

Устройства ввода-вывода для жестких условий эксплуатации

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

Взрывозащищённое исполнение

(изготовлено по ТУ 4221-003-24171143-2013)

Совместно с настоящим руководством следует использовать
Ex-приложение к сертификату соответствия
№ ЕАЭС RU C-RU.НА65.В.00132/19



Руководство по эксплуатации
НПКГ.421457.001-100 РЭ

© НИЛ АП, 2024

Версия от 15 февраля 2024 г.

Одной проблемой стало меньше!

Уважаемый покупатель!

Научно-исследовательская лаборатория автоматизации проектирования (НИЛ АП) благодарит Вас за покупку и просит сообщать нам свои пожелания по улучшению этого руководства или описанной в нем продукции. Ваши пожелания можно направлять по почтовому или электронному адресу, а также сообщать по телефону или факсу:

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.

Допустимое напряжение питания модуля от 12 до 13,3 В. При подключении модуля к источнику питания с напряжением более 13,3 В возможно срабатывание установленных в цепи питания плавких предохранителей. Замена предохранителей может быть осуществлена только производителем (НИЛ АП)

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

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

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

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

Оглавление

1. "Быстрый старт"	8
2. Вводная часть	9
2.1. Отличие от аналогов.....	10
2.2. Состав Модулей автоматики серии NL	11
2.3. Назначение модулей	12
2.4. Распространение документа на модификации изделий	13
2.5. Состав и конструкция.....	13
2.6. Требуемый уровень квалификации персонала	17
2.7. Маркировка	18
2.8. Упаковка	18
2.9. Комплект поставки	19
3. Технические данные.....	20
3.1. Параметры искробезопасных цепей.....	20
3.2. Эксплуатационные свойства.....	22
3.3. Точность измерений	24
3.4. Технические параметры	26
3.5. Предельные условия эксплуатации и хранения	30
4. Описание принципов построения	30
4.1. Описание средств и элементов конструкции, обеспечивающих взрывозащиту.....	30
4.2. Элементная база.....	32
4.3. Структура модулей.....	33
5. Метрологическое обслуживание	36
5.1. Методика юстировки модуля	36
5.1.1. Средства юстировки	36
5.1.2. Условия юстировки	37

5.1.3. Проведение юстировки при измерении напряжения	38
5.2. Юстировка токового диапазона	38
5.3. Юстировка температурных диапазонов	39
5.4. Юстировка модуля NL-4RTD.....	39
5.5. Методика поверки	41
5.6. Методика оценки погрешности измерений.....	41
6. Руководство по применению	43
6.1. Правила взрывобезопасности.....	44
6.2. Монтирование модуля	48
6.3. Органы индикации модуля.....	52
6.4. Программное конфигурирование модуля	52
6.4.1. Заводские установки	52
6.4.2. Применение режима INIT*	53
6.4.3. Применение контрольной суммы	55
6.4.4. Изменение частоты режекции и формата данных	55
6.5. Ввод сигналов -20...+20 мА, 0-20 мА и 4-20 мА.....	56
6.6. Управление нагрузками	57
6.7. Получение логических уровней на выходах	57
6.8. ПИД регулятор	58
6.8.1. Алгоритм работы регулятора	58
6.8.2. Рекомендации по выбору параметров ΔT , K_p , T_i и T_d	60
6.8.3. Пример настройки ПИД регулятора	61
6.9. Особенности работы с термopарами	61
6.10. Особенности работы с резистивными термопреобразователями...	62
6.11. Двойной сторожевой таймер	63
6.12. Состояние выходов при включении и выключении модуля	64
6.13. Промышленная сеть на основе интерфейса RS-485.....	64

6.14. Контроль качества и порядок замены устройства	65
6.15. Действия при отказе изделия	66
7. Программное обеспечение	66
7.1. OPC сервер NLog	67
8. Техника безопасности	67
9. Хранение, транспортировка и утилизация.....	68
10. Гарантия изготовителя.....	68
11. Сведения о сертификации.....	68
12. Справочные данные.....	70
12.1. Кодировка скоростей обмена модуля	70
12.2. Коды входных диапазонов модуля NL-8TI	70
12.3. Коды типов термопар (для модуля NL-8TI).....	72
12.4. Коды типов термопреобразователей сопротивления	73
12.5. Коды установки формата данных, контрольной суммы и частоты режекции фильтра.....	77
Табл. 13. Кодировка ASCII символов	78
12.6. Синтаксис команд.....	79
12.7. Список команд модулей.....	80
12.8. %AANNTTCCFF.....	84
12.9. #AA	85
12.10. #AAN.....	86
12.11. \$AA0	87
12.12. \$AA1	88
12.13. \$AA2	89
12.14. \$AA3	90
12.15. \$AA5VV.....	91
12.16. \$AA6	92

12.17. \$AA9(Data).....	93
12.18. \$AAB	94
12.19. \$AAF.....	95
12.20. \$AAM.....	96
12.21. ~AAO(NAME).....	97
12.22. ~AAEV.....	98
12.23. ~**.....	99
12.24. ~AA0.....	100
12.25. ~AA1	101
12.26. ~AA2.....	102
12.27. ~AA3EVV.....	103
12.28. ^AA	104
12.29. ^AAN (N – номер канала)	105
12.30. ^AAN (N – символ).....	106
12.31. ^AA5VV	107
12.32. ^AA5PPSSS.....	108
12.33. ^AA0	109
12.34. ^AA1	110
12.35. ^AABN.....	111
12.36. ^AABN.....	112
12.37. ^AA4	113
12.38. ^AA6	114
12.39. ^AADO	115
12.40. ^AADOP	116
12.41. ^AAM.....	117
12.42. ^AAO(NAME).....	118
12.43. ^AAPIDT(DATA).....	119

12.44. ^AAPIDT.....	120
12.45. ^AAPIDP(DATA)	121
12.46. ^AAPIDP.....	122
12.47. ^AAPIDI(DATA)	123
12.48. ^AAPIDI.....	124
12.49. ^AAPIDD(DATA).....	125
12.50. ^AAPIDD	126
12.51. ^AAPIDS(DATA)	127
12.52. ^AAPIDS.....	128
12.53. ^AAPIDR(DATA).....	129
12.54. ^AAPIDR	130
12.55. ^AADOVVV	131
12.56. ^AANN.....	132
12.57. ^AAX.....	133
12.58. ^AAXV	134
12.59. Список литературы.....	135
Лист регистрации изменений	138

1. "Быстрый старт"

Подключите к Модулю автоматике серии NL (далее – модуль) источник питания и компьютер. 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 автоматике серии NL являются устройствами ввода/вывода, предназначенными для построения распределенной системы сбора данных и управления, в том числе на взрывопожароопасных производствах в жестких условиях эксплуатации. Модули соединяются между собой, а также с управляющим компьютером или контроллером с помощью промышленной сети на основе *интерфейса RS-485*. Управление модулями осуществляется через порт RS-485 с помощью набора команд в ASCII кодах. 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. Настраечные 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 с буквой "М" в маркировке имеют протокол обмена MODBUS RTU, см. документ "Протокол MODUS RTU в модулях RealLab!" (НИЛ АП). 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 +50 °С, имеют две *гальванической изоляции* с испытательным напряжением изоляции 2,5 кВ (ГОСТ Р 52931-2008): один уровень - между входами и портом RS-485, второй уровень - между выходами и портом RS-485.

2.1. Отличие от аналогов

Все модули программно и аппаратно совместимы с устройствами аналогичного назначения ADAM, I-7000 и др., однако отличаются следующим:

- модули взрывозащищённого исполнения могут применяться на взрывопожароопасных производственных объектах благодаря соответствию ГОСТ 30852.10-2002 (МЭК 60079-11-99) "Искробезопасная электрическая цепь *i*";
- превосходят аналоги по количеству и качеству защиты от небрежного использования и аварийных режимов работы системы;
- диапазоном рабочих температур (от -40 до +50 °С);
- 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 для реализации алгоритма локального релейного или ПИД регулирования, а также в качестве локальных технологических контроллеров. Модули совместимы 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, рН-метры, анемометры и т.п.

Данное руководство описывает модули NL-8TI, NL-4RTD и NL-8AI, взрывозащищённого исполнения. Коэффициент усиления модулей регулируется программно в широких пределах, обеспечивая работу со всеми типами термопар и терморезистивных преобразователей по ГОСТ Р 8.585-2001 и ГОСТ 6651-2009. Юстировочные таблицы, приведенные в указанных ГОСТ-ах, записаны в ЭППЗУ микроконтроллера, расположенного внутри каждого модуля. В комплекте с модулями поставляется OPC сервер, позволяющий управлять модулем от всех SCADA программ, совместимых со стандартом OPC, в том числе Genesis32, MasterSCADA, Trace Mode, Lab-View, а также с Matlab, MS Excel и др. Пользователь может использовать OPC сервер и для написания собственных программ на Visual C++, VBA, Visual Basic, DELPHI. Примеры применения программных компонентов описаны на компакт-диске с OPC сервером.

2.2. Состав Модулей автоматики серии NL

В состав Модулей автоматики серии NL (далее – серия NL) входят следующие модули, взрывозащищённого исполнения:

NL-8TI (маркировка взрывозащиты 0ExiaIICT6 X или 0ExiaIIВТ6 X или PO ExiaI X) - 8 каналов ввода сигналов термопар, 2 дискретных выхода;

NL-4RTD (маркировка взрывозащиты 0ExiaIICT6 X или 0ExiaIIВТ6 X или PO ExiaI X) - 4 канала для термопреобразователей сопротивления, 3 дискретных выхода;

NL-8AI (маркировка взрывозащиты 0ExiaIICT6 X или 0ExiaIIВТ6 X или PO ExiaI X) - 8 дифференциальных или 16 одиночных аналоговых входов, 3 дискретных выхода;

NL-16DO (маркировка взрывозащиты 0ExiaIICT6 X или 0ExiaIIВТ6 X или PO ExiaI X) - 16 каналов дискретного вывода; 3 дискретных ввода;

NL-16DI (маркировка взрывозащиты 0ExiaIICT6 X или 0ExiaIIВТ6 X или PO ExiaI X) - 16 каналов дискретного ввода, 2 дискретных вывода;

NL-8R (маркировка взрывозащиты 0ExiaIICT6 X или 0ExiaIIВТ6 X или PO ExiaI X) - 8 каналов электромагнитных реле;

NL-2C (маркировка взрывозащиты 0ExiaIICT6 X или 0ExiaIIВТ6 X или PO ExiaI X) - 2 канала счетчика/частотомера, 4 канала дискретного вывода;

NL-232C-Ex (маркировка взрывозащиты [Exia]IIС/IIВ или [Exia]I) - конвертер интерфейсов RS232-RS485;

NL-485C (маркировка взрывозащиты 0ExiaIICT6 X или 0ExiaIIВТ6 X или PO ExiaI X) - повторитель (ретранслятор) интерфейса RS485;

NLcon-1AT (маркировка взрывозащиты 0ExiaIICT6 X или 0ExiaIIВТ6 X или PO ExiaI X) - программируемый логический контроллер с портами RS-232 для программирования и RS-485 для управления модулями ввода-вывода;

NL-12V (маркировка взрывозащиты [Exia]IIС/IIВ или [Exia]I) - взрывозащищенный источник питания.

2.3. Назначение модулей

Модули, взрывозащищённого исполнения, предназначены для ввода или вывода сигналов, в том числе на взрывоопасных производственных объектах, в том числе в системах противоаварийной защиты (ПАЗ), во взрывоопасных зонах по ГОСТ 30852.9-2002 и ПУЭ, гл. 7.3, в соответствии с установленной маркировкой взрывозащиты, требованиями нормативных документов, регламентирующих применение электрооборудования в подземных выработках шахт, рудников и их наземных строениях, опасных по рудничному газу, требованиями ГОСТ 30852.13-2002, действующих «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ гл. 7.3), «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭЭП гл. 3.4), других нормативных документов, регламентирующих применение электрооборудования во взрывоопасных зонах, и настоящего руководства по эксплуатации НПКС.421457.001-100 РЭ.

Возможные взрывоопасные зоны применения модулей ввода-вывода, категории и группы взрывоопасных смесей газов и паров с воздухом – в соответствии с требованиями ГОСТ 30852.9-2002, ГОСТ Р 30852.11-2002 и «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ гл. 7.3).

Знак «X», в маркировке взрывозащиты 0ExiaIICT6 X или 0ExiaIIBT6 X или PO ExiaI X, означает:

- присоединяемые к модулям источник питания и другие электротехнические устройства должны иметь искробезопасные электрические цепи по ГОСТ 30852.10-2002 (МЭК 60079-11-99), а их искробезопасные параметры (уровень искробезопасной электрической цепи и подгруппа электрооборудования) должны соответствовать условиям применения модулей во взрывоопасной зоне;
- модули должны устанавливаться на DIN-рейку внутри сертифицированной взрывозащищенной коробки или шкафа, которые обеспечивают необходимую степень защиты оболочки, вид и уровень взрывозащиты для электрооборудования I и II групп, см. также п. 6.2 и "Ex-приложение к сертификату соответствия № ЕАЭС RU C-RU.НА65.В.00132/19".

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

2.5. Состав и конструкция

Для работы с токовыми сигналами параллельно входам модуля подключают прецизионный резистор сопротивлением 125 Ом (см. п. 5.2).

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

Модули, взрывозащищённого исполнения, могут объединяться в сеть на основе интерфейса RS-485 с обменом командами в ASCII кодах или по протоколу MODBUS RTU, в которой могут быть использованы одновременно взрывозащищенные устройства автоматики других производителей.

2.4. Распространение документа на модификации изделий

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

Настоящее описание относится к модулям 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 полистирола методом литья под давлением. Внутри корпуса находится печатная плата. Монтаж платы выполнен по технологии монтажа на поверхность. Печатная плата с обеих сторон залита слоем компаунда.

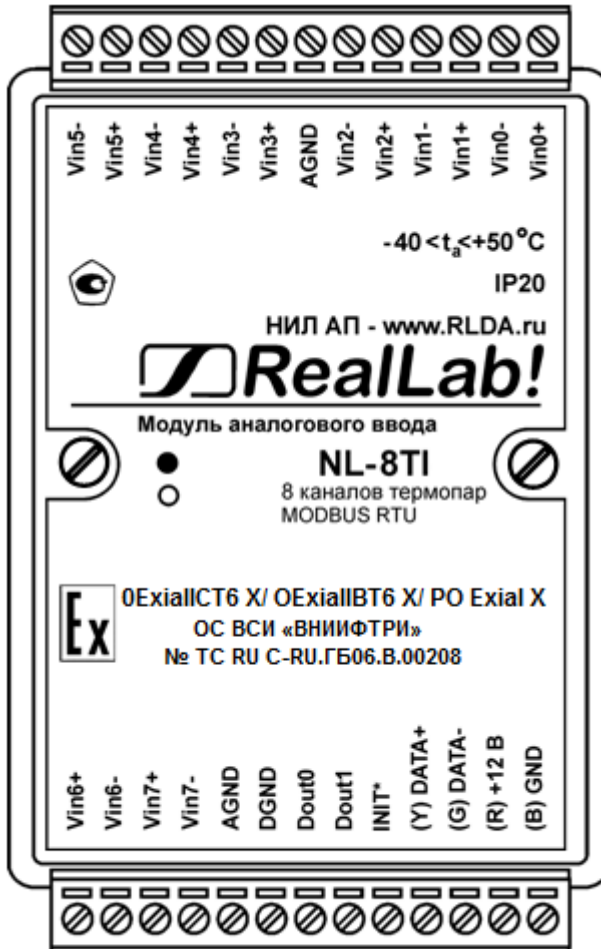


Рис. 2.1. Вид сверху на модуль NL-8TI, взрывозащищённого исполнения.

2.5. Состав и конструкция

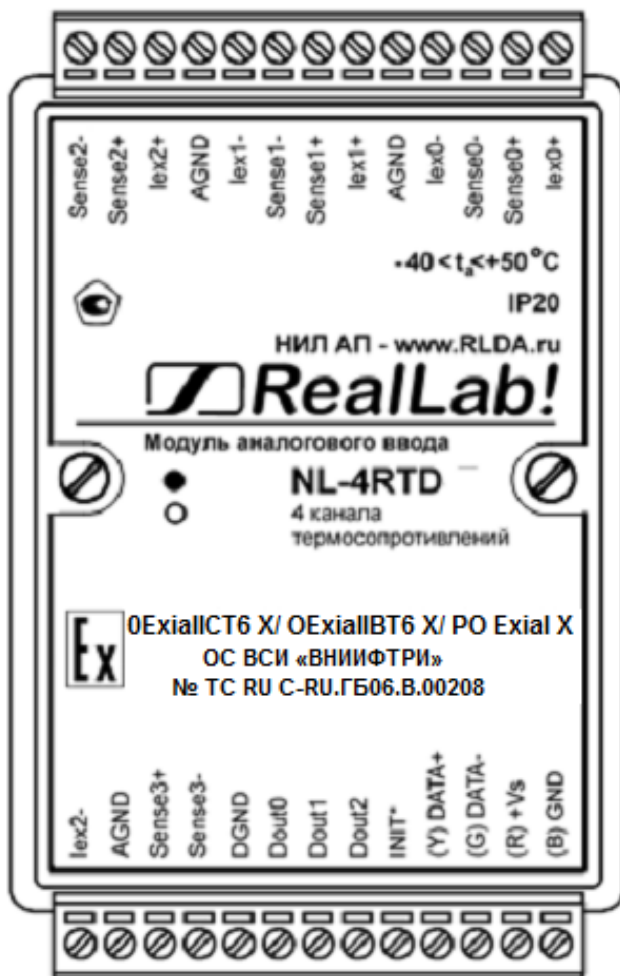


Рис. 2.2. Вид сверху на модуль NL-4RTD, взрывозащищённого исполнения.



Рис. 2.3. Вид сверху на модуль NL-8AI взрывозащищённого исполнения. В режиме одиночных (не дифференциальных) входов входы Vin0-...Vin7- являются неинвертирующими входами Vin8+...Vin15+.

2.6. Требуемый уровень квалификации персонала

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.

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. На закрепленную DIN рейку обычным способом крепят второй модуль. Для исключения движения модуля вдоль DIN-рейки по краям модуля можно использовать стандартные зажимы.

2.6. Требуемый уровень квалификации персонала

Для правильного использования модулей, взрывозащищенного исполнения, персонал, выполняющий монтаж модулей, должен знать:

- ГОСТ 30852.0-2002 (МЭК 60079-0-99) "Электрооборудование взрывозащищенное. Общие требования";
- ГОСТ 30852.13-2002 "Электроустановки во взрывоопасных зонах (кроме подземных выработок)";
- ГОСТ 30852.10-2002 (МЭК 60079-11-99) "Искробезопасная электрическая цепь i";
- ГОСТ 30852.16-2002 "Проверка и техническое обслуживание электроустановок во взрывоопасных зонах (кроме подземных выработок)";
- ГОСТ 30852.18-2002 "Ремонт и проверка электрооборудования, используемого во взрывоопасных газовых средах (кроме подземных выработок или применений, связанных с переработкой и производством взрывчатых веществ)";
- ПУЭ, гл. 7.3.;
- "Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей" (ПТЭЭП гл. 3.4);

- ФНиП в области промышленной безопасности и другие документы по применению средств автоматики на взрывопожароопасных производственных объектах (см. п. 12.57);
- вопросы взрывобезопасности, изложенные в настоящем руководстве по эксплуатации.

Персонал должен иметь удостоверение Ростехнадзора, подтверждающее знание указанных выше нормативных документов.

В модулях, взрывозащищённого исполнения, использованы микропредохранители для ограничения мощности, поступающей внутрь модули при вероятных повреждениях. Срабатывание микропредохранителя может произойти при подключении модуля к источнику с напряжением более 13,3 В. Предохранитель может быть заменен только производителем (НИЛ АП).

Модуль не имеет цепей, находящихся под опасным напряжением.

2.7. Маркировка

На лицевой панели модуля указана его марка, маркировка взрывозащиты, наименование изготовителя (НИЛ АП), знак соответствия, назначение выводов (клемм), параметры искробезопасных цепей по ГОСТ 30852.0-2002 (МЭК 60079-0:1998), ГОСТ 30852.10-2002 (МЭК 60079-11:1999), IP степень защиты оболочки, номер сертификата и наименование органа по сертификации взрывозащищенного оборудования.

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

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

2.8. Упаковка

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

2.9. Комплект поставки

2.9. Комплект поставки

В комплект поставки модуля входит:

- сам модуль;
- руководство по эксплуатации и копия сертификата доступные на сайте: <https://www.reallab.ru/buyers/download/>;
- паспорт;
- упаковочная тара.

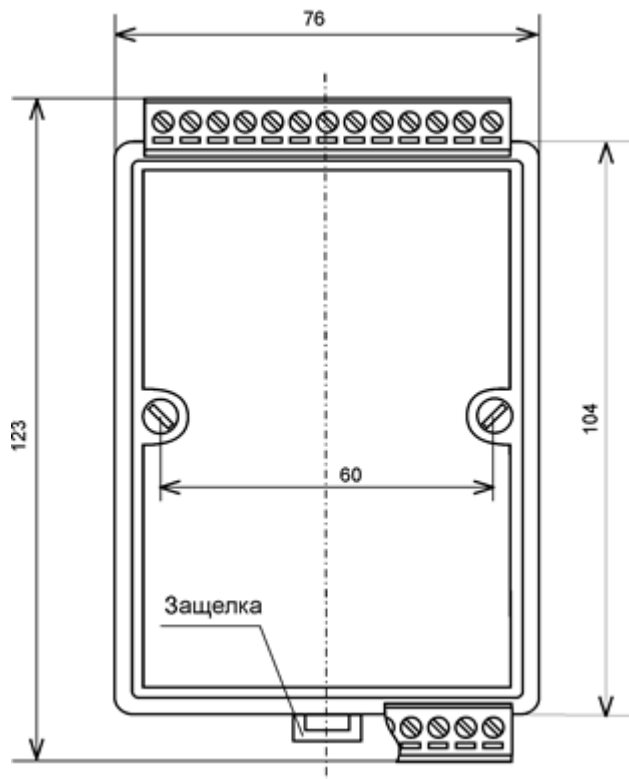


Рис. 2.4. Габаритный чертеж модуля.

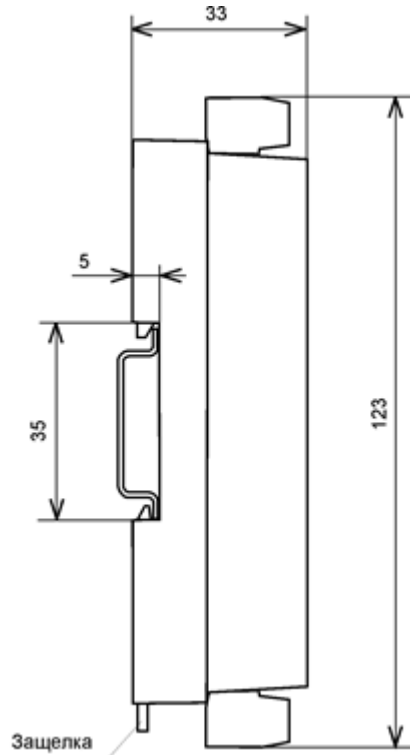


Рис. 2.5. Габаритный чертеж модуля с креплением к DIN-рейке. Вид сбоку

3. Технические данные

3.1. Параметры искробезопасных цепей

Вид взрывозащиты искробезопасная электрическая цепь уровня «ia».

Маркировка 0ExiaIICT6 X или 0ExiaIIBT6 X или PO ExiaI X

Взрывоопасные смеси газов по ГОСТ Р 30852.11-2002 – категории I и IА, IВ, IС группы Т1...Т6.

Степень защиты оболочки (корпуса) по ГОСТ 14254 IP20

Электрические параметры искробезопасных цепей приведены в табл. 1.

3.1. Параметры искробезопасных цепей

Табл. 1. Параметры искробезопасных цепей

Назначение цепей	Маркировка взрывозащиты		
	0ExialIICT6 X	0ExialIIBT6 X	PO Exial X
1	2	3	4
Цепь питания модуля (клеммы Vs, GND):			
максимальное входное напряжение U_i , В	14	14	14
максимальный входной ток I_i , мА	700	700	1300
максимальная входная мощность P_i , Вт	6,5	6,5	13
максимальная внутренняя индуктивность L_i , мкГн	10	10	10
максимальная внутренняя емкость C_i , пФ	40	40	40
Цепи входных сигналов (клеммы Vin 0...7, Sense, INIT):			
максимальное входное напряжение U_i , В	14	14	14
максимальный входной ток I_i , мА	700	700	1300
максимальная входная мощность P_i , Вт	6,5	6,5	13
максимальная внутренняя индуктивность L_i , мкГн	1	1	1
максимальная внутренняя емкость C_i , пФ	10	10	10
Цепи питания датчиков (клеммы Iex0...Iex2):			
максимальное выходное напряжение U_o , В	13	13	13
максимальный выходной ток I_o , мА	5	5	5
максимальная выходная мощность P_o , Вт	0,02	0,02	0,02
максимальная внешняя емкость C_o , мкФ	0,85	0,85	5
максимальная внешняя индуктивность L_o , мГн	1,6	1,6	4,8
максимальное отношение L_o/R_o внешней цепи, мГн/Ом	2,5	10	32
Цепь дискретных выходов (клеммы Dout), тип «открытый сток»:			
максимальное входное напряжение U_i , В	14	14	14
максимальный входной ток I_i , мА	1000	1000	1000
максимальная входная мощность P_i , Вт	0,5	0,5	0,5
максимальная внутренняя емкость C_i , пФ	40	40	40
максимальная внутренняя индуктивность L_i , мкГн	1	1	1
Цепь интерфейса RS-485(клеммы DATA+, DATA-) в режиме передачи			

Назначение цепей	Маркировка взрывозащиты		
	0ExialIIBT6 X	0ExialIIBT6 X	PO Exial X
максимальное выходное напряжение U_o , В	7,5	7,5	7,5
максимальный выходной ток I_o , мА	150	150	150
максимальная выходная мощность P_o , Вт	0,3	0,3	0,3
максимальная внешняя индуктивность L_o , мГн	1,5	6	20
максимальная внешняя емкость C_o , мкФ	0,85	5,0	26
максимальное отношение L_o / R_o внешней цепи с распределенными параметрами, мкГн / Ом	125	500	1600
Цепь интерфейса RS-485 (клеммы DATA+, DATA-) в режиме приема			
максимальное входное напряжение U_i , В	14	14	14
максимальный входной ток I_i , мА	150	150	150
максимальная входная мощность P_i , Вт	0,6	0,6	0,6
максимальная внутренняя индуктивность L_i , мкГн	20	20	20
максимальная внутренняя емкость C_i , нФ	6	6	6

3.2. Эксплуатационные свойства

Модули характеризуются следующими основными свойствами:

- температурным диапазоном работоспособности от -40 до +50 °С;
- имеют защиту от:
 - неправильного подключения полярности источника 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;

3.2. Эксплуатационные свойства

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

- двойной сторожевой таймер выполняет рестарт устройства в случае его "зависания" и провалов питания, а также переводит выходы в безопасные состояния при "зависании" управляющего компьютера;
- имеют групповую изоляцию входов и групповую изоляцию выходов с тестовым напряжением изоляции 2500 В;
- входы имеют общую гальваническую изоляцию от части модуля, соединенной с источником питания и портом RS-485 (см. рис. 4.1 – рис. 4.3). Изоляция обеспечивает уменьшение влияния синфазного напряжения, которое может присутствовать на входных клеммах. Изоляция защищает также модуль от разности потенциалов между "землей" источника сигнала и приемника, которая может возникнуть при наличии недалеко расположенного мощного оборудования;
- разрешающая способность 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; 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): 26.20.16;
- наработка на отказ не менее 100 000 час;
- масса модуля не более 500 г.

См. также п. 3.5.

3.3. Точность измерений

Погрешность измерений напряжения, тока, сопротивления и температуры складывается из основной погрешности и дополнительной. Основная погрешность определяется в нормальных условиях эксплуатации (см. п. 5.1.2). Дополнительная погрешность появляется, когда прибор используется в условиях, отличных от нормальных. Дополнительная погрешность алгебраически складывается с основной.

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

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

Табл. 2. Метрологические характеристики модуля NL-8TI

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

Примечание.

1. Погрешность измерения температуры с помощью термопары включает в себя погрешность компенсации температуры холодного спая, погрешность модуля и

3.3. Точность измерений

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. 3. 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 %
100П (Pt 100) $W_{100}=1.385$, -100...100 °С	±0,2 %	±0,1 %
100П (Pt 100) $W_{100}=1.385$, 0...100 °С		
100П (Pt 100) $W_{100}=1.385$, 0...200 °С		
100П (Pt 100) $W_{100}=1.385$, 0...600 °С		
100П (Pt 100) $W_{100}=1.3916$, -100...100 °С		
100П (Pt 100) $W_{100}=1.3916$, 0...100 °С		
100П (Pt 100) $W_{100}=1.3916$, 0...200 °С		
100П (Pt 100) $W_{100}=1.3916$, 0...600 °С		
120Н (Ni 120) $W_{100}=1.3916$, -80...100 °С		
120Н (Ni 120) $W_{100}=1.3916$, 0...100 °С		
1000П (Pt 1000) $W_{100}=1.385$, -200...600 °С		
50М (Cu' 50) $W_{100}=1,428$, -200...200 °С		
50М (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.

Табл. 4. 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	$\pm 0,1$ %	$\pm 0,05$ %
± 20 мА	$\pm 0,1$ %	$\pm 0,05$ %

Примечание.

1. Погрешность приведена к верхней границе диапазона измерений.

3.4. 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. 5. Параметры модулей

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

3.4. Технические параметры

Параметр	Значение параметра	Примечание
Нагрузочная способность	Не более 32	Определяется суммарной емкостью и индуктивностью нагрузки порта из условий искробезопасности
Дифференциальное выходное напряжение	от 1,5 до 5 В	При сопротивлении нагрузки от 27 Ом до бесконечности
Ток короткого замыкания выходов	от 35 до 80 мА	
<i>Параметры приемника порта RS-485</i>		
Уровень логического нуля порта в режиме приема	от -0,2 до +0,2 В	Дифференциальное входное напряжение.
Гистерезис по входу	70 мВ	
Входное сопротивление	12 кОм	Типовое значение
Входной ток	1 мА	Максимальное значение
<i>Параметры аналоговых входов</i>		
Ток утечки входов при разомкнутых и замкнутых ключах мультиплексора, не более	±60 нА	Наихудшее значение
Ток утечки входов при напряжении на входах выше допустимого, не более	±2 мкА	Допустимое напряжение для всех модулей ±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
Защита от перенапряжения по входам	от -40 В до +55 В	Как при включенном, так и при выключенном питании модуля (см. п.4 Примечания).
Нелинейность датчика температуры холодного спая LM335AM	0,3 °С	После юстировки, в диапазоне температур датчика LM335AM от -40 до +50 °С

Параметр	Значение параметра	Примечание
Погрешность датчика температуры холодного спая	$\pm 1,5$ °C	
Погрешность измерения температуры	$\pm 0,15$ %	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	470 пФ	Отделена от входа сопротивлением 100 Ом
Полоса пропускания по входу	2,62 Гц	По уровню -3 дБ
Напряжение смещения нуля, в процентах от верхнего значения предела изменения	0,025 %	Для NL-8AI - 0,01 %
<i>Параметры дискретного выхода</i>		
Максимальное рекомендуемое рабочее напряжение на выходе	от 0 до 13 В	Задается внешним источником напряжения.
Максимальный ток нагрузки	0,08 А	
Сопротивление открытого выходного ключа	от 0,37 до 0,9 Ом	

3.4. Технические параметры

Параметр	Значение параметра	Примечание
Ток утечки закрытого выходного ключа	50 мкА	Не более, при температуре +25 °С
Длительность фронта переключения выхода	2,5 мкс	
Ток срабатывания защиты от перегрузки по току	0,08 А	Защита предохранителем. Предохранитель может быть заменен только производителем
Напряжение срабатывания защиты от перенапряжения по выходу	50 В	Перенапряжение невозможно при питании системы от источника питания NL-12V взрывозащищённого исполнения
Защита от электростатического разряда при потенциале источника заряда	4 кВ	По модели тела человека, при C=100 пФ, R=1500 Ом
<i>Параметры цепей питания</i>		
Напряжение питания	от 12 до 13,3 В	Нестабилизированное напряжение. Допускаются пульсации размахом до 5 В, не выводящие напряжение за пределы диапазона 12...13В
Потребляемая мощность NL-8TI NL-4RTD NL-8AI	0,72 Вт 0,6 Вт 0,6 Вт	

Примечание к таблице

1. При обрыве линии с приемной стороны порта RS-485 приемник показывает состояние логической единицы.
2. Максимальная длина кабеля, подключенного к выходу передатчика порта RS-485, равна 1,2 км, если она не ограничена емкостью кабеля из условий искробезопасности (см. п. 3.1, 6.1).
3. Импеданс нагрузки порта RS-485 должен быть равен 100 Ом
4. Модули питаются от источника питания NL-12V, взрывозащищённого исполнения, который при вероятных повреждениях имеет максимальный ток выхода не более 0,5 А при маркировке [Exia]ПС/ПВ X или 1,0 А при маркировке [Exia]I X и напряжение не более 13,3 В. Кроме того, при правильном монтаже системы параметры внешних цепей не могут выходить за границы, указанные в п. 3.1. Поэтому условия срабатывания некоторых защит могут никогда не наступить.

5. Максимальные параметры, указанные в этой таблице, являются максимальными из условий сохранения работоспособности прибора, но не из условий искробезопасности, см. п. 3.1.

3.5. Предельные условия эксплуатации и хранения

Модули не повреждаются при следующих предельных условиях:

- напряжение на входах от -40 до +55 В (для обеспечения искробезопасности напряжение на входах не должно выходить за диапазон 0...+13 В);
- напряжение питания до +13,3 В;
- относительная влажность не более 95 %;
- вибрации в диапазоне 10...55 Гц с амплитудой не более 0,15 мм;
- конденсация влаги на приборе не допускается. Для применения в условиях с конденсацией влаги, в условиях пыли, дождя, брызг или под водой модуль следует поместить в дополнительный защитный кожух с соответствующей степенью защиты;
- модуль не может эксплуатироваться в среде газов, вызывающих коррозию металла;
- модуль рассчитан на непрерывную работу в течение 10 лет;
- срок службы изделия – 20 лет;
- температура окружающей среды во время эксплуатации от -40 до +50 °С;
- оптимальная температура хранения +5...+40 °С;
- предельная температура хранения -40...+85 °С.

4. Описание принципов построения

4.1. Описание средств и элементов конструкции, обеспечивающих взрывозащиту

Взрывозащита модулей, взрывозащищённого исполнения, обеспечивается следующими средствами:

4.1. Описание средств и элементов конструкции, обеспечивающих взрывозащиту

- Модули, взрывозащищённого исполнения, предназначены для работы с источником питания и другими присоединяемыми электротехническими устройствами, имеющими искробезопасные электрические цепи по ГОСТ 30852.10-2002 (МЭК 60079-11-99) и искробезопасные параметры (уровень искробезопасной электрической цепи и подгруппу электрооборудования), соответствующие условиям применения модулей ввода-вывода во взрывоопасной зоне.
- Искробезопасность электрических цепей модулей, идущих во взрывоопасную зону, достигается ограничением тока и напряжения в нормальном и аварийном режимах работы до значений, соответствующих требованиям ГОСТ 30852.10-2002 (МЭК 60079-11-99) для электрооборудования подгрупп ПС или ПВ или группы I по ГОСТ 30852.10-2002 (МЭК 60079-11-99). В схеме искрозащиты для ограничения тока и напряжения применены трижды дублированные стабилитроны и резисторы.
- Электрические зазоры, пути утечки, электрическая прочность изоляции соответствуют требованиям ГОСТ 30852.10-2002 (МЭК 60079-11-99), ГОСТ 30852.20-2002.
- Токоведущие дорожки и навесные элементы плат защищены от механических воздействий и контакта с взрывоопасной газовой средой заливкой компаундом, сохраняющим свои свойства во всем рабочем диапазоне температур.
- Электрическая нагрузка элементов искробезопасной цепи не превышает $2/3$ номинальных значений и в нормальном и аварийном режимах работы и исключает их нагрев свыше значений, установленных ГОСТ 30852.0-2002 (МЭК 60079-0-99) для электрооборудования температурного класса Т6.
- Установленные максимальные значения суммарных электрической емкости и индуктивности линии связи и присоединяемого оборудования не превышают значений, допустимых требованиями ГОСТ 30852.10-2002 (МЭК 60079-11-99) для искробезопасных цепей электрооборудования подгрупп ПС/ПВ или группы I.
- Клеммные соединители обеспечивают надежное и постоянное соединение внешних искробезопасных цепей.
- Для защиты электрических цепей от перегрузки применены предохранители.

- Конструкция и применяемые материалы обеспечивают выполнение общих требований ГОСТ 30852.0-2002 (МЭК 60079-0-99) для электрооборудования, применяемого во взрывоопасных зонах. Механическая прочность оболочки модулей соответствует требованиям ГОСТ 30852.0-2002 (МЭК 60079-0-99) для электрооборудования групп I и II с высокой опасностью механических повреждений. Для защиты от проникновения пыли, воды и для обеспечения электростатической безопасности модули должны устанавливаться внутри сертифицированных взрывозащищенных коробок или шкафов. Уплотнения и соединения элементов конструкции взрывозащищенных коробок или шкафов должны обеспечивать степень защиты от внешних воздействий не ниже IP54 по ГОСТ 14254.
- Максимальная температура нагрева поверхности модулей ввода-вывода аналоговых сигналов, взрывозащищенного исполнения, в установленных условиях эксплуатации не превышает 85 °С, что соответствует температурному классу Т6 по ГОСТ 30852.0-2002 (МЭК 60079-0-99).
- На корпусе модулей и на защитной оболочке установлены таблички с указанием маркировки взрывозащиты, знака «X» и электрических параметров искробезопасных цепей.

4.2. Элементная база

Применение новейших микроэлектронных гальванических изоляторов с магнитной связью вместо традиционных изоляторов на оптронах позволило снизить потребляемую модулями мощность.

Применение АЦП, специально спроектированных для работы с термодатчиками 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.

В модулях использованы только высококачественные комплектующие производителей с мировой известностью, таких как Atmel, Analog Devices, Texas Instruments, National Semiconductor, International Rectifier, Bourns и др.

4.3. Структура модулей

4.3. 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 и диапазон входных напряжений. Число разрядов АЦП уменьшается при увеличении усиления. Поэтому число разрядов было уменьшено до 16, что позволило получить входные диапазоны с большим усилением.

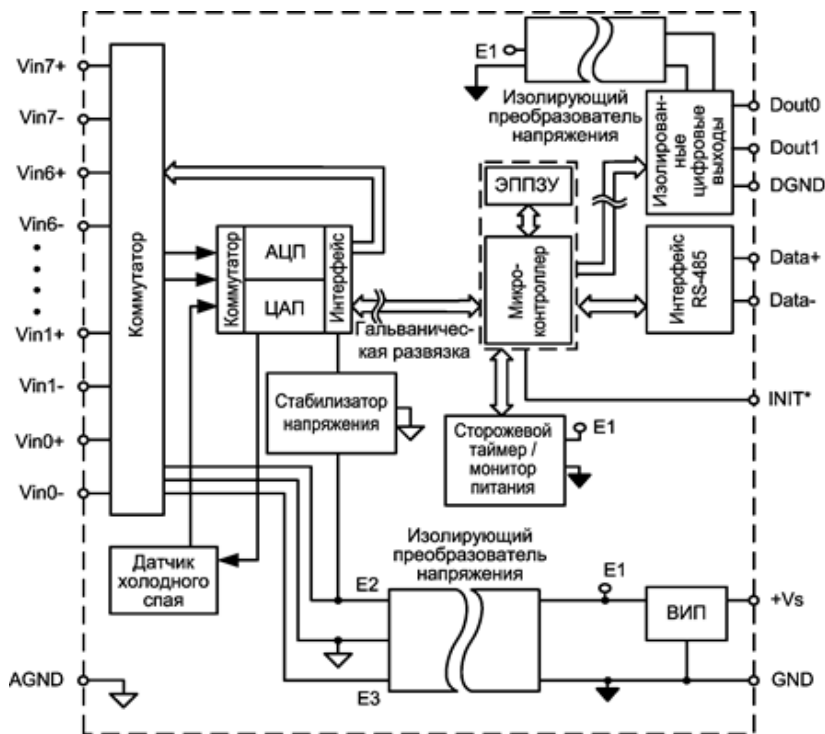


Рис. 4.1. Структурная схема модуля NL-8TI, взрывозащищённого исполнения

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

Микроконтроллер модуля выполняет следующие функции:

- исполняет команды, посылаемые из управляющего компьютера (контроллера);
- компенсирует нелинейности термопар и резистивных термопреобразователей с помощью, записанной в ЭППЗУ юстировочной таблицы;
- выполняет юстировку модулей;
- реализует протокол обмена через интерфейс RS-485.

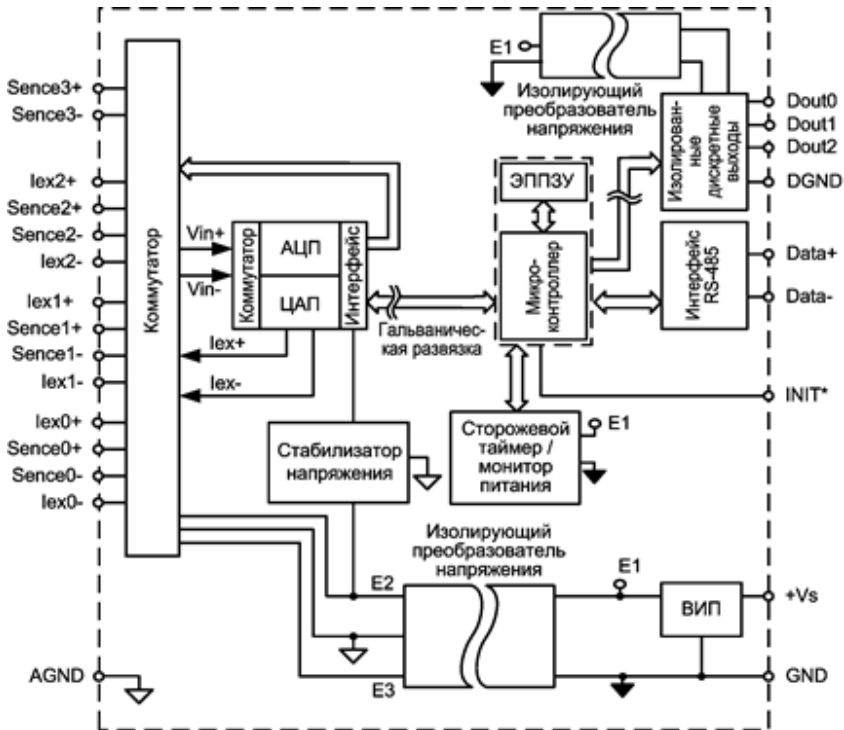


Рис. 4.2. Структурная схема модуля NL-4RTD, взрывозащищённого исполнения

4.3. Структура модулей

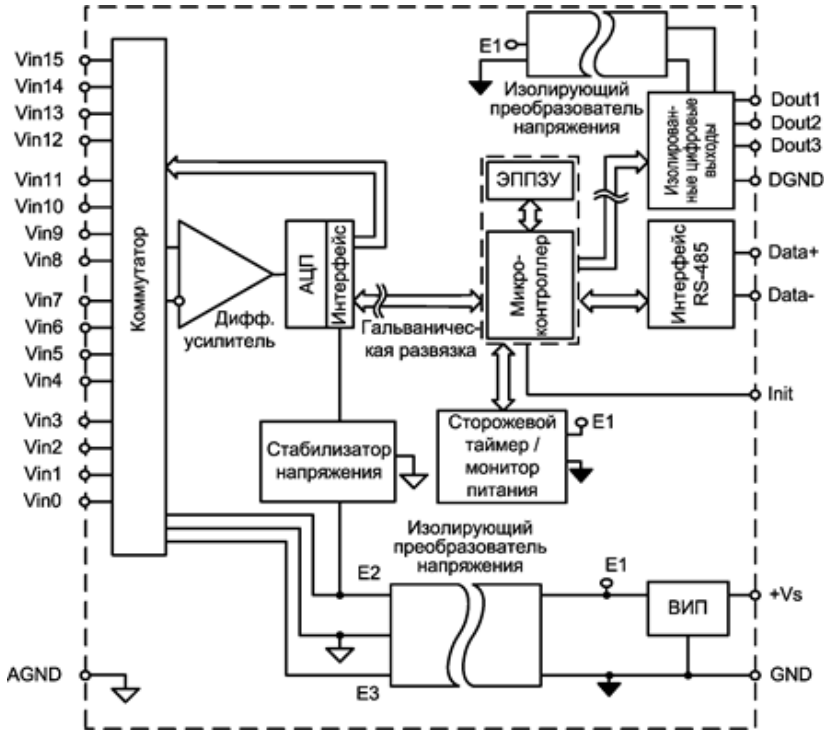


Рис. 4.3. Структурная схема модуля NL-8AI, взрывозащищённого исполнения, в режиме одиночных входов. В режиме дифференциальных входов Vin0...Vin7 являются неинвертирующими входами каналов с 0-го по 7-й, входы Vin8...Vin15 являются инвертирующими входами каналов с 0-го по 7-й. Например, входом 0-го дифференциального канала являются выводы +Vin0 и -Vin8, 1-го канала - входы +Vin1 и -Vin9 и т.д.

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

Схема питания модулей содержит вторичный импульсный источник питания, преобразующий напряжение питания в диапазоне от +12 до +13,3 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 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.

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

5. Метрологическое обслуживание

При проведении поверки погрешность измерения модуля может быть компенсирована программным способом. Для этого не нужно вскрывать корпус прибора, вся процедура выполняется программно. Поправки сохраняются в ЭППЗУ модуля и учитываются встроенным контроллером перед выдачей результата измерения в порт RS-485.

5.1. Методика юстировки модуля

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.

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.

5.1. Методика юстировки модуля

Источник тестового напряжения подключают к одному из каналов модуля, между неинвертирующим входом и аналоговой землей AGND (рис. 5.1). 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. 5.1). 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.

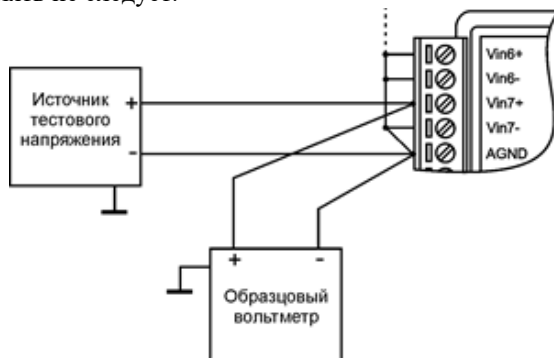


Рис. 5.1. Соединение приборов для юстировки модуля

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 Р 52931):

- 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 12 до 13,3 В.

Перед юстировкой модуль выдерживают при указанной температуре не менее 30 мин.

5.1.3. Проведение 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 %AANNТССFF (п. 12.8). Если адрес модуля равен AA=01, новый адрес NN=01 (т.к. мы не хотим его менять), код входного диапазона ТТ=00 (п. 12.2); скорость обмена 9600 бит/с, т.е. СС=06 (п. 12), формат данных FF=81 (12.5, 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 %AANNТССFF нужно устанавливать код нужного диапазона и подавать напряжение, соответствующее пределу измерения на данном диапазоне.

5.2. Юстировка токового диапазона

Для юстировки диапазона 06 (± 20 мА) подключите параллельно входу модуля резистор сопротивлением 125 Ом (рис. 6.8) с ТКС не хуже $\pm 25 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$, например, С2-29В, группы "Д" 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).

5.4. Юстировка модуля NL-4RTD

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 откалиброванными диапазонами измерения напряжения дополнительная калибровка 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. 12.7), считайте показания датчика температуры холодного спая. Определите разность показаний модуля и образцового термометра, измеряющего температуру в термостате, (поправку). Затем командой \$AA9 введите поправку в модуль. Отметим, что эта команда для модулей NL-8AI и NL-4RTD выводит информацию на дисплей, а 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 +50 °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 термостабильные резисторы (например, С2-29В, 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	2A	2B	2C	
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. 6.13) **Важно! Юстировка выполняется по левому каналу модуля;**
- установить тип диапазона 20 (табл. 11);
- выполнить команду разрешения юстировки ^AAEV(Пароль). По умолчанию пароль - 00000000;
- закортить 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. 6.12) 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

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.12.19), 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**.

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".

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. 2, 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 °С:

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

где $\delta_{\text{доп.}}$ - дополнительная погрешность из "табл. 5".

Следует подчеркнуть, что кроме понятия точности, модуль характеризуется разрешающей способностью (16 бит). Это означает, что, при погрешности

5.6. Методика оценки погрешности измерений

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, 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 взрывозащищённого исполнения необходимо иметь следующие компоненты:

- сам модуль;
- управляющий компьютер (контроллер), который может выводить ASCII коды через порт RS-232 или RS-485 (например, IBM PC совместимый);
- искробезопасный источник питания напряжением от 12 до 13,3 В;
- конвертер NL-232C взрывозащищённого исполнения интерфейса RS-232 в RS-485.

Желательно также иметь OPC сервер (входит в комплект поставки) и, если необходимо, репитер (ретранслятор) NL-485C взрывозащищённого исполнения. 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 Hyper Terminal из стандартной поставки Windows.

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

6.1. Правила взрывобезопасности

При монтаже системы автоматике модули с маркировкой взрывозащиты [Exia]ПС/ПВ или [Exia]I (преобразователь интерфейса NL-232С, взрывозащищённого исполнения, и блок питания NL-12V, взрывозащищённого исполнения) располагаются вне взрывоопасной зоны, а модули с маркировкой 0ExiaПСТ6 X или 0ExiaПВТ6 X или PO ExiaI X могут располагаться как внутри взрывоопасной зоны, так и вне ее (рис. 6.1).

Перед применением модулей необходимо уточнить требуемую маркировку взрывозащиты, поскольку параметры модулей существенно различаются для подгрупп ПС, ПВ и I.

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

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

Сумма максимальной эффективной внутренней емкости C_i каждой составной части искробезопасного электрооборудования и емкости кабеля (кабели обычно рассматривают как сконцентрированную емкость, равную максимальной емкости между двумя смежными жилами) не должна превышать максимального значения C_0 , указанного в табл. 1.

6.1. Правила взрывобезопасности

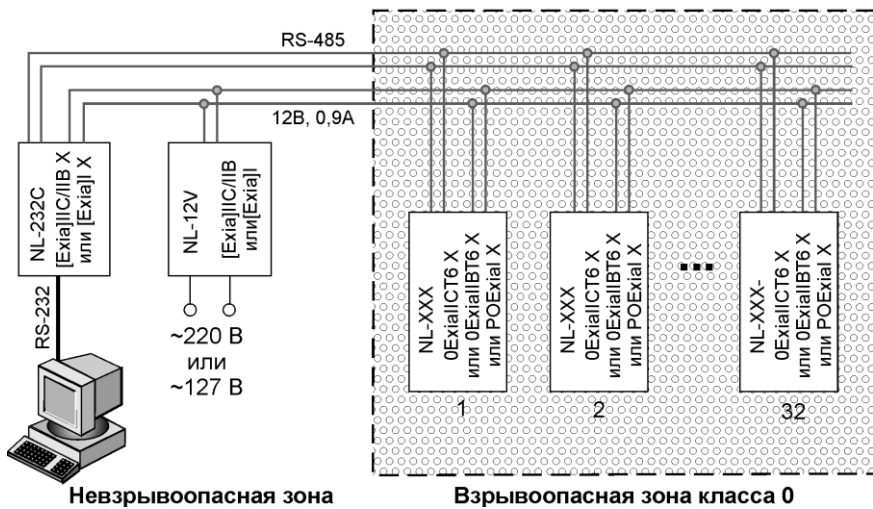


Рис. 6.1. Блок-схема искробезопасной системы на плане взрывоопасных зон

Сумма максимальной эффективной внутренней индуктивности L_i каждой составной части искробезопасного электрооборудования и индуктивности кабеля (кабели обычно рассматривают как сконцентрированную индуктивность, равную максимальной индуктивности двух максимально удаленных друг от друга жил кабеля) не должна превышать максимального значения L_0 , указанного в табл. 1.

Если подключаемое к модулям, взрывозащищенного исполнения, искробезопасное электрооборудование не обладает эффективной индуктивностью, то при значении отношения L/R кабеля, измеренного между его двумя максимально удаленными друг от друга жилами, меньше этого значения, нет необходимости обеспечивать выполнение требования к L_0 .

Например, для источника питания NL-12V, взрывозащищенного исполнения, с маркировкой [Eхia]IIС суммарная емкость кабеля и соединенного с ним оборудования не должна превышать 0,45 мкФ, индуктивность – 50 мкГн (см. РЭ модуля NL-12V, взрывозащищенного исполнения). При типовом значении емкости кабеля 100 пФ/м и индуктивности 0,3 мкГн/м ограничение длины кабеля по допустимой емкости составляет 4,5 км, по допустимой индуктивности - 166 м. Количество модулей, подключенных к одному источнику питания, будет определяться выходным током источника питания (0,5 А), поскольку при токе потребления аналоговых модулей 60

мА к одному источнику питания может быть подключено не более 8 модулей. Для увеличения количества модулей в сети можно использовать несколько источников питания.

Для всех используемых кабелей должны быть известны их погонная емкость и индуктивность для расчета общей емкости и индуктивности кабеля. Если эти параметры неизвестны, в расчете используются наихудшие значения этих параметров, указанные изготовителем кабеля.

В зонах классов 0 и 1 должны применяться провода и кабели только с медными жилами. В зоне класса 2 допускается применение проводов и кабелей с алюминиевыми жилами.

Во взрывоопасных зонах всех классов запрещается применение проводов и кабелей с полиэтиленовой изоляцией или оболочкой.

Проверьте сопротивление провода (кабеля). Если отношение индуктивности к сопротивлению меньше указанного на передней панели модуля, то индуктивность можно не принимать во внимание.

Значения допустимого входного напряжения U_i , входного тока I_i и входной мощности P_i каждого модуля должны быть не менее соответствующих значений U_o , I_o и P_o связанного с ним оборудования.

В искробезопасных электрических цепях могут использоваться только изолированные кабели. Изоляция между жилами кабеля, между жилами и экраном и между жилами и заземлением экрана должна выдерживать испытательное напряжение не менее 500 В (действующее значение синусоидального напряжения 50 Гц, прикладываемого в течение 60 с).

Концы многожильных проводников (жил) в кабеле должны быть защищены от разделения на отдельные проводники, например, с помощью наконечника. Отдельные провода многопроволочной жилы должны иметь диаметр не менее 0,1 мм. Для провода заземления в качестве защиты от разделения на проводники не допускается применение пайки, поскольку вследствие хладотекучести припоя возможно ослабление мест контактного давления в винтовых зажимах.

Экран интерфейса RS-485 заземляется в одной точке, вне взрывоопасной зоны, в пределах взрывоопасной зоны он должен быть защищен от случайного соприкосновения с заземленными проводниками. Искробезопасные цепи не должны заземляться, если этого не требуют условия работы электрооборудования (п.6.3.5.2 ГОСТ 30852.10-2002 (МЭК 60079-11-99)).

6.1. Правила взрывобезопасности

Искробезопасные цепи должны быть смонтированы таким образом, чтобы наводки от внешних электромагнитных полей (например, от провода молниеотвода здания, от расположенного на крыше здания радиопередатчика, от воздушных линий электропередач или близлежащих кабелей для передачи большой мощности) не создавали опасного напряжения или тока на искробезопасных цепях. Это может быть достигнуто экранированием или удалением искробезопасных цепей от источника электромагнитной наводки.

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

Кабели искробезопасных цепей должны быть отделены от всех кабелей искроопасных цепей, например, прокладкой в разных лотках, экраном, броней или металлической оболочкой. В частности, проводники искроопасных и искробезопасных цепей не должны располагаться в одном и том же кабеле. При прокладке в общем пучке или канале кабели с искроопасными и искробезопасными цепями должны быть разделены промежуточным слоем изоляционного материала или заземленной металлической перегородкой. Никакого разделения не требуется, если используются кабели с металлической оболочкой или экраном.

Кабели, содержащие искробезопасные цепи, должны быть промаркированы синим цветом или надписями. Маркировка не требуется, если кабели бронированы, заключены в металлическую оболочку или экранированы.

При монтаже искробезопасных модулей в шкафу зажимы искробезопасных цепей должны быть отделены от искроопасных цепей разделительной панелью или промежутком не менее 50 мм. Если разделение обеспечивается только воздушным промежутком, должны быть приняты меры для предотвращения замыкания между цепями в случае отсоединения проводника.

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

Если при монтаже искробезопасных цепей используются простые элементы (выключатели, распределительные коробки, резисторы, диоды, стабилизаторы, конденсаторы, катушки индуктивности, терморезисторы, фотоэлементы), то *они не нуждаются в маркировке взрывозащиты*, однако они должны

удовлетворять требованиям ГОСТ 30852.10-2002 (МЭК 60079-11-99) и ГОСТ 30852.0-2002 (МЭК 60079-0-99).

Модули, расположенные во взрывоопасной зоне, не должны подвергаться чистке, протиранию на месте их установки или воздействию струи воздуха с частицами пыли.

Искробезопасные цепи и модули должны монтироваться в шкафу, который имеет запорное устройство по ГОСТ 30852.0-2002 (МЭК 60079-0-99) или опломбируется.

Более подробно правила монтажа искробезопасного оборудования изложены в ГОСТ 30852.13-2002 и ПУЭ, гл.7.3.

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

6.2. Монтирование модуля

Модуль может быть использован на производствах и объектах как вне, так и внутри взрывоопасных зон в соответствии с настоящим руководством по эксплуатации и действующими нормативными документами Ростехнадзора по промышленной безопасности.

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

6.2. Монтирование модуля



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

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

Модули можно также крепить один сверху другого. Такой способ удобен, когда размеры монтажного шкафа жестко ограничены, а его толщина позволяет расположить несколько модулей один над другим. Для этого используют вспомогательный отрезок стандартной 35-мм DIN рейки, в которой делают два отверстия диаметром 5 мм на расстоянии 60 мм одно от другого, затем крепят рейку сверху корпуса модуля двумя винтами, используя те же отверстия, что и для крепления верхней крышки модуля к его основанию (рис. 6.3). На закрепленную DIN рейку обычным способом крепят второй модуль (рис. 6.4).

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

Сечение жил проводов, подсоединяемых к клеммам модуля, должно быть в пределах от 0,5 до 2,5 мм². При закручивании клеммных винтов крутящий момент не должен превышать 0,12 Н*м. Провод следует зачищать на длину 7-8 мм.



Рис. 6.3. Чтобы закрепить один модуль сверху другого, сначала закрепите DIN-рейку сверху модуля.



Рис. 6.4. Крепление одного модуля на другой.

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 +11...12 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, нужно увеличить площадь поперечного сечения провода, чтобы снизить его сопротивление. 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 второму источнику питания NL-12V взрывозащищённого исполнения.

Перед установкой нового модуля следует записать в него все необходимые конфигурационные установки.

6.2. Монтирование модуля

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. Экран интерфейса RS-485 заземляется в одной точке, вне взрывоопасной зоны, в пределах взрывоопасной зоны он должен быть защищен от случайного соприкосновения с заземленными проводниками. Искробезопасные цепи не должны заземляться, если этого не требуют условия работы электрооборудования (п.6.3.5.2 ГОСТ 30852.10-2002 (МЭК 60079-11-99)).

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 NL-232C взрывозащищенного исполнения к порту RS-232 IBM PC-совместимого компьютера. Подключите термопару к входным зажимам модуля (см. рис. 6.5).

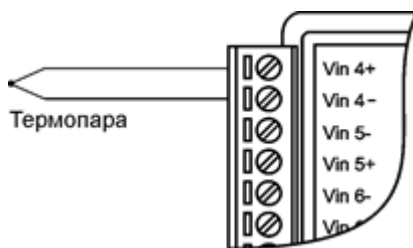



Рис. 6.5 . Подключение термопары к каналу 4 модуля.

Инсталлируйте OPC сервер NLogics на Вашем компьютере. О применении OPC сервера см. раздел 7.1. После подключения OPC сервера и нажатия

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

6.3. 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.

6.4. Программное конфигурирование модуля

В этом разделе предполагается, что модуль конфигурируется вне взрывоопасной зоны.

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

6.4.1. Заводские установки

Заводскими установками (по умолчанию) являются следующие:

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

Изготовителем устанавливаются также следующие параметры:

- диапазон входных напряжений - ± 10 В для NL-8AI и $\pm 2,5$ В для NL-8TI;
- датчик TCM-50 для модуля NL-4RTD;
- контрольная сумма отключена;
- максимальное подавление помехи на частоте 50 Гц;
- все входы мультиплицируются по очереди;
- формат данных – инженерные единицы.

6.4. Программное конфигурирование модуля

6.4.2. 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 ЭППЗУ 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.

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 взрывозащищённого исполнения.

*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:

- включить питание модуля;
- соединить вывод INIT* с "землей";
- выждать не менее 7 секунд, пока выполнится процедура начальной установки модуля;
- ввести команду изменения контрольной суммы и скорости обмена (см. пример ниже);
- выключить питание модуля;
- отключить вывод INIT* от "земли";
- включить питание;
- выждать не менее 7 секунд, пока модуль выполнит процедуру начальной установки;
- проверить сделанные изменения. Не забудьте сделать соответствующие изменения скорости обмена и контрольной суммы на управляющем компьютере.

ВНИМАНИЕ! Модуль требует примерно 7 секунд, чтобы выполнить процедуру начальной установки после того, как он был включен. В течение этого времени модуль не реагирует ни на какие запросы.

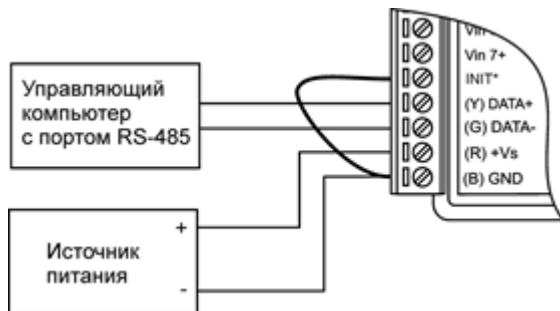


Рис. 6.6. Соединение вывода INIT* с "землей" для изменения скорости обмена и контрольной суммы

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. 12.13, \$AA2). Предположим, ответ модуля получили в виде !01000600 (см. п. 12.13). 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 табл. 12 составить последний байт (FF) команды %AANNTTCCFF (п. 12.8), 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.

6.4. Программное конфигурирование модуля

6.4.3. 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. 12.13 \$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:

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

и контрольная сумма для этого случая равна ACh, т.е. ответ модуля при работе с контрольной суммой будет, например, !014006C0AC(cr), где предпоследний байт C0 означает, что установлен режим обмена с контрольной суммой (см. пример из п. 6.4.2).

6.4.4. Изменение частоты режекции и формата данных

Выбор частоты режекции фильтра и формат данных можно командой %AANNТССFF (п. 12.8), как это описано в примере к разделу 6.4.2. Для этого следует воспользоваться справочной таблицей "табл. 12".

6.5. 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 (рис. 6.7 - рис. 6.8) или модули NL-8CS-125, содержащий в своем составе 8 аналогичных резисторов (см. схемы подключения на сайте [Материалы для скачивания | RealLab!](#)). При этом току 0 мА будет соответствовать напряжение 0 В, току 20 мА - напряжение 2,5 В, току 4 мА - напряжение 0,5 В.

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

Погрешность измерения тока в описанных случаях будет складываться из погрешности резистора и погрешности измерения напряжения модулем (см. п. 5.2).

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

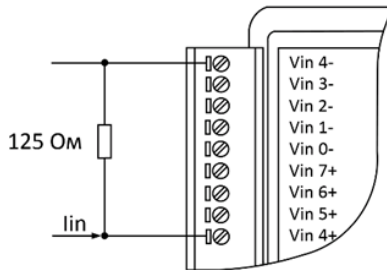


Рис. 6.7. Пример подключения шунтирующего резистора на дифференциальный канал модуля NL-8AI для измерения тока в диапазоне ± 20 мА

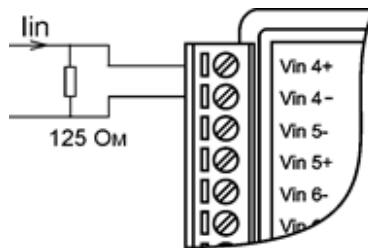


Рис. 6.8. Подключение резистора 125 Ом для измерения тока в модуле NL-8TI

6.7. Получение логических уровней на выходах

6.6. Управление нагрузками

Выходные каскады модулей можно использовать для переключения нагрузок любой допустимой по требованиям взрывобезопасности мощности, если подключить к выходным каскадам модуля электромагнитное или полупроводниковое реле, тиристор или симистор. Соответствующая схема включения приведена на рис. 6.9. При использовании дискретных выходов необходимо помнить, что безопасные состояния исполнительных устройств должны соответствовать безопасному состоянию "Safe Value" выходов модуля.

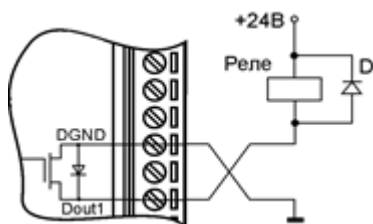


Рис. 6.9. Применение модуля для управления электромагнитным реле

6.7. Получение логических уровней на выходах

Выходные каскады модулей выполнены по схеме с открытым коллектором, что позволяет получить логические уровни любой величины, до +47 В, в зависимости от напряжения источника питания выходных каскадов (рис. 6.10).

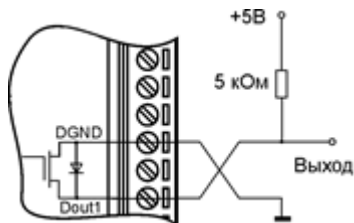


Рис. 6.10. Получения логических уровней напряжения на выходах модулей

6.8. ПИД регулятор

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

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

В модуле NL-8AI 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).

6.8.1. Алгоритм работы регулятора

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

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

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

Входной величиной для модуля NL-8AI является напряжение или ток входа Vin0, для модулей NL-4RTD- температура, для NL-8TI - температура, ток

6.8. ПИД регулятор

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. 6.8.2);

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

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

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

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

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

6.8.2. Рекомендации по выбору параметров 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.

6.9. Особенности работы с термопарами

6.8.3. Пример настройки ПИД регулятора

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

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).

6.9. 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.

6.10. Особенности работы с резистивными термопреобразователями

Резистивные медные, платиновые или никелевые термопреобразователи сопротивления подключаются к модулю NL-4RTD по одному из трех вариантов (рис. 6.11 - рис. 6.13). Для измерения сопротивления из модуля в термопреобразователь задают ток с помощью "идеальных" источников тока I_{ex0+} и I_{ex0-} и снимают величину падения напряжения на датчике с помощью потенциальных входов модуля Sense+ и Sense-. При фиксированном токе падение напряжения прямо пропорционально сопротивлению датчика, которое затем пересчитывается в значения температуры по табличным данным, взятым из ГОСТ 6651-2009 и хранимым в ЭППЗУ модуля.

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

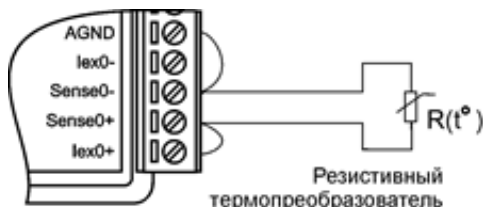


Рис. 6.11. Двухпроводное подключение резистивного термопреобразователя к модулю

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_{ex0+} и I_{ex0-} . 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.

6.11. Двойной сторожевой таймер

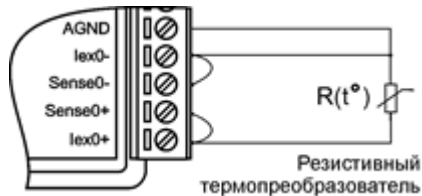


Рис. 6.12. Трехпроводное подключение резистивного термопреобразователя к модулю

Четырехпроводная схема (рис. 6.13) 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. 6.13). Эта схема измерения является наиболее точной. Она позволяет подключить 4 датчика. При этом в качестве источника тока для четвертого датчика используется вывод I_{ex2-}

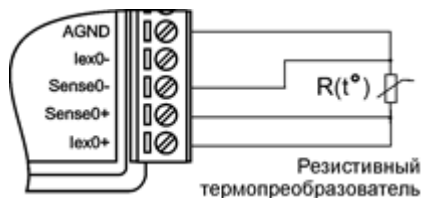


Рис. 6.13. Четырехпроводное подключение резистивного термопреобразователя к модулю

6.11. Двойной сторожевой таймер

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

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

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

При включении питания модуля на его выходах сначала устанавливаются заранее заданные состояния "PowerON" (см. команду \$AA4N, и п. 6.12), 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.

6.12. 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.

6.13. Промышленная сеть на основе интерфейса RS-485

Модули серии NL взрывозащищенного исполнения предназначены для использования в составе промышленной сети на основе интерфейса RS-485,

6.14. Контроль качества и порядок замены устройства

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). Однако требования искробезопасности накладывают существенные ограничения на длину проводов в сети и количество модулей. При проектировании сети в первую очередь следует руководствоваться параметрами искробезопасных цепей.

Передача сигнала по сети является двунаправленной, инициируемой одним ведущим устройством, в качестве которого обычно используется компьютер или 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 (компьютер или контроллер) не имеет адреса, ведомые (модули ввода-вывода) - имеют.

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

Управляющий компьютер подключается к сети через преобразователь интерфейса RS-232 в RS-485 взрывозащищённого исполнения, например, типа NL-232C взрывозащищённого исполнения.

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

6.14. Контроль качества и порядок замены устройства

Контроль качества модуля при производстве выполняется на специально разработанном стенде, где измеряются порядка 50 параметров. Пользователь может убедиться в работоспособности модуля, подключив его к компьютеру и приняв с помощью OPC сервера NLорс напряжения, поданные на вход. Работоспособность канала вывода можно проверить, установив на

выходе логические уровни напряжений (рис. 6.10) 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 изделия.

6.15. 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 это допускают делать используемые алгоритмы работы АСУ ТП и требования безопасности.

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

7. Программное обеспечение

Для работы с модулями серии NL вполне достаточно команд, приведенных в разделе "Справочные данные". Эти команды могут передаваться в модуль через COM-порт из любого компьютера в ASCII кодах. 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 взрывозащищённого исполнения не поставляются. Для тех, кому OPC сервис кажется чрезмерно громоздким и трудным в изучении, в OPC сервер NLOpc введен упрощенный интерфейс EasyAccess с сокращенным набором функций.

7.1. OPC сервер NLocp

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

7.1. OPC сервер NLocp

Подробное описание OPC сервера см. в документе "OPC сервер NLocp, 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 NLocp 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, CL, NL и RL неограниченному числу клиентских программ, если они соответствуют стандарту OPC. Сервер NLocp 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 бесплатную замену или ремонт неисправных приборов в течение 18 месяцев со дня продажи при условии отсутствия видимых механических повреждений и не нарушении условий эксплуатации.

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

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

11. Сведения о сертификации

Модули сертифицированы на соответствие техническому регламенту Таможенного союза «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах» (ТР ТС 012/2011), сертификат № ЕАЭС RU С-РУ.НА65.В.00132/19

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

Модуль удовлетворяет требованиям следующих стандартов:

7.1. OPC сервер NLocs

ГОСТ 30852.0-2002. Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 0. Общие требования.

ГОСТ 30852.10-2002. Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 11. Искробезопасная электрическая цепь *i*.

ГОСТ Р 52931-2008. Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия.

Также модули включены в декларацию соответствия требованиям:

ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств».

ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования».

За номером ЕАЭС N RU Д-RU.РА01.В.26078/23, срок действия до 19.01.2028 г.

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 диап.	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
04	От -1 до +1 В	Инженерные единицы	+1.0000	-1.0000	100 мкВ
		% от шкалы	+100.00	-100.00	0.01%

12.2. Коды входных диапазонов модуля NL-8TI

Код диап.	Диапазон	Формат данных	Диапазон		Разрешение
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000	МЗР
05	От -2,5 до +2,5 В	Инженерные единицы	+2.5000	-2.5000	100мкВ
		% 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				

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

Код диап.	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. 2 - табл. 4

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

Табл. 10. Коды типов термопар

Код	Тип термопары	Формат данных	Диапазон		Разрешение
0E	Термопара J- типа (ГЖК) 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 +1000 °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 (ГМК) 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		Инженерные единицы	+1750.0	-50.0	0,1 °С

12.4. Коды типов термопреобразователей сопротивления

Код	Тип термопары	Формат данных	Диапазон		Разрешение
	Термопара R- типа (ТПР - плат. 13%) От 500 до +1750 °С	% от шкалы	+100.00	-002.85	0.01%
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	FC58	МЗР
13	Термопара S- типа (ТПШ, 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
14	Термопара В- типа (ТПВ) От 0 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 (ТХЛ) 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. Диапазоны измерений для каждого модуля приведены в табл. 2 - табл. 4

12.4. Коды типов термопреобразователей сопротивления

Табл. 11. Коды типов термопреобразователей

Код типа	Тип преобразователя	Формат данных	Верхняя граница диапазона	Нижняя граница диапазона
20	Платиновый 100П (Pt 100) $\alpha=0.00385$ -100...100 °С	Инженерные единицы	+100.00	-100.00
		% от шкалы	+100.00	-100.00
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000
		Ом	+138.50	+000.00
21	Платиновый 100П (Pt 100) $\alpha=0.00385$ 0...100 °С	Инженерные единицы	+100.00	+000.00
		% от шкалы	+100.00	+000.00
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	0000
		Ом	+138.50	+000.00
22	Платиновый 100П (Pt 100) $\alpha=0.00385$ 0...200 °С	Инженерные единицы	+200.00	+000.00
		% от шкалы	+100.00	+000.00
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	0000
		Ом	+175.84	+000.00
23	Платиновый 100П (Pt 100) $\alpha=0.00385$ 0...600 °С	Инженерные единицы	+600.00	+000.00
		% от шкалы	+100.00	+000.00
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000
		Ом	+313.59	+000.00
24	Платиновый 100П (Pt 100) $\alpha=0.003916$ -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 (Pt 100)	Инженерные единицы	+100.00	+000.00
		% от шкалы	+100.00	+000.00

12.4. Коды типов термопреобразователей сопротивления

Код типа	Тип преобразователя	Формат данных	Верхняя граница диапазона	Нижняя граница диапазона
	$\alpha=0.003916$ 0...100 °С	2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	0000
		Ом	+139.16	+000.00
26	Платиновый 100П (Pt 100) $\alpha=0.003916$ 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 (Pt 100) $\alpha=0.003916$ 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
28	Никелевый 120Н (Ni 120) $\alpha=0.00617$ -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 (Ni 120) $\alpha=0.00617$ 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 1000П (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

Справочные данные

Код типа	Тип преобразователя	Формат данных	Верхняя граница диапазона	Нижняя граница диапазона
2В	Медный 50М (Cu' 50) $\alpha=0,00428$ -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
2С	Медный 50М (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

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

12.5. 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 – Омы (Только для NL-4RTD)

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	~

12.6. Синтаксис команд

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

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

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

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

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

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

ВСЕ КОМАНДЫ ДОЛЖНЫ БЫТЬ НАБРАНЫ В ВЕРХНЕМ РЕГИСТРЕ!
При использовании OPC сервера NЛорс 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.

12.7. Список команд модулей

Табл. 14. Общий набор команд

Команда	Ответ	Описание	стр.
%AAN TTCFF	!AA	Устанавливает адрес, диапазон входных напряжений, скорость обмена, формат данных, контрольную сумму*	84
#AA	>(Data)	Возвращает все входные значения для заданного модуля	85
#AAN	>(Data)	Возвращает входное значение в канале номер N для модуля с заранее заданным адресом	86
\$AA0	!AA	Выполняет юстировку аналогового модуля для компенсации погрешности коэффициента передачи*	87
\$AA1	!AA	Выполняет юстировку аналогового модуля для компенсации погрешности смещения нуля*	88
\$AA2	!AATTCFF	Возвращает параметры конфигурации модуля с указанным адресом	89
\$AAF	!AA(Data)	Возвращает код версии микропрограммы, записанной в модуле	95
\$AAM	!AA(Data)	Возвращает имя модуля с заданным адресом	96
~AAO(Data)	!AA	Установка имени модуля*	97
~AAEV	!AA	Юстировка разрешена/блокирована	98
~**	Нет ответа	Ведущий компьютер посылает это сообщение (сигнал системного сторожевого таймера) в	99

12.7. Список команд модулей

Команда	Ответ	Описание	стр.
		качестве подтверждения того, что он не завис	
~AA0	!AASS	Чтение статуса модуля	100
~AA1	!AA	Сброс статуса модуля*	101
~AA2	!AAVV	Чтение таймаута системного сторожевого таймера	102
~AA3EVV	!AA	Установка таймаута системного сторожевого таймера*	103
^AA4	!AAPPSSS	Чтение значений «Power On» и «Safe Value»	113
^AA5PPSSS	!AA	Установка значение Safe Value и Power On на дискретных выходах*	108
^AADO	!AAN	Чтение дискретных выходов	115
^AADO(P)	!AA	Установка режимов работы дискретных выходов*	116
^AAM	!AA(NAME)	Считать RLDA имя модуля	117
^AAO(NAME)	!AA	Установить имя модуля*	118
^AAPIDT(DATA)	!AA	Задать уставку для ПИД-регулятора*	119
^AAPIDT	>(DATA)	Считать стабилизируемую величину ПИД-регулятора	120
^AAPIDP(DATA)	!AA	Задать пропорциональный коэффициент для ПИД-регулятора*	121
^AAPIDP	>(DATA)	Считать пропорциональный коэффициент для ПИД-регулятора	122
^AAPIDI(DATA)	!AA	Задать интегральный коэффициент для ПИД-регулятора*	123
^AAPIDI	>(DATA)	Считать интегральный коэффициент ПИД-регулятора	124

Команда	Ответ	Описание	стр.
^AAPIDD(DATA)	!AA	Задать дифференциальный коэффициент для ПИД-регулятора*	125
^AAPIDD	>(DATA)	Считать дифференциальный коэффициент ПИД-регулятора	126
^AAPIDS(DATA)	!AA	Установка периода ШИМ*	125
^AAPIDS	>(DATA)	Считать период ШИМ	128
^AAPIDR(DATA)	!AA	Установка периода регулирования*	129
^AAPIDR	>(DATA)	Считать период регулирования	130
^AADOVVV	>	Установить логические значения на выходах модуля	131

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	90
\$AA5VV	!AA	Блокировка или разблокировка каналов*	91
\$AA6	!AAVV	Запрос состояния всех восьми каналов	92
^AABN	!AAS	Тестирование обрыва датчика	111
\$AA9(Data)	!AA	Юстирует датчик температуры холодного спая путем компенсации сдвига нуля.	93
^AAAX	!AA XV	Чтение состояния вкл/выкл компенсации холодного спая	133
^AA XV	!AA	Установка состояния вкл/выкл компенсации холодного спая	134

12.7. Список команд модулей

Таблица 16. Набор команд модуля NL-8AI

Команда	Ответ	Описание	стр.
\$AA5VV	!AA	Блокировка или разблокировка каналов*	91
\$AA6	!AAVV	Запрос состояния всех восьми каналов	92
^AA	>(Data)	Чтение каналов с 8 по 15	104
^AAN (N-номер канала)	>(Data)	Чтение одного из каналов с 8 по 15	105
^AAN (N-символ)	!AA	Чтение типа входов (одиночные или дифференциальные)	106
^AA6	!AAVV	Запрос статуса 8 каналов	114
^AA5VV	!AA	Блокировка каналов с 8 по 15*	107
^AANN	!AA	Установить дифференциальный или одиночный режим для NL-8AI*	132

Таблица 17. Набор команд модуля NL-4RTD

Команда	Ответ	Описание	стр.
^AA0	!AA	Юстировка усиления 4-го канала	109
^AA1	!AA	Юстировка смещения 4-го канала	110
^AABN	!AAS	Тестирование обрыва датчика	112

12.8. %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, - 12.4);

CC- скорость работы на RS-485 (см. п. 12);

FF - новый формат данных (12.5).

При изменении скорости или контрольной суммы, необходимо шунтировать вывод INIT* на GND (см. п. 6.4.2).

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.

12.9. #AA

12.9. #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.

12.10. #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.

12.11. \$AA0

12.11. \$AA0

Описание: Юстировка диапазона усиления.

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.

12.12. \$AA1

Описание: Юстировка смещения нуля.

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.

12.13. \$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);

FF формат данных (См. п.12.5).

Пример:

Команда: \$012(cr).

Ответ: !01090600.

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

12.14. \$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

12.15. \$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-Ex

12.16. \$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-Ex

12.17. \$AA9(Data)

12.17. \$AA9(Data)

Описание: Коррекция погрешности измерения температуры холодного спая (для NL-8TI).

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.

12.18. \$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. 91).

⁴ Только для NL-8TI

12.19. \$AAF

Описание: Чтение версии программы.

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.

Пример:

Команда: \$01F(cr).

Ответ: !01 23.05.11 DC24

Версия программы - 23.05.11

Контрольная сумма ПО – DC24

12.20. \$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.

12.21. ~AAO(NAME)

12.21. ~AAO(NAME)

Описание: Установка имени модуля.

Синтаксис: ~AAO(NAME)[CHK](cr), где

AA- адрес (от 00 до FF);

O- команда установки имени;

(NAME) - имя.

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: ~01O7017(cr).

Ответ: !01.

Установлено имя модуля "7017".

12.22. ~AAEV

Описание: Включение/выключение юстировки.

Синтаксис: ~AAEV[CHK](cr), где

AA- адрес (от 00 до FF);

E- команда включение/выключение юстировки;

V - 1 - включение юстировки, 0 - выключение юстировки.

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: ?01

Модуль не готов к юстировке.

Команда: ~01E1(cr) - "Включить юстировку".

Ответ: !01 - "Команда выполнена".

Команда: \$010(cr) - "Выключить юстировку".

Ответ: !01 - "Выполнено".

12.23. ~**

12.23. ~**

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)

12.24. ~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.

12.25. ~AA1

12.25. ~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.

12.26. ~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.

12.27. ~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.

12.28. ^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-Ex

12.29. ^AAN (N – номер канала)

12.29. ^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-Ex

12.30. ^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-Ex

12.31. ^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-Eх

12.32. ^AA5PPPSSS

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

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.

12.33. ^AA0

12.33. ^AA0

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

Синтаксис: ^AA0[CHK](сг), где

^ - символ-разделитель;

AA - адрес (от 00 до FF);

0 - идентификатор команды.

Ответ 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: ^010(сг). Ответ: !01.

Юстировка усиления выполнена.

Команда: \$020(сг). Ответ: ?02.

Юстировка усиления не выполнена.

12.34. ^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.

12.35. ^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. 91)

12.36. ^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. 91)

12.37. ^AA4

12.37. ^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.

12.38. ^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-Ex

12.39. ^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».

12.40. ^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. 6.8

12.41. ^AAM

12.41. ^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".

12.42. ^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".

12.43. ^AAPIDT(DATA)

12.43. ^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 1 В (1.0000), то команда ^01PIDT+05000 задает величину 0,5 В. Если диапазон измерения 150 мВ (150.00), то ^01PIDT+04500 задает величину 45мВ. В диапазоне 20 мА (20.000) команда ^01PIDT+12345 задает величину 12.345 мА.

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.

12.44. ^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 С на своем входном канале с номером 0.

12.45. ^AAPIDP(DATA)

12.45. ^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. 6.8

12.46. ^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.

12.47. ^AAPIDI(DATA)

12.47. ^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. 6.8

12.48. ^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.

12.49. ^AAPIDD(DATA)

12.49. ^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. 6.8

12.50. ^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.

12.51. ^AAPIDS(DATA)

12.51. ^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.

12.52. ^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.

12.53. ^AAPIDR(DATA)

12.53. ^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 6.8

12.54. ^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.

12.55. ^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);

если команда проигнорирована, то !AA[CHK](cr).

Здесь

!- символ-разделитель при проигнорированной 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".

12.56. ^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.

12.57. ^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.

12.58. ^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.

12.59. Список литературы

12.59. Список литературы

Книга-справочник	Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. - М.: Горячая линия-Телеком, 2009. - 608 с.
ГОСТ 30852.0-2002	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 0. Общие требования
ГОСТ 30852.10-2002	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 11. Искробезопасная электрическая цепь i
ГОСТ 30852.9-2002	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 10. Классификация взрывоопасных зон
ГОСТ 30852.16-2002	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 17. Проверка и техническое обслуживание электроустановок во взрывоопасных зонах (кроме подземных выработок)
ГОСТ 30852.13-2002	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 14. Электроустановки во взрывоопасных зонах (кроме подземных выработок)
ГОСТ 30852.18-2002	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 19. Ремонт и проверка электрооборудования, используемого во взрывоопасных газовых средах (кроме подземных выработок или применений, связанных с переработкой и производством взрывчатых веществ)
ГОСТ 30852.20-2002	Электрооборудование рудничное. Изоляция, пути утечки и электрические зазоры. Технические требования и методы испытаний
ГОСТ 14014-91	Приборы и преобразователи измерительные цифровые напряжения, тока, сопротивления. Общие технические требования и методы испытаний
ГОСТ 22261-94	Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия (с Изменением №1)
ГОСТ 12.2.091-2002	Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования

ГОСТ 6651-2009	Государственная система обеспечения единства измерений. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний
ГОСТ Р 8.585-2001	Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Термопары. Номинальные статистические характеристики преобразования
ГОСТ 23222-88	Характеристики точности выполнения предписанной функции средств автоматизации. Требования к нормированию. Общие методы контроля
ГОСТ Р 52931-2008	Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия
ГОСТ Р 8.596-2002	Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения
ГОСТ 14254-2015 (IEC 60529:2013)	Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP) (Издание с Поправкой)
ГОСТ 8.401-80	Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Классы точности средств измерений. Общие требования
ГОСТ 8.366-79	Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Омметры цифровые. Методы и средства поверки
МИ 2439-97	Рекомендация. ГСИ. Метрологические характеристики измерительных систем. Номенклатура. Принципы регламентации, определения и контроля
МИ 2440-97	Государственная система обеспечения единства измерений. Методы экспериментального определения и контроля характеристик погрешности измерительных каналов измерительных систем и измерительных комплексов
МИ 1202-86	Методические указания. Государственная система обеспечения единства измерений. Приборы и преобразователи измерительные напряжения, тока, сопротивления цифровые. Общие требования к методике поверки

12.59. Список литературы

ФНиП в области промышленной безопасности	Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств. УТВЕРЖДЕНЫ приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15 декабря 2020 года N 533
ФНиП в области промышленной безопасности	Правила проведения экспертизы промышленной безопасности. УТВЕРЖДЕНЫ приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 20 октября 2020 года N 420
Федеральный закон от 21.07.1997 №116-ФЗ (в ред. Федеральных законов от 08.12.2020 №429-ФЗ)	О промышленной безопасности опасных производственных объектов
ПТЭЭП гл. 3.4	Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Глава 3.4 ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ ВО ВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОНАХ
ПУЭ	Правила устройства электроустановок. Издание 7 - Глава 7.3. Электроустановки во взрывоопасных зонах
ГОСТ 25861-83 (СТ СЭВ 3743-82)	Машины вычислительные и системы обработки данных. Требования электрической и механической безопасности и методы испытаний (с Изменением N 1)

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

Лист регистрации изменений

Дата изменения	Описание изменения	Примечание
30.11.2023	<i>В п.11 обновлен номер декларации о соответствии</i>	
18.01.2024	<i>В табл. 7 исправлена опечатка в кодах скоростей обмена модуля</i>	
14.02.2024	<i>Добавлен отдельный п. б.4.1 с заводскими установками модуля; Добавлена дополнительная информация о количестве бит данных, стоповых битах, четности (см.п.б.4.1).</i>	