить модуль к сети, его необходимо сконфигурировать, т.е. задать скорость обмена данными, установить бит контрольной суммы, адрес, номер входного диапазона и формат данных (см. раздел 0).

6.3.1. Заводские установки

Заводскими установками ("по умолчанию") являются следующие:

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

Изготовителем устанавливаются также следующие параметры:

- диапазон входных напряжений - ± 10 В для NL-8AI и $\pm 2,5$ В для NL-8TI;
- контрольная сумма отключена;
- максимальное подавление помехи на частоте 50 Гц;
- все входы мультиплицируются по очереди;
- формат данных - инженерные единицы.

6.3.2. Применение режима INIT*

Этот режим используется для изменения скорости обмена или бита контрольной суммы, а также в случае, когда пользователь забыл ранее установленные параметры конфигурации модуля. Для решения проблемы достаточно перейти в режим "INIT*", как это описано ниже, и считать нужные параметры, хранящиеся в ЭПЗУ модуля, командой \$002(cr). В режиме INIT* всегда устанавливается адрес 00, скорость обмена 9600 бит/с, контрольная сумма выключена. Установленные в режиме INIT* параметры вступают в силу после перезагрузки модуля.

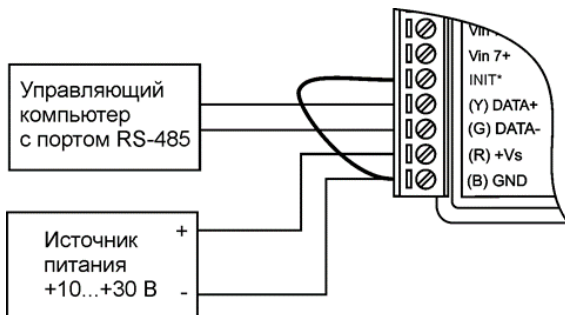


Рис. 6.6. Соединение вывода INIT* с "землей" для изменения скорости обмена и включения режима с контрольной суммой

Для выполнения сброса параметров модуля в заводские установки, необходимо перейти в режим "INIT" и выполнить команду ^RESET (см. п. 12.10). При этом ЭПЗУ модуля будет полностью перезаписано. В этом случае модуль полностью вернет заводские установки всех параметров. С заводскими параметрами модуль начнет работать после отключения вывода "INIT" и перезагрузки модуля.

ВАЖНО! Вывод «INIT» нужно подключать только к клемме «GND» Не допускается подача на вывод «INIT» никакого потенциала, кроме «GND», так как это может привести к выходу из строя всего модуля.

Сначала подключите модуль к компьютеру, как показано на рис. 6.6. Если компьютер не имеет порта RS-485, то можно использовать преобразователь интерфейса NL-232C.

*Для перехода в режим INIT** выполните следующие действия:

- выключите модуль;
- соедините вывод "INIT*" с выводом "GND";
- включите питание;
- пошлите в модуль команду \$002(cr) при скорости 9600 бит/с, чтобы прочесть конфигурацию, ранее записанную в ЭППЗУ модуля.

Чтобы изменить *скорость обмена*, нужно сделать следующее:

- соединить вывод INIT* с "землей";
- включить питание модуля;
- ввести команду изменения контрольной суммы и скорости обмена (см. пример ниже);
- выключить питание модуля;
- отключить вывод INIT* от "земли";
- включить питание;
- проверить сделанные изменения. Не забудьте сделать соответствующие изменения скорости обмена и контрольной суммы на управляющем компьютере.

Пример.

Для изменения контрольной суммы можно поступить следующим образом. Сначала считайте текущее состояние модуля командой \$012, т.е. адрес модуля равен 01, цифра 2 означает "чтение конфигурации модуля" (см. п. 12.16, \$AA2). Предположим, ответ модуля получили в виде !01000600 (см. п. 12.16). Здесь первые две цифры (01) означают адрес модуля, вторые две (00) - код входного диапазона, третьи две (06) - скорость работы (см. "табл. 7"), четвертые две (00) - формат данных (см. "табл. 12").

Чтобы включить использование контрольной суммы, надо сначала, пользуясь таблицей "табл. 12" составить последний байт (FF) команды

%AANNTTCCFF (п. 12.11), например, в виде 11000000. В этом слове шестой бит (если отсчитывать от нулевого), установленный в "1", означает, что контрольная сумма будет использоваться во всех командах (см. "табл. 12"). Теперь полученное двоичное слово надо перевести в шестнадцатеричное (11000000=C0h) и добавить его к команде %AANNTTCCFF в позицию FF. Используя ранее считанные данные !01000600, команду %AANNTTCCFF теперь можно записать в виде %010106C0. После ее пересылки в модуль контрольная сумма будет использоваться всегда, а ее отсутствие будет рассматриваться модулем как ошибка.

6.3.3. 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 должна 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. 12.16 \$AA2). Сумма ASCII кодов (см. табл. 13) 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:

$$“!”+”0”+”1”+”4”+”0”+”6”+”0”+”0”=21h+30h+31h+34h+30h+30h+36h+30h+30h=1ACh, \text{ и контрольная сумма для этого случая равна ACh, т.е. ответ модуля при работе с контрольной суммой будет, например, !014006C0AC(cr), где предпоследний байт C0 означает, что установлен режим обмена с контрольной суммой (см. пример из п. 6.3.2).}$$

6.3.4. Изменение частоты режекции и формата данных

Выбор частоты режекции фильтра и формат данных можно командой %AANNTTCCFF (п. 12.11), как это описано в примере к разделу 6.3.2. Для этого следует воспользоваться справочной таблицей "табл. 12".

6.4. Ввод сигналов $-20...+20$ мА, $0-20$ мА и $4-20$ мА

Для ввода сигналов $0-20$ мА или $4-20$ мА параллельно входу модуля нужно подключить измерительный резистор сопротивлением 125 Ом или модуль [NL-8CS-125](#) ([NL-16CS-125](#)), содержащий в своем составе 8 (16) аналогичных резисторов. При этом току 0 мА будет соответствовать напряжение 0 В, току 20 мА - напряжение 2,5 В при подключенном резисторе 125 Ом, а току 4 мА - напряжение 0,5 В, при подключенном резисторе 125 Ом.

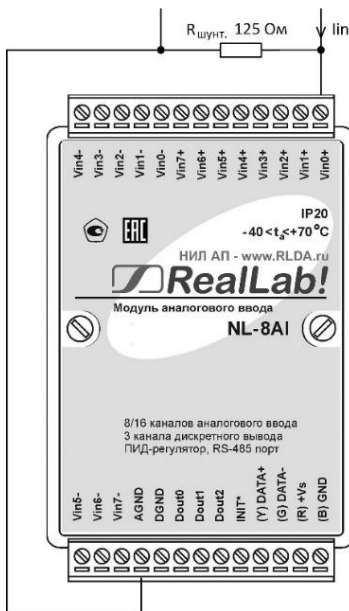


Рис. 6.7. Подключение шунтирующего резистора на первый канал модуля NL-8AI для измерения тока в диапазоне ± 20 мА, в одиночном режиме

Измерение тока модулем NL-8AI возможно как в дифференциальном режиме, так и в одиночном.

В режиме 16 одиночных входов, нумерация каналов выглядит следующим образом: первый канал – Vin0+, второй – Vin1+,... восьмой – Vin7+, девятым – Vin0-, десятый – Vin1-,... шестнадцатый – Vin7-. У всех входов одна общая «земля» AGND (рис. 6.7).

В режиме 8 дифференциальных входов нумерация следующая: первый канал - Vin0+ и Vin0-, второй канал – Vin1+ и Vin1-,... восьмой канал Vin7+ и Vin7- (рис. 6.8). При этом клемма AGND не задействуется.

Аналогично можно вводить ток любой величины, выбрав соответствующую величину измерительного резистора. Погрешность измерения тока в описанных случаях будет складываться из погрешности резистора и погрешности измерения напряжения модулем (см. п. 5.2).



Рис. 6.8. Подключение шунтирующего резистора на первый канал модуля NL-8AI для измерения тока в диапазоне ± 20 мА, в дифференциальном режиме

Для модуля NL-8AI-I измерение тока возможно только в одиночном режиме. Подключение токового сигнала к модулю NL-8AI-I представлено на рис. 6.9.

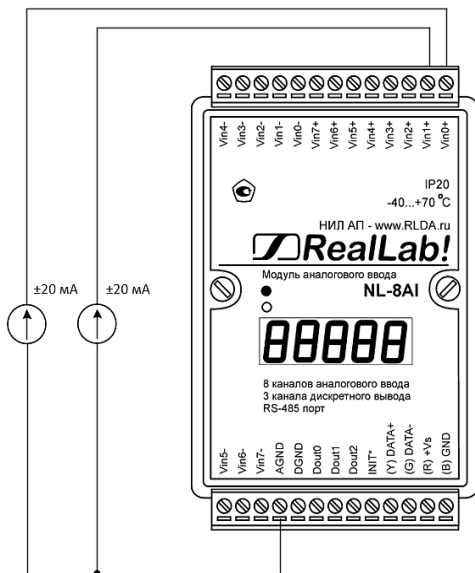


Рис. 6.9. Подключение токового сигнала на каналы модуля NL-8AI-1 для измерения тока в диапазоне ± 20 мА, в одиночном режиме

6.5. Управление мощными нагрузками

Выходные каскады модулей имеют максимальное рабочее напряжение 47 В и ток нагрузки не более 0,75А. Однако их 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. 6.10, рис. 6.11 и рис. 6.12. При использовании дискретных выходов необходимо помнить, что безопасные состояния исполнительных устройств должны соответствовать безопасному состоянию "Safe Value" выходов модуля.

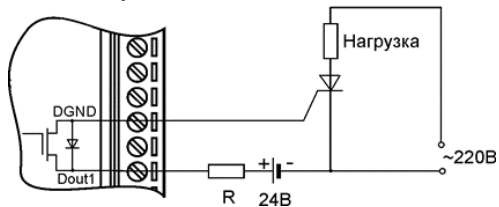


Рис. 6.10. Применение модуля для управления симистором

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

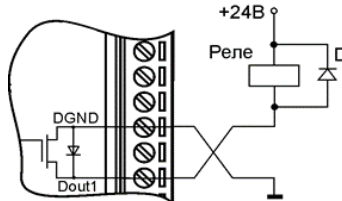


Рис. 6.11. Применение модуля для управления электромагнитным реле

6.6. Получение логических уровней на выходах

Выходные каскады модулей выполнены по схеме с открытым коллектором, что позволяет получить логические уровни любой величины, до +47 В, в зависимости от напряжения источника питания выходных каскадов (рис. 6.12).

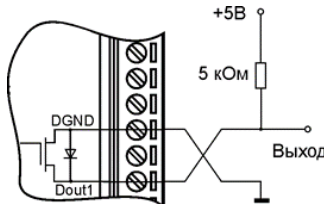


Рис. 6.12. Получения логических уровней напряжения на выходах модулей

6.7. ПИД регулятор

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

Релейный регулятор используется, когда контур регулирования не содержит звеньев с большой инерционностью. В наиболее типичном случае с массивными инерционными нагревателями релейное регулирование не позволяет избежать колебаний стабилизируемого параметра с недопустимо

большой амплитудой. В этом случае необходимо использовать ПИД-регулятор, программно встроенный в аналоговые модули.

В модуле NL-8AI регулируемый параметр воспринимается модулем в виде напряжения или тока, подаваемого на его 0-вой вход (Vin0). Поэтому любой параметр, который необходимо стабилизировать (температура, давление, вес, влажность) следует преобразовать в напряжение с помощью нормирующего измерительного преобразователя. Управляющее воздействие на исполнительное устройство, например, на нагреватель или на охладитель, поступает с дискретных выходов модулей Dout0 и Dout1. Величина управляющего воздействия задается в виде длительности замкнутого состояния ключа дискретного выхода, которое повторяется с заданным периодом, т.е. с помощью широко известной широтно-импульсной модуляции (ШИМ). На выход Dout0 подается ШИМ сигнал, если управляющее воздействие на объект больше нуля (например, нагреватель) или на выход Dout1, если управляющее воздействие меньше нуля (например, когда надо включить вентилятор или холодильник). Если в системе нет устройства, обрабатывающего отрицательное воздействие на объект (нет вентилятора), то используется только выход Dout0.

6.7.1. Алгоритм работы регулятора

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

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

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

Входной величиной для модуля NL-8AI является напряжение или ток входа Vin0, для модулей NL-4RTD - температура, для NL-8TI - температура, ток или напряжение. 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/В] или [1/мА] для NL-8AI, [1/°C] для NL-4RTD и [1/В], [1/мА] или [1/°C] для NL-8TI.

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 ΔT - 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: ΔT , $T_{ШИМ}$, x_z , K_p , C_i , C_d .

ΔT задается в диапазоне от 1 до 999 сек, с шагом 1 сек (см. п. 6.7.2);

$T_{ШИМ}$ 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. 6.7.2.

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

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

6.7.2. Рекомендации по выбору параметров ΔT , K_p , T_i и T_d

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

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

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

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

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

6.7.3. Пример настройки ПИД регулятора

Схема включения модуля NL-8TI для работы в качестве ПИД регулятора температуры в термостате с нагревателем и холодильником приведена на рис. 6.13.

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

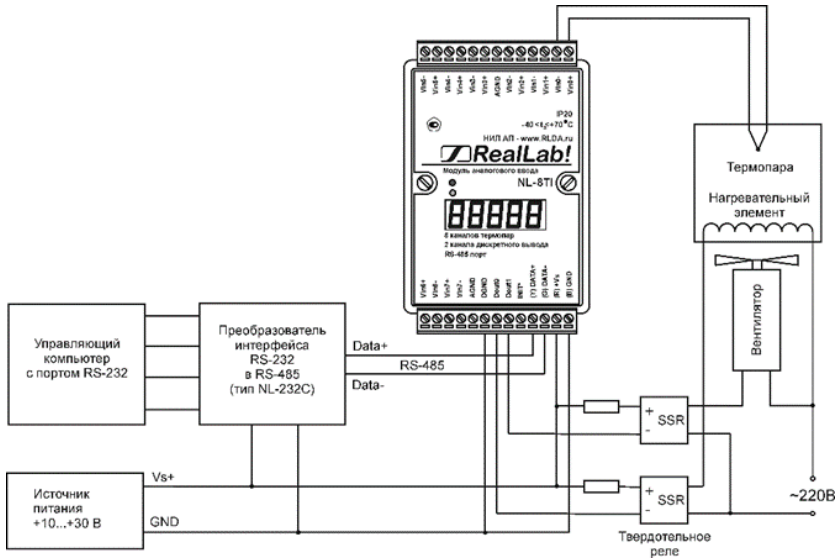


Рис. 6.13. Применение модуля для стабилизации температуры. Управляющий компьютер и преобразователь интерфейса после конфигурирования модуля могут быть исключены из системы

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 измерения 1 В),
- ^01DOP (включаем управление выходами Dout0 и Dout1 от ПИД регулятора).

6.8. Особенности работы с термопарами

Термопара является нелинейным преобразователем температуры в напряжение. Для компенсации нелинейности в модулях NL-8TI используется поправочная таблица, взятая из ГОСТ Р 8.585 для термопар типа К, J, В, L, Е, S, R, N, Т и занесенная в ЭППЗУ модуля. Микроконтроллер, имеющийся в модуле, вносит поправки в результат измерения, пользуясь этой таблицей. Поэтому модуль выдает через порт RS-485 значение, пропорциональное температуре.

Напряжение на зажимах термопары зависит не от абсолютного значения температуры, а от разности температур горячего и холодного спая. Температура холодного спая в модуле измеряется линейным полупроводниковым датчиком температуры, а погрешность, вносимая ненулевой температурой холодного спая, компенсируется программно, в контроллере модуля.

6.9. Особенности работы с резистивными термопреобразователями

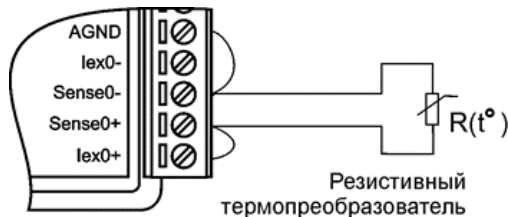


Рис. 6.14. Двухпроводное подключение резистивного термопреобразователя к модулю

Однако такой простейший путь может быть использован только в случае, когда длина проводов, идущих к датчику, не превышает нескольких метров.

В общем случае необходимо учитывать сопротивление проводов, которое может быть сравнимо с сопротивлением датчика (обычно 50-100 Ом). Для этого 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 может компенсировать их разность. Кроме того, в погрешность измерения

добавляется погрешность рассогласования токов источников тока I_{ex+} и I_{ex-} . Достоинством этой схемы по сравнению с четырехпроводной является 30 % экономия соединительных проводов. Однако, поскольку модуль NL-4RTD имеет 6 генераторов тока, к нему можно подключить только 3 датчика по такой схеме.

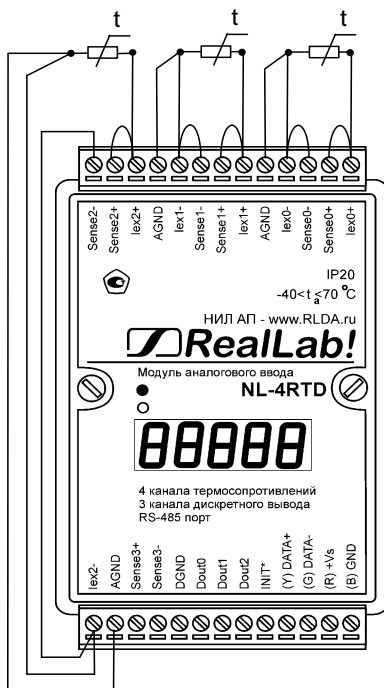


Рис. 6.15. Трехпроводное подключение резистивных термопреобразователей к модулю

Резистивные медные, платиновые или никелевые термопреобразователи сопротивления подключаются к модулю NL-4RTD по одному из трех вариантов (рис. 6.14 - рис. 6.16). 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 по табличным данным, взятым из ГОСТ 6651 и хранимым в ЭППЗУ модуля.

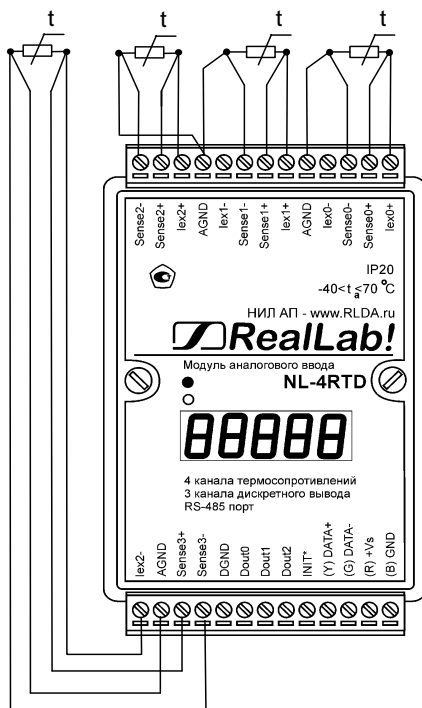


Рис. 6.16. Четырехпроводное подключение резистивных термопреобразователей к модулю

Четырехпроводная схема (рис. 6.16) использует только один источник тока. Поэтому исключается погрешность рассогласования токов I_{ex0+} и I_{ex0-} . Четырехпроводная схема не использует принцип компенсации сопротивлений и поэтому позволяет исключить влияние проводов независимо от величины рассогласования их сопротивлений. Для этого напряжение измеряется непосредственно на выводах датчика (рис. 6.16). Эта схема измерения является наиболее точной. Она позволяет подключить 4 датчика. При этом в качестве источника тока для четвертого датчика используется вывод I_{ex2-} .

6.10. Двойной сторожевой таймер

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

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

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

При включении питания модуля на его выходах сначала устанавливаются заранее заданные состояния "PowerON" (см. команду ^AA5PPPSSS, и п. 6.11), затем проверяется, включен ли системный сторожевой таймер. Если он включен и в течение его периода не пришла команда Host OK (~**), то выходы модуля устанавливаются в безопасные ("Safe Value") состояния. При этом любые команды вывода модулем игнорируются.

6.11. Состояние выходов при включении и выключении модуля

После сброса модуля сторожевым таймером модуля на его выходах появляются безопасные ("Safe Value") состояния. Эти состояния сохраняются до тех пор, пока из управляющего компьютера не придет команда установки выходов в состояние, соответствующее алгоритму работы всей системы.

Если сброс или блокировка модуля выполняется системным сторожевым таймером, то выходы также устанавливаются в безопасные состояния, а зеленый светодиод модуля начинает мигать.

Вся система, в которой используются модули, должна быть спроектирована таким образом, чтобы безопасным состояниям выходов модуля соответствовали безопасные положения исполнительных устройств.

При отключении питания модуля все его дискретные выходы устанавливаются в высокоомные состояния.

6.12. 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 содержать до 32 устройств. Передача сигнала по сети является двунаправленной, иницируемой 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.

Размер адресного пространства модулей позволяет объединить в сеть 256 устройств. Однако при использовании для адресации кода скорости обмена можно адресовать 2048 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.

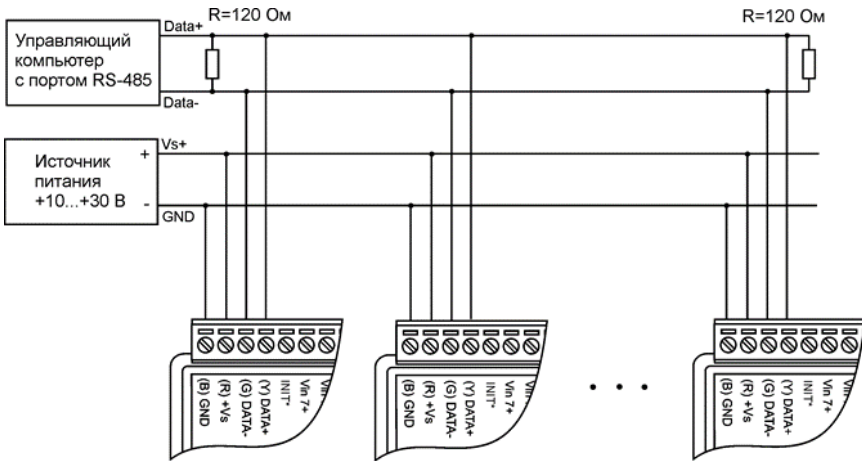


Рис. 6.17. Соединение нескольких модулей в сеть на основе интерфейса RS-48

Управляющий компьютер, имеющий порт RS-485, подключается к сети непосредственно. Компьютер с портом RS-232 подключается через преобразователь интерфейса RS-232 в RS-485 (например, NL-232C) (рис. 6.4).

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. 6.17). 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. 6.17 сопротивление $R=120\text{ Ом}$, 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. 6.17). Структура сети в

виде звезды не рекомендуется в связи со множественностью отражений сигналов и проблемами ее согласования.

6.13. Контроль качества и порядок замены устройства

Контроль качества модуля при производстве выполняется на специально разработанном стенде, где измеряются все его параметры. Пользователь может убедиться в работоспособности модуля, подключив его к компьютеру и приняв с помощью OPC сервера NLogc напряжения, поданные на вход. Работоспособность канала вывода можно проверить, установив на выходе логические уровни напряжений (рис. 6.12) и измерив их вольтметром.

Неисправные модули до наступления гарантийного срока могут быть заменены на новые у изготовителя. Ремонт модулей не производится ввиду экономической нецелесообразности, связанной с высокой надежностью модулей.

6.14. Действия при отказе изделия

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

7. Программное обеспечение

Для работы с модулями серии NL вполне достаточно команд, приведенных в разделе "Справочные данные". Эти команды могут передаваться в модуль через COM-порт из любого компьютера в ASCII кодах. Однако для упрощения управления модулями разработан OPC сервер, который поставляется с примерами его применения совместно с Genesis32, LabView, MS Excel, MATLAB, Visual C++, Visual Basic, VBA.

Поскольку OPC сервер имеет более широкие возможности, чем традиционные методы подключения внешних устройств с помощью DLL библиотеки, ActiveX или COM объектов, а также через DDE интерфейс, перечисленные

компоненты для модулей серии NL не поставляются. Для тех, кому OPC сервер является чрезмерно громоздким и трудным в изучении, в OPC сервер NLogsc введен упрощенный интерфейс EasyAccess с сокращенным набором функций.

Примеры, поставляемые в комплекте с OPC сервером, делают его освоение быстрым и не требующим изучения специальной литературы.

7.1. OPC сервер NLogsc

Подробное описание OPC сервера см. в документе "OPC сервер NLogsc, НИЛ АП" (поставляется в комплекте с OPC сервером). OPC сервер является программой, позволяющей управлять модулем из Genesis32, TraceMode, MATLAB, LabView, MS Excel и других программ, поддерживающих стандарт OPC.

OPC сервер NLogsc работает не только с модулями серии NL, но и с модулями аналогов I-7XXX, ADAM-4XXX, а также с приборами серии RL (НИЛ АП).

Он соответствует международной спецификации OPC Data Access 2.0. Сервер обеспечивает доступ к переменным модулей серии NL и RL неограниченному числу клиентских программ, если они соответствуют стандарту OPC. Сервер NLogsc имеет следующие отличительные особенности:

- возможность администрирования сервера - определения прав доступа для различных клиентов;
- возможность добавления новых устройств и новых конверторов переменных в расширяемую библиотеку;
- имеет дополнительно к стандарту OPC упрощенный COM интерфейс EasyAccess для управления устройствами;
- содержит объект, служащий для интеграции серверов стандарта OPC с программами, не поддерживающими OPC, но поддерживающими OLE.

8. 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.

9. Хранение, транспортировка и утилизация

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

Транспортировать изделие допускается любыми видами транспорта в таре изготовителя.

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

10. Гарантия изготовителя

НИЛ АП гарантирует обслуживание (дефектовку, ремонт, замену при необходимости) неисправных приборов в течение 18 месяцев со дня продажи при условии отсутствия видимых механических повреждений и не нарушении условий эксплуатации.

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

Продукция изготовлена и реализуется при поддержке Фонда содействия инновациям в рамках программы "Коммерциализация VIII".

11. Сведения о сертификации

Система менеджмента качества НИЛ АП, ООО соответствует требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2015.

Устройство соответствует требованиям ТР ТС.

Подтверждающая информация размещена на [сайте](#).

12. Справочные данные

12.1. Кодировка скоростей обмена модуля

Табл. 7. Коды скоростей обмена модуля

Код скорости	03	04	05	06	07	08	09	0A
Скорость обмена	1200	2400	4800	9600	19200	38400	57600	115200

12.2. Коды входных диапазонов модуля NL-8TI

Табл. 8. Коды входных диапазонов

Код типа входа	Диапазон	Формат данных	Диапазон		Разрешение
00	От -15 до +15 мВ	Инженерные единицы	+15.000	-15.000	1 мкВ
		% от шкалы	+100.00	-100.00	0.01 %
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000	МЗР
01	От -50 до +50 мВ	Инженерные единицы	+50.000	-50.000	1 мкВ
		% от шкалы	+100.00	-100.00	0.01 %
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000	МЗР
02	От -100 до +100 мВ	Инженерные единицы	+100.00	-100.00	10 мкВ
		% от шкалы	+100.00	-100.00	0.01 %
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000	МЗР
03	От -500 до +500 мВ	Инженерные единицы	+500.00	-500.00	10 мкВ
		% от шкалы	+100.00	-100.00	0.01 %
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000	МЗР

Справочные данные

Код типа входа	Диапазон	Формат данных	Диапазон		Разрешение
04	От -1 до +1 В	Инженерные единицы	+1.0000	-1.0000	100 мкВ
		% от шкалы	+100.00	-100.00	0.01 %
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000	МЗР
05	От -2,5 до +2,5 В	Инженерные единицы	+2.5000	-2.5000	100 мкВ
		% от шкалы	+100.00	-100.00	0.01 %
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000	МЗР
06	От -20 до +20 мА	Инженерные единицы	+20.000	-20.000	1 мкА
		% от шкалы	+100.00	-100.00	0.01 %
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000	МЗР
07	Не используется				

12.3. Коды входных диапазонов модуля NL-8AI

Табл. 9. Коды входных диапазонов модуля NL-8AI

Код типа входа	Диапазон	Формат данных	Диапазон		Разрешение
08	От -10 до +10 В	Инженерные единицы	+10.000	-10.000	1 мВ
		% от шкалы	+100.00	-100.00	0.01 %
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000	МЗР
09	От -5 до +5 В	Инженерные единицы	+5.0000	-5.0000	100 мкВ
		% от шкалы	+100.00	-100.00	0.01 %
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000	МЗР
0A	От -1 до +1 В	Инженерные единицы	+1.0000	-1.0000	100 мкВ
		% от шкалы	+100.00	-100.00	0.01 %
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000	МЗР
0B	От -500 до +500 мВ	Инженерные единицы	+500.00	-500.00	10 мкВ
		% от шкалы	+100.00	-100.00	0.01 %
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000	МЗР
0C	От -150 до +150 мВ	Инженерные единицы	+150.00	-150.00	10 мкВ
		% от шкалы	+100.00	-100.00	0.01 %
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000	МЗР
0D	От -20 до +20 мА	Инженерные единицы	+20.000	-20.000	1 мкА
		% от шкалы	+100.00	-100.00	0.01 %
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000	МЗР

Примечание. Диапазоны измерений для каждого модуля приведены в табл. 1 - табл. 3.

12.4. Коды типов термопар (для модуля NL-8TI)

Табл. 10. Коды типов термопар

Код типа ввода	Тип термопары ГОСТ Р 8.585	Формат данных	Диапазон		Разрешение
0E	Термопара J-типа (ТЖК) От -210 до +1200 °С	Инженерные единицы	+1200.0	-0210.0	0,1 °С
		% от шкалы	+100.00	-017.50	0.01 %
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	E999	МЗР
0F	Термопара K-типа (ТХА) От -100 до +1200 °С	Инженерные единицы	+1372.0	-0270.0	0,1 °С
		% от шкалы	+100.00	-019.68	0.01 %
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	E6CF	МЗР
10	Термопара T-типа (ТМК) От -100 до +400 °С	Инженерные единицы	+400.00	-270.00	0,01 °С
		% от шкалы	+100.00	-067.50	0.01 %
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	A999	МЗР
11	Термопара E-типа (ТХКн) От -100 до +1000 °С	Инженерные единицы	+1000.0	-270.0	0,1 °С
		% от шкалы	+100.00	-027.00	0.01 %
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	DD71	МЗР
12	Термопара R-типа (ТПП - плат. 13%) От 500 до +1750 °С	Инженерные единицы	+1750.0	-50.0	0,1 °С
		% от шкалы	+100.00	-002.85	0.01 %
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	FC58	МЗР
13	Термопара S-типа (ТПП, плат. 10 %) От +500 до +1750 °С	Инженерные единицы	+1750.0	-50.0	0,1 °С
		% от шкалы	+100.00	-002.85	0.01 %
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	FC58	МЗР

Справочные данные

Код типа входа	Тип термопары ГОСТ Р 8.585	Формат данных	Диапазон		Разрешение
14	Термопара В-типа (ТПР) От 250 до +1820 °С	Инженерные единицы	+1820.0	0000.0	0,1 °С
		% от шкалы	+100.00	000.00	0.01 %
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	0000	МЗР
15	Термопара N-типа (ТНН) От -100 до +1300 °С	Инженерные единицы	+1300.0	-270	0,1 °С
		% от шкалы	+100.00	-020.77	0.01 %
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	E56B	МЗР
16	Зарезервировано				
17	Термопара L-типа (ТХК) От -100 до +800 °С	Инженерные единицы	+800.00	-200.00	0,01 °С
		% от шкалы	+100.00	-025.00	0.01 %
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	E000	МЗР
18	Зарезервировано				

Примечание.

1. Диапазоны измерений для каждого модуля приведены в табл. 1 - табл. 3.
2. Возможно введение других типов термопар по заказу.

12.5. Коды типов термопреобразователей сопротивления

Табл. 11. Коды типов термопреобразователей

Код типа входа	Тип преобразователя	Формат данных	Верхняя граница диапазона	Нижняя граница диапа-
20	Платиновый Pt 100 $\alpha=0.00385$ -100...100 °C	Инженерные единицы	+100.00	-100.00
		% от шкалы	+100.00	-100.00
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000
		Ом	+138.50	+000.00
21	Платиновый Pt 100 $\alpha=0.00385$ 0...100 °C	Инженерные единицы	+100.00	+000.00
		% от шкалы	+100.00	+000.00
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	0000
		Ом	+138.50	+000.00
22	Платиновый Pt 100 $\alpha=0.00385$ 0...200 °C	Инженерные единицы	+200.00	+000.00
		% от шкалы	+100.00	+000.00
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	0000
		Ом	+175.84	+000.00
23	Платиновый Pt 100 $\alpha=0.00385$ 0...600 °C	Инженерные единицы	+600.00	+000.00
		% от шкалы	+100.00	+000.00
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000
		Ом	+313.59	+000.00

Справочные данные

Код типа входа	Тип преобразователя	Формат данных	Верхняя граница диапазона	Нижняя граница диапа-
24	Платиновый 100П $\alpha=0.003916$ -100...100 °С	Инженерные единицы	+100.00	-100.00
		% от шкалы	+100.00	-100.00
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000
		Ом	+139.16	+000.00
25	Платиновый 100П $\alpha=0.003916$ 0...100 °С	Инженерные единицы	+100.00	+000.00
		% от шкалы	+100.00	+000.00
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	0000
		Ом	+139.16	+000.00
26	Платиновый 100П $\alpha=0.003916$ 0...200 °С	Инженерные единицы	+200.00	+000.00
		% от шкалы	+100.00	+000.00
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	0000
		Ом	+177.13	+000.00
27	Платиновый 100П $\alpha=0.003916$ 0...600 °С	Инженерные единицы	+600.00	+000.00
		% от шкалы	+100.00	+000.00
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	0000
		Ом	+317.28	+000.00

Справочные данные

Код типа ввода	Тип преобразователя	Формат данных	Верхняя граница диапазона	Нижняя граница диапа-
28	Никелевый 120Н $\alpha=0.00617$ -60...100 °С	Инженерные единицы	+100.00	-060.00
		% от шкалы	+100.00	+000.00
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	999A
		Ом	+200.64	+000.00
29	Никелевый 120Н $\alpha=0.00617$ 0...100 °С	Инженерные единицы	+100.00	+000.00
		% от шкалы	+100.00	+000.00
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	0000
		Ом	+200.64	+000.00
2A	Платиновый Pt 1000 $\alpha=0.00385$ -200...600 °С	Инженерные единицы	+600.00	-200.00
		% от шкалы	+100.00	-033.33
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	AAAA
		Ом	+3137.1	+000.00
2B	Медный 50М $\alpha=0,00428$ -200...200 °С	Инженерные единицы	+200.00	-200.00
		% от шкалы	+100.00	-100.00
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000
		Ом	092,77	+000.00

Код типа входа	Тип преобразователя	Формат данных	Верхняя граница диапазона	Нижняя граница диапа-
2С	Медный Cu 50 $\alpha=0,00426$ -50...200 °С	Инженерные единицы	+200.00	-050.00
		% от шкалы	+100.00	-025.00
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	E000
		Ом	092,61	+000.00

12.6. Коды установки формата данных, контрольной суммы и частоты режекции фильтра

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. 12. Коды установки формата данных, контрольной суммы и частоты режекции фильтра

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

*1 - Выбор фильтра:

0 - 60Hz

1 - 50Hz

*2 - Контрольная

сумма:

0 - Выключена

1 - Включена

*3 - Формат данных:

00 - инженерные единицы

01 - проценты;

10 = шестнадцатеричный формат

11 – Ом (Только для NL-4RTD)

12.7. Табл. 13. Кодировка ASCII символов

HEX	ASCII
21	!
22	"
23	#
24	\$
25	%
26	&
27	'
28	(
29)
2A	*
2B	+
2C	,
2D	-
2E	.
2F	/
30	0
31	1
32	2
33	3
34	4
35	5
36	6
37	7
38	8
39	9
3A	:
3B	;
3C	<
3D	=
3E	>
3F	?

HEX	ASCII
40	@
41	A
42	B
43	C
44	D
45	E
46	F
47	G
48	H
49	I
4A	J
4B	K
4C	L
4D	M
4E	N
4F	O
50	P
51	Q
52	R
53	S
54	T
55	U
56	V
57	W
58	X
59	Y
5A	Z
5B	[
5C	\
5D]
5E	^
5F	_

HEX	ASCII
60	'
61	a
62	b
63	c
64	d
65	e
66	f
67	g
68	h
69	i
6A	j
6B	k
6C	l
6D	m
6E	n
6F	o
70	p
71	q
72	r
73	s
74	t
75	u
76	v
77	w
78	x
79	y
7A	z
7B	{
7C	
7D	}
7E	~

12.8. Синтаксис команд

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

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

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

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

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

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

ВСЕ КОМАНДЫ ДОЛЖНЫ БЫТЬ НАБРАНЫ В ВЕРХНЕМ РЕГИСТРЕ!
При использовании OPC сервера NLogc символы можно набирать в любом регистре, поскольку сервер автоматически переводит все символы команд в верхний регистр перед пересылкой в модуль.

Команды, используемые в серии NL, делятся на 4 типа:

- команды модулей аналогового ввода;
- команды модулей аналогового вывода;
- команды дискретного ввода-вывода;
- команды счетчиков/таймеров.

Несмотря на то, что для разных модулей команды могут выглядеть одинаково, реакция модулей на них может быть различной. Поэтому необходимо обращать внимание на сноску под описанием команды, в которой может быть указано, к каким типам модулей она применима.

12.9. Список команд модулей

Табл. 14. Общий набор команд

Команда	Ответ	Описание	стр.
^RESET	!RESET_OK	Сброс модуля в заводские настройки (выполнение возможно только в режиме "Init")	87
%AANNTTCCFF	!AA	Устанавливает адрес, диапазон входных напряжений, скорость обмена, формат данных, контрольную сумму*	88
#AA	>(Data)	Возвращает все входные значения для заданного модуля	89
#AAN	>(Data)	Возвращает входное значение в канале номер N для модуля с заранее заданным адресом	90
\$AA0	!AA	Выполняет юстировку аналогового модуля для компенсации погрешности коэффициента передачи*	91
\$AA1	!AA	Выполняет юстировку аналогового модуля для компенсации погрешности смещения нуля*	92

Команда	Ответ	Описание	стр.
\$AA2	!AATTCCFF	Возвращает параметры конфигурации модуля с указанным адресом	93
\$AAB	!AAS	Тестирование обрыва в цепи терморпары	100
\$AAF	!AA(Data)	Возвращает код версии микропрограммы, записанной в модуле, и ее контрольную сумму	103
\$AAM	!AA(Data)	Возвращает имя модуля с заданным адресом	104
~AAO(Data)	!AA	Установка имени модуля*	105
^AAEV(Пароль)	!AA	Юстировка разрешена/блокирована	106
~**	Нет ответа	Ведущий компьютер посылает это сообщение (сигнал системного сторожевого таймера) в качестве подтверждения того, что он не завис	107
~AA0	!AASS	Чтение статуса модуля	108
~AA1	!AA	Сброс статуса модуля*	109

Команда	Ответ	Описание	стр.
~AA2	!AAVV	Чтение таймаута системного сторожевого таймера	110
~AA3EVV	!AA	Установка таймаута системного сторожевого таймера*	111
^AA4	!AAPPSSS	Чтение значений «Power On» и «Safe Value»	121
^AA5PPSSS	!AA	Установка значение Safe Value и Power On на дискретных выходах*	116
^AAC(Пароль)	!AA	Смена пароля	141
^AADO	!AAN	Чтение дискретных выходов	123
^AADOVVV	>	Установить логические значения на дискретных выходах модуля	139
^AADO(P)	!AA	Установка режимов работы дискретных выходов*	124
^AAM	!AA(NAME)	Считать RLDA имя модуля	125
^AAO(NAME)	!AA	Установить имя модуля*	126

Команда	Ответ	Описание	стр.
^AAPIDT(DATA)	!AA	Задать стабилизируемую величину для ПИД-регулятора*	127
^AAPIDT	>(DATA)	Считать стабилизируемую величину ПИД-регулятора	128
^AAPIDP(DATA)	!AA	Задать пропорциональный коэффициент для ПИД-регулятора*	129
^AAPIDP	>(DATA)	Считать пропорциональный коэффициент для ПИД-регулятора	130
^AAPIDI(DATA)	!AA	Задать интегральный коэффициент для ПИД-регулятора*	131
^AAPIDI	>(DATA)	Считать интегральный коэффициент ПИД-регулятора	132
^AAPIDD(DATA)	!AA	Задать дифференциальный коэффициент для ПИД-регулятора*	133
^AAPIDD	>(DATA)	Считать дифференциальный коэффициент ПИД-регулятора	134
^AAPIDS(DATA)	!AA	Установка периода ШИМ*	133

Команда	Ответ	Описание	стр.
^AAPIDS	>(DATA)	Считать период ШИМ	136
^AAPIDR(DATA)	!AA	Установка периода регулирования*	137
^AAPIDR	>(DATA)	Считать период регулирования	138
^AAG	!AAGPS	Чтение паритета и количества стоп-бит	100
^AAGPS	!AA	Установка паритета и количества стоп-бит	101

Примечание. *- Эти команды используют электрически перепрограммируемую память, количество циклов записи в которую не может быть более 100000.

Табл. 15. Набор команд модуля NL-8TI

Команда	Ответ	Описание	стр.
\$AA3	>(Data)	Возвращает температуру датчика холодного спая	94
\$AA5VV	!AA	Блокировка или разблокировка каналов*	95
\$AA6	!AAVV	Запрос состояния всех восьми каналов	96
\$AA7CiRrr	!AA	Установка индивидуального диапазона для каждого канала	97
\$AA8Ci	!AACiRrr	Чтение диапазона измерений для канала i	98
^AABN	!AAS	Тестирование обрыва датчика	119
\$AA9(Data)	!AA	Юстирует датчик температуры холодного спая путем компенсации сдвига нуля.	99
^AAAX	!AA XV	Чтение состояния вкл/выкл компенсации холодного спая	142
^AA XV	!AA	Установка состояния вкл/выкл компенсации холодного спая	143

Табл. 16. Набор команд модуля NL-8AI

Команда	Ответ	Описание	стр.
\$AA5VV	!AA	Блокировка или разблокировка каналов*	95
\$AA6	!AAVV	Запрос состояния всех восьми каналов	96
\$AA7CiRrr	!AA	Установка индивидуального диапазона для каждого канала	97
\$AA8Ci	!AACiRrr	Чтение диапазона измерений для канала i	98
^AA	>(Data)	Чтение каналов с 8 по 15	112
^AAN (N-номер канала)	>(Data)	Чтение одного из каналов с 8 по 15	113
^AAN (N-символ)	!AA	Чтение типа входов (одиночные или дифференциальные)	114
^AA6	!AAVV	Запрос статуса 8 каналов	122
^AA5VV	!AA	Блокировка каналов с 8 по 15*	115
^AANN	!AA	Установить дифференциальный или одиночный режим для NL-8AI*	140

Табл. 17. Набор команд модуля NL-4RTD

Команда	Ответ	Описание	стр.
^AA0	!AA	Юстировка усиления 4-го канала	117
^AA1	!AA	Юстировка смещения 4-го канала	118
^AABN	!AAS	Тестирование обрыва датчика	120

12.10. ^RESET

Описание: сброс модуля в заводские установки. Выполнение команды возможно только в режиме “INIT” (см. п. 6.3.2).

Синтаксис: ^RESET(сг)

Ответ модуля на команду:

- если команда выполнена, то !RESET_OK(сг);
- если команда не выполнена, то ответа не будет.

Пример:

Команда: ^RESET(сг)

Ответ: !RESET_OK.

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

12.11. %AANNTTCCFF

Описание: Установить конфигурацию модуля.

Синтаксис: %AANNTTCCFF[CHK](cr), где

AA- адрес (от 00 до FF);

NN- новый адрес (от 00 до FF);

TT - код входного диапазона или типа датчика (см. 12.2, - 12.5);

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

FF - новый формат данных (12.6).

При изменении скорости или контрольной суммы, необходимо шунтировать вывод INIT* на GND (см. п. 6.3.2).

Ответ модуля на команду:

- если команда выполнена - то !AA[CHK](cr);

- если команда не выполнена, то ?AA[CHK](cr),

где

!- символ-разделитель при выполненной команде;

?- символ-разделитель при невыполненной команде.

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

При попытке изменения скорости без заземления вывода INIT* модуль отвечает с таким заголовком:

AA(адрес ответившего модуля).

Адрес может быть в диапазоне от 00 до FF.

Пример.

Команда: %0102090680(cr)

Ответ: !02.

Модуль изменил адрес с 01 на 02, ответил о том, что команда выполнена.

12.12. #AA

Описание: Чтение входных данных.

Синтаксис: #AA[CHK](cr), где
AA- адрес (от 00 до FF).

Ответ модуля на эту команду:

Если команда выполнена. то: >(Data)[CHK](cr).

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

Здесь >- символ-разделитель при выполненной команде;

(Data) - измеренные данные.

Пример.

Команда: #01(cr).

Ответ: >+1.2345+0.3456+0.0001+2.5000+1.2345+0.3456+0.0001+2.5000

Команда: #02(cr).

Ответ: >ED3A12ACFF0FED3A12ACFF0F.

В ответе модуля содержатся данные со всех его входов.

12.13. #AAN

Описание: Чтение входных данных по каналу.

Синтаксис: #AAN[CHK](cr), где

AA- адрес (от 00 до FF);

N- номер канала.

Ответ модуля на эту команду:

Если команда выполнена, то >(Data)[CHK](cr);

если команда не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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

Здесь

>- символ-разделитель при выполненной команде;

?- символ-разделитель при невыполненной команде;

(Data) - измеренные данные.

Пример:

Команда: #010(cr).

Ответ: >+1.2345.

Из модуля поступили данные со входа 0 в десятичном формате.

Команда: #021(cr).

Ответ: >ED3A.

Из модуля поступили данные со входа 0, при этом модуль был предварительно сконфигурирован на работу с шестнадцатеричным форматом.

12.14. \$AA0

Описание: Юстировка диапазона усиления (выполняется только при установленном джампере, разрешающем юстировку, см. п. 5.1.2).

Синтаксис: \$AA0[CHK](cr), где
AA- адрес (от 00 до FF);
0- команда юстировки диапазона.

Ответ на эту команду:

Если команды выполнена - то !AA[CHK](cr);

если команда не выполнена - то ?AA[CHK](cr).

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).

Пример:

Команда: \$010(cr).

Ответ: !01.

Юстировка диапазона выполнена.

Команда: \$020(cr).

Ответ: ?02.

Юстировка диапазона не выполнена.

12.15. \$AA1

Описание: Юстировка смещения нуля (выполняется только при установленном джампере разрешающем юстировку, см. п. 5.1.2.).

Синтаксис: \$AA1[CHK](cr), где

AA- адрес (от 00 до FF);

1- идентификатор команды.

Ответ на эту команду:

если команда выполнена, то !AA[CHK](cr);

если команда не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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)

Пример:

Команда: \$011(cr).

Ответ: !01.

Юстировка смещения нуля выполнена.

Команда: \$021(cr).

Ответ: ?02.

Юстировка смещения нуля не выполнена.

12.16. \$AA2

Описание: Чтение конфигурации модуля.

Синтаксис: \$AA2[CHK](cr), где
2- команда чтения конфигурации модуля.

Ответ на эту команду:

если команда выполнена, то !AATTCCFF[CHK](cr);

если команда не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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);

ТТ - код входного диапазона (См. п. 12.2, 0);

СС скорость работы на RS-485 (См. п.12.1);

FF формат данных (См. п.12.6).

Пример:

Команда: \$012(cr).

Ответ: !01090600.

Адрес модуля 01, код входного диапазона 09, скорость 06, тип данных 00.

12.17. \$AA3

Описание: Чтение температуры холодного спая¹.

Синтаксис: \$AA3[CHK](cr), где

AA- адрес (от 00 до FF);

3- команда чтения температуры холодного спая.

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то >(Data)[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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

Здесь

>- символ-разделитель при выполненной команде;

?- символ-разделитель при невыполненной команде;

(Data) - измеренные данные.

Пример:

Команда: \$013(cr).

Ответ: >+0023.5.

Температура холодного спая +23,5 градуса.

¹ Только для NL-8TI

12.18. \$AA5VV

Описание: Блокировка или разблокировка каналов².

Синтаксис: \$AA5VV[CHK](cr), где

AA- адрес модуля (от 00 до FF);

5- номер команды.

VV- шестнадцатеричное число, которое соответствует двоичному числу, полученному следующим образом. Представьте себе, что каждому каналу модуля соответствует разряд 8-разрядного двоичного числа, затем в каждом разряде запишите логическую "1", если канал должен быть доступен, и "0" - если недоступен. После перевода полученного числа в шестнадцатеричную систему счисления получите VV.

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AA[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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

Здесь

AA - адрес ответившего модуля.

Пример:

Команда: \$0155A(cr). Ответ: !01.

Устанавливает доступ к каналам 1, 3, 4, 6 (двоичное число 01011010) и блокирует каналы 0, 2, 5, 7.

² Для всех модулей кроме NL-4RTD

12.19. \$AA6

Описание: Чтение статуса каналов³

Синтаксис: \$AA6[CHK](cr), где

\$- символ-разделитель;

AA- адрес модуля (от 00 до FF);

б- номер команды.

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AAVV[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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

Здесь

!- символ-разделитель при выполненной команде;

?- символ-разделитель при невыполненной команде;

AA - адрес;

VV - шестнадцатеричное число, которым после перевода в двоичный формат

Пример:

Команда: \$016(cr). Ответ: !015A.

Число 5A соответствует двоичному 01011010, т.е. каналы 1, 3, 4, 6 доступны, а 0, 2, 5, 7 - заблокированы (см. также команду \$AA5VV).

³ кроме модуля NL-4RTD

12.20. \$AA7CiRrr

Описание: Установка диапазона для канала

Синтаксис: \$AA7CiRrr, где

\$- символ -разделитель;

AA- адрес (от 00 до FF);

7C- идентификатор команды;

i - номер канала (0-F);

R - идентификатор команды;

rr – номер устанавливаемого диапазона для канала с номером i, см.

п. 12.2 "Коды входных диапазонов модуля NL-8TI",

п. 12.3 "Коды входных диапазонов модуля NL-8AI",

п. 12.4 "Коды типов термопар (для модуля NL-8TI)"

Ответ на эту команду :

если команда выполнена, то !AA[CHK](cr);

если команда не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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

Здесь

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

Пример:

Команда: \$017C5R04. Ответ: !01.

Для 5-го канала установлен диапазон измерений 04 ($\pm 1V$).

12.21. \$AA8Ci

Описание: Чтение диапазона измерений канала с номером *i*

Синтаксис: \$AA8Ci, где

\$- символ -разделитель;

AA- адрес (от 00 до FF);

C- идентификатор команды;

i - номер канала (0-F), см. п. 12.2 "Коды входных диапазонов модуля NL-8TI", п. 12.3 ", п.12.4 "Коды типов термопар (для модуля NL-8TI)".

Ответ на эту команду :

если команда выполнена, то !AACiRrr[CHK](cr);

если команда не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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

Здесь

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

C- идентификатор команды.

i - номер канала (0-F)

R - идентификатор команды.

rr – номер установленного диапазона по каналу – *i*.

Пример:

Команда: \$018C5 Ответ: !01C5R04

В канале с номером 5 установлен диапазон измерений 04 ($\pm 1V$)

12.22. \$AA9(Data)

Описание: Коррекция погрешности измерения температуры холодного спая (для NL-8TI, выполняется только после подачи команды разрешения юстировки п. 12.29).

Синтаксис: \$AA9(Data)[CHK](cr), где

\$- символ-разделитель;

AA- адрес (от 00 до FF);

9- идентификатор команды;

Data - величина смещения температуры холодного спая, знак и 4 шестнадцатеричные цифры от -1000 до +1000 с шагом 0,01 °С.

Ответ на эту команду:

если команда выполнена, то !AA[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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).

Пример:

Команда: \$019+000F(cr).

Ответ: !01

К температуре холодного спая теперь всегда будет автоматически добавляться смещение +0,16 °С.

12.23. ^AAG

Описание: Чтение паритета и количества стоп-битов.

Синтаксис: ^AAG[CHK](сг), где

AA- адрес (от 00 до FF);

G- идентификатор команды;

Ответ модуля на команду:

- если команда выполнена - то !AAGPS[CHK](сг);

- если команда не выполнена, то ?AA[CHK](сг),

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

Здесь:

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).

Пример:

Команда: ^01G(сг)Ответ: !01GN1

Установленное значение паритета NONE, количество стоп-бит 1.

12.24. ^AAGPS

Описание: Установка паритета и количества стоп-битов.

Синтаксис: ^AAGPS[CHK](cr), 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[CHK](cr);

- если команда не выполнена, то ?AA[CHK](cr),

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

Здесь:

AA- адрес (от 00 до FF);

G- идентификатор команды;

Пример:

Команда: ^01G01(cr) Ответ: !01

Установить значение паритета ODD, количество стоп-бит 1.

12.25. \$AAB

Описание: Тестирование обрыва в цепи термопары⁴

Синтаксис: \$AAB[CHK](cr), где

\$- символ-разделитель;

AA- адрес (от 00 до FF);

B- идентификатор команды.

Ответ на эту команду:

если команда выполнена, то !AAS[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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);

S - равно 0, если обрыва нет, и равно 1, если в цепи термопары имеется обрыв или если она не подсоединена к модулю.

Пример:

Команда: \$01B Ответ: !010.

В данном случае контакт есть. Чтобы не получать информации об обрыве для тех входов, к которым ничего и не должно было быть подключено, эти входы нужно сделать недоступными командой \$AA5VV (стр. 95).

⁴ Только для NL-8TI

12.26. \$AAF

Описание: Чтение версии программы и контрольной суммы ПО.

Синтаксис: \$AAF[CHK](cr), где

\$- символ-разделитель;

AA- адрес (от 00 до FF);

F- команда чтения версии.

Ответ на эту команду:

если команда выполнена, то !AA(Data)[CHK](cr);

если команда не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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);

Data- версия программы и контрольная сумма ПО.

Пример:

Команда: \$01F(cr).

Ответ: !01 23.05.11 DC24

Версия программы - 23.05.11

Контрольная сумма ПО - DC24

12.27. \$AAM

Описание: Чтение имени модуля.

Синтаксис: \$AAM[CHK](cr), где

\$- символ-разделитель;

AA- адрес (от 00 до FF);

M- команда чтения имени.

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AA(NAME)[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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);

Data- имя модуля.

Пример:

Команда: \$01M(cr).

Ответ: !017018.

Прочитано имя модуля "7018". Это имя аналога. Сделано для совместимости с аналогом.

Имя модуля фирмы НИЛ АП (RLDA) читается командой ^AAM.

12.28. ~AAO(NAME)

Описание: Установка имени модуля.

Синтаксис: ~AAO(NAME)[CHK](сг), где

AA- адрес (от 00 до FF);

O- команда установки имени;

(NAME) - имя.

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AA[CHK](сг);

если не выполнена, то ?AA[CHK](сг).

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).

Пример:

Команда: ~01O7017(сг).

Ответ: !01.

Установлено имя модуля "7017".

12.29. ^AAEV(Пароль)

Описание: Разрешение/блокировка юстировки.

Синтаксис: ^AAEV(Пароль)[СНК](сг), где

AA- адрес (от 00 до FF);

E- команда разрешение/блокировка юстировки;

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. 12.64) заменен на пароль пользователя, ответственного за юстировку (поверку) изделия.

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AA[СНК](сг);

если не выполнена, то ?AA[СНК](сг).

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).

Пример:

Команда: \$010(сг) Ответ: ?01

"Команда не выполнена". Модуль не готов к юстировке.

Команда: ^01E1ABCD1234(сг) - "Разрешить юстировку". Пароль: ABCD1234

Ответ: !01 - "Команда выполнена".

Команда: \$010(сг) - "Выполнить юстировку".

Ответ: !01 - "Команда выполнена".

12.30. ~**

Описание: Команда, посылаемая управляющим компьютером для подтверждения того, что он не "завис" (Host OK).

Синтаксис: ~**[CHK](cr)

~символ-разделитель

**команда для всех модулей

Ответ:

Ответа нет.

Пример:

Команда: ~**(cr)

12.31. ~AA0

Описание: Чтение статуса модуля.

Синтаксис: ~AA0[CHK](cr), где

AA- адрес (от 00 до FF);

0- команда чтения статуса.

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AASS[CHK](cr),

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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);

SS - статус модуля. Статус сохраняется в ЭППЗУ и может быть сброшен только командой ~AA1. Байт статуса модуля имеет следующую структуру:

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

*1: Статус системного сторожевого таймера (Host WDT статус). 0- выключен, 1- включен.

*2: Флаг таймаута Host WDT: 0- выключен, 1- включен.

Пример:

Команда: ~010(cr) Ответ: !0104

Флаг таймаута системного сторожевого таймера включен.

12.32. ~AA1

Описание: Сброс статуса модуля.

Синтаксис: ~AA1[CHK](cr), где
AA- адрес (от 00 до FF);
1- команда сброса статуса.

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AA[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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).

Пример:

Команда: ~010(cr).

Ответ: !0104.

Флаг таймаута управляющего компьютера установлен.

Команда: ~011(cr) Ответ: !01

Сбросить статус модуля.

Команда: ~010(cr) Ответ: !0100

Очистка флага таймаута управляющего компьютера.

12.33. ~AA2

Описание: Чтение периода сторожевого таймера

Синтаксис: ~AA2[CHK](cr), где

AA- адрес (от 00 до FF);

2- команда чтения периода сторожевого таймера.

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AAVV[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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

Пример:

Команда: ~012(cr) Ответ: !01FF

Период сторожевого таймера равен 25,5 секунды.

12.34. ~AA3EVV

Описание: Установка периода сторожевого таймера.

Синтаксис: ~AA3EVV[CHK](cr), где

AA- адрес (от 00 до FF);

3- команда установки периода сторожевого таймера (WDT);

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

VV- период WDT, в шестнадцатеричном формате от 01 до FF, с шагом через 0,1 сек.

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AA[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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).

Пример:

Команда: ~013164(cr) Ответ: !01

Включить сторожевой таймер управляющего компьютера и установить период 10,0 секунд.

Команда: ~012(cr) Ответ: !0164

Чтение периода сторожевого таймера (WDT). Период WDT равен 10,0 секунд.

12.35. ^AA

Описание: Чтение данных каналов с 8 по 15 (чтение для каналов с 0 по 7 выполняется аналогичной командой #AA)⁵

Синтаксис: ^AA[CHK](cr), где
AA- адрес (от 00 до FF);

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то >(DATA)[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr);

N - измеренные данные.

.

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).

Пример:

Команда: ^01(cr)

Ответ: >+1.2345+0.3456+0.0001+2.5000+1.2345+0.3456+0.0001+2.5000

⁵ Только для NL-8AI

12.36. ^AAN (N – номер канала)

Описание: Чтение данных одного из каналов с 8 по 15 (чтение для каналов с 0 по 7 выполняется аналогичной командой #AAN)⁶

Синтаксис: ^AAN[CHK](cr), где

AA- адрес (от 00 до FF);

N- номер канала.

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то >(Data)[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr);

Data - измеренные данные.

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).

Пример:

Команда: ^010(cr)

Ответ: >+1.2345.

Считаны данные со входа 0.

⁶ Только для NL-8AI

12.37. ^AAN (N – символ)

Описание: Чтение типа входов (одионые или дифференциальные)⁷

Синтаксис: ^AAN[CHK](cr), где

AA- адрес (от 00 до FF);

N- идентификатор команды.

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AAV[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr);

V – код типа входов: если V=8, то входы – дифференциальные, если V=F, то 16 одионых входов.

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).

Пример:

Команда: ^01N(cr)

Ответ: !018 – модуль имеет 8 дифференциальных каналов.

Команда: ^01N(cr)

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

⁷ Только для NL-8AI

12.38. ^AA5VV

Описание: Блокировка каналов с 8 по 15 в режиме одиночных входов.⁸

Синтаксис: ^AA5VV[CHK](cr), где

AA- адрес (от 00 до FF);

5- идентификатор команды;

VV- шестнадцатеричное число, которое соответствует двоичному числу, полученному следующим образом. Представьте себе, что каждому каналу модуля соответствует разряд 8-разрядного двоичного числа, затем в каждом разряде запишите логическую «1», если канал должен быть доступен, и «0» - если недоступен. После переводу полученного числа в шестнадцатеричную систему счисления получите VV.

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AA[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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

Пример:

Команда: ^0155A(cr) Ответ: !01.

Устанавливает доступ к каналам 9, 11, 12, 14 (двоичное число 01011010) и блокирует каналы 8, 10, 13, 15.

⁸ Только для NL-8AI

12.39. ^AA5PPPSSS

Описание: Установка значений Safe Value и PowerOn на дискретных выходах модулей ввода.

Синтаксис: ^AA5PPPSSS[CHK](cr), где

AA- адрес (от 00 до FF);

5- идентификатор команды;

PPP – три двоичных значения (D2, D1, D0) состояния «Power On»;

SSS – три двоичных значения (D2, D1, D0) состояния «Safe Value».

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AA[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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

Пример:

Команда: ^015001100(cr) Ответ: !01.

Установлены значения «Power On» D2=0, D1=0, D0=1 и значения «Safe Value» D2=1, D1=0, D0=0.

12.40. ^AA0

Описание: Юстировка коэффициента передачи 4-го канала NL-4RTD.

Синтаксис: ^AA0[CHK](cr), где

^ - символ-разделитель;

AA - адрес (от 00 до FF);

0 - идентификатор команды.

Ответ на эту команду:

если команда выполнена, то !AA[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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).

Пример:

Команда: ^010(cr) Ответ: !01.

Юстировка усиления выполнена.

Команда: \$020(cr) Ответ: ?02

Юстировка усиления не выполнена.

12.41. ^AA1

Описание: Юстировка смещения нуля 4-го канала NL-4RTD.

Синтаксис: ^AA1[CHK](cr), где

^ - символ-разделитель;

AA - адрес (от 00 до FF);

1 - идентификатор команды.

Ответ на эту команду:

если команда выполнена, то !AA[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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).

Пример:

Команда: ^011(cr) Ответ: !01.

Юстировка усиления выполнена.

Команда: ^021(cr) Ответ: ?02

Юстировка усиления не выполнена.

12.42. ^AABN

Описание: Тестирование обрыва или короткого замыкания датчика (для модуля NL-8TI).

Синтаксис: ^AABN[CHK](cr), где

\$- символ-разделитель;

AA- адрес (от 00 до FF);

B- идентификатор команды.

N- номер тестируемого канала.

Ответ на эту команду:

если команда выполнена, то !AAS[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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);

S - равно 0, если обрыва нет, равно 1, если в цепи датчика имеется обрыв или если она не подсоединена к модулю, равно 2 если в цепи короткое замыкание.

Пример:

Команда: \$01B1(cr) Ответ: !010.

В данном случае контакт есть. Чтобы не получить информацию об обрыве для тех входов, к которым ничего не должно быть подключено, эти входы нужно сделать недоступными командой \$AA5VV (стр. 95)

12.43. ^AABN

Описание: Тестирование обрыва или короткого замыкания датчика (для модуля NL-4RTD).

Синтаксис: ^AABN[CHK](cr), где

\$- символ-разделитель;

AA- адрес (от 00 до FF);

B- идентификатор команды.

N- номер тестируемого канала.

Ответ на эту команду:

если команда выполнена, то !AAS[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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);

S - равно 0, если обрыва нет; равно 1, если в цепи датчика имеется обрыв или если она не подсоединена к модулю; равно 2 если в цепи короткое замыкание.

Пример:

Команда: \$01B1(cr) Ответ: !010.

В данном случае контакт есть. Чтобы не получить информацию об обрыве для тех входов, к которым ничего не должно быть подключено, эти входы нужно сделать недоступными командой \$AA5VV (стр. 95)

12.44. ^AA4

Описание: Чтение значений «Power On» и «Safe Value» на дискретных выходах.

Синтаксис: ^AA4 [CHK](cr), где

AA- адрес (от 00 до FF);

4- идентификатор команды.

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AA4PPSSS[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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

Пример:

Команда: ^014(cr) Ответ: !01001100

Прочитаны значения «Power On» D2=0, D1=0, D0=1 и значения «Safe Value» D2=1, D1=0, D0=0.

12.45. ^AA6

Описание: Чтение статуса каналов с 8 по 15.⁹

Синтаксис: ^AA6 [CHK](cr), где
AA- адрес (от 00 до FF);
6- идентификатор команды.

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AAVV[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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

Пример:

Команда: ^016(cr) Ответ: !015A.

Число 5A соответствует двоичному 01011010, т.е. каналы 1, 3, 4, 6 доступны, а 0, 2, 5, 7 - заблокированы (см. также команду \$AA5VV).

⁹ Только для NL-8AI

12.46. ^AADO

Описание: Чтение логических значений на дискретных выходах.

Синтаксис: ^AADO[CHK](cr), где

AA- адрес (от 00 до FF);

DO- идентификатор команды.

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AAVVV[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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);

VVV – комбинация нулей и единиц на дискретных выходах в очередности D2 D1 D0.

Если модуль имеет только два выхода, в позиции D2 будет записан «0».

Пример:

Команда: ^01DO(cr) Ответ: !01001

D2 = «0», D1 = «0», D0 = «1».

12.47. ^AADOP

Описание: Установка режима работы дискретных выходов.

Синтаксис: ^AADOP[CHK](cr), где

AA- адрес (от 00 до FF);

DO- идентификатор команды;

P - переменный параметр. При P=L регулятор выключен, выходы управляются командой ^AADO(DATA); при P = R устанавливается режим релейного регулирования, когда при Узад-Утек >0 в открытое состояние переходит ключ Dout0 и в закрытое - Dout1, при Узад-Утек <0 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.

При установленном режиме регулятора команда ^AADO(DATA) управляет только выходом Dout2.

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AA[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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

Пример:

Команда: ^01DOP(cr) Ответ: !01

Модуль начинает работать как ПИД регулятор.

Описание ПИД регулятора см. в п. 6.7

12.48. ^AAM

Описание: Считать имя модуля фирмы RLDA.

Синтаксис: ^AAM[CHK](cr), где

^- символ-разделитель;

AA- адрес (от 00 до FF);

M- команда считывания имени;

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AA[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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).

Пример:

Команда: ^01M(cr) Ответ: !01NL8AI.

Считывание RLDA имя модуля. Считано имя "NL8AI".

12.49. ^AAO(NAME)

Описание: Установить имя модуля фирмы RLDA.

Синтаксис: ^AAO(NAME)[CHK](cr), где

^- символ-разделитель;

AA- адрес (от 00 до FF);

O- команда установки имени;

NAME - имя модуля.

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AA[CHK](cr);

если команда ошибочна, то ?AA[CHK](cr).

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).

Пример:

Команда: ^01ONL8AI(cr) Ответ: !01.

Установить RLDA имя модуля "NL8AI".

12.50. ^AAPIDT(DATA)

Описание: Задать величину, стабилизируемую ПИД-регулятором (например, напряжение).

Синтаксис: ^AAPIDT(DATA)[CHK](cr), где

^- символ-разделитель;

AA- адрес (от 00 до FF);

PIDT- идентификатор команды;

DATA - значение стабилизируемой величины - число (от -99999 до +99999).

Единицы измерения зависят от выбранного диапазона измерения. Например, если диапазон измерения 1В (1.0000), то команда ^01PIDT+05000 задает величину 0,5В. Если диапазон измерения 150мВ (150.00), то ^01PIDT+04500 задает величину 45мВ. В диапазоне 20мА (20.000) команда ^01PIDT+12345 задает величину 12.345мА.

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AA[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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

Пример:

Команда: ^01PIDT+05000(cr) Ответ: !01.

Регулятор будет поддерживать напряжение 0,5 В на своем входном канале с номером 0.

12.51. ^AAPIDT

Описание: Считать величину, стабилизируемую ПИД-регулятором (например, температуру).

Синтаксис: ^AAPIDT[CHK](cr), где

^- символ-разделитель;

AA- адрес (от 00 до FF);

PIDT- идентификатор команды;

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то >DATA[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

DATA - значение стабилизируемой величины - число (от -99999 до +99999).

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

Пример:

Команда: ^01PIDT(cr) Ответ: >+05000.

Регулятор поддерживает температуру 50 °C на своем входном канале с номером 0.

12.52. ^AAPIDP(DATA)

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

Синтаксис: ^AAPIDP(DATA)[CHK](cr), где

^- символ-разделитель;

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[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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

Пример:

Команда: ^01PIDP3.12(cr)

Ответ: !01.

Задан пропорциональный коэффициент величиной 3,12. Команда выполнена.

Примечание: О вычислении коэффициентов см. п. 6.7

12.53. ^AAPIDP

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

Синтаксис: ^AAPIDP[CHK](cr), где

^- символ-разделитель;

AA- адрес (от 00 до FF);

PIDP- идентификатор команды;

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то >DATA[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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(cr)

Ответ: >1.15.

Пропорциональный коэффициент величиной 1,15.

12.54. ^AAPIDI(DATA)

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

Синтаксис: ^AAPIDI(DATA)[CHK](cr), где

^- символ-разделитель;

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[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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

Пример:

Команда: ^01PIDI0.123(cr) Ответ: !01.

Задан интегральный коэффициент величиной 0,123 сек.

Примечание: О вычислении коэффициентов см. п. 6.7

12.55. ^AAPIDI

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

Синтаксис: ^AAPIDI[CHK](cr), где

^- символ-разделитель;

AA- адрес (от 00 до FF);

PIDI- идентификатор команды;

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то >DATA[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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

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

Пример:

Команда: ^01PIDI(cr) Ответ: >0.123.

Интегральный коэффициент величиной 0,123.

12.56. ^AAPIDD(DATA)

Описание: Установка дифференциального коэффициента ПИД-регулятора.

Синтаксис: *AAPIDD(DATA)[CHK](cr), где

^- символ-разделитель;

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[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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).

Пример:

Команда: ^01PIDD0.45(cr)Ответ: !01

Задан дифференциальный коэффициент величиной 0.45.

Примечание: О вычислении коэффициентов см. п. 6.7

12.57. ^AAPIDD

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

Синтаксис: *AAPIDD[CHK](cr), где

^- символ-разделитель;

AA- адрес (от 00 до FF);

PIDD- идентификатор команды;

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то >DATA[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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

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).

Пример:

Команда: ^01PIDD(cr) Ответ: >0.45

Дифференциальный коэффициент величиной 0.45.

12.58. ^AAPIDS(DATA)

Описание: Установка периода ШИМ.

Синтаксис: *AAPIDS(DATA)[CHK](cr), где

^- символ-разделитель;

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[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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

Пример:

Команда ^01PIDS15.0(cr) Ответ: !01

Период ШИМ установлен равным 15 сек.

12.59. ^AAPIDS

Описание: Считывание периода ШИМ.

Синтаксис: *AAPIDS[CHK](cr), где

^- символ-разделитель;

AA- адрес (от 00 до FF);

PIDD- идентификатор команды;

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то >DATA[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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(cr) Ответ: >15.0

Период ШИМ равен 15 сек.

12.60. ^AAPIDR(DATA)

Описание: Установка периода регулирования ПИД-регулятора.

Синтаксис: *AAPIDR(DATA)[CHK](cr), где

^- символ-разделитель;

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 с.

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AA[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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).

Пример:

Команда: ^01PIDR045(cr) Ответ: !01

Задан период регулирования величиной 45 сек.

Примечание: О вычислении коэффициентов см. 6.7

12.61. ^AAPIDR

Описание: Считывание периода регулирования ПИД-регулятора.

Синтаксис: *AAPIDR[CHK](cr), где

^- символ-разделитель;

AA- адрес (от 00 до FF);

PIDR- идентификатор команды;

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то >DATA[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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

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).

Пример:

Команда: ^01PIDR(cr) Ответ: >045

Период регулирования величиной 045 сек.

12.62. ^AADOVVV

Описание: Установить логические значения на дискретных выходах модуля.

Синтаксис: ^AADOVVV[CHK](cr), где

^ - символ-разделитель;

AA - адрес (от 00 до FF);

VVV – три значения логических состояний трех выходов в очередности D2 D1 D0. Логической "1" соответствует открытое состояние выходного ключа, т.е. наличие тока в нагрузке ключа.

Для модулей с 2 выходами D2 указывается равным 0.

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то ![CHK](cr);

если команда ошибочна, то ?AA[CHK](cr);

Здесь

!- символ-разделитель при выполненной команде;

?- символ-разделитель при ошибочной команде;

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

Пример:

Команда: ^01D0011(cr). Ответ: >.

Логические уровни выходов: D2 = "0", D1 = "1", D0 = "1".

12.63. ^AANN

Описание: Установить режим дифференциальных или одиночных входов для модуля NL-8AI.

Синтаксис: ^AANN[CHK](cr), где

^- символ-разделитель;

AA- адрес (от 00 до FF);

N (первая слева) – идентификатор команды;

N (вторая слева направо) = 8, чтобы установить режим дифференциальных входов. Для режима одиночных входов N = Fh;

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AA[CHK](cr);

если команда ошибочна, то ?AA[CHK](cr);

если команда проигнорирована, то ответа нет.

Здесь

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

Пример:

Команда: ^01N8(cr) Ответ: !01

Модуль NL8AI теперь имеет 8 дифференциальных входов Vin0...Vin7.

12.64. ^ААС(Пароль)

Описание: Установка нового пароля (команда выполняется только после выполнения команды разрешения юстировки).

Синтаксис: ^ААС(Пароль)[СНК](сг), где

^- символ-разделитель;

АА- адрес (от 00 до FF);

С- идентификатор команды;

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

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !АА[СНК](сг);

если не выполнена, то ?АА[СНК](сг).

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

Здесь

!- символ-разделитель при выполненной команде;

?- символ-разделитель при невыполненной команде;

АА - адрес ответившего модуля (от 00 до FF).

Пример:

Команда: ^01С12345678(сг) Ответ: !01

Установлен новый пароль 12345678.

12.65. ^AAX

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

Синтаксис: ^AAX[CHK](cr), где

AA- адрес (от 00 до FF);

X- идентификатор команды;

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AAXV[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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

Здесь

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

X- идентификатор команды;

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

Пример:

Команда: ^01X(cr) Ответ: !01X0

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

Команда: ^01X1(cr) Ответ: !01

Установка состояния включения/отключения компенсации холодного спая.
Включение компенсации холодного спая.

Команда: ^01X(cr) Ответ: !01X1

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

12.66. ^AAXV

Описание: Установка состояния включения/отключения компенсации холодного спая.

Синтаксис: ~AAXV[CHK](cr), где

AA- адрес (от 00 до FF);

X- идентификатор команды;

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

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AA[CHK](cr);

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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

Здесь

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

Смена протокола происходит только после перезапуска модуля.

Пример:

Команда: ^01X0(cr) Ответ: !01

Установка состояния включения/отключения компенсации холодного спая.

Выключение компенсации холодного спая.

12.67. 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. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний.
ГОСТ Р 8.585-01	Термопары.
ГОСТ 23222-88	Характеристики точности выполнения предписанной функции средств автоматизации. Требования к нормированию. Общие методы контроля.
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.

Продукция изготовлена и реализуется при поддержке Фонда содействия инновациям в рамках программы "Коммерциализация VIII".

Лист регистрации изменений

Дата изменения	Описание изменения	Примечание
18.10.2023	<i>В п.6.4 добавлен рис. 6.9 (Подключение токового сигнала на каналы модуля NL-8AI-I для измерения тока в диапазоне ± 20 мА, в одиночном режиме)</i>	
30.11.2023	<i>В п.0 обновлен номер декларации о соответствии</i>	
18.01.2024	<i>В табл. 7 исправлена опечатка в кодах скоростей обмена модуля В табл. 10 исправлена опечатка в названии термопары J-типа</i>	
14.02.2024	<i>Добавлен отдельный п. 6.3.1 с заводскими установками модулей; Добавлена дополнительная информация о количестве бит данных, стоповых битах, четности (см.п.6.3.1).</i>	
21.02.2024	<i>Удалена информация об использовании резистора 250 Ом в качестве токового шунта</i>	
08.10.2024	<i>Добавлено предупреждение о подключении неиспользуемых входов в п.6</i>	
25.02.2025	<i>Удалена неактуальная информация о модификациях модулей с дисплеем</i>	
18.02.2025	<i>Обновлены ссылки на модули токовых шунтов</i>	