

Модули ввода-вывода аналоговых сигналов

Для жестких условий эксплуатации

Модули автоматки серии NLS NLS-8TI, NLS-4RTD, NLS-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.421457.001-101 РЭ

© НИЛ АП, 2024

Версия от 26 февраля 2024 г.

Одной проблемой стало меньше!

Уважаемый покупатель!

Научно-исследовательская лаборатория автоматизации проектирования (НИЛ АП, ООО) благодарит Вас за покупку и просит сообщать нам свои пожелания по улучшению этого руководства или описанной в нем продукции. Направляйте Ваши пожелания по адресу или телефону:

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

Тел. (495) 26-66-700,

e-mail: info@reallab.ru • <http://www.reallab.ru>

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

Пожалуйста, внимательно изучите настоящее руководство. Это позволит вам быстро и эффективно приступить к использованию приобретенного изделия.

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, ООО)

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

Оглавление

1. "Быстрый старт"	7
2. Вводная часть	8
2.1. Отличие от аналогов.....	8
2.2. Состав и конструкция.....	12
2.3. Требуемый уровень квалификации персонала.....	13
2.4. Маркировка и пломбирование.....	14
2.5. Упаковка.....	14
2.6. Комплект поставки.....	14
3. Технические данные.....	15
3.1. Параметры искробезопасных цепей.....	15
3.2. Эксплуатационные свойства.....	17
3.3. Точность измерений.....	19
3.4. Технические параметры.....	21
3.5. Предельные условия эксплуатации и хранения.....	24
3.6. Напряжение изоляции.....	25
4. Описание принципов построения	26
4.1. Элементная база.....	26
4.2. Структура модулей.....	27
5. Метрологическое обслуживание	30
5.1. Методика юстировки модуля.....	31
5.1.1. Средства юстировки.....	31
5.1.2. Условия юстировки.....	32
5.1.3. Проведение юстировки при измерении напряжения.....	32
5.2. Юстировка токового диапазона.....	33
5.3. Юстировка температурных диапазонов.....	34

5.4. Юстировка модуля NLS-4RTD-Ex.....	34
5.5. Методика поверки	36
5.5.1. Проверка соответствия программного обеспечения	36
5.5.2. Поверка модуля	36
5.6. Методика оценки погрешности измерений.....	36
6. Руководство по применению	39
6.1. Правила взрывобезопасности.....	40
6.2. Органы индикации модуля	44
6.3. Монтирование модуля	44
6.4. Программное конфигурирование модуля	47
6.4.1. Заводские установки	47
6.4.2. Применение режима INIT*	48
6.4.3. Применение контрольной суммы	50
6.4.4. Изменение частоты режекции и формата данных	51
6.5. Ввод сигналов -20...+20 мА, 0-20 мА и 4-20 мА.....	51
6.6. Особенности работы с термопарами	52
6.7. Особенности работы с резистивными термопреобразователями.....	52
6.8. Двойной сторожевой таймер	55
6.9. Промышленная сеть на основе интерфейса RS-485.....	55
6.10. Контроль качества и порядок замены устройства	57
6.11. Действия при отказе изделия	57
7. Программное обеспечение	57
7.1. OPC сервер NLopec.....	58
8. Техника безопасности.....	59
9. Хранение, транспортировка и утилизация	59
10. Гарантия изготовителя	59

11. Сведения о сертификации.....	60
12. Справочные данные.....	61
12.1. Кодировка скоростей обмена модуля	61
12.2. Коды входных диапазонов модуля NLS-8TI-Ex	61
12.3. Коды входных диапазонов модуля NLS-8AI-Ex	62
12.4. Коды типов термопар (для модуля NLS-8TI-Ex)	63
12.5. Коды типов термопреобразователей сопротивления	65
12.6. Коды установки формата данных, контрольной суммы и частоты режекции фильтра.....	68
12.7. Кодировка ASCII символов	69
12.8. Синтаксис команд.....	70
12.9. Список команд модулей.....	71
12.10. ^RESET	74
12.11. %AANNTCCFF.....	75
12.12. #AA	76
12.13. #AAN.....	77
12.14. \$AA0	78
12.15. \$AA1	79
12.16. \$AA2	80
12.17. \$AA3	81
12.18. \$AA5VV	82
12.19. \$AA6	83
12.20. \$AA7CiRrr	84
12.21. \$AA8Ci.....	85
12.22. \$AA9(Data)	86
12.23. \$AAB.....	87
12.24. \$AAF	88

12.25. \$AAM.....	89
12.26. ~AAO(NAME).....	90
12.27. ^AAEV(Пароль).....	91
12.28. ~**.....	92
12.29. ~AA0.....	93
12.30. ~AA1.....	94
12.31. ~AA2.....	95
12.32. ~AA3EVV.....	96
12.33. ^AA.....	97
12.34. ^AAN (N – номер канала).....	98
12.35. ^AAN (N – символ).....	99
12.36. ^AA5VV.....	100
12.37. ^AA0.....	101
12.38. ^AA1.....	102
12.39. ^AABN.....	103
12.40. ^AABN.....	104
12.41. ^AA6.....	105
12.42. ^AAM.....	106
12.43. ^AAO(NAME).....	107
12.44. ^AANN.....	108
12.45. ^AAC(Пароль).....	109
12.46. ^AAX.....	110
12.47. ^AAXV.....	111
12.48. Список стандартов, на которые даны ссылки.....	112
Лист регистрации изменений	114

1. "Быстрый старт"

Подключите к модулю автоматики серии NLS (далее - модуль) источник питания и компьютер, как показано на рис. 6.3. Для подключения модуля к компьютеру, не имеющему порта RS-485, необходим преобразователь интерфейса USB 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 NЛорс (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. 9). Четвертая пара цифр указывает скорость передачи информации, 06 соответствует скорости 9600 бит/с (табл. 8). Последние две цифры указывают код формата данных (табл. 13), по умолчанию это 00.

Если Вы имеете OPC сервер NЛорс, то его нужно сначала инсталлировать на Вашем компьютере. Для этого запустите инсталляционный файл NЛорсSetup.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 12, 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 NЛорс.

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

2. Вводная часть

Модули серии NLS 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. Настраиваемые параметры запоминаются в ЭПЗУ и *сохраняются при выключении питания*.

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

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

Модули выполнены для применения *в жестких условиях эксплуатации*, при температуре окружающего воздуха от -40 до +50 °С, имеют *гальваническую изоляцию* входов от цепи питания и порта RS-485 с испытательным напряжением изоляции 2,5 кВ (ГОСТ Р 52931-2008).

2.1. Отличие от аналогов

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

Вводная часть

- поддерживают Российские ГОСТы на термопары и термопреобразователи сопротивления;
- превосходят аналоги по количеству и качеству защиты от небрежного использования и аварийных режимов работы системы (см. 3.2);
- модули NLS-8AI-Ex и NLS-8TI-Ex позволяют устанавливать для каждого канала свой диапазон измерений или тип датчиков;
- диапазоном рабочих температур (от -40 до +50 °С);
- более подробно и корректно описаны технические характеристики;
- более низким потребляемым током;
- все входы являются полнофункциональными и равноценными (у аналогов из-за недостаточного количества клемм часть входов, которые по смыслу должны быть дифференциальными, выполнены с общим проводом, а также введены джамперы для переключения входов);
- каждый модуль имеет 24 контакта, в то время как аналоги имеют только 20 контактов. Это позволило реализовать дополнительные функциональные преимущества, описанные выше;
- модуль совместим с полным многофункциональным OPC сервером NLogsc, 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.);
- техническая поддержка модулей выполняется на русском языке.

Данное руководство описывает модули NLS-8TI-Ex, NLS-4RTD-Ex и NLS-8AI-Ex. Усиление 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. Градуировочные таблицы, приведенные в указанных ГОСТах, записаны в ЭППЗУ микроконтроллера, расположенного внутри каждого модуля. В комплекте с модулями может поставляться OPC сервер, позволяющий управлять модулем от всех SCADA программ, совместимых со стандартом OPC, в том числе Genesis32, MasterSCADA, Trace Mode, LabView, а также с Matlab, MS Excel и др. Примеры применения программных компонентов описаны на прилагаемом компакт-диске.

В состав серии NLS входят следующие модули взрывобезопасного исполнения:

- NLS-8AI-Ex – 8 дифференциальных или 16 аналоговых входов;
- NLS-4RTD-Ex – 4 канала для терморезистивных преобразователей;
- NLS-8TI-Ex – 8 дифференциальных термопарных входов;
- NLS-16DI-Ex – 16 каналов дискретного ввода;
- NLS-16DO-Ex – 16 каналов дискретного вывода;
- NLS-8R-Ex – 8 каналов электромагнитных реле;
- NLS-4C-Ex – 4 канальный счетчик-частотомер.

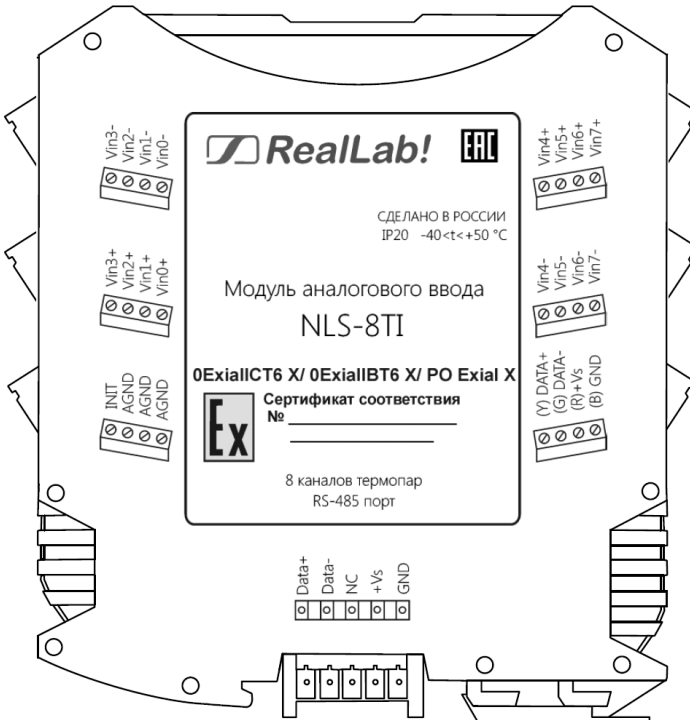


Рис. 2.1. Вид со стороны маркировки на модуль NLS-8TI-Ex взрывозащищенного исполнения

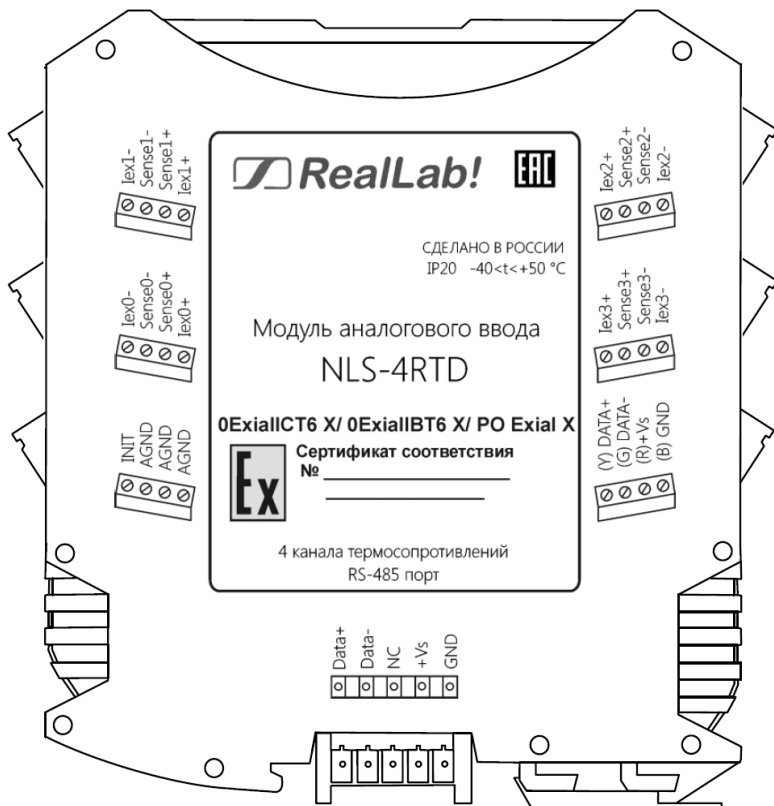


Рис. 2.2. Вид со стороны маркировки на модуль NLS-4RTD-Ex взрывозащищенного исполнения

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

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

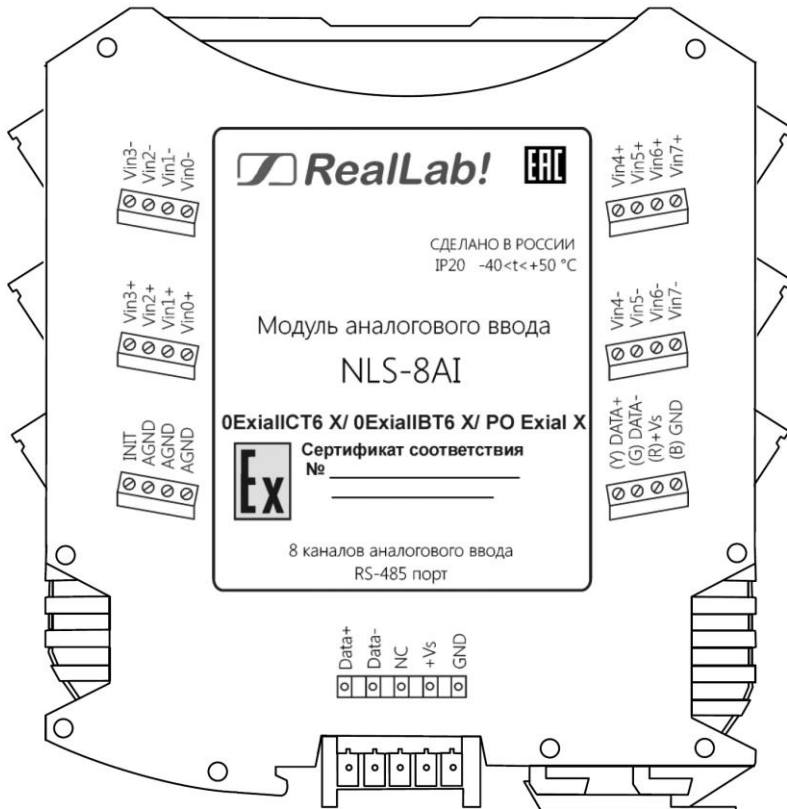


Рис. 2.3. Вид со стороны маркировки на модуль NLS-8AI-Ex взрывозащищенного исполнения. В режиме одиночных входов (не дифференциальных) входы Vin0...Vin7- являются неинвертирующими, соответствующими каналам ввода с 8-го по 15-й

2.2. Состав и конструкция

Модуль состоит из печатного узла со съемными клеммными колодками, помещенного в корпус, предназначенный для его крепления на DIN-рейку, см. рис. 2.4.

Корпус не предназначен для разборки потребителем и защищен от открывания пломбой на основе самоклеящейся пломбирующей этикетки.

Съемные клеммные колодки позволяют выполнить быструю замену модуля без отсоединения подведенных к нему проводов. Для отсоединения клеммной колодки нужно поддеть ее в верхней части тонкой отверткой. *Шинный разъем*, располагающийся на DIN-рейке, дублирует шины питания и интерфейсные шины RS-485, выведенные на клеммный разъем, что позволяет подключать модули к питанию и интерфейсу RS-485 непосредственно после их установки на DIN-рейку без внешних проводников.

Для крепления на DIN-рейку используют пружинящую защелку, которую оттягивают в сторону от корпуса с помощью отвертки, затем надевают корпус на 35-мм DIN-рейку и защелку отпускают. Для исключения движения модулей вдоль DIN-рейки по краям модулей можно устанавливать стандартные (покупные) зажимы.



Рис. 2.4. Расположение модулей серии NLS на DIN-рейке

2.3. Требуемый уровень квалификации персонала

Модуль спроектирован таким образом, что никакие действия персонала в пределах разумного не могут вывести его из строя. Поэтому квалификация

персонала влияет только на быстроту освоения работы с модулем, но не на его надежность и работоспособность.

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

2.4. Маркировка и пломбирование

На левой боковой стороне модуля указана его марка, наименование изготовителя (НИЛ АП, ООО), знак соответствия, назначение выводов (клемм), IP степень защиты оболочки, номер сертификата и наименование органа по сертификации взрывозащищенного оборудования.

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

Пломба в форме отрезка специальной пломбирующей самоклеящейся ленты наклеивается на стык между крышкой и основанием корпуса модуля.

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

2.5. Упаковка

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

2.6. Комплект поставки

В комплект поставки входит:

- модуль;
- шинный разъем;
- паспорт.

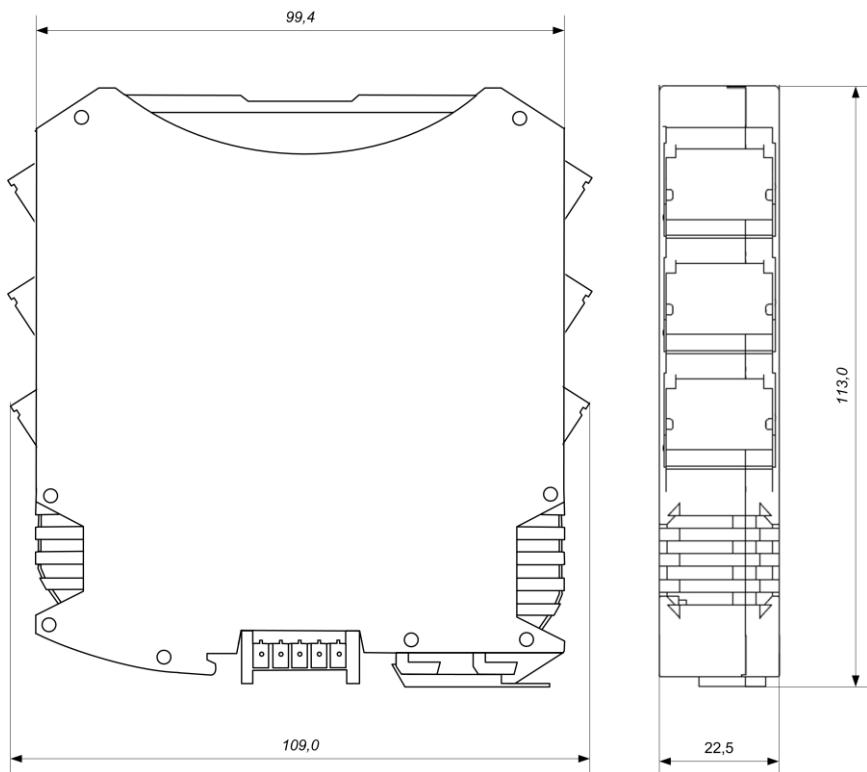


Рис. 2.5. Габаритный чертеж модуля

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 30852.11-2002 – категории I и IА, IВ, IС группы Т1...Т6.

Степень защиты оболочки (корпуса) по ГОСТ 14254-2015 – IP20.

Электрические параметры искробезопасных цепей приведены в табл. 1.

Табл. 1. Параметры искробезопасных цепей

Назначение цепей	Маркировка взрывозащиты		
	0ExiaIICT6 X	0ExiaIIBT6 X	PO ExiaI 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

Технические данные

Назначение цепей	Маркировка взрывозащиты		
	0ExiaIICT6 X	0ExiaIIBT6 X	PO Exial X
Цепь интерфейса RS-485 (клеммы DATA+, DATA-) в режиме передачи			
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:

- модули NLS-8AI-Ex и NLS-8TI-Ex позволяют устанавливать для каждого канала свой диапазон измерений или тип датчиков (в режиме ASCII);
- температурным диапазоном работоспособности от -40 до +50 °С;
- имеют защиты от:
 - неправильного подключения полярности источника питания;
 - превышения напряжения питания;
 - перенапряжения по входу;
 - перегрузки по току нагрузки;
 - электростатических разрядов по входу и порту RS-485;

- выбросов напряжения при индуктивной нагрузке;
- короткого замыкания клемм порта RS-485;
- аппаратная диагностика к.з. и обрыва датчиков;
- имеют возможность "горячей замены", т. е. без предварительного отключения питания;
- сторожевой таймер выполняет рестарт устройства в случае его "зависания" и провалов питания;
- имеют групповую изоляцию входов с тестовым напряжением изоляции 2500 В;
- 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 защиту модуля и соединенного с ним оборудования от высокого синфазного напряжения, которое допустимо на входных клеммах. Изоляция защищает также модуль от разности потенциалов между "землей" источника сигнала и приемника, которая может возникнуть при наличии недалеко расположенного мощного оборудования;
- используют напряжение питания в диапазоне от 12 до 13,3 В;
- разрешающая способность 16 бит;
- программно переключаемые диапазоны входных сигналов: ± 15 мВ, ± 50 мВ, ± 100 мВ, ± 500 мВ, ± 1 В, $\pm 2,5$ В, ± 20 мА (для NLS-8TI-Ex) и ± 150 мВ, ± 500 мВ, ± 1 В, ± 5 В, ± 10 В, ± 20 мА (для NLS-8AI-Ex);
- три типа формата данных: инженерный, шестнадцатеричный, проценты от шкалы. Тип формата выбирается программно;
- скорость обмена через порт RS-485, бит/с: 1200 и менее; 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200. Выбирается программно;
- 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;
- вес модуля составляет 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 NLS-8TI-Ex

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;	±0,1 %	±0,05 %
К -100...+1000 °C J -210...+1200 °C В 0...1820 °C L -100...+800°C E -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 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 NLS-4RTD-Ex

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) $W_{100}=1.617$, -80...100 °С		
120Н (Ni 120) $W_{100}=1.617$, 0...100 °С		
1000П (Pt 1000) $W_{100}=1.385$, -200...600 °С		
50М (Cu' 50) $W_{100}=1,428$, -200...200 °С		

Примечание.

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

Технические данные

Табл. 4. Метрологические характеристики модуля NLS-8AI-Eх

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	$\pm 0,2$ %	$\pm 0,1$ %
± 20 мА	$\pm 0,2$ %	$\pm 0,1$ %

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, ООО 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, общие для всех модулей

Параметр	Значение параметра	Примечание
<i>Параметры порта RS-485</i>		
Защита от перегрева выходных каскадов порта RS-485: - температура срабатывания защиты - температура перехода в рабочее состояние	150 °С 140 °С	Предохраняет выходные каскады от перегрева в случае продолжительного короткого замыкания в шине RS-485. Выходные каскады передатчика порта RS-485 переводятся в высокоомное состояние, пока температура выходного каскада не понизится до 140 °С

Параметр	Значение параметра	Примечание
Защита от короткого замыкания клемм порта RS-485	Есть	
Защита от электростатического разряда и выбросов на клеммах порта RS-485	Есть	
Нагрузочная способность	32	32 аналогичных модуля могут быть подсоединены в качестве нагрузки порта RS-485
Дифференциальное выходное напряжение	от 1,5 до 5 В	При сопротивлении нагрузки от 27 Ом до бесконечности
Синфазное напряжение на зажимах в режиме передачи	от -7 до +12 В	
Ток короткого замыкания выходов	от 35 до 250 мА	При напряжении на зажимах порта от -7 В до +12 В
<i>Параметры приемника порта RS-485</i>		
Уровень логического нуля порта в режиме приема	от -0,2 до +0,2 В	Дифференциальное входное напряжение. При синфазном напряжении от -7 В до +12 В
Гистерезис по входу	70 мВ	
Входное сопротивление	12 кОм	Типовое значение
Входной ток	1 мА	Максимальное значение
<i>Параметры аналоговых входов</i>		
Ток утечки входов при разомкнутых и замкнутых ключах 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 NLS-8AI-Ex равно ±10 В

Технические данные

Параметр	Значение параметра	Примечание
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.
Нелинейность датчика температуры холодного спая LM335AM	0,3 °С	После юстировки, в диапазоне температур датчика LM335AM от -40 до +70 °С
Погрешность датчика температуры холодного спая	±1,5 °С	
Погрешность линеаризации характеристик термомпар и термосопротивлений	±0,1 %	Без учета погрешности датчика, при фиксированной температуре датчика холодного спая.
Ток возбуждения термосопротивлений	200 мкА	Для NLS-4RTD-Ex
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 NLS-8AI-Ex Для NLS-8TI-Ex, NLS-4RTD-Ex
Время измерения, с	0,2*N	N-число активных каналов
Ток тестирования входов на обрыв	2 мкА	Вытекает из неинвертирующего входа в режиме тестирования входов на обрыв
Входная емкость	1 нФ	Ограничивает динамическую точность при большом сопротивлении источника сигнала

Параметр	Значение параметра	Примечание
Полоса пропускания по входу	13,1 Гц	По уровню -3 дБ
Период опроса одного входа	0,1 с	Более медленный опрос задается OPC сервером
Напряжение смещения нуля, в процентах от верхнего значения предела измерения	0,025 %	Для NLS-8AI-Eх – 0,01 %
<i>Параметры цепей питания</i>		
Напряжение питания	от 12 до 13,3 В	Нестабилизированное напряжение. Допускаются пульсации размахом до 1 В, не выводящие напряжение за пределы диапазона 12...13,3 В
Потребляемая мощность NLS-8TI-Eх NLS-4RTD-Eх NLS-8AI-Eх	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.
3. Импеданс нагрузки порта RS-485 равен 100 Ом.

3.5. Предельные условия эксплуатации и хранения

Эксплуатация модулей возможна при следующих условиях окружающей среды:

- температурный диапазон работоспособности от -40 до +50 °С;
- напряжение на входах от -40 до +55 В;
- напряжение питания от +12 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;
- оптимальная температура хранения +5...+40 °С.

3.6. Напряжение изоляции

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

Табл. 6 показывает связь между рабочим и испытательным (тестовым) напряжением по стандарту IEC61010-01.

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

Электрическая прочность изоляции модулей серии NLS испытывалась по ГОСТ 27570.0-87, т.е. синусоидальным напряжением с частотой 50 Гц в течение 60 сек при напряжении 2500 В.

Табл. 6. Зависимость между рабочим и тестовым напряжением

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

4. Описание принципов построения

Модули построены на следующих основных принципах:

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

4.1. Элементная база

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

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

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

4.2. Структура модулей

Модули имеют дифференциальные входы (за исключением NLS-8AI-Ex, 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 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 цифрууправляемым коэффициентом усиления. Это позволяет программно изменять полосу пропускания модуля и диапазон входных напряжений. Число разрядов АЦП уменьшается при увеличении усиления. Поэтому для работы с термопарами число разрядов было уменьшено до 16, что позволило получить максимальное усиление.

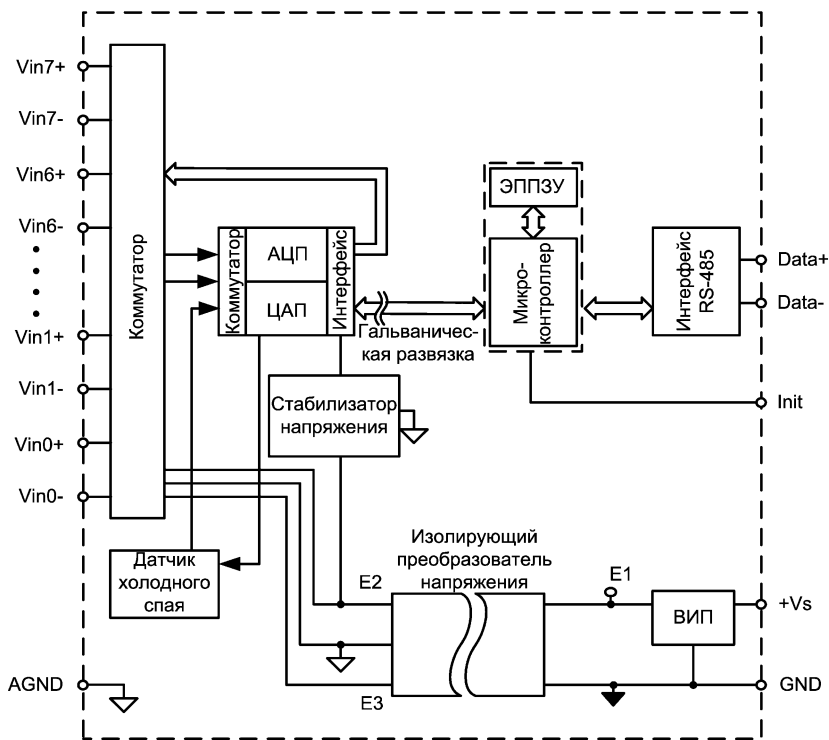


Рис. 4.1. Структурная схема модуля NLS-8TI-Ex

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).

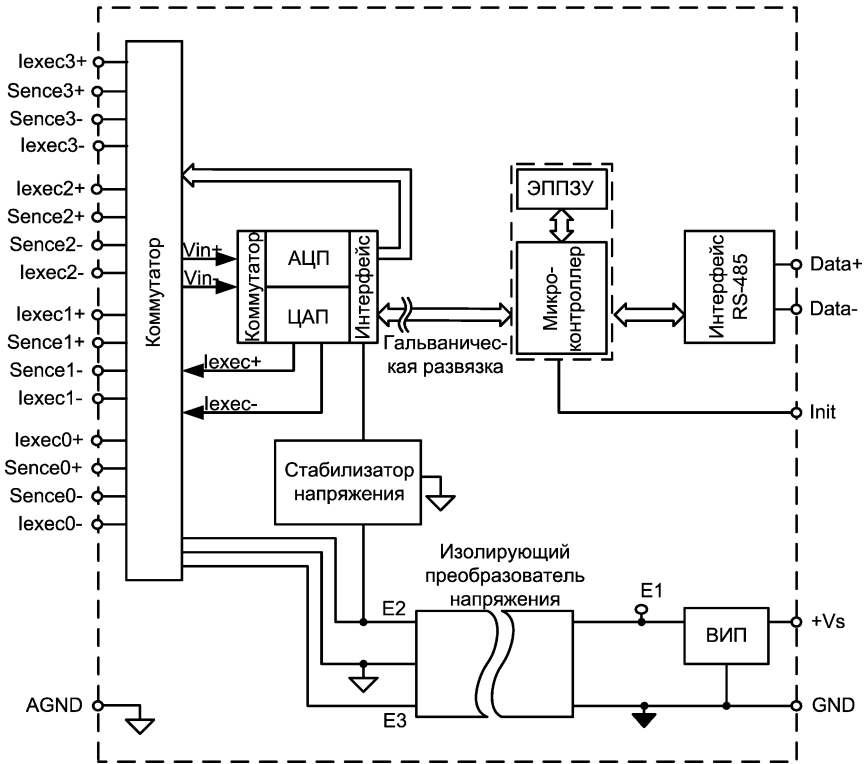


Рис. 4.2. Структурная схема модуля NLS-4RTD-Ex

Микроконтроллер модуля выполняет следующие функции:

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

Описание принципов построения

В состав модуля входит сторожевой таймер, вырабатывающий сигнал сброса, если микроконтроллер перестает вырабатывать сигнал "ОК" (это периодический сигнал, подтверждающий, что микроконтроллер не "завис").

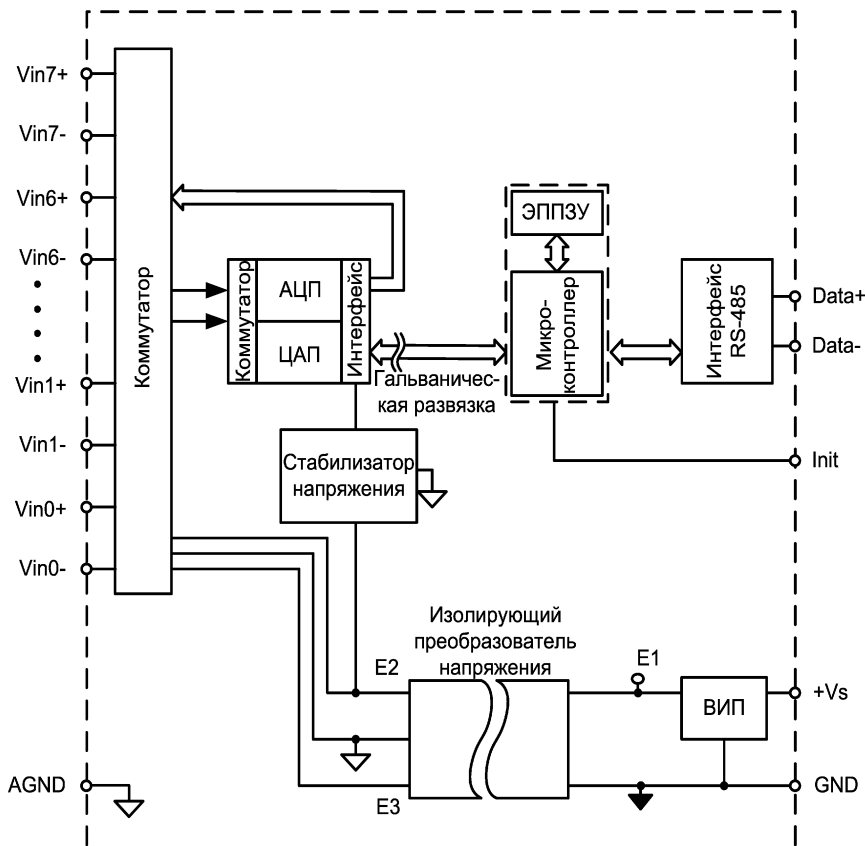


Рис. 4.3. Структурная схема модуля NLS-8AI-Ex

Схема питания модулей содержит вторичный импульсный источник питания, позволяющий с высоким к.п.д. преобразовывать 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. Для питания АЦП используется линейный стабилизатор напряжения, преобразующий +15 В в +5 В.

Интерфейс RS-485 выполнен на стандартных микросхемах фирмы Analog Devices, удовлетворяющих стандартам EIA для интерфейсов RS-485 и RS-422 и имеющих защиту от электростатических зарядов, от выбросов на линии связи, от короткого замыкания и от перенапряжения. Дополнительно в модуле использована позисторная защита от перенапряжения на клеммах порта RS-485. Аналогичная защита использована для входа источника питания.

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

В режиме дифференциальных входов Vin0+...Vin7+ являются неинвертирующими входами каналов с 0-го по 7-й, входы Vin0-...Vin7- являются инвертирующими входами каналов с 0-го по 7-й. Например, входом 0-го дифференциального канала являются выводы Vin0+ и Vin0-, 1-го канала - входы Vin1+ и Vin1- и т.д. В режиме одиночных входов Vin0-...Vin7- являются неинвертирующими входами каналов с 8-го по 17-й.

5. Метрологическое обслуживание

Согласно ст.18, п.1 Закона №102-ФЗ от 26 июня 2008 г. "Об обеспечении единства измерений" средства измерения, не подлежащие поверке, могут подвергаться калибровке. Отличие калибровки от поверки в том, что поверку выполняют органы государственной метрологической службы, а калибровку может выполнять любое заинтересованное лицо. Калибровка выполняется для средств измерений, не подлежащих государственному метрологическому контролю.

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

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

5.1. Методика юстировки модуля

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

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

5.1.1. Средства юстировки

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

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

Источник тестового напряжения подключают к нулевому каналу модуля, между неинвертирующим входом и аналоговой землей AGND (рис. 5.1). 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.

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 52931-2008):

- 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.

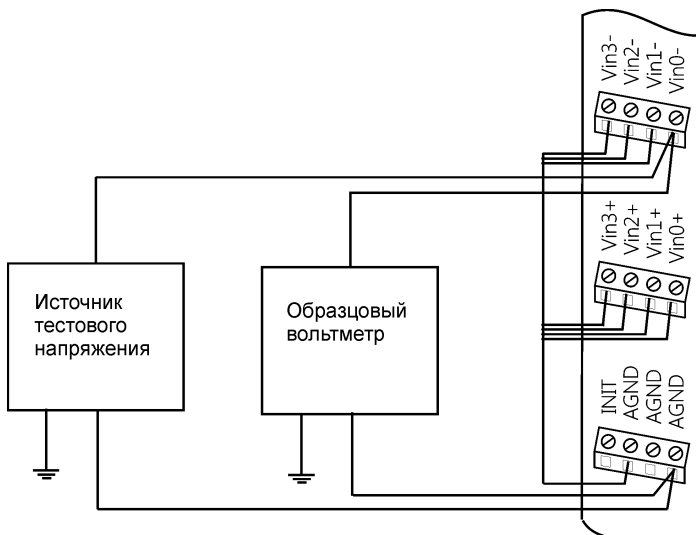


Рис. 5.1. Соединение приборов для юстировки модулей

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. 12.11). Если адрес модуля равен AA=01, новый адрес NN=01 (т.к. мы не хотим его менять), код входного диапазона TT=00 (п. 12.2); скорость обмена 9600 бит/с, т.е. CC=06 (п. 12.1), формат данных FF=81 (12.6, табл. 13), 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.

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

5.2. Юстировка токового диапазона

Для юстировки диапазона 06 (± 20 мА) подключите параллельно входу модуля резистор сопротивлением 125 (рис. 6.6) с ТКС не хуже $\pm 25 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$, например, С2-29В, группы "Д" или модуль NL-8CS, содержащий в своем составе 8 таких резисторов и образцовый амперметр для измерения тока в измерительной цепи. Погрешность сопротивления резистора роли не играет, поскольку она компенсируется в процессе юстировки. Далее выполните процедуру, описанную в предыдущем подразделе, установив предварительно токовый входной диапазон (06) и задавая вместо напряжения ток соответственно 0 мА и +20 мА. **Модуль поставляется потребителю, юстированный в диапазоне ± 20 мА совместно с шунтирующим резистором 125 Ом.**

5.3. Юстировка температурных диапазонов

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

Полупроводниковый датчик температуры холодного спая LM315AM, находящийся внутри модуля, имеет технологический разброс около $\pm 0,5 \dots \pm 1,5$ °C при 20 °C и $\pm 1 \dots \pm 2,5$ °C в диапазоне от -55 до +150 °C, поэтому для увеличения точности измерения при фиксированной температуре окружающей среды эту погрешность нужно скомпенсировать. Поместите модуль целиком в воздушный термостат с температурой, контролируемой образцовым термометром. Используя команду \$AA3 (п. 12.9), считайте показания датчика температуры холодного спая. Определите разность показаний модуля и образцового термометра, измеряющего температуру в термостате, (поправку). Подайте команду разрешения юстировки (п. 12.27). Затем командой \$AA9 введите поправку в модуль.

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

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

5.4. Юстировка модуля NLS-4RTD-Ex

Для юстировки модуля NLS-4RTD-Ex необходим образцовый магазин сопротивлений, которым набирают сопротивления в соответствии с табл. 7. Допускается использовать также термостабильный резистор (например, C2-29B, группы "Д") совместно с образцовым омметром. Омметр используется для измерения сопротивления резистора, а резистор - для юстировки модуля.

Табл. 7. Сопротивление юстировочных резисторов

Код типа термопреобразователя (табл. 12)	20	21	22	23	24	25	26
Сопротивление, Ом	130		175	300	130		175
Код типа термопреобразователя (табл. 12)	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 подключения образцового резистора к модулю (рис. 6.9). **Важно! Юстировка выполняется по нулевому каналу модуля;**
- установить тип диапазона 20 (табл. 12);
- выполнить команду разрешения юстировки ^AAEV(Пароль). По умолчанию пароль - 00000000;
- закоротить входы модуля;
- выполнить команду юстировки нуля \$AA1;
- подсоединить образцовый резистор, сопротивление которого выбрать из табл. 7;
- выполнить команду юстировки коэффициента передачи (\$AA0 = \$010).

При использовании трехпроводной схемы включения датчика (рис. 6.8) юстировку следует проводить с проводами реальной длины (как в условиях эксплуатации). Это позволит скомпенсировать в процессе юстировки паразитное падение напряжения на проводах.

Отметим, что юстировку следует выполнять в той схеме подключения датчика, в которой он будет использоваться. По умолчанию, при производстве, модуль юстируется по 4-х проводной схеме.

5.5. Методика поверки

5.5.1. Проверка соответствия программного обеспечения

Целостность встроенного в модуль программного обеспечения (ПО) проверяется через интерфейс связи с модулем RS-485 путем запроса версии ПО и его контрольной суммы. Запрос версии ПО и контрольной суммы выполняется в режиме связи с модулем по протоколу DCON одной командой \$AAF (см. п. 12.24, стр. 88), 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 NLS-8TI-Ex в hex формате **FFAD**;
- для модуля NLS-8AI-Ex в hex формате **DC24**;
- для модуля NLS-4RTD-Ex в hex формате **5328**.

5.5.2. Поверка модуля

Поверка модулей осуществляется согласно документу: ИЦРМ-МП-056-19 «Модули автоматики серии NL. Методика поверки», утвержденному ООО «ИЦРМ» 24.05.2019.

Перед поверкой проверьте соответствия программного обеспечения.

Межповерочный интервал – 5 лет.

5.6. Методика оценки погрешности измерений

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

При наличии прецизионного измерительного резистора юстировку в режиме измерения тока допускается не проводить. В этом случае погреш-

ность 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.

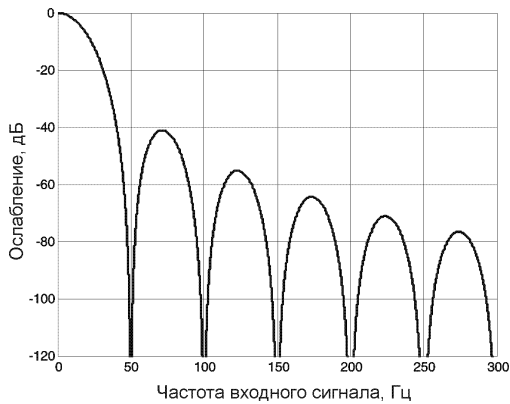
Выше рассмотрена основная погрешность измерения. Для учета температурной погрешности, вызванной влиянием температуры окружающей среды, следует учитывать дополнительную погрешность, величина которой пропорциональна отклонению температуры от 20 °С:

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

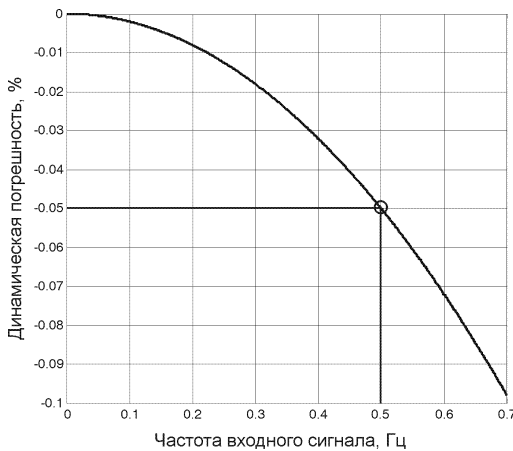
где $\delta_{\text{доп.}}$ - дополнительная погрешность из табл. 5.

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

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.



а)



б)

Рис. 5.2. АЧХ $SINC^3$ фильтра, входящего в состав каждого модуля

На величину погрешности измерения влияют помехи нормального вида (т.е. когда источник помехи включен последовательно с источником сигнала), которые ослабляются цифровым $SINC^3$ фильтром модуля. Однако наличие фильтра приводит к появлению динамической погрешности измерения в случае, когда входной сигнал модуля не является постоянным. Используя амплитудно-частотную характеристику фильтра (рис. 5.2), 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:

- модуль;
- программируемый логический контроллер (ПЛК) или управляющий компьютер, который может выводить ASCII коды через порт RS-232 или RS-485 (например, IBM PC совместимый);
- искробезопасный источник питания напряжением 12 В;
- конвертер порта RS-232 в RS-485 (если компьютер не имеет порта RS-485).

Желательно также иметь OPC сервер и, если необходимо, репитер (ретранслятор) сети RS-485. Модуль может быть использован и без OPC сервера. При этом управление модулем выполняется любой программой, способной посылать ASCII - коды в порт RS-232 (RS-485), например, программой 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 автоматики модули с маркировкой взрывозащиты [Exia]ПС/ПВ или [Exia]I (повторитель интерфейса NLS-485CC, 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).

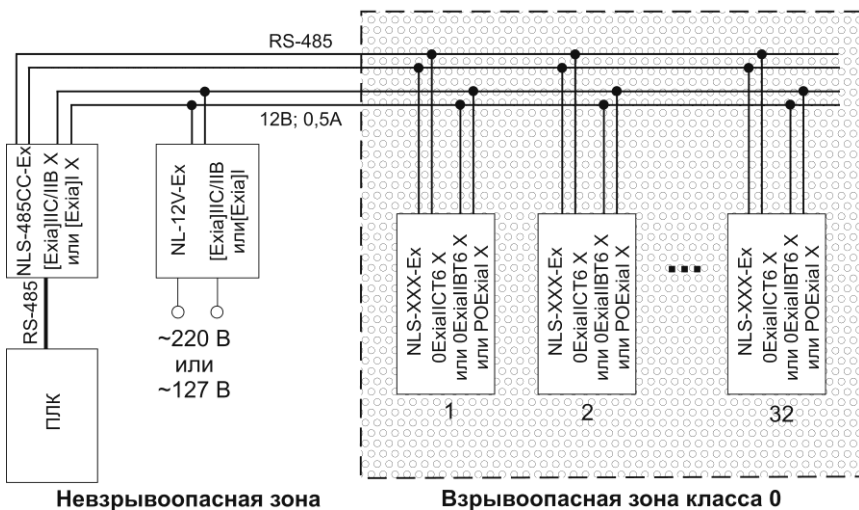


Рис. 6.1. Блок-схема искробезопасной системы

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.

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.

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 [Exia]IIC 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 наилучшие 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)).

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, стабилитроны, конденсаторы, катушки индуктивности, терморелы, 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. Органы индикации модуля

На лицевой панели модуля расположены два светодиодных индикатора: красный и зеленый. Свечение красного светодиода означает отказ модуля.

Зеленый светодиод горит при нормальной работе модуля. Мигание зеленого светодиода при потухшем красном означает ошибку системного сторожевого таймера.

6.3. Монтирование модуля

Модули могут быть использованы на производствах и объектах вне взрывоопасных зон в соответствии с настоящим Руководством по эксплуатации и действующими нормативными документами Госгортехнадзора России по безопасности.

Модуль может быть установлен в шкафу на DIN-рейку.

Для крепления на DIN-рейку нужно оттянуть пружинящую защелку (рис. 6.2), затем надеть модуль на рейку и отпустить защелку. Чтобы снять модуль, сначала оттяните ползунок, затем снимите модуль. Оттягивать защелку удобно отверткой.

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

При установке модуля вне помещения его следует поместить в пылевлагозащищенном корпусе с необходимой степенью защиты.

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.

При неправильной полярности источника питания модуль не выходит из строя, но 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 напряжения на проводе не уменьшило напряжение на клеммах модуля ниже +10 В. К примеру, сопротивление медных проводов длиной 100 м

может составлять около 10 Ом. Если к этому проводу подключены три модуля серии NLS, то общий потребляемый ток составит около 0,3 А. Падение напряжения на таком сопротивлении составит 3 В. Следовательно, напряжение источника питания должно быть не менее 13 В или нужно увеличить площадь поперечного сечения провода. Подключение источника питания к модулю мы рекомендуем выполнять цветными проводами. Положительный полюс источника должен быть подключен красным проводом к выводу +Vs модуля, земля подключается черным проводом к выводу GND.



Рис. 6.2. Вид снизу на модуль серии NLS

Модуль допускает "горячую замену", т.е. он может быть заменен без предварительного выключения питания и остановки всей системы. Перед установкой нового модуля следует записать в него все необходимые конфигурационные установки. Возможность горячей замены достигнута благодаря высокой степени защиты модуля от небрежного использования. Тем не менее, в аварийном режиме работы системы желательно убедиться, что напряжения в подключаемых цепях не превышают предельно допустимых значений (см. раздел 3.4).

Подсоединение модуля к промышленной сети на основе интерфейсов RS-485 выполняется экранированной витой парой. Такой провод уменьшает наводки на кабель и повышает устойчивость системы к сбоям во

время эксплуатации. Один из проводов витой пары подключают к выводу DATA+ модуля. Этот провод желательно выбрать желтым. Второй провод должен быть зеленым и подключаться к выводу DATA- модуля.

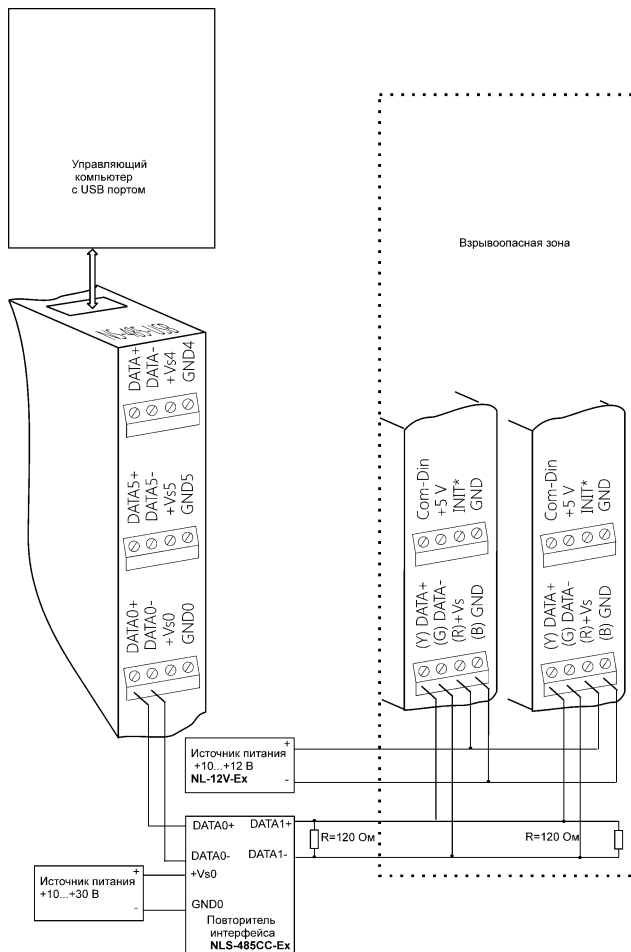


Рис. 6.3. Подключение модулей взрывозащищенного исполнения к порту USB компьютера

Подключите клеммы порта RS-485 модуля через преобразователь интерфейса к порту USB IBM-совместимого компьютера (рис. 6.3). Инсталлируйте OPC сервер NЛорс на Вашем компьютере. О применении OPC сер-

вера см. раздел 7.1. После подключения сервера и нажатия иконки "Обновление данных сервером" поступающие данные отображаются напротив названий входов модуля в окне OPC сервера.

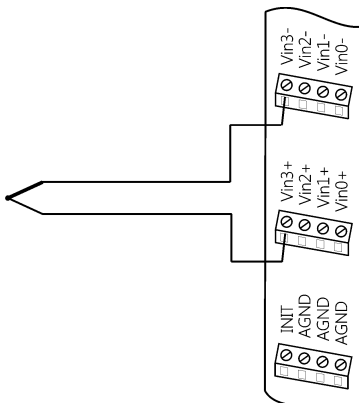


Рис. 6.4 . Подключение термопары к каналу 3 модуля NLS-8TI-Ex.

6.4. Программное конфигурирование модуля

Прежде чем подключить модуль к сети, его необходимо сконфигурировать, т.е. задать скорость обмена данными, установить бит контрольной суммы, адрес, номер входного диапазона и формат данных (см. раздел 12).

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 NLS-8AI-Ex и $\pm 2,5$ В для NLS-8TI-Ex;

- контрольная сумма отключена;
- максимальное подавление помехи на частоте 50 Гц;
- все входы мультиплицируются по очереди;
- формат данных - инженерные единицы.

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.

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

Сначала подключите модуль к компьютеру, как показано на рис. 6.5. Если компьютер не имеет порта RS-485, то можно использовать преобразователь интерфейса NLS-232C.

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

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

Чтобы изменить *скорость обмена*, нужно сделать следующее:

- соединить вывод INIT* с "землей";
- включить питание модуля;
- ввести команду изменения контрольной суммы и скорости обмена (см. пример ниже);

- выключить питание модуля;
- отключить вывод INIT* от "земли";
- включить питание;
- проверить сделанные изменения. Не забудьте сделать соответствующие изменения скорости обмена и контрольной суммы на управляющем компьютере.

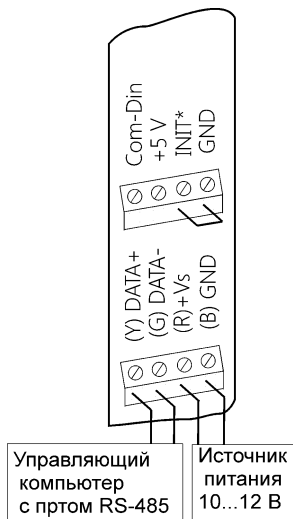


Рис. 6.5. Соединение вывода INIT* с "землей" для изменения скорости обмена и включения режима с контрольной суммой

Пример.

Для изменения контрольной суммы можно поступить следующим образом. Сначала считайте текущее состояние модуля командой \$012, т.е. адрес модуля равен 01, цифра 2 означает "чтение конфигурации модуля" (см. п. 12.16, \$AA2). Предположим, ответ модуля получили в виде !01000600 (см. п. 12.16). Здесь первые две цифры (01) означают адрес модуля, вторые две (00) - код входного диапазона, третьи две (06) - скорость работы (см. табл. 8), четвертые две (00) - формат данных (см. табл. 13).

Чтобы включить использование контрольной суммы, надо сначала, пользуясь табл. 13 составить последний байт (FF) команды %AANNTTCCFF (п. 12.11), например, в виде 11000000. В этом слове шестой бит (если от-

считывать от нулевого), установленный в "1", означает, что контрольная сумма будет использоваться во всех командах (см. табл. 13). Теперь полученное двоичное слово надо перевести в шестнадцатеричное (11000000=C0h) и добавить его к команде %AANNTCCFF в позицию FF. Используя ранее считанные данные !01000600, команду %AANNTCCFF теперь можно записать в виде %010106C0. После ее пересылки в модуль контрольная сумма будет использоваться всегда, а ее отсутствие будет рассматриваться модулем как ошибка.

6.4.3. 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 должны быть представлена в шестнадцатеричной системе счисления. Если сумма больше FFh, то в качестве контрольной суммы используется только младший байт. Если контрольная сумма в команде записана ошибочно или пропущена, модуль отвечать не будет.

Пример.

Предположим, мы хотим переслать в модуль команду \$012(cr) (см. п. 12.16 \$AA2). Сумма ASCII кодов (см. табл. 14) символов команды (символ возврата каретки не считается) равна

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

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

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

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

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 формата данных можно командой %AANNTTCCFF (п. 12.11), как это описано в примере к разделу 6.4.2. Для этого следует воспользоваться справочной табл. 13.

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 (рис. 6.6) или модули NLS-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.

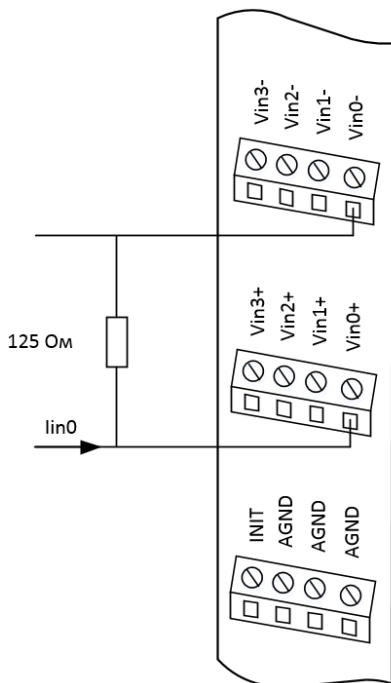


Рис. 6.6. Пример подключения шунтирующего резистора на дифференциальный канал модуля NLS-8AI-Ex для измерения тока в диапазоне ± 20 мА.

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

6.6. Особенности работы с термопарами

Термопара является нелинейным преобразователем температуры в напряжении. Для компенсации нелинейности в модулях NLS-8TI-Ex 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.

6.7. Особенности работы с резистивными термопреобразователями

Резистивные медные, платиновые или никелевые термопреобразователи сопротивления подключаются к модулю NLS-4RTD-Ex по одному из трех вариантов (рис. 6.7 - рис. 6.9). Для измерения сопротивления из модуля в термопреобразователь задают ток с помощью "идеальных" источников тока I_{ex+} и I_{ex-} и снимают величину падения напряжения на датчике с помощью потенциальных входов модуля Sense+ и Sense-. При фиксированном токе падение напряжения прямо пропорционально сопротивлению датчика, которое затем пересчитывается в значения температуры по табличным данным, взятым из ГОСТ 6651-2009 и хранимым в ЭППЗУ модуля.

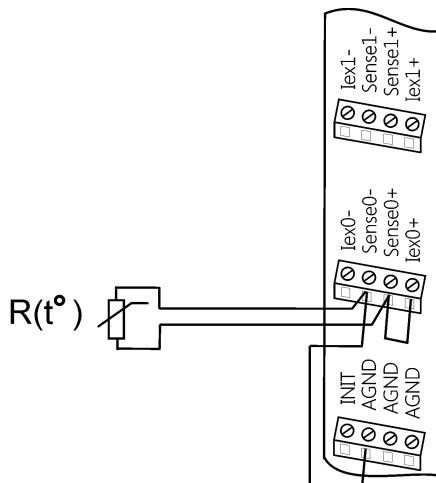


Рис. 6.7. Двухпроводное подключение резистивного термопреобразователя к модулю NLS-4RTD-Ex

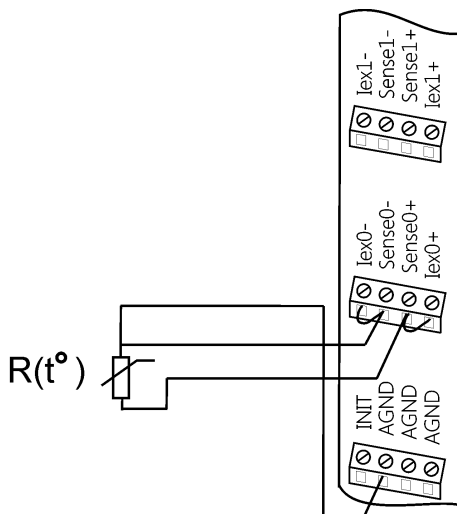


Рис. 6.8. Трехпроводное подключение резистивного термопреобразователя к модулю NLS-4RTD-Ex

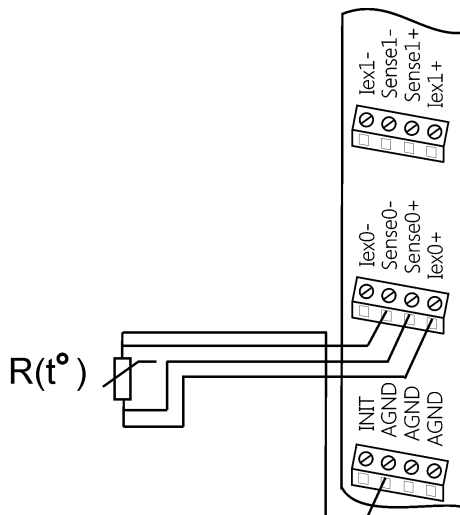


Рис. 6.9. Четырехпроводное подключение резистивного термопреобразователя к модулю NLS-4RTD-Ex

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

В общем случае необходимо учитывать сопротивление проводов, которое может быть сравнимо с сопротивлением датчика (обычно 50-100 Ом). Для этого используют трехпроводную или четырехпроводную схему включения.

Особенность трехпроводной схемы состоит в том, что она основана на принципе взаимной компенсации падений напряжений на проводах, по которым текут одинаковые токи в противоположных направлениях. Поэтому она компенсирует только среднее значение сопротивлений проводов, но не может компенсировать их разность. Кроме того, в погрешность измерения добавляется погрешность рассогласования токов источников тока I_{ex+} и I_{ex-} . Достоинством этой схемы по сравнению с четырехпроводной является 30 % экономия соединительных проводов.

Четырехпроводная схема (рис. 6.9) 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. 6.9). Эта схема измерения является наиболее точной.

При подключении 4-х датчиков, на одну из клемм AGND (любую) можно подключить параллельно провода от двух термосопротивлений.

6.8. 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 NLS, 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.

6.9. Промышленная сеть на основе интерфейса RS-485

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

RS-485 является стандартным интерфейсом, специально спроектированным для двунаправленной передачи цифровых данных в условиях индустриального окружения. Он широко используется для построения промышленных сетей, связывающих устройства с интерфейсом RS-485 на расстоянии до 1,2 км (репитеры позволяют увеличить это расстояние). Линия передачи сигнала в стандарте RS-485 является дифференциальной, симметричной относительно "земли". Один сегмент промышленной сети может содержать до 32 устройств. Передача сигнала по сети является двунаправленной, иницируемой одним ведущим устройством, в качестве которого обычно используется офисный или промышленный компьютер (контроллер). Если управляющий компьютер по истечении некоторого времени не получает от модуля ответ, обмен прерывается, и инициатива

вновь передается управляющему компьютеру. Любой модуль, который ничего не передает, постоянно находится в состоянии ожидания запроса. Ведущее устройство не имеет адреса, ведомые - имеют.

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

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

Размер адресного пространства модулей позволяет объединить в сеть 256 устройств. Однако при использовании для адресации кода скорости обмена можно адресовать 2048 устройств. Поскольку нагрузочная способность интерфейса RS-485 модулей составляет 32 стандартных устройства, для расширения сети до 256 единиц необходимо использовать RS-485 репитеры между фрагментами, содержащими до 32 модулей. Конвертеры и репитеры сети не являются адресуемыми устройствами и поэтому не уменьшают предельную размерность сети.

Управляющий компьютер, имеющий порт RS-485, подключается к сети непосредственно. Компьютер с портом RS-232 подключается через преобразователь интерфейса USB в RS-485, (например, NLS-485-USB) (рис. 6.3).

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

Любые разрывы зависимости импеданса линии от пространственной координаты вызывают отражения и искажения сигналов. Чтобы избежать отражений на концах линии, к ним подключают согласующие резисторы (рис. 6.3). Сопротивление резисторов должно быть равно волновому сопротивлению линии передачи сигнала. Если на конце линии сосредоточено много приемников сигнала, то при выборе сопротивления согласующего резистора надо учитывать, что входные сопротивления приемников оказываются соединенными параллельно между собой и параллельно согласующему резистору. В этом случае суммарное сопротивление приемников сигнала и согласующего резистора должно быть равно волновому сопротивлению линии. Поэтому на рис. 6.3 сопротивление $R=120$ Ом, хотя волновое сопротивление линии равно 100 Ом. Чем больше приемников

сигнала на конце линии, тем большее сопротивление должен иметь терминальный резистор.

Наилучшей топологией сети является длинная линия, к которой в разных местах подключены адресуемые устройства (рис. 6.3). Структура сети в виде звезды не рекомендуется в связи со множественностью отражений сигналов и проблемами ее согласования.

6.10. Контроль качества и порядок замены устройства

Контроль качества модуля при производстве выполняется на специально разработанном стенде, где измеряются все его параметры. Пользователь может убедиться в работоспособности модуля, подключив его к компьютеру и приняв с помощью OPC сервера NLogc напряжения, поданные на вход.

Неисправные модули до наступления гарантийного срока могут быть заменены на новые у изготовителя.

6.11. 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 NLS 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 NLS не поставляются. Для тех, кому OPC сервис является чрезмерно громоздким и трудным в изучении, в OPC сервер NЛорс введен упрощенный интерфейс EasyAccess с сокращенным набором функций.

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

7.1. OPC сервер NЛорс

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

OPC сервер NЛорс работает не только с модулями серии NLS, 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 NLS и RL неограниченному числу клиентских программ, если они соответствуют стандарту OPC. Сервер NЛорс 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 соблюдении условий эксплуатации.

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

Претензии не принимаются при отсутствии в паспорте на модуль подписи и печати предприятия-производителя.

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

11. Сведения о сертификации

Модули серии NLS взрывозащищенного исполнения сертифицированы на соответствие техническому регламенту Таможенного союза «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах» (ТР ТС 012/2011), **сертификат соответствия № ЕАЭС RU С RU.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.

Модули удовлетворяет требованиям следующих стандартов:

- ГОСТ 31610.0-2014 (IEC 60079-0:2011) Взрывоопасные среды. Часть 0. Оборудование. Общие требования.
- ГОСТ 31610.11-2014 «Взрывоопасные среды. Часть 11. Оборудование с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь «i».

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. 8. 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 NLS-8TI-Ex

Табл. 9. Коды входных диапазонов

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

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

12.3. Коды входных диапазонов модуля NLS-8AI-Ex

Табл. 10. Коды входных диапазонов модуля NLS-8AI-Ex

Код типа входа	Диапазон	Формат данных	Диапазон		Разрешение
08	От -10 до +10 В	Инженерные единицы	+10.000	-10.000	1 мВ
		% от шкалы	+100.00	-100.00	0.01%
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000	МЗР
09	От -5 до +5 В	Инженерные единицы	+5.0000	-5.0000	100 мкВ
		% от шкалы	+100.00	-100.00	0.01%
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000	МЗР

Справочные данные

Код типа входа	Диапазон	Формат данных	Диапазон		Разрешение
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

Диапазоны измерений для каждого модуля приведены в табл. 2 - табл. 4.

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

Табл. 11. Коды типов термопар

Код Типа входа	Тип термопары	Формат данных	Диапазон		Разрешение
0E	Термопара J-типа (ТЖК) От -210 до +1200 °С	Инженерные единицы	+1200.0	-0210.0	0,1°С
		% от шкалы	+100.00	-017.50	0.01%
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	E999	МЗР
0F	Термопара K-типа (ТХА) От -100 до +1200 °С	Инженерные единицы	+1372.0	-0270.0	0,1°С
		% от шкалы	+100.00	-019.68	0.01%
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	E6CF	МЗР

Справочные данные

Код Типа входа	Тип термо- пары	Формат данных	Диапазон		Раз- реше- ние
10	Термопара Т- типа (ТМК) От -100 до +400 °С	Инженерные единицы	+400.00	-270.00	0,01°С
		% от шкалы	+100.00	-067.50	0.01%
		2-байтный шестнадцатерич- ный	7FFF	A999	МЗР
11	Термопара Е- 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 шестнадцатерич- ный	7FFF	DD71	МЗР
12	Термопара R- типа (ТПП - плат. 13%) От 500 до +1750 °С	Инженерные единицы	+1750.0	-50.0	0,1°С
		% от шкалы	+100.00	-002.85	0.01%
		2-байтный шестнадцатерич- ный	7FFF	FC58	МЗР
13	Термопара S- типа (ТПП, плат. 10%) От +500 до +1750 °С	Инженерные единицы	+1750.0	-50.0	0,1°С
		% от шкалы	+100.00	-002.85	0.01%
		2-байтный шестнадцатерич- ный	7FFF	FC58	МЗР
14	Термопара В- типа (ТПР) От 0 до +1820 °С	Инженерные единицы	+1820.0	0000.0	0,1°С
		% от шкалы	+100.00	000.00	0.01%
		2-байтный шестнадцатерич- ный	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 шестнадцатерич- ный	7FFF	E56B	МЗР
16	Зарезервиро- вано				

Справочные данные

Код Типа входа	Тип термо- пары	Формат данных	Диапазон		Раз- реше- ние
17	Термопара L- типа (ТХК) От -100 до +800 °С	Инженерные единицы	+800.00	-200.00	0,01 °С
		% от шкалы	+100.00	-025.00	0.01%
		2-байтный шестнадцатерич- ный	7FFF	E000	МЗР
18	Зарезервиро- вано				

Примечание.

1. Диапазоны измерений для каждого модуля приведены в табл. 2 - табл. 4.
2. Возможно введение других типов термопар по заказу.

12.5. Коды типов термопреобразователей сопротивления

Табл. 12. Коды типов термопреобразователей

Код типа входа	Тип преобразо- вателя	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 шестнадцатерич- ный	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 шестнадцатерич- ный	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 шестнадцатерич- ный	7FFF	0000
		Ом	+175.84	+000.00

Код типа входа	Тип преобразователя	Формат данных	Верхняя граница диапазона	Нижняя граница диапазона
23	Платиновый 100П (Pt 100) $\alpha=0.00385$ 0...600 °C	Инженерные единицы	+600.00	+000.00
		% от шкалы	+100.00	+000.00
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000
		Ом	+313.59	+000.00
24	Платиновый 100П (Pt 100) $\alpha=0.003916$ -100...100 °C	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) $\alpha=0.003916$ 0...100 °C	Инженерные единицы	+100.00	+000.00
		% от шкалы	+100.00	+000.00
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	0000
		Ом	+139.16	+000.00
26	Платиновый 100П (Pt 100) $\alpha=0.003916$ 0...200 °C	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 °C	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 °C	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 °C	Инженерные единицы	+100.00	+000.00
		% от шкалы	+100.00	+000.00
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	0000
		Ом	+200.64	+000.00

Справочные данные

Код типа входа	Тип преобразователя	Формат данных	Верхняя граница диапазона	Нижняя граница диапазона
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
2B	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
2C	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

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

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

Табл. 13. 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 NLS-4RTD-Ex)

12.7. Кодировка ASCII символов

Табл. 14. Кодировка ASCII символов

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

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

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

12.8. Синтаксис команд

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

12.9. Список команд модулей

Табл. 15. Общий набор команд

Команда	Ответ	Описание	стр.
^RESET	!RESET_OK	Сброс модуля в заводские настройки (выполнение возможно только в режиме “Init”)	74
%AANNTTCCFF	!AA	Устанавливает адрес, диапазон входных напряжений, скорость обмена, формат данных, контрольную сумму*	75
#AA	>(Data)	Возвращает все входные значения для заданного модуля	76
#AAN	>(Data)	Возвращает входное значение в канале номер N для модуля с заранее заданным адресом	77
\$AA0	!AA	Выполняет юстировку аналогового модуля для компенсации погрешности коэффициента передачи*	78
\$AA1	!AA	Выполняет юстировку аналогового модуля для компенсации погрешности смещения нуля*	79
\$AA2	!AATTCCFF	Возвращает параметры конфигурации модуля с указанным адресом	80
\$AAB	!AAS	Тестирование обрыва в цепи термопары	87
\$AAF	!AA(Data)	Возвращает код версии микропрограммы, записанной в модуле, и ее контрольную сумму	88
\$AAM	!AA(Data)	Возвращает имя модуля с заданным адресом	89
~AAO(Data)	!AA	Установка имени модуля*	90
^AAEV(Пароль)	!AA	Юстировка разрешена / блокирована	91

Команда	Ответ	Описание	стр.
~**	Нет ответа	Ведущий компьютер посылает это сообщение (сигнал системного сторожевого таймера) в качестве подтверждения того, что он не завис	92
~AA0	!AASS	Чтение статуса модуля	93
~AA1	!AA	Сброс статуса модуля*	94
~AA2	!AAVV	Чтение таймаута системного сторожевого таймера	95
~AA3Evv	!AA	Установка таймаута системного сторожевого таймера*	96
^AAC(Пароль)	!AA	Смена пароля	109
^AAM	!AA(NAME)	Считать RLDA имя модуля	106
^AAO(NAME)	!AA	Установить имя модуля*	107

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

Табл. 16. Набор команд модуля NLS-8TI-Ex

Команда	Ответ	Описание	стр.
\$AA3	>(Data)	Возвращает температуру датчика холодного спая	81
\$AA5VV	!AA	Блокировка или разблокировка каналов*	82
\$AA6	!AAVV	Запрос состояния всех восьми каналов	83
\$AA7CiRrr	!AA	Установка индивидуального диапазона для каждого канала	84
\$AA8Ci	!AACiRrr	Чтение диапазона измерений для канала i	85
^AABN	!AAS	Тестирование обрыва датчика	103
\$AA9(Data)	!AA	Юстирует датчик температуры холодного спая путем компенсации сдвига нуля	86
^AAX	!AAXV	Чтение состояния вкл/выкл компенсации холодного спая	110
^AAXV	!AA	Установка состояния вкл/выкл компенсации холодного спая	111

Справочные данные

Табл. 17. Набор команд модуля NLS-8AI-Ex

Команда	Ответ	Описание	стр.
\$AA5VV	!AA	Блокировка или разблокировка каналов*	82
\$AA6	!AAVV	Запрос состояния всех восьми каналов	83
\$AA7CiRrr	!AA	Установка индивидуального диапазона для каждого канала	84
\$AA8Ci	!AACiRrr	Чтение диапазона измерений для канала i	85
^AA	>(Data)	Чтение каналов с 8 по 15	97
^AAN (N-номер канала)	>(Data)	Чтение одного из каналов с 8 по 15	98
^AAN (N-символ)	!AA	Чтение типа входов (одиночные или дифференциальные)	99
^AA6	!AAVV	Запрос статуса 8 каналов	105
^AA5VV	!AA	Блокировка каналов с 8 по 15*	100
^AANN	!AA	Установить дифференциальный или одиночный режим для NLS-8AI-Ex*	108

Табл. 18. Набор команд модуля NLS-4RTD-Ex

Команда	Ответ	Описание	стр.
^AA0	!AA	Юстировка усиления 4-го канала	101
^AA1	!AA	Юстировка смещения 4-го канала	102
^AABN	!AAS	Тестирование обрыва датчика	104

12.10. ^RESET

Описание: сброс модуля в заводские установки. Выполнение команды возможно только в режиме “INIT” (см. п. 6.4.2).

Синтаксис: ^RESET(cr)

Ответ модуля на команду:

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

Пример:

Команда: ^RESET(cr)

Ответ: !RESET_OK.

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

12.11. %AANNTTCCFF

Описание: Установить конфигурацию модуля.

Синтаксис: %AANNTTCCFF[CHK](cr), где

AA- адрес (от 00 до FF);

NN- новый адрес (от 00 до FF);

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

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

FF - новый формат данных (12.6).

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

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.

12.12. #AA

Описание: Чтение входных данных.

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

Ответ модуля на эту команду:

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

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

Здесь >- символ-разделитель при выполненной команде;

(Data) - измеренные данные.

Пример.

Команда: #01(cr).

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

Команда: #02(cr).

Ответ: >ED3A12ACFF0FED3A12ACFF0F.

В ответе модуля содержатся данные со всех его входов.

12.13. #AAN

Описание: Чтение входных данных по каналу.

Синтаксис: #AAN[CHK](cr), где

AA- адрес (от 00 до FF);

N- номер канала.

Ответ модуля на эту команду:

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

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

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

Здесь

>- символ-разделитель при выполненной команде;

?- символ-разделитель при невыполненной команде;

(Data) - измеренные данные.

Пример:

Команда: #010(cr).

Ответ: >+1.2345.

Из модуля поступили данные со входа 0 в десятичном формате.

Команда: #021(cr).

Ответ: >ED3A.

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

12.14. \$AA0

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

Синтаксис: \$AA0[CHK](cr), где

AA- адрес (от 00 до FF);

0- команда юстировки диапазона.

Ответ на эту команду:

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

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

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

Здесь

!- символ-разделитель при выполненной команде;

?- символ-разделитель при невыполненной команде;

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

Пример:

Команда: \$010(cr).

Ответ: !01.

Юстировка диапазона выполнена.

Команда: \$020(cr).

Ответ: ?02.

Юстировка диапазона не выполнена.

12.15. \$AA1

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

Синтаксис: \$AA1[CHK](cr), где

AA- адрес (от 00 до FF);

1- идентификатор команды.

Ответ на эту команду:

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

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

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

Здесь

!- символ-разделитель при выполненной команде;

?- символ-разделитель при невыполненной команде;

AA адрес ответившего модуля (от 00 до FF)

Пример:

Команда: \$011(cr).

Ответ: !01.

Юстировка смещения нуля выполнена.

Команда: \$021(cr).

Ответ: ?02.

Юстировка смещения нуля не выполнена.

12.16. \$AA2

Описание: Чтение конфигурации модуля.

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

Ответ на эту команду:

если команда выполнена, то !AATCCFF[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);

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

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

FF формат данных (См. п. 12.6).

Пример:

Команда: \$012(cr).

Ответ: !01090600.

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

12.17. \$AA3

Описание: Чтение температуры холодного спая¹.

Синтаксис: \$AA3[CHK](cr), где

AA- адрес (от 00 до FF);

3- команда чтения температуры холодного спая.

Ответ модуля на эту команду:

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

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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

Здесь

>- символ-разделитель при выполненной команде;

?- символ-разделитель при невыполненной команде;

(Data) - измеренные данные.

Пример:

Команда: \$013(cr).

Ответ: >+0023.5.

Температура холодного спая +23,5 градуса.

¹ Только для NLS-8TI

12.18. \$AA5VV

Описание: Блокировка или разблокировка каналов².

Синтаксис: \$AA5VV[CHK](cr), где

AA- адрес модуля (от 00 до FF);

5- номер команды.

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

Ответ модуля на эту команду:

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

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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

Здесь

AA - адрес ответившего модуля.

Пример:

Команда: \$0155A(cr). Ответ: !01.

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

² Для всех модулей кроме NLS-4RTD

12.19. \$AA6

Описание: Чтение статуса каналов³

Синтаксис: \$AA6[CHK](cr), где

\$- символ-разделитель;

AA- адрес модуля (от 00 до FF);

6- 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 NLS-4RTD

12.20. \$AA7CiRrr

Описание: Установка диапазона для канала

Синтаксис: \$AA7CiRrr, где

\$- символ -разделитель;

AA- адрес (от 00 до FF);

C- идентификатор команды;

i - номер канала (0-F);

R - идентификатор команды;

rr – номер устанавливаемого диапазона для канала с номером i, см. п. 12.2, п. 12.3, п. 12.4.

Ответ на эту команду:

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

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

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

Здесь

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

Пример:

Команда: \$017C5R04. Ответ: !01.

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

12.21. \$AA8Ci

Описание: Чтение диапазона измерений канала с номером *i*

Синтаксис: \$AA8Ci, где

\$- символ -разделитель;

AA- адрес (от 00 до FF);

C- идентификатор команды;

i - номер канала (0-F), см. п. 12.2, п. 12.3, п. 12.4.

Ответ на эту команду:

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

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

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

Здесь

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

C - идентификатор команды.

i - номер канала (0-F)

R - идентификатор команды.

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

Пример:

Команда: \$018C5 Ответ: !01C5R04

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

12.22. \$AA9(Data)

Описание: Коррекция погрешности измерения температуры холодного спая (для NLS-8TI-Ex, выполняется только после подачи команды разрешения юстировки п. 12.27).

Синтаксис: \$AA9(Data)[CHK](cr), где

\$- символ-разделитель;

AA- адрес (от 00 до FF);

9- идентификатор команды;

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

Ответ на эту команду:

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

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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

Здесь

!- символ-разделитель при выполненной команде;

?- символ-разделитель при невыполненной команде;

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

Пример:

Команда: \$019+000F(cr) .

Ответ: !01

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

12.23. \$AAB

Описание: Тестирование обрыва в цепи термопары⁴

Синтаксис: \$AAB[CHK](сг), где

\$- символ-разделитель;

AA- адрес (от 00 до FF);

B- идентификатор команды.

Ответ на эту команду:

если команда выполнена, то !AAS[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);

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. 82).

⁴ Только для NLS-8TI

12.24. \$AAF

Описание: Чтение версии программы и контрольной суммы ПО.

Синтаксис: \$AAF[CHK](cr), где

\$- символ-разделитель;

AA- адрес (от 00 до FF);

F- команда чтения версии.

Ответ на эту команду:

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

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

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

Здесь

!- символ-разделитель при выполненной команде;

?- символ-разделитель при невыполненной команде;

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

Data- версия программы и контрольная сумма ПО.

Пример:

Команда: \$01F(cr).

Ответ: !01 23.05.11 DC24

Версия программы - 23.05.11

Контрольная сумма ПО - DC24

12.25. \$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.

12.26. ~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".

12.27. ^AAEV(Пароль)

Описание: Разрешение/блокировка юстировки.

Синтаксис: ^AAEV(Пароль)[CHK](cr), где

AA- адрес (от 00 до FF);

E- команда разрешение/блокировка юстировки;

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

Пароль – 8 символов (пароль может состоять только из заглавных букв латинского алфавита, цифр и знака подчеркивания, прочие символы недопустимы и будут восприниматься как ошибочные). Пароль, устанавливаемый при выпуске модуля 00000000, должен быть с помощью команды смены пароля (см. 12.45) заменен на пароль пользователя, ответственного за юстировку (поверку) изделия.

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

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

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

Ответ: !01 - "Команда выполнена".

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

Ответ: !01 - "Команда выполнена".

12.28. ~**

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

Синтаксис: ~**[СНК](сг)

~символ-разделитель

**команда для всех модулей

Ответ:

Ответа нет.

Пример:

Команда: ~** (сг)

12.29. ~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.

12.30. ~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.

12.31. ~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.

12.32. ~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.

12.33. ^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 NLS-8AI

12.34. ^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 NLS-8AI

12.35. ^AAN (N – символ)

Описание: Чтение типа входов (одиначные 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 одиначных 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 одиначных каналов.

⁷ Только для NLS-8AI

12.36. ^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 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.

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 NLS-8AI

12.37. ^AA0

Описание: Юстировка коэффициента передачи 4-го канала NLS-4RTD-Ex.

Синтаксис: ^AA0[CHK](cr), где

^ - символ-разделитель;

AA - адрес (от 00 до FF);

0 - идентификатор команды.

Ответ на эту команду:

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

если не выполнена, то ?AA[CHK](cr).

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

Здесь

!- символ-разделитель при выполненной команде;

?- символ-разделитель при невыполненной команде;

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

Пример:

Команда: ^010(cr) Ответ: !01.

Юстировка усиления выполнена.

Команда: \$020(cr). Ответ: ?02

Юстировка усиления не выполнена.

12.38. ^AA1

Описание: Юстировка смещения нуля 4-го канала NLS-4RTD-Ex.

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.

12.39. ^AABN

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

Синтаксис: ^AABN[CHK](сг), где

\$- символ-разделитель;

AA- адрес (от 00 до FF);

В- идентификатор команды.

N- номер тестируемого канала.

Ответ на эту команду:

если команда выполнена, то !AAS[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);

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(сг) 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. 82)

12.40. ^AABN

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

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. 82)

12.41. ^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 NLS-8AI

12.42. ^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".

12.43. ^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: ^01ONLS8AI(cr) Ответ: !01.

Установить RLDA имя модуля "NLS8AI".

12.44. ^AANN

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

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 NLS8AI теперь имеет 8 дифференциальных входов Vin0...Vin7.

12.45. ^ААС(Пароль)

Описание: Установка нового пароля (команда выполняется только после выполнения команды разрешения юстировки, п. 12.27 .

Синтаксис: ^ААС(Пароль)[СНК](сг), где

^- символ-разделитель;

АА- адрес (от 00 до FF);

С- идентификатор команды;

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

Ответ модуля на эту команду:

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

если не выполнена, то ?АА[СНК](сг).

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

Здесь

!- символ-разделитель при выполненной команде;

?- символ-разделитель при невыполненной команде;

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

Пример:

Команда: ^01С12345678(сг) Ответ: !01

Установлен новый пароль 12345678.

12.46. ^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.

12.47. ^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.

12.48. Список стандартов, на которые даны ссылки

ГОСТ Р 52931-2008	Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия
ГОСТ Р 8.585-2001	Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования
ГОСТ 6651-2009	Государственная система обеспечения единства измерений. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний
ГОСТ 25861-83	Машины вычислительные и системы обработки данных. Требования электрической и механической безопасности и методы испытаний
ГОСТ 23222-88	Характеристики точности выполнения предписанной функции средств автоматизации. Требования к нормированию. Общие методы контроля
ГОСТ 14254-2015 (ИЕС 60529:2013)	Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP) (с Поправкой)
ГОСТ 8.401-80	Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Классы точности средств измерений. Общие требования
ГОСТ 27570.0-87 (МЭК 335-1-76, СТ СЭВ 1110-86)	Безопасность бытовых и аналогичных электрических приборов. Общие требования и методы испытаний (с Изменением N 1)
ГОСТ 30852.0-2002	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 0. Общие требования
ГОСТ 30852.10-2002	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 11. Искробезопасная электрическая цепь i
ГОСТ 30852.13-2002	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 14. Электроустановки во взрывоопасных зонах (кроме подземных выработок)

Справочные данные

ГОСТ 31610.0-2014 (IEC 60079-0:2011)	Взрывоопасные среды. Часть 0. Оборудование. Общие требования (с Поправкой)
ГОСТ 31610.11-2014	Взрывоопасные среды. Часть 11. Оборудование с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь «i»
ПУЭ	Правила устройства электроустановок. Издание 7 - Глава 7.3. Электроустановки во взрывоопасных зонах

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. 8 исправлена опечатка в кодах скоростей обмена модуля В табл. 11 исправлена опечатка в названии терморпары J-типа</i>	
14.02.2024	<i>Добавлен отдельный п. 6.4.1 с заводскими установками модуля; Добавлена дополнительная информация о количестве бит данных, стоповых битах, четности (см.п.6.4.1).</i>	
21.02.2024	<i>Удалена информация об использовании резистора 250 Ом в качестве токового шунта</i>	