



Модули ввода-вывода аналоговых сигналов

Для жестких условий эксплуатации

Модули автоматики серии NLS NLS-8AIn, NLS-8TIn, NLS-4RTDn

изготовлено по ТУ 26.51.70-004-24171143-2021
(взамен ТУ 4221-003-24171143-2013)

Руководство по эксплуатации

© НИЛ АП, 2024

Версия от 16 мая 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. Ваши пожелания можно направлять по почтовому или электронному адресу, а также сообщать по телефону:

НИЛ АП, ул. 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.

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

Оглавление

1. Вводная часть	7
1.1. Назначение модулей	7
1.2. Состав и конструкция	10
1.3. Требуемый уровень квалификации персонала	11
1.4. Маркировка и пломбирование	11
1.5. Упаковка	12
1.6. Комплект поставки	12
2. Технические данные	12
2.1. Эксплуатационные свойства	12
2.2. Точность измерений	14
2.3. Технические параметры	16
2.4. Предельные условия эксплуатации и хранения	19
3. Описание принципов построения	20
3.1. Элементная база	20
3.2. Структура модулей	20
4. Метрологическое обслуживание	23
4.1. Методика юстировки модуля	24
4.1.1. Средства юстировки	24
4.1.2. Условия юстировки	25
4.2. Юстировка модуля NLS-8AIn	25
4.2.1. Юстировка диапазонов напряжения модуля NLS-8AIn	25
4.2.2. Юстировка токового диапазона модуля NLS-8AIn	27
4.3. Юстировка термодпар модуля NLS-8TIn	29
4.4. Юстировка модуля NLS-4RTDn	30
5. Руководство по применению	33

5.1. Органы индикации модуля	33
5.2. Монтирование модуля	34
5.3. Программное конфигурирование модуля	36
5.3.1. Заводские установки	36
5.3.2. Применение контрольной суммы для протокола DCON	36
5.3.3. Применение режима INIT	37
5.4. Ввод сигналов ± 10 В, ± 5 В, ± 1 В, ± 500 мВ, ± 150 мВ	38
5.5. Ввод сигналов ± 25 мА, 0-25 мА	40
5.6. Особенности работы с термопарами	41
5.7. Особенности работы с резистивными термопреобразователями.....	42
5.8. Промышленная сеть на основе интерфейса RS-485.....	44
5.9. Контроль качества и порядок замены устройства	46
5.10. Действия при отказе изделия	46
6. Программное обеспечение	46
7. Техника безопасности.....	46
8. Хранение, транспортировка и утилизация	46
9. Гарантия изготовителя	47
10. Сведения о сертификации	47
11. Справочные данные	48
11.1. Кодировка скоростей обмена модуля	48
11.2. Коды входных диапазонов модуля NLS-8AIn	48
11.3. Коды входных диапазонов модуля NLS-8TIn.....	48
11.4. Коды входных диапазонов модуля NLS-4RTDn	50
11.5. Коды установки формата данных и контрольной суммы	51
11.6. Синтаксис команд протокола DCON.....	52
11.7. Пересчет данных, получаемых от модулей, в режиме MODBUS RTU.....	52

11.8. Float в режиме Modbus RTU	53
11.9. Список команд протокола DCON.....	54
11.9.1. Общие команды	54
11.9.2. Команды для модуля NLS-8AIn	55
11.9.3. Команды для модуля NLS-8TIn.....	56
11.9.4. Команды для модуля NLS-4RTDn.....	56
11.10. Список команд протокола Modbus RTU	57
11.10.1. Команды для модуля NLS-8AIn	57
11.10.2. Команды для модуля NLS-8TIn.....	61
11.10.3. Команды для модуля NLS-4RTDn.....	65
11.11. Подробное описание команд протокола DCON.....	69
11.11.1. ^RESET	69
11.11.2. ^AARS.....	69
11.11.3. %AANNTTCCFF.....	69
11.11.4. ~AAP	70
11.11.5. ~AAPV	71
11.11.6. ^AAG.....	71
11.11.7. ^AAGPS	72
11.11.8. ^AAM.....	73
11.11.9. ^AAK.....	73
11.11.10. ^AAZ	73
11.11.11. ^AAZVV	74
11.11.12. \$AA2	75
11.11.13. \$AAF	75
11.11.14. #AA	76
11.11.15. #AAN.....	76
11.11.16. ^AA.....	77

11.11.17. ^AAN	77
11.11.18. \$AA5VV	78
11.11.19. \$AA6	79
11.11.20. ^AA5VV	79
11.11.21. ^AA6	80
11.11.22. \$AA0	80
11.11.23. \$AA1	81
11.11.24. ^AAEV(Пароль).....	81
11.11.25. ^AAC(Пароль).....	82
11.11.26. \$AA7CiRrr	82
11.11.27. \$AA8Ci	83
11.11.28. \$AA3	84
11.11.29. ^AAX	84
11.11.30. ^AAXV	85
11.11.31. ^AABN.....	85
11.11.32. \$AA9	86
11.11.33. \$AA9(Data)	86
11.11.34. \$AAWN	87
11.11.35. \$AAWNV.....	87
11.11.36. ^AAS	88
11.11.37. ^AASV	88
11.11.38. ^AAN	89
11.11.39. ^AANV	89
11.12. Список стандартов, на которые даны ссылки	91
Лист регистрации изменений	93

1. 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 или протокола Modbus RTU.

Модули не содержат механических переключателей. Все *настройки модулей выполняются программно* из управляющего компьютера (контроллера). Программно устанавливаются: адрес модуля, скорость обмена, наличие бита контрольной суммы и т.д. 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.

Модули выполнены для применения *в жестких условиях эксплуатации*, при температуре окружающего воздуха от -40 до +70 °С, имеют *гальваническую изоляцию* входов от цепи питания и порта RS-485 с испытательным напряжением изоляции 2,5 кВ (ГОСТ Р 52931).

1.1. Назначение модулей

Модули NLS-8TIn, NLS-4RTDn и NLS-8AIn (рис. 1.1 - рис. 1.3) предназначены для ввода или вывода сигналов и могут быть использованы везде, где необходимо выполнять автоматическое управление и контроль: в доме, офисе, цехе. Однако модули спроектированы специально для использования в промышленности.

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

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

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

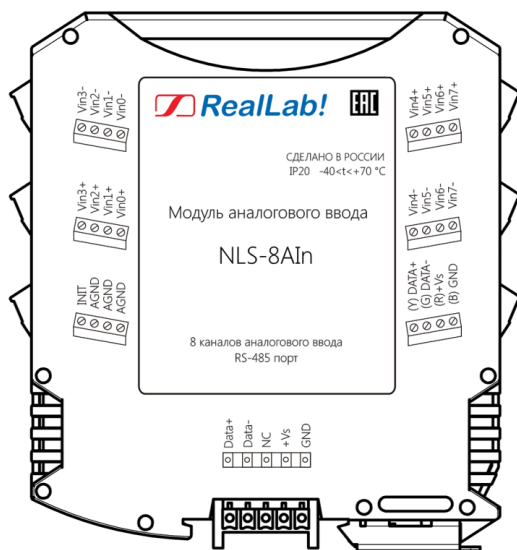


Рис. 1.1. Вид со стороны маркировки на модуль NLS-8AIn

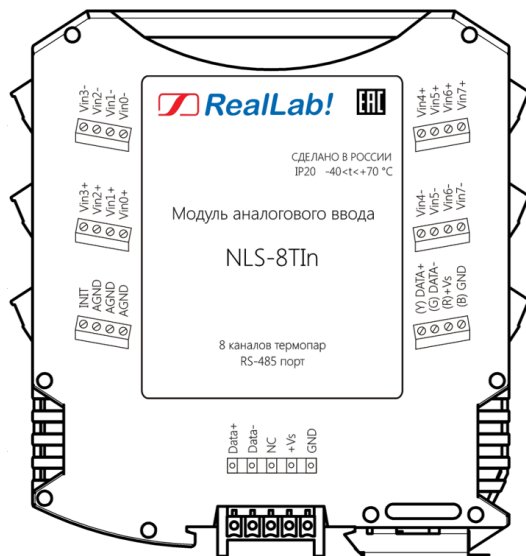


Рис. 1.2. Вид со стороны маркировки на модуль NLS-8TIn

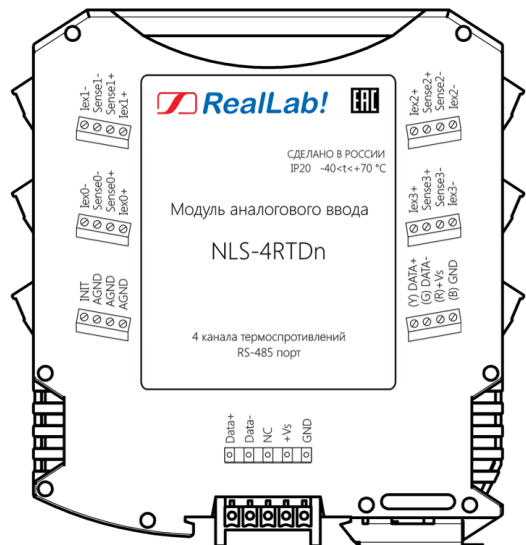


Рис. 1.3. Вид со стороны маркировки на модуль NLS-4RTDn

1.2. Состав и конструкция

Модуль состоит из печатного узла со съемными клеммными колодками, помещенного в корпус, предназначенный для его крепления на DIN-рейку, см. рис. 1.4.

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.

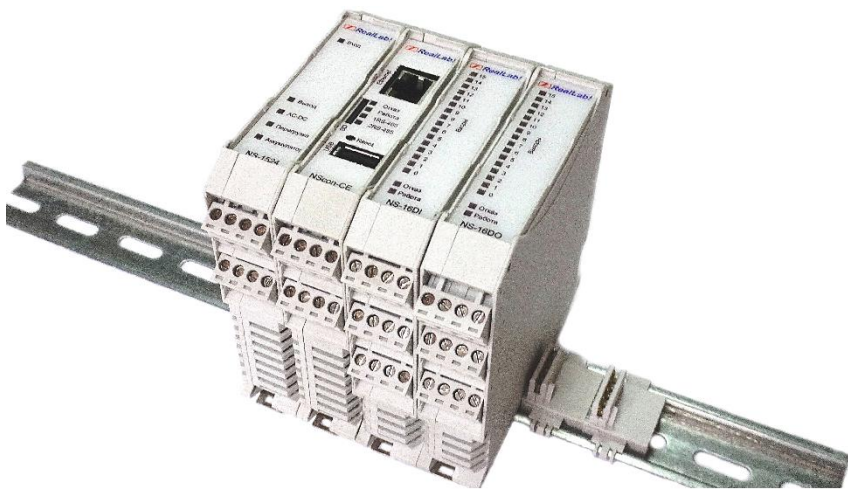


Рис. 1.4. Расположение модулей серии NLS на DIN-рейке

1.3. 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.

1.4. Маркировка и пломбирование

Габаритный чертеж модуля представлен на рис. 1.5.

На левой боковой стороне модуля указана его марка, наименование изготовителя (НИЛ АП, ООО), знак соответствия, назначение выводов (клемм), IP степень защиты оболочки. Расположение указанной информации на левой боковой стороне приведено на рис. 1.1 - рис. 1.3.

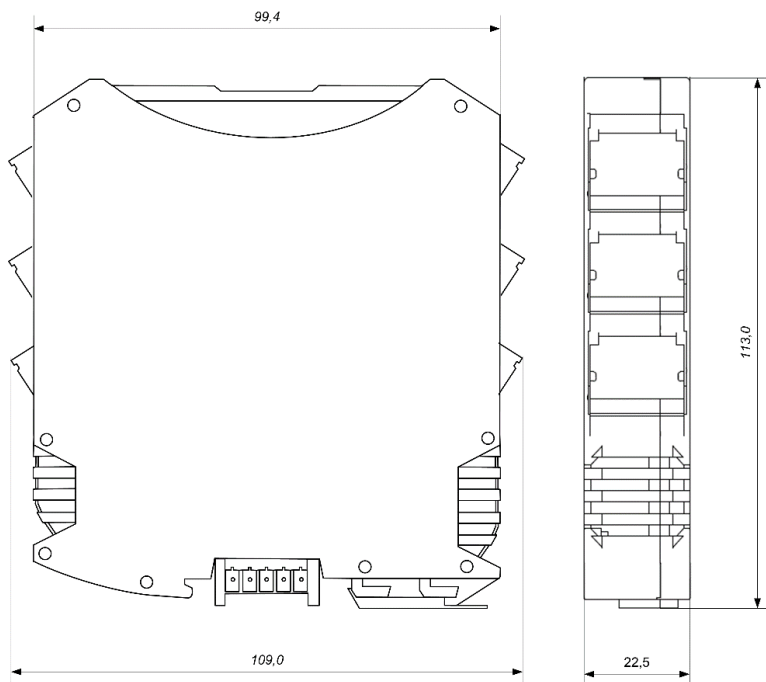


Рис. 1.5. Габаритный чертеж модуля

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

1.5. Упаковка

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

1.6. Комплект поставки

В комплект поставки входит:

- модуль;
- шинный разъем;
- паспорт.

2. Технические данные

2.1. Эксплуатационные свойства

Модули характеризуются следующими основными свойствами:

- установка для каждого канала своего диапазона измерения или типа датчика;
- температурным диапазоном работоспособности от -40 до +70 °С;
- имеют защиты от:
 - неправильного подключения полярности источника питания;
 - превышения напряжения питания;
 - перенапряжения по входу;
 - электростатических разрядов по входу и порту RS-485;
 - перегрева выходных каскадов порта RS-485;
 - короткого замыкания клемм порта RS-485;
- аппаратная диагностика обрыва датчиков (термопар и термосопротивлений);
- аппаратная диагностика обрыва датчиков напряжения ± 150 мВ (0...150 мВ), ± 500 мВ (0...500 мВ), ± 1 В (0...1 В) и датчиков тока ± 25 мА (0...25 мА) модулем NLS-8AIn;
- имеют возможность "горячей замены", т. е. без предварительного отключения питания;
- частота выборки АЦП для NLS-8TIn, NLS-4RTDn равна 10 Гц;

Технические данные

- частота выборки АЦП для NLS-8AIn (устанавливается программно): 10 Гц, 28 Гц (по умолчанию) или 200 Гц;
- Время опроса одного канала для NLS-8TIn, NLS-4RTDn не более 100 мс;
- Время опроса одного канала для NLS-8AIn (устанавливается программно): не более 100 мс, 35 мс (по умолчанию) или 5 мс;
- сторожевой таймер выполняет рестарт устройства в случае его "зависания" и провалов питания;
- имеют групповую изоляцию входов с тестовым напряжением изоляции 2500 В. Постоянно действующее напряжение, приложенное к изоляции, не может быть более 300 В;
- входы имеют общую гальваническую изоляцию от части модуля, соединенной с источником питания и портом RS-485 (см. рис. 3.1 - рис. 3.3). 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;
- напряжение питания от 10 до 30 В;
- разрешающая способность АЦП не менее 16 бит;
- программно переключаемые диапазоны входных сигналов:
 - для NLS-8TIn термопар типов J (ТЖК), К (ТХА) В (ТПР), L (ТХК), Е (ТХКн), S (ТПП 10%), R (ТПП 13%), N (ТНН), Т (ТМК), А-1 (ТВР), А-2 (ТВР), А-3 (ТВР);
 - для NLS-4RTDn термосопротивлений типов Pt50, Pt100, Pt500, Pt1000, 50П, 100П, 500П, 1000П, Cu50, Cu100, Cu500, Cu1000, 50М, 100М, 500М, 1000М, 100Н, 500Н, 1000Н;
 - для NLS-8AIn тока и напряжения типов ± 150 мВ, ± 500 мВ, ± 1 В, ± 5 В, ± 10 В, ± 25 мА;
- три типа формата данных: инженерный, шестнадцатеричный, проценты от шкалы (только для протокола DCON). Тип формата выбирается программно;
- скорость обмена через порт RS-485 (бит/сек): 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200. Выбирается программно;
- встроенное ЭППЗУ позволяет хранить настройки модуля при выключенном питании;

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

См. также п. 2.4.

2.2. Точность измерений

Погрешность измерений напряжения, тока, сопротивления и температуры складывается из основной погрешности и дополнительной. Основная погрешность определяется в нормальных условиях эксплуатации (см. п. 4.1.2). Дополнительная погрешность появляется, когда прибор используется в условиях, отличных от нормальных. Дополнительная погрешность алгебраически складывается с основной. Основная погрешность измерений приведена в табл. 1 - табл. 3. Для диапазонов с несимметричными пределами погрешность нормирована на ширину диапазона (ГОСТ 8.401-80).

Табл. 1. Метрологические характеристики модуля NLS-8AIп

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

Примечание.

1. Погрешность приведена к верхней границе диапазона измерения.

Технические данные

Табл. 2. Метрологические характеристики модуля NLS-8TIn

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

Примечание.

1. Погрешность измерения температуры с помощью термопары включает в себя погрешность модуля и погрешность линеаризации нелинейности термопары и *не включает погрешность самой термопары и погрешность встроенного датчика температуры холодного спая.*
2. Пределы допускаемой основной погрешности указаны в абсолютных значениях.
3. Погрешности датчика температуры холодного спая представлены в табл. 4.
4. Применение термопар, работающих в диапазоне от 0 °C, возможно только при температуре корпуса модуля выше 0 °C или отключенном встроенным датчике холодного спая.

Табл. 3. Метрологические характеристики модуля NLS-4RTDn

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

Примечание.

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

2.3. Технические параметры

В табл. 4 приведены технические характеристики для модулей NLS-8AI_n, NLS-8TI_n, NLS-4RTD_n.

Технические данные

Табл. 4. Технические характеристики модулей NLS-8AIn, NLS-8TIn, NLS-4RTDn

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 °C 140 °C	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 °C
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 В до 5 В	При сопротивлении нагрузки от 27 Ом до бесконечности
Синфазное напряжение на зажимах в режиме передачи	от -7 В 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 В до +0,2 В	Дифференциальное входное напряжение. При синфазном напряжении от -7 В до +12 В

Технические данные

Параметр	Значение параметра	Примечание
Гистерезис по входу	70 мВ	
Входное сопротивление	12 кОм	Типовое значение
Входной ток	1 мА	Макс. значение
<i>Параметры аналоговых входов</i>		
Разрядность АЦП, не менее	16 бит	
Коэффициент ослабления помехи нормального вида	98 дБ	На частоте 50 Гц
Коэффициент ослабления помехи общего вида	120 дБ	На частоте 50 Гц
Защита от перенапряжения по входам	от -40 В до +55 В	Как при включенном, так и при выключенном питании (только для модуля NLS-8AIn)
Погрешность датчика температуры холодного спая	± 1 °C	Не более
Нелинейность датчика температуры холодного спая	$\pm 0,5$ °C	Не более
Ток возбуждения термосопротивлений	200 мкА	Для NLS-4RTDn
Рассогласование токов возбуждения	0,5 %	Типовое значение. Компенсируется при юстировке
Температурный дрейф разности токов возбуждения	0,0005 %/град	Типовое значение
Входное сопротивление, не менее	5 МОм	для NLS-4RTDn, NLS-8TIn, для NLS-8AIn на диапазонах 150 мВ, 500 мВ, 1 В, 25 мА.
	100 кОм	для NLS-8AIn на диапазонах ± 5 В (от 0 до 5 В) и ± 10 В (от 0 до 10 В)
Время измерения для NLS-4RTDn, NLS-8TIn, с	0,1*N	N-число активных каналов
Время измерения для NLS-8AIn, с	0,1*N 0,035*N 0,005*N	N-число активных каналов

Технические данные

Параметр	Значение параметра	Примечание
<i>Параметры цепей питания</i>		
Напряжение питания	от 10 до 30 В	
Потребляемая мощность		
NLS-8TIn	0,72 Вт	
NLS-4RTDn	0,6 Вт	
NLS-8AIn	0,7 Вт	
Защита от неправильного подключения полярности источника питания	есть	

Примечания к таблице:

1. При обрыве линии с приемной стороны порта RS-485 приемник показывает состояние логической единицы.
2. Максимальная длина кабеля, подключенного к выходу передатчика порта RS-485, равна 1,2 км.
3. Импеданс нагрузки порта RS-485 равен 100 Ом.

Табл. 5. Параметры линий связи NLS-4RTDn с термопреобразователями сопротивления

R_{линии}, Ом, не более	Исполнение линий
0,03	2х-проводная
15	3х-проводная, провода равной длины и сечения
50	4х-проводная, провода произвольной длины и сечения

Примечание:

R_{линии} – допустимое сопротивление каждого провода без внесения дополнительной погрешности.

2.4. Предельные условия эксплуатации и хранения

Эксплуатация модулей возможна при следующих условиях окружающей среды:

- температурный диапазон работоспособности от -40 до +70 °С;
- напряжение на входах не более 30 В;
- напряжение питания от +10 до +30 В;
- относительная влажность не более 95 %;
- вибрации в диапазоне 10...55 Гц с амплитудой не более 0,15 мм;

- конденсация влаги на приборе не допускается. Для применения в условиях с конденсацией влаги, в условиях пыли, дождя, брызг или под водой модуль следует поместить в дополнительный защитный кожух с соответствующей степенью защиты;
- модуль не может эксплуатироваться в среде газов, вызывающих коррозию металла;
- модуль рассчитан на непрерывную работу в течение 10 лет;
- срок службы изделия – 20 лет;
- оптимальная температура хранения +5...+40 °С;
- предельная температура хранения от -40 до +85 °С.

3. Описание принципов построения

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

3.1. Элементная база

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

Применение АЦП, специально спроектированных для работы с термодатчиками 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.

3.2. Структура модулей

Структурные схемы модулей NLS-8TIn, NLS-4RTDn, NLS-8AIn приведены на рис. 3.1 - рис. 3.3.

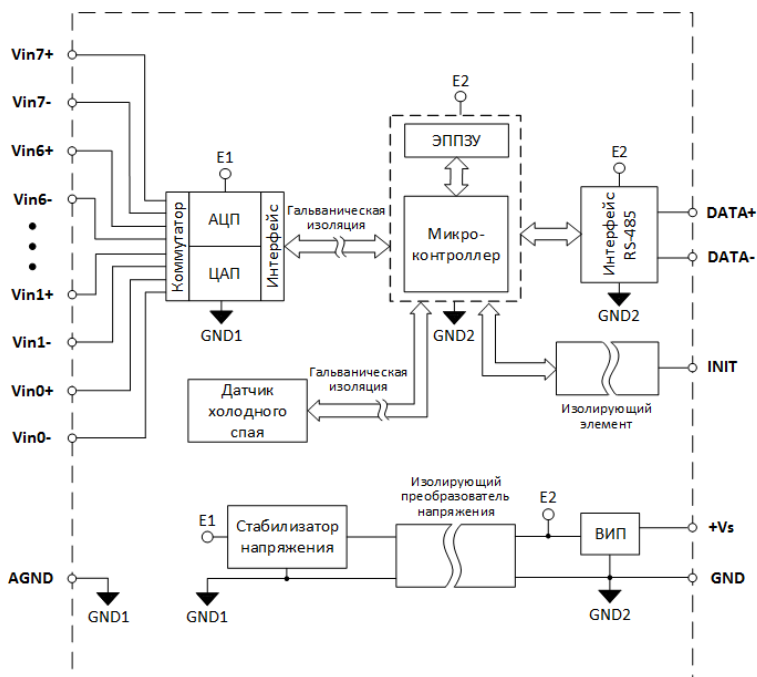


Рис. 3.1. Структурная схема модуля NLS-8TIn

Модули имеют дифференциальные входы (за исключением NLS-8AIn, который позволяет программно выбирать одиночный режим измерения или дифференциальный), к которым могут подключаться любые источники аналоговых сигналов напряжения или тока.

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

Цифровой сигнал с выхода АЦП поступает в микроконтроллер через изолирующий повторитель. Изолированная часть модуля, содержащая АЦП, питается через развязывающий преобразователь постоянного напряжения, чем обеспечивается полная гальваническая изоляция входов от блока питания и интерфейсной части (рис. 3.1 - рис. 3.3).

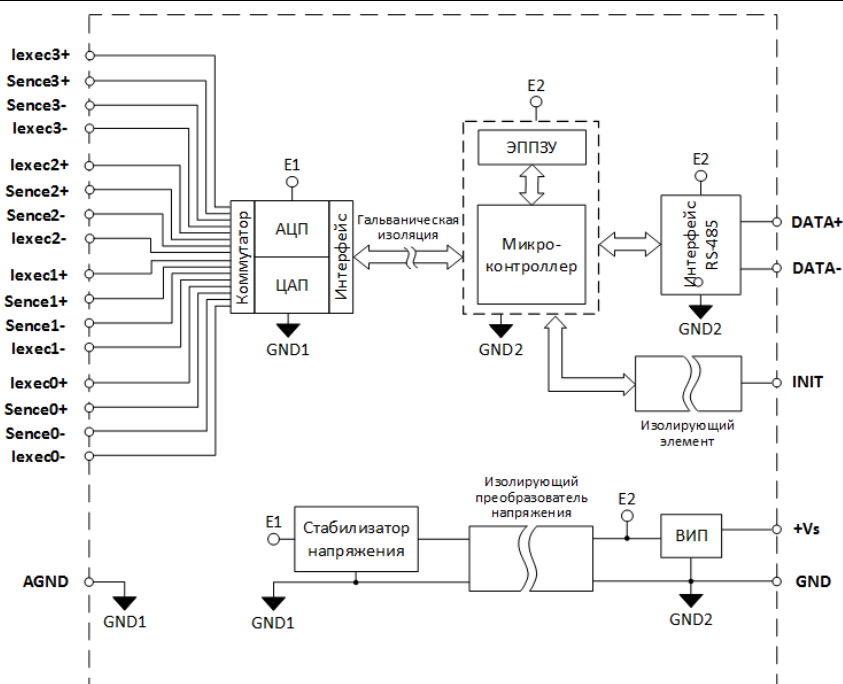


Рис. 3.2. Структурная схема модуля NLS-4RTDn

Микроконтроллер модуля выполняет следующие функции:

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

Схема питания модулей содержит вторичный импульсный источник питания, позволяющий преобразовывать напряжение питания в диапазоне от +10 до +30 В. Модули содержат также изолирующий преобразователь напряжения для питания аналоговой части. Для питания АЦП используется линейный стабилизатор напряжения.

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

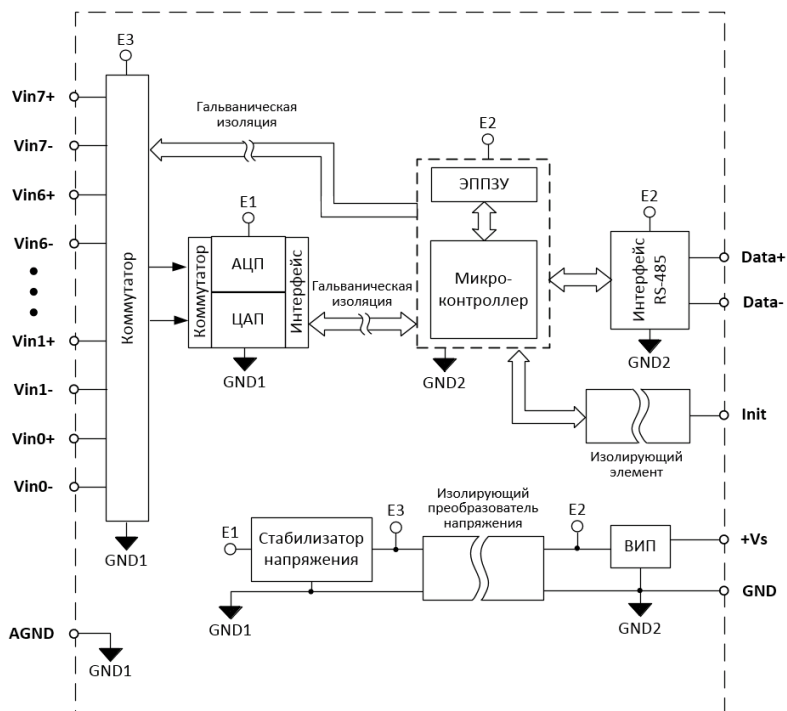


Рис. 3.3. Структурная схема модуля NLS-8AIn

В режиме дифференциального измерения входы Vin0+...Vin0- и Vin7+...Vin7- соответствуют каналам с 0-го по 7-й.

В режиме одиночного измерения входы Vin0+...Vin7+ соответствуют каналам с 0-го до 7-го, а входы Vin0-...Vin7- соответствуют каналом с 8-го по 15-й.

4. Метрологическое обслуживание

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

Поверка и калибровка модуля выполняются методом сличения с эталоном, когда одна и та же физическая величина измеряется сначала образцовым прибором, затем - модулем серии 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 программно. Поправки, полученные при юстировке, сохраняются в ЭПЗУ модуля и учитываются встроенным контроллером перед выдачей результата измерения в порт RS-485. Поверку прибора следует выполнять после его юстировки.

4.1. Методика юстировки модуля

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

4.1.1. Средства юстировки

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

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

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

4.1.2. Условия юстировки

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

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

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

4.2. Юстировка модуля NLS-8AIn

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

4.2.1. Юстировка диапазонов напряжения модуля NLS-8AIn

Процесс юстировки диапазонов напряжения для NLS-8AIn выполняется по следующему алгоритму:

- подключить калибратор к нулевому каналу модуля проводом минимальной длины (для дифференциального режима - в соответствии с рис. 4.1, для одиночного режима – в соответствии с рис. 4.2);
- выбрать диапазон измерения канала записью соответствующего значения в регистр «Диапазон канала 0» для протокола Modbus RTU или командой «\$AA7CiRrr» для протокола DCON;
- подать нулевое напряжение (0 В) на вход преобразователя;
- выполнить команду юстировки смещения, записав значение 00h 00h в регистр «Калибровка смещения канала 0» для протокола Modbus RTU или выполнить команду «\$AA1» (предварительно разрешив калибровку командой «^AAEV(Пароль)») для протокола DCON;
- подать юстировочное напряжение в зависимости от выбранного диапазона в соответствии с табл. 6;
- выполнить команду юстировки усиления, записав значение 00h 00h в регистр «Калибровка усиления канала 0» для протокола Modbus RTU или выполнить команду «\$AA0» (предварительно разрешив калибровку командой «^AAEV(Пароль)») для протокола DCON.

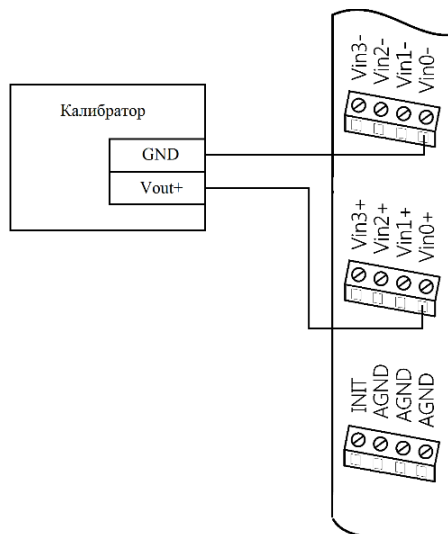


Рис. 4.1. Соединение приборов для юстировки диапазонов напряжений в дифференциальном режиме измерения модуля NLS-8AIn

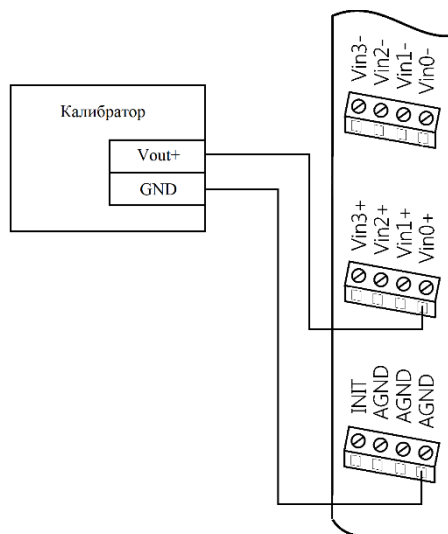


Рис. 4.2. Соединение приборов для юстировки диапазонов напряжений в одиночном режиме измерения модуля NLS-8AIn

Табл. 6. Напряжение необходимое для юстировки усиления

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

4.2.2. Юстировка токового диапазона модуля NLS-8AIn

Процесс юстировки токового диапазона для NLS-8AIn выполняется по следующему алгоритму:

- подключить параллельно входу преобразователя резистор (для дифференциального режима - в соответствии с рис. 4.3 , для одиночного режима - в соответствии с рис. 4.4) сопротивлением 49.9 Ом с ТКС не хуже $\pm 25 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$, например, С2-29В, группы "Д" и калибратор;
- установить токовый диапазон канала, записав значение 00h 0Dh в регистр «Диапазон канала 0» для протокола Modbus RTU или командой «\$AA7CiRrr» для протокола DCON;
- подать нулевой ток (0 мА) на вход модуля;
- выполнить команду юстировки смещения, записав значение 00h 00h в регистр «Калибровка смещения канала 0» для протокола Modbus RTU или выполнить команду «\$AA1» (предварительно разрешив калибровку командой «^AAEV(Пароль)») для протокола DCON;
- подать ток 25 мА на вход модуля;
- выполнить команду юстировки усиления, записав значение 00h 00h в регистр «Калибровка усиления канала 0» для протокола Modbus RTU или выполнить команду «\$AA0» (предварительно разрешив калибровку командой «^AAEV(Пароль)») для протокола DCON.

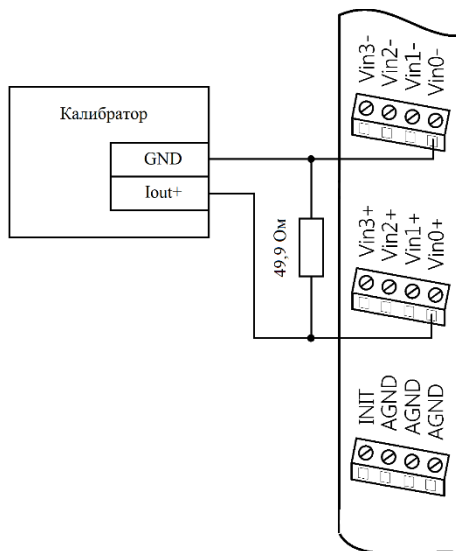


Рис. 4.3. Соединение приборов для юстировки токового диапазона в дифференциальном режиме модуля NLS-8AIn

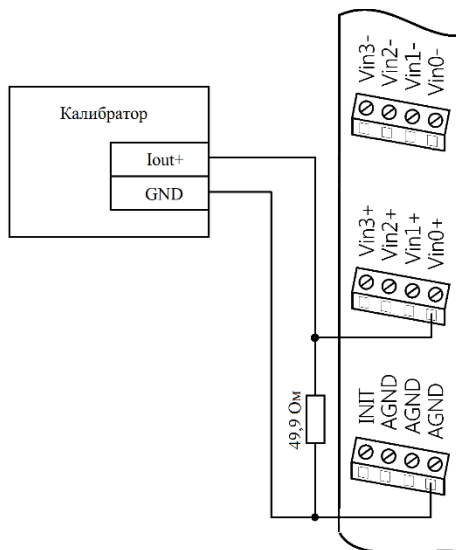


Рис. 4.4. Соединение приборов для юстировки токового диапазона в одностороннем режиме модуля NLS-8AIn

4.3. Юстировка термодар модуля NLS-8TIn

Важно! Юстировка выполняется по нулевому каналу модуля. Процесс юстировки термодар для преобразователя NLS-8TIn выполняется по следующему алгоритму:

- подключить калибратор к входу преобразователя проводом минимальной длины в соответствии с рис. 4.5;
- выбрать тип термодары канала 0 записью соответствующего значения в регистр «**Диапазон канала 0**» для протокола Modbus RTU или командой «**\$AA7CiRrr**» для протокола DCON;
- подать нулевое напряжение (0 В) на вход модуля;
- выполнить команду юстировки смещения, записав значение 00h 00h в регистр «**Калибровка смещения канала 0**» для протокола Modbus RTU или выполнить команду «**\$AA1**» (предварительно разрешив калибровку командой «**^AAEV(Пароль)**») для протокола DCON;
- подать юстировочное напряжение в соответствии с табл. 7;
- выполнить команду юстировки усиления, записав значение 00h 00h в регистр «**Калибровка усиления канала 0**» для протокола Modbus RTU или выполнить команду «**\$AA0**» (предварительно разрешив калибровку командой «**^AAEV(Пароль)**») для протокола DCON.

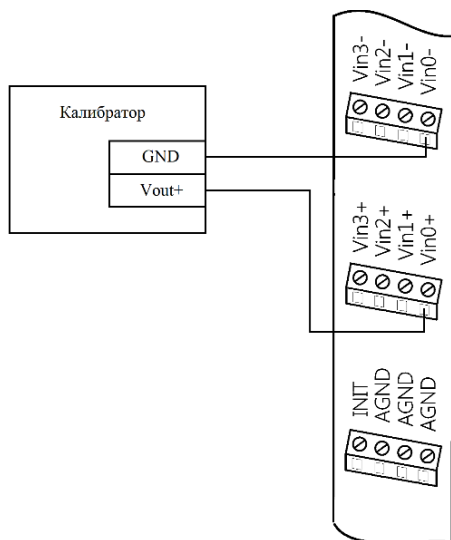


Рис. 4.5. Соединение приборов для юстировки термодар модуля NLS-8TIn

Табл. 7. Напряжение необходимое для юстировки усиления термодпар

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

4.4. Юстировка модуля NLS-4RTDn

Для юстировки модуля NLS-4RTDn необходим образцовый магазин сопротивлений или калибратор, которым набирают сопротивления в соответствии в табл. 8.

При использовании трехпроводной схемы включения датчика (рис. 4.6) юстировку следует проводить с проводами реальной длины (как в условиях эксплуатации). Это позволит скомпенсировать в процессе юстировки паразитное падение напряжения на проводах.

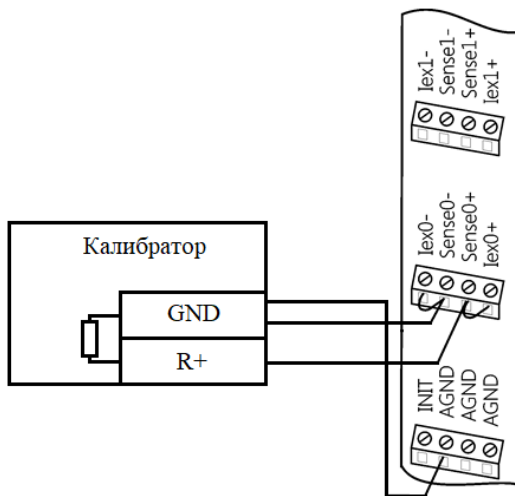


Рис. 4.6. Подключение приборов для юстировки термосопротивлений по трехпроводной схеме соединения модуля NLS-4RTDn

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

Процедура юстировки измерительного канала в протоколе Modbus RTU состоит из следующих этапов:

- подготовить необходимую проводную схему подключения калибратора к модулю (рис. 4.6 или рис. 4.7). **Важно! Юстировка выполняется по нулевому каналу модуля;**
- установить тип калибруемого датчика записью соответствующего значения в регистр «Диапазон канала 0»;
- установить тип собранной схемы подключения калибратора к модулю записью в регистр «Типа подключения датчика канала 0»;
- установить на калибраторе сопротивление, равное 0 Ом;
- выполнить юстировку смещения записав значение 00h в регистр «Калибровка смещения канала 0»;
- установить на калибраторе юстировочное сопротивление в соответствии с калибруемым типом датчика (см. табл. 8);
- выполнить юстировку усиления записав значение 00h в регистр «Калибровка усиления канала 0».

Процедура юстировки измерительного канала в протоколе DCON состоит из следующих этапов:

- подготовить необходимую проводную схему подключения калибратора к модулю (рис. 4.6 или рис. 4.7). **Важно! Юстировка выполняется по нулевому каналу модуля;**
- установить тип диапазона «\$AA7CiRrr»;
- выполнить команду разрешения юстировки «^AAEV(Пароль)» По умолчанию пароль - 00000000;
- установить на калибраторе сопротивление, равное 0 Ом;
- выполнить команду юстировку смещения «\$AA1»;
- подсоединить образцовый резистор, сопротивление которого выбрать из табл. 8;
- выполнить команду юстировку усиления \$AA0.

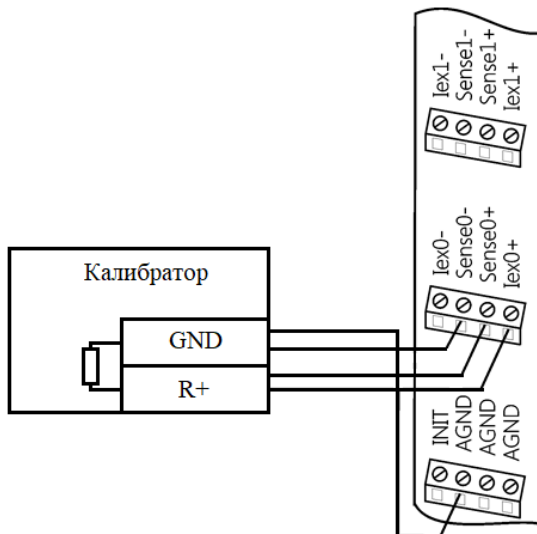


Рис. 4.7. Подключение приборов для юстировки термосопротивлений по четырехпроводной схеме соединения модуля NLS-4RTDn

Табл. 8. Сопротивление необходимое для юстировки усиления

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

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

5. Руководство по применению

Для работы с модулями серии NLS необходимо иметь следующие компоненты:

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

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

ВАЖНО! В аналоговых модулях все неиспользуемые входы должны быть соединены с выводом AGND модуля, либо заблокированы программно. В противном случае на «плавающих» входах наводится сигнал помехи, который проникает на выход системы.

5.1. Органы индикации модуля

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

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

Табл. 9. Индикация модулей

Состояние светодиода «Работа»	Состояние светодиода «Отказ»	Состояние модуля
Свечение отсутствует	Свечение отсутствует	Отсутствие питания
Свечение отсутствует	Постоянное свечение	Проблемы с прошивкой
Постоянное свечение	Свечение отсутствует	Нормальная работа
Краткосрочное мигание	-	Обмен данными с модулем по интерфейсу RS-485
Постоянное свечение	Постоянное свечение	Режим Init

5.2. 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. 5.1), затем надеть модуль на рейку и отпустить защелку. Чтобы снять модуль, сначала оттяните ползунок, затем снимите модуль. Оттягивать защелку удобно отверткой.



Рис. 5.1. Вид снизу на модуль серии NLS

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, подключаемых к клеммам модуля, должно быть в пределах от 0,5 до 2,5 мм².

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.

Подключите клеммы порта RS-485 модуля через преобразователь интерфейса к порту USB компьютера (рис. 5.2).

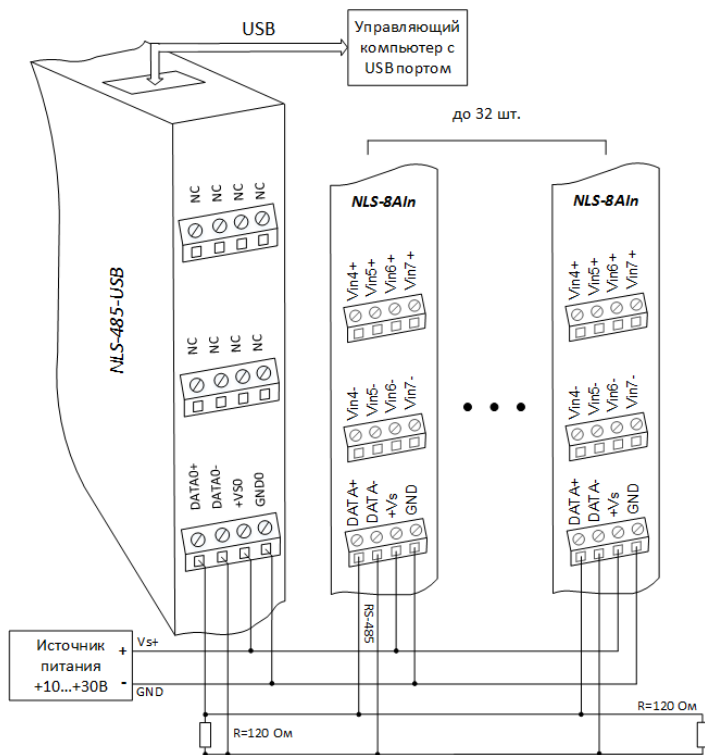


Рис. 5.2. Подключение модуля к порту RS-485 компьютера

Положительный полюс источника должен быть подключен проводом к выводу +Vs модуля, земля подключается проводом к выводу GND. 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.

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.

5.3. Программное конфигурирование модуля

Прежде чем подключить модуль к сети, его необходимо сконфигурировать, т.е. задать скорость обмена данными, установить адрес и т.д. (см. Справочные данные).

5.3.1. Заводские установки

Заводскими установками ("по умолчанию") являются следующие:

- скорость обмена 9600 бит/с;
- адрес 01;
- один стоп бит;
- без паритета;
- протокол DCON;
- контрольная сумма отключена.

Изготовителем устанавливаются также следующие параметры:

- формат данных - инженерные единицы.

5.3.2. Применение контрольной суммы для протокола DCON

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

Контрольная сумма представляется двумя ASCII символами шестнадцатеричного формата и передается непосредственно перед "возвратом каретки"

(cr). Контрольная сумма должна быть равна сумме кодовых значений всех ASCII символов, представленных в команде. Эта сумма должна быть представлена в шестнадцатеричной системе счисления. Если сумма больше FFh, то в качестве контрольной суммы используется только младший байт. Если контрольная сумма в команде записана ошибочно или пропущена, модуль отвечать не будет.

Пример.

Предположим, мы хотим переслать в модуль команду \$012(cr) (см. п. 11.11.12). Сумма ASCII кодов символов команды (символ возврата каретки не считается) равна:

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

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

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

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

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

5.3.3. Применение режима INIT

Этот режим используется для конфигурации модуля, а также в случае, когда пользователь не знает ранее установленные параметры конфигурации модуля. Для решения проблемы достаточно перейти в режим INIT, как это описано ниже, и считать нужные параметры, хранящиеся в ЭППЗУ модуля. В режиме INIT модуль запускается с заводскими установками (см. заводские установки) кроме адреса, который равен 00. Установленные в режиме INIT параметры вступают в силу после отключения режима INIT и перезагрузки модуля.

Для перехода в режим INIT выполните следующие действия:

- выключите модуль;
- установить перемычку между выводами INIT и GND в соответствии с рис. 5.3;
- включите питание.

Для выхода из режима INIT выполните следующие действия:

- выключить питание модуля;
- убрать перемычку между выводами INIT и GND;
- включить питание.

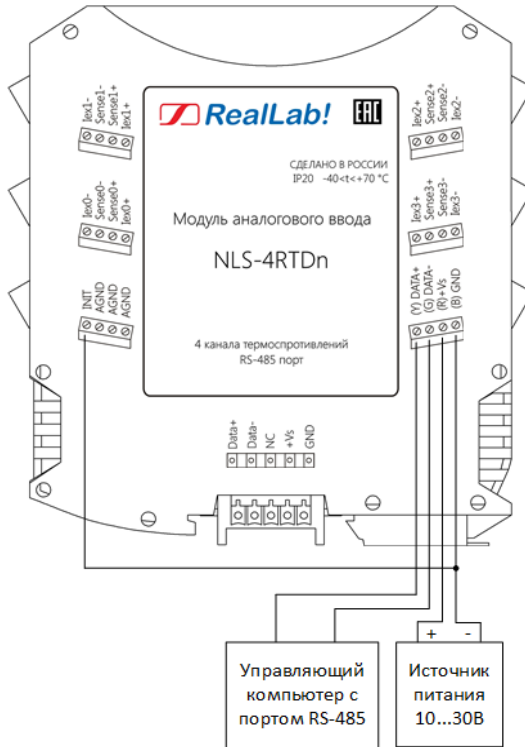


Рис. 5.3. Соединение вывода INIT с GND

5.4. Ввод сигналов ± 10 В, ± 5 В, ± 1 В, ± 500 мВ, ± 150 мВ

Схемы подключения для измерения сигналов ± 10 В, ± 5 В, ± 1 В, ± 500 мВ, ± 150 мВ модулем NLS-8AIIn в дифференциальном режиме представлена на рис. 5.4

Схемы подключения для измерения сигналов 0...10 В, 0...5 В, 0...1 В, 0...500 мВ; 0...150 мВ модулем NLS-8AIIn в одиночном режиме представлена на рис. 5.5.

Следует иметь в виду, что измерение напряжения в режиме одиночных входов происходит относительно клемм AGND. При этом, нумерация каналов выглядит следующим образом: нулевой канал – Vin0+, первый – Vin1+,... седьмой – Vin7+, восьмой – Vin0-, девятый – Vin1-,... пятнадцатый – Vin7-.

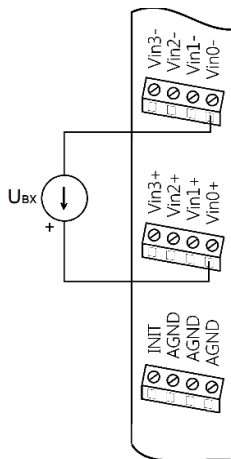


Рис. 5.4. Схема подключения для измерения сигналов ± 10 В, ± 5 В, ± 1 В, ± 500 мВ, ± 150 мВ на 0-ом канале модуля NLS-8AIn в дифференциальном режиме

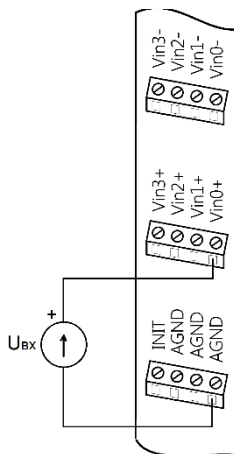


Рис. 5.5. Схема подключения для измерения сигналов 10 В, 5 В, 1 В, 500 мВ, 150 мВ на 0-ом канале модуля NLS-8AIn в одиночном режиме

5.5. Ввод сигналов ± 25 мА, 0-25 мА

Для ввода сигналов 25 мА параллельно входу модуля нужно подключить измерительный резистор сопротивлением 49,9 Ом. При этом, току 0 мА будет соответствовать напряжение 0 В, току 25 мА - напряжение 1,25 В.

В дифференциальном режиме работы возможно измерение тока как в отрицательную сторону, так и в положительную, а в одиночном режиме, только в положительную сторону.

В режиме 16 одиночных входов, нумерация каналов выглядит следующим образом: При этом, нумерация каналов выглядит следующим образом: нулевой канал – Vin0+, первый – Vin1+,... седьмой – Vin7+, восьмой – Vin0-, девятый – Vin1-,... пятнадцатый – Vin7-. (рис. 5.6).

Следует учитывать, что, в одиночном режиме, измерения токов по всем каналам происходят через общую клемму AGND. Соответственно, по всем каналам ток должен протекать в одном направлении. Нельзя допускать чтоб в один момент времени, по одному из каналов ток протекал в прямом направлении, а по другому каналу в обратном. Это приведет как минимум к искажению измерений, как максимум к выходу из строя модуля и/или источников тока.

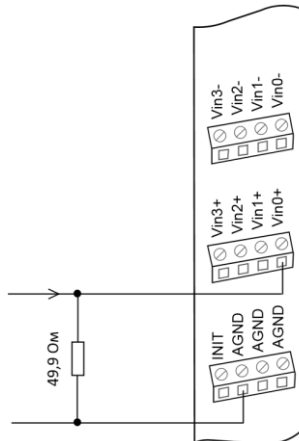


Рис. 5.6. Подключение шунтирующего резистора на 0 канал модуля NLS-8AIn для измерения тока в диапазоне 25 мА в одиночном режиме

В режиме 8 дифференциальных входов нумерация следующая: нулевой канал - Vin0+ и Vin0-, первый канал – Vin1+ и Vin1-,... седьмой канал Vin7+ и Vin7- (рис. 5.7) При этом клемма «AGND» не используется.

В дифференциальном режиме модуль может измерять ток как в прямом, так и в обратном направлении (результат будет представлен отрицательным значением).

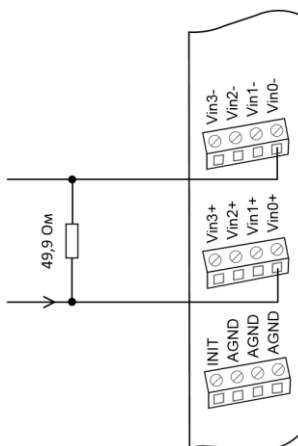


Рис. 5.7. Подключение шунтирующего резистора на 0 канал модуля NLS-8AIn для измерения тока в диапазоне ± 25 мА в дифференциальном режиме

5.6. Особенности работы с термопарами

Термопара является нелинейным преобразователем температуры в напряжение. Для реализации компенсации нелинейности в модуле NLS-8TIn используются аппроксимируемые полиномы, взятые из ГОСТ Р 8.585-2001 для всех типов термопар представленных в табл. 12. Подключение термопары к модулю NLS-8TIn представлена на рис. 5.8.

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

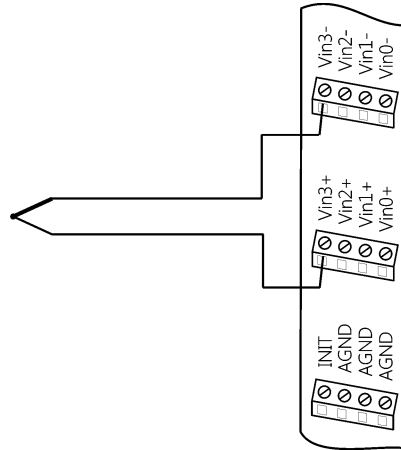


Рис. 5.8. Подключение термопары к 3 каналу модуля NLS-8TIn

5.7. Особенности работы с резистивными термопреобразователями

Резистивные медные, платиновые или никелевые термопреобразователи сопротивления подключаются к модулю NLS-4RTDn по одному из трех вариантов (рис. 5.9 - рис. 5.11).

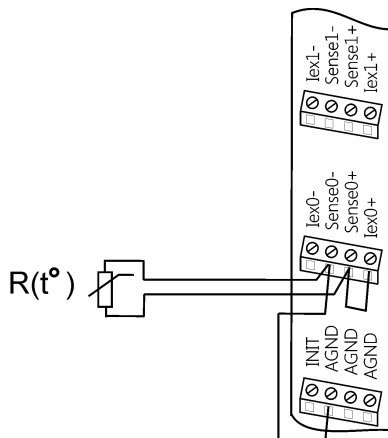


Рис. 5.9. Двухпроводная схема подключения термосопротивления к модулю NLS-4RTDn

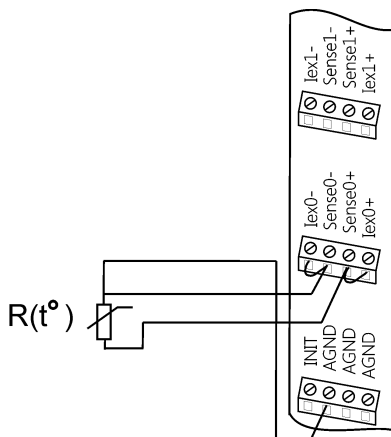


Рис. 5.10. Трехпроводная схема подключения термосопротивления к модулю NLS-4RTDn

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.

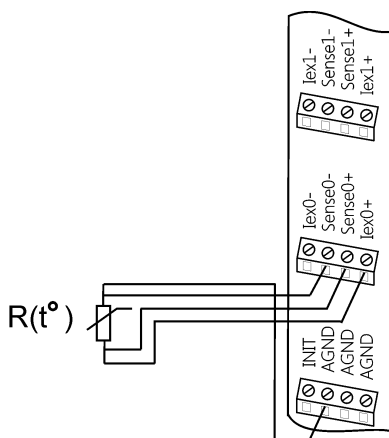


Рис. 5.11. Четырехпроводная схема подключения термосопротивления к модулю NLS-4RTDn

При выборе термосопротивлений необходимо учитывать расстояние от местоположения датчика до преобразователя, а именно сопротивление линий связи (табл. 5). Так для двухпроводной схемы подключения необходимо, чтобы длина проводов не превышала нескольких метров. Для увеличения расстояния используют 3-х или 4-х проводную схему включения.

Особенность трехпроводной схемы состоит в том, что она основана на принципе взаимной компенсации падений напряжений на проводах, по которым текут одинаковые токи в противоположных направлениях. Поэтому она компенсирует только среднее значение сопротивлений проводов, но не могут компенсировать их разность. По этой причине к трехпроводной схеме подключения предъявляется требование, чтобы провода были равной длины и сечения. Кроме того, в погрешность измерения добавляется погрешность рассогласования токов источников тока I_{ex+} и I_{ex-} .

Четырехпроводная схема использует только один источник тока. Поэтому исключается погрешность рассогласования токов I_{ex0+} и I_{ex0-} . Четырехпроводная схема не использует принцип компенсации сопротивлений и поэтому позволяет исключить влияние проводов независимо от величины рассогласования их сопротивлений. Для этого напряжение измеряется непосредственно на выводах датчика. Эта схема измерения является наиболее точной.

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

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

Применение модулей серии 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 247 устройств. Поскольку нагрузочная способность интерфейса RS-485 модулей составляет 32 стандартных устройства, для расширения сети до 247 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).

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

Любые разрывы зависимости импеданса линии от пространственной координаты вызывают отражения и искажения сигналов. Чтобы избежать отражений на концах линии, к ним подключают согласующие резисторы (рис. 5.2). Сопротивление резисторов должно быть равно волновому сопротивлению линии передачи сигнала. Если на конце линии сосредоточено много приемников сигнала, то при выборе сопротивления согласующего резистора надо учитывать, что входные сопротивления приемников оказываются соединенными параллельно между собой и параллельно согласующему резистору. В этом случае суммарное сопротивление приемников сигнала и согласующего резистора должно быть равно волновому сопротивлению линии. Поэтому на рис. 5.2 сопротивление $R=120$ Ом, хотя волновое сопротивление линии – 100 Ом. Чем больше приемников сигнала на конце линии, тем большее сопротивление должен иметь терминальный резистор.

Наилучшей топологией сети является длинная линия, к которой в разных местах подключены адресуемые устройства (рис. 5.2). Структура сети в виде звезды не рекомендуется в связи со множественностью отражений сигналов и проблемами ее согласования.

5.9. Контроль качества и порядок замены устройства

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

5.10. Действия при отказе изделия

При отказе модуля в системе его следует заменить на новый. Перед заменой в новый модуль нужно записать все необходимые установки. Для замены модуля из него вынимают клеммные колодки, не отсоединяя от них провода, и вместо отказавшего модуля устанавливают новый. При выполнении этой процедуры работу всей системы можно не останавливать, если занести в новый модуль необходимые начальные установки на компьютере, не входящем в состав работающей системы.

6. Программное обеспечение

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

7. Техника безопасности

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

8. Хранение, транспортировка и утилизация

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

Транспортировать изделие допускается любыми видами транспорта в таре изготовителя.

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

9. Гарантия изготовителя

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

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

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

10. Сведения о сертификации

Модули удовлетворяет требованиям следующих стандартов:

- ГОСТ 14014-91 "Приборы и преобразователи измерительные цифровые напряжения, тока, сопротивления";
- ГОСТ 22261-94. Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия.

Также модули NLS-8TIn, NLS-4RTDn 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.PA10.B.36906/23, срок действия до 04.12.2028 г.

11. Справочные данные

11.1. Кодировка скоростей обмена модуля

Табл. 10. Коды скоростей обмена модуля

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

11.2. Коды входных диапазонов модуля NLS-8AIn

Табл. 11. Коды входных диапазонов модуля NLS-8AIn

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

11.3. Коды входных диапазонов модуля NLS-8TIn

Табл. 12. Коды входных диапазонов модуля NLS-8TIn

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

Справочные данные

5	Термопара S-типа (ТПП, плат. 10%) От -50 до +1768 °C
6	Термопара В-типа (ТПР) От +250 до +1820 °C
7	Термопара N-типа (ТНН) От -200 до +1300 °C
8	Термопара L-типа (ТХК) От -200 до +800 °C
9	Термопара типа A1 (ТВР) От 0 до +2500 °C
10	Термопара типа A2 (ТВР) От 0 до +1800 °C
11	Термопара типа A3 (ТВР) От 0 до +1800 °C

11.4. Коды входных диапазонов модуля NLS-4RTDn

Табл. 13. Коды входных диапазонов модуля NLS-4RTDn

Код диапазона	Тип термосопротивления ГОСТ 6651
10h (16)	Pt 50 ($\alpha = 0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
11h (17)	50 П ($\alpha = 0,00391 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
12h (18)	Cu 50 ($\alpha = 0,00426 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
13h (19)	50 М ($\alpha = 0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
20h (32)	Pt 100 ($\alpha = 0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
21h (33)	100 П ($\alpha = 0,00391 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
22h (34)	Cu 100 ($\alpha = 0,00426 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
23h (35)	100 М ($\alpha = 0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
24h (36)	Н 100 ($\alpha = 0,00617 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
30h (48)	Pt 500 ($\alpha = 0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
31h (49)	500 П ($\alpha = 0,00391 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
32h (50)	Cu 500 ($\alpha = 0,00426 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
33h (51)	500 М ($\alpha = 0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
34h (52)	Н 500 ($\alpha = 0,00617 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
40h (64)	Pt 1000 ($\alpha = 0,00385 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
41h (65)	1000 П ($\alpha = 0,00391 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
42h (66)	Cu 1000 ($\alpha = 0,00426 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
43h (67)	1000 М ($\alpha = 0,00428 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
44h (68)	Н 1000 ($\alpha = 0,00617 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)

11.5. Коды установки формата данных и контрольной суммы

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

Табл. 14. Коды установки формата данных и контрольной суммы

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

*1 - Контрольная сумма:

0 - Выключена

1 - Включена

*2 - Формат данных:

00 - инженерные единицы

01 - проценты;

10 - шестнадцатеричный формат

11 – Омы (только для NLS-4RTDn)

11.6. Синтаксис команд протокола DCON

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

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

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

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

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

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

ВАЖНО! ВСЕ КОМАНДЫ ДОЛЖНЫ БЫТЬ НАБРАНЫ В ВЕРХНЕМ РЕГИСТРЕ!

11.7. Пересчет данных, получаемых от модулей, в режиме MODBUS RTU.

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

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

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

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

иначе – по соотношению:

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

где:

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

X – полученное в ответе значение в десятичном коде;

P – максимальное положительное значение измеряемого параметра

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

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

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

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

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

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

11.8. Float в режиме Modbus RTU

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

Табл. 1. Расшифровка Modbus RTU float

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

11.9. Список команд протокола DCON

11.9.1. Общие команды

Табл. 15. Общие команды

Команда	Ответ	Описание	стр.
^RESET	!RESET_OK	Сброс модуля в заводские настройки (выполнение возможно только в режиме “Init”)	69
^AARS	!AA	Программная перезагрузка модуля	69
%AANNTTCCFF	!AA	Устанавливает адрес, диапазон измерения, скорость обмена, формат данных, контрольную сумму	69
~AAP	!AAV	Чтение протокола связи	70
~AAPV	!AA	Установка протокола связи	71
^AAG	!AAGPS	Чтение паритета и количества стоп-бит	71
^AAGPS	!AA	Установка паритета и количества стоп-бит	72
^AAM	!AA(NAME)	Считать имя модуля	73
^AAK	!AA	Счетчик команд	73
^AAZ	!AAVV	Чтение значения задержки перед отправкой ответа на команду	73
^AAZVV	!AA	Запись значения задержки перед отправкой ответа на команду	74
\$AA2	!AATTCFF	Возвращает параметры конфигурации модуля	75
\$AAF	!AA(Data)	Возвращает версию ПО	75
\$AA0	!AA	Юстировка усиления	79
\$AA1	!AA	Юстировка нуля	81
^AAEV(Пароль)	!AA	Разрешение/блокировка юстировки	81
^AAC(Пароль)	!AA	Изменение пароля юстировки	82
\$AA7CiRrr	!AA	Установка индивидуального диапазона для каждого канала	82

Справочные данные

Команда	Ответ	Описание	стр.
\$AA8Ci	!AACiRrr	Чтение индивидуального диапазона для каждого канала	83
^AABN	!AAS	Состояние канала (нормальное/обрыв)	85

11.9.2. Команды для модуля NLS-8AIn

Табл. 16. Набор команд модуля NLS-8AIn

Команда	Ответ	Описание	стр.
#AA	>(Data)	Чтение входных данных каналов с 0 по 7	76
#AAN	>(Data)	Чтение входных данных одного из каналов с 0 по 7	76
\$AA5VV	!AA	Блокировка или разблокировка каналов с 0 по 7	77
\$AA6	!AAVV	Чтение статуса каналов с 0 по 7	79
^AA	>(Data)	Чтение входных данных каналов с 8 по 15	77
^AAN	>(Data)	Чтение входных данных одного из каналов с 8 по 15	77
^AA5VV	!AA	Блокировка или разблокировка каналов с 8 по 15	79
^AA6	!AAVV	Чтение статуса каналов с 8 по 15	80
^AAN	!AAV	Чтение типа входов (одиночные или дифференциальные)	89
^AANV	!AA	Установить дифференциальный или одиночный режим	89
^AAS	!AAV	Чтение времени измерения	88
^AASV	!AA	Установка время измерения	88

11.9.3. Команды для модуля NLS-8TIn

Табл. 17. Набор команд модуля NLS-8TIn

Команда	Ответ	Описание	стр.
\$AA3	>(Data)	Возвращает температуру датчика холодного спая	84
^AAX	!AAXV	Чтение состояния вкл/выкл компенсации холодного спая	84
^AAXV	!AA	Вкл/выкл компенсации холодного спая	85
\$AA9	!AA(Data)	Чтение смещения температуры датчика холодного спая	86
\$AA9(Data)	!AA	Установка смещения температуры датчика холодного спая	86
#AA	>(Data)	Чтение входных данных	76
#AAN	>(Data)	Чтение входных данных одного из каналов	76
\$AA5VV	!AA	Блокировка или разблокировка каналов	77
\$AA6	!AAVV	Чтение блокировки каналов	79

11.9.4. Команды для модуля NLS-4RTDn

Табл. 18. Набор команд модуля NLS-4RTDn

Команда	Ответ	Описание	стр.
\$AAWN	!AAS	Чтение схемы подключения	87
\$AAWNV	!AA	Установка схемы подключения	87
#AA	>(Data)	Чтение входных данных	76
#AAN	>(Data)	Чтение входных данных одного из каналов	76
\$AA5VV	!AA	Блокировка или разблокировка каналов	77
\$AA6	!AAVV	Чтение блокировки каналов	79

11.10. Список команд протокола Modbus RTU

11.10.1. Команды для модуля NLS-8AIn

Табл. 19. Команды для модуля NLS-8AIn протокола Modbus RTU

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

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
00h 3Eh	Аналог.вход 15			
24h 80h	Калибровка смещения канала 0	-	06	Калибровка выполняется при записи 00h
24h A0h	Калибровка усиления канала 0	-	06	Калибровка выполняется при записи 00h
00h C8h	Имя модуля	03	-	4 регистра по 2 символа (ASCII кодирование символов)
00h D4h	Версия программы	03	-	4 регистра по 2 символа (ASCII кодирование символов)
02h 00h	Адрес модуля	03	06	0001h-00F7h
02h 01h	Скорость RS485	03	06	0004h-000Ah (см. табл. 10)
02h 0Ah	Контроль паритета и количества стоп бит	03	06	Старший байт – паритет (0 – бита четности нет, 1 – дополнение до нечетности, 2 – дополнение до четности) Младший байт – кол-во стоп-бит (1 или 2)
02h 05h	Протокол	03	06	0000h-DCON 0001h-Modbus RTU
02h 09h	Счетчик ответов на команды	03	-	0000h-FFFFh
01h 20h	Программная перезагрузка модуля	-	06	ABCDh

Справочные данные

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
03h 20h	Задержка ответа на команды	03	06	0000h-00FFh (одна единица соответствует 1мс)
06h 01h	Режим работы каналов	03	06	0-дифференциальный, 1-одиначный.
06h 02h	Время измерения одного канала	03	06	0 – 0,1 с.; 1 – 0,035 с.; 2 – 0,005 с.
06h 00h	Маска	03	06	0000h-FFFFh Каждый бит соответствует каналу. Если бит установлен в состояние логической «1» то канал используется для измерений, в противном случае нет. Нумерация каналов справа налево
02h 02h	Общий диапазон	03	06	0008h-000Dh (см. табл. 11)
07h 00h	Диапазон канала 0	03	06,10	
07h 01h	Диапазон канала 1			
07h 02h	Диапазон канала 2			
07h 03h	Диапазон канала 3			
07h 04h	Диапазон канала 4			
07h 05h	Диапазон канала 5			
07h 06h	Диапазон канала 6			

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

Справочные данные

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
09h 09h	Состояние канала 9			
09h 0Ah	Состояние канала 10			
09h 0Bh	Состояние канала 11			
09h 0Ch	Состояние канала 12			
09h 0Dh	Состояние канала 13			
09h 0Eh	Состояние канала 14			
09h 0Fh	Состояние канала 15			

11.10.2. Команды для модуля NLS-8TIn

Табл. 20. Команды для модуля NLS-8TIn протокола Modbus RTU

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
00h 00h	Температура канала 0, °C	04	-	0000h-FFFFh (см. Пересчет данных, получаемых от модулей, в режиме MODBUS RTU.)
00h 01h	Температура канала 1, °C			
00h 02h	Температура канала 2, °C			
00h 03h	Температура канала 3, °C			
00h 04h	Температура канала 4, °C			
00h 05h	Температура канала 5, °C			
00h 06h	Температура канала 6, °C			
00h 07h	Температура канала 7, °C			

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
00h 20h	Напряжение канала 0, мВ	04	-	Данные хранятся в формате float (см. Float в режиме Modbus RTU)
00h 22h	Напряжение канала 1, мВ			
00h 24h	Напряжение канала 2, мВ			
00h 26h	Напряжение канала 3, мВ			
00h 28h	Напряжение канала 4, мВ			
00h 2Ah	Напряжение канала 5, мВ			
00h 2Ch	Напряжение канала 6, мВ			
00h 2Eh	Напряжение канала 7, мВ			
00h 40h	Температура канала 0, °C	04	-	Данные хранятся в формате float (см. Float в режиме Modbus RTU)
00h 42h	Температура канала 1, °C			
00h 44h	Температура канала 2, °C			
00h 46h	Температура канала 3, °C			
00h 48h	Температура канала 4, °C			
00h 4Ah	Температура канала 5, °C			
00h 4Ch	Температура канала 6, °C			
00h 4Eh	Температура канала 7, °C			
00h 10h	Температура холодного спая, °C	04	-	Данные хранятся в формате T*10

Справочные данные

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
00h 11h	Температура холодного спая, °C	04	-	Данные хранятся в формате float (см. Float в режиме Modbus RTU)
05h 05h	Выкл./вкл. компенсации холодного спая	03	06	0 – выключен, 1 – включен
05h 06h	Смещение температуры холодного спая	03	06	От -9999 до +9999, введенное значение умножается на 0,01 °C
24h 80h	Калибровка смещения канала 0	-	06	Калибровка выполняется при записи 00h
24h A0h	Калибровка усиления канала 0			
00h C8h	Имя модуля	03	-	4 регистра по 2 символа (ASCII кодирование символов)
00h D4h	Версия программы			
02h 00h	Адрес модуля	03	06	0001h-00F7h
02h 01h	Скорость RS485	03	06	0004h-000Ah (см. табл. 10)
02h 0Ah	Контроль паритета и количества стоп бит	03	06	Старший байт – паритет (0 – бита четности нет, 1 – дополнение до нечетности, 2 – дополнение до четности) Младший байт – кол-во стоп-бит (1 или 2)

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
02h 05h	Протокол	03	06	0000h-DCON 0001h-Modbus RTU
02h 09h	Счетчик ответов на команды	03	-	0000h-FFFFh
01h 20h	Программная перезагрузка модуля	-	06	Перезагрузка выполняется при записи ABCDh
03h 20h	Задержка ответа на команды	03	06	0000h-00FFh (одна единица соответствует 1мс, по умолчанию 00h)
06h 00h	Маска	03	06	0000h-00FFh Каждый бит соответствует каналу. Если бит установлен в состояние логической «1» то канал используется для измерений, в противном случае нет. Нумерация каналов справа налево
02h 02h	Общий диапазон	03	06	см. табл. 12
07h 00h	Диапазон канала 0	03	06,10	
07h 01h	Диапазон канала 1			
07h 02h	Диапазон канала 2			
07h 03h	Диапазон канала 3			

Справочные данные

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Примечания
07h 04h	Диапазон канала 4			
07h 05h	Диапазон канала 5			
07h 06h	Диапазон канала 6			
07h 07h	Диапазон канала 7			
09h 00h	Состояние канала 0	03	-	00h - нормально, 01h - обрыв
09h 01h	Состояние канала 1			
09h 02h	Состояние канала 2			
09h 03h	Состояние канала 3			
09h 04h	Состояние канала 4			
09h 05h	Состояние канала 5			
09h 06h	Состояние канала 6			
09h 07h	Состояние канала 7			

11.10.3. Команды для модуля NLS-4RTDn

Табл. 21. Команды для модуля NLS-4RTDn протокола Modbus RTU

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функц. чтения	Код функц. записи	Допустимый диапазон значений

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функц. чтения	Код функц. записи	Допустимый диапазон значений
00h 00h	Аналог. вход 0 (сопротив.)	04	-	0000h-FFFFh (см п. 11.7)
00h 01h	Аналог. вход 1 (сопротив.)			
00h 02h	Аналог. вход 2 (сопротив.)			
00h 03h	Аналог. вход 3 (сопротив.)			
00h 10h	Аналог. вход 0 (температура)			
00h 11h	Аналог. вход 1 (температура)			
00h 12h	Аналог. вход 2 (температура)			
00h 13h	Аналог. вход 3 (температура)			
00h 20h	Аналог. вход 0 (сопротив.)	04	-	Float (см п. Float в режиме Modbus RTU)
00h 22h	Аналог. вход 1 (сопротив.)			
00h 24h	Аналог. вход 2 (сопротив.)			
00h 26h	Аналог. вход 3 (сопротив.)			
00h 40h	Аналог. вход 0 (температура)			
00h 42h	Аналог. вход 1 (температура)			
00h 44h	Аналог. вход 2 (температура)			
00h 46h	Аналог. вход 3 (температура)			

Справочные данные

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функц. чтения	Код функц. записи	Допустимый диапазон значений
24h 80h	Калибровка смещения канала 0	-	06	Калибровка выполняется при записи 00h
24h A0h	Калибровка усиления канала 0			
00h C8h	Имя модуля	03	10	4 регистра по 2 символа (ASCII кодирование символов)
00h D4h	Версия программы	03	-	4 регистра по 2 символа (ASCII кодирование символов)
02h 00h	Адрес модуля	03	06, 10	0001h-00F7h (По умолчанию 0001h)
02h 01h	Скорость RS485	03	06, 10	0004h-000Ah см. РЭ (По умолчанию 0006h)
02h 05h	Протокол	03	06, 10	0000h - DCON 0001h - Modbus RTU
06h 00h	Маска (блокировка каналов)	03	06, 10	0000h - 000Fh Если бит установлен в состояние логической «1» то канал используется для измерений, в противном случае нет
07h 00h	Диапазон канала 0	03	06, 10	0010h-0044h см. Табл. 13 (По умолчанию 0020h)
07h 01h	Диапазон канала 1			

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функц. чтения	Код функц. записи	Допустимый диапазон значений
07h 02h	Диапазон канала 2			
07h 03h	Диапазон канала 3			
09h 00h	Определение типа контакта канала 0	03	-	0000h-нормально 0001h-обрыв
09h 01h	Определение типа контакта канала 1			
09h 02h	Определение типа контакта канала 2			
09h 03h	Определение типа контакта канала 3			
24h E2h	Типа подключения датчика канала 0	03	06	0002h- Двухпроводная 0003h- трехпроводная 0004h – четырехпроводная
24h E5h	Типа подключения датчика канала 1			
24h E8h	Типа подключения датчика канала 2			
24h EBh	Типа подключения датчика канала 3			

11.11. Подробное описание команд протокола DCON

11.11.1. ^RESET

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

Синтаксис: ^RESET

Ответ модуля на команду:

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

Пример:

Команда: ^RESET

Ответ: !RESET_OK.

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

11.11.2. ^AARS

Описание: программная перезагрузка модуля.

Синтаксис: ^AARS, где

AA - адрес (от 00 до FF);

RS - идентификатор команды.

Ответ на эту команду:

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

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

Пример:

Команда: ^01RS

Ответ: !01

Модуль перезагружен.

11.11.3. %AANNTTCCFF

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

Синтаксис: %AANNTTCCFF, где

AA - текущий адрес (от 00 до FF);

NN - новый адрес (от 01 до FF);

TT - код входного диапазона или типа датчика (см. п. 11.2 - 11.4);

CC - скорость работы на RS-485 (см. п. 11.1);

FF - новый формат данных (см. п. 11.5).

Ответ модуля на команду:

- если команда выполнена - то !NN;

- если команда не выполнена, то ?AA.

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

Пример.

Команда: %0102090780

Ответ: !02.

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

11.11.4. ~AAP

Описание: Чтение протокола связи.

Синтаксис: ~AAP, где

AA - адрес (от 00 до FF);

P - идентификатор команды;

Ответ на эту команду:

- если команда выполнена - то !AAV;

- если команда не выполнена, то ?AA.

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

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

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

Пример:

Команда: ~01P

Ответ: !010

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

Команда: ~01P1

Ответ: !01

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

Команда: ~01P

Ответ: !011

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

11.11.5. ~AAPV

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

Синтаксис: ~AAPV, где

AA - адрес (от 00 до FF);

P - идентификатор команды;

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

Ответ на эту команду:

- если команда выполнена, то !AA;

- если имели место синтаксические ошибки, то ?AA.

Пример:

Команда: ~01P1

Ответ: !01

Установлен протокол Modbus RTU.

11.11.6. ^AAG

Описание: Чтение паритета и количества стоп-битов.

Синтаксис: ^AAG, где
AA- адрес (от 00 до FF);
G - идентификатор команды;

Ответ модуля на команду:

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

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

Здесь:

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

S - количество стоп битов (1 или 2).

Пример:

Команда: ^01G.

Ответ: !01E1

Установленное значение паритета EVEN, количество стоп-бит 1.

11.11.7. ^AAGPS

Описание: Установка паритета и количества стоп-битов.

Синтаксис: ^AAGPS, где
AA - адрес (от 00 до FF);
G - идентификатор команды;
P - паритет (N – отсутствует (NONE), O – нечетный (ODD), E - четный (EVEN));
S - количество стоп битов (1 или 2).

Ответ модуля на команду:

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

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

Пример:

Команда: ^01GO1.

Ответ: !01

Установить значение паритета ODD, количество стоп-бит 1.

11.11.8. ^AAM

Описание: чтение имени модуля.

Синтаксис: ^AAM, где

AA - адрес (от 00 до FF);

M - идентификатор команды;

Ответ модуля на эту команду:

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

- если не выполнена, то ?AA.

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

Здесь

Data - имя модуля в формате ASCII

Пример:

Команда: ^01M.

Ответ: !01NLS8TIn.

Имя модуля " NLS8TIn ".

11.11.9. ^AAK

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

Синтаксис: ^AAK(Пароль), где

AA - адрес (от 00 до FF);

K - идентификатор команды.

Ответ модуля на эту команду:

- если команда выполнена, то !AA;

- если не выполнена, то ?AA.

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

Пример:

Команда: ^01K.

Ответ: !0100038

Было обработано 38 команд.

11.11.10. ^AAZ

Описание: Чтение дополнительной задержки перед отправкой ответа по RS485.

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

Ответ модуля на команду:

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

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

Пример:

Команда: ^01Z

Ответ: !0132

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

11.11.11. ^AAZVV

Описание: Установка дополнительной задержки перед отправкой ответа по RS485.

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

Ответ модуля на команду:

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

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

Пример:

Команда: ^01Z0A

Ответ: !01

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

11.11.12. \$AA2

Описание: Чтение конфигурации модуля.

Синтаксис: \$AA2, где

AA - адрес (от 00 до FF);

2 - идентификатор команды.

Ответ на эту команду:

- если команда выполнена, то !AATTCCFF;

- если команда не выполнена, то ?AA.

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

Здесь:

TT - код входного диапазона (см. п. 11.2-11.4);

CC - скорость работы на RS-485 (см. п. 11.1);

FF - формат данных (см. п. 11.5).

Пример:

Команда: \$012.

Ответ: !E3090600.

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

11.11.13. \$AAF

Описание: Чтение версии программы.

Синтаксис: \$AAF, где

AA - адрес (от 00 до FF);

F - идентификатор команды.

Ответ на эту команду:

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

- если команда не выполнена, то ?AA.

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

Здесь

Data - версия программы и контрольная сумма ПО.

Пример:

Команда: \$01F

Ответ: !01 29.05.23

Версия программы - 29.05.23

11.11.14. #AA

Описание: Чтение входных данных каналов с 0 по 7 (для NLS-4RTDn с 0 по 3).

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

Ответ модуля на эту команду:

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

Если имели место синтаксические ошибки или ошибки связи, то ответа нет. Здесь (Data) - измеренные данные для каналов с 0 по 7 (для NLS-4RTDn с 0 по 3) в установленном формате.

Пример.

Команда: #01.

Если формат данных инженерные единицы:

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

Если формат данных проценты:

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

Если формат данных шестнадцатеричный формат:

Ответ: > 3FF6FFFEFFFFFFFFFEFFDFFF1FFF0FFF0

11.11.15. #AAN

Описание: Чтение входных данных одного из каналов.

Синтаксис: #AAN, где

AA - адрес (от 00 до FF);

N - номер канала (от 0 до 7 [для модулей NLS-8TIn и NLS-8AIn] или от 0 до 3 [для модуля NLS-4RTD]).

Ответ модуля на эту команду:

Если команда выполнена, то >(Data);

если команда не выполнена, то ?AA.

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

Здесь

(Data) - измеренные данные в установленном формате.

Пример:

Команда: #013

Если формат данных инженерные единицы:

Ответ: >+06.994

Если формат данных проценты:

Ответ: >+034.97

Если формат данных шестнадцатеричный формат:

Ответ: > 2CC4

11.11.16. ^AA

Описание: Чтение входных данных каналов с 8 по 15.

Синтаксис: ^AA, где

AA - адрес (от 00 до FF).

Ответ модуля на эту команду:

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

- если команда не выполнена, то ?AA.

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

Здесь (Data) - измеренные данные для каналов с 8 по 15 в установленном формате.

Пример.

Команда: ^01

Если формат данных инженерные единицы:

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

Если формат данных проценты:

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

Если формат данных шестнадцатеричный формат:

Ответ: > 3FF6FFFEFFFFFEFFFDFFF1FFF0FFF0

11.11.17. ^AAN

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

Синтаксис: ^AAN, где

AA - адрес (от 00 до FF);

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

Ответ модуля на эту команду:

Если команда выполнена, то >(Data);

если команда не выполнена, то ?AA.

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

Здесь

(Data) - измеренные данные в установленном формате.

Пример:

Команда: ^013

Если формат данных инженерные единицы:

Ответ: >+06.994

Если формат данных проценты:

Ответ: >+034.97

Если формат данных шестнадцатеричный формат:

Ответ: > 2CC4

11.11.18. \$AA5VV

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

Синтаксис: \$AA5VV, где

AA- адрес модуля (от 00 до FF);

5- идентификатор команды.

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

Ответ на эту команду:

- если команда выполнена, то !AA;

- если не выполнена, то ?AA.

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

Пример для модуля NLS-8TIn:

Команда: \$015F8

Ответ: !01

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

11.11.19. \$AA6

Описание: Чтение статуса (разблокированы или заблокированы) каналов от 0 до 7 (для модулей NLS-8TIn и NLS-8AIn) или от 0 до 3 (для модуля NLS-4RTDn).

Синтаксис: \$AA6, где

AA- адрес модуля (от 00 до FF);

6- идентификатор команды.

Ответ модуля на эту команду:

- если команда выполнена, то !AAVV;

- если не выполнена, то ?AA.

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

11.11.20. ^AA5VV

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

Синтаксис: ^AA5VV, где

AA- адрес модуля (от 00 до FF);

5- идентификатор команды.

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

Ответ на эту команду:

- если команда выполнена, то !AA;

- если не выполнена, то ?AA.

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

Пример:

Команда: ^015F8

Ответ: !01

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

11.11.21. ^AA6

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

Синтаксис: ^AA6, где

AA - адрес модуля (от 00 до FF);

6 - идентификатор команды.

Ответ модуля на эту команду:

- если команда выполнена, то !AAVV;

- если не выполнена, то ?AA.

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

Здесь,

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

Пример:

Команда: ^016

Ответ: !0103

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

11.11.22. \$AA0

Описание: Юстировка усиления. Команда выполняется только после разрешения юстировки с помощью команды «^AAEV(Пароль)».

Синтаксис: \$AA0, где

AA - адрес (от 00 до FF);

0 - идентификатор команды.

Ответ на эту команду:

- если команды выполнена - то !AA;

- если не выполнена, то ?AA.

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

Пример:

Справочные данные

Команда: \$010

Ответ: !01

Юстировка усиления выполнена.

11.11.23. \$AA1

Описание: Юстировка смещения. Команда выполняется только после разрешения юстировки с помощью команды «^AAEV(Пароль)».

Синтаксис: \$AA1, где

AA - адрес (от 00 до FF);

1 - идентификатор команды.

Ответ на эту команду:

- если команды выполнена - то !AA;

- если не выполнена, то ?AA.

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

Пример:

Команда: \$011.

Ответ: !01.

Юстировка смещения выполнена.

11.11.24. ^AAEV(Пароль)

Описание: Разрешение/блокировка юстировки.

Синтаксис: ^AAEV(Пароль), где

AA - адрес (от 00 до FF);

E - идентификатор команды;

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

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

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

Ответ модуля на эту команду:

- если команда выполнена, то !AA;

- если не выполнена, то ?AA.

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

Пример:

Команда: \$010

Ответ: ?01

Команда не выполнена. Модуль не готов к юстировке.

Команда: ^01E1ABCD1234

Ответ: !01 - "Команда выполнена".

Калибровка разрешена. Пароль: ABCD1234

Команда: \$010

Ответ: !01

Юстировка усиления выполнена.

11.11.25. ^AAC(Пароль)

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

Синтаксис: ^AAC(Пароль), где

AA - адрес (от 00 до FF);

C - идентификатор команды;

(Пароль) - 8 символов (пароль может состоять только из заглавных букв латинского алфавита, цифр и знака подчеркивания).

Ответ модуля на эту команду:

- если команда выполнена, то !AA;

- если не выполнена, то ?AA.

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

Пример:

Команда: ^01E100000000

Ответ: !01

Разрешена юстировка.

Команда: ^01C12345678

Ответ: !01

Установлен новый пароль: 12345678.

11.11.26. \$AA7CiRrr

Описание: Установка индивидуального диапазона для одного из каналов.

Синтаксис: \$AA7CiRгг, где

AA - адрес (от 00 до FF);

7 - идентификатор команды;

C - идентификатор команды;

i - номер канала от 0 до 7 (для модулей NLS-8TIn и NLS-8AIn), от 0 до 3 (для модуля NLS-4RTDn);

R - идентификатор команды;

гг – номер устанавливаемого диапазона для канала с номером i (см. п. 11.2 - 11.4).

Ответ модуля на команду:

- если команда выполнена, то !AA;

- если не выполнена, то ?AA.

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

Пример для модуля NLS-8TIn:

Команда: \$017C5R04

Ответ: !01

Для 5-го канала установлена термopара типа R.

11.11.27. \$AA8Ci

Описание: Чтение индивидуального диапазона измерений

Синтаксис: \$AA8Ci, где

AA- адрес (от 00 до FF);

8- идентификатор команды;

C- идентификатор команды;

i - номер канала от 0 до 7 (для модулей NLS-8TIn и NLS-8AIn), от 0 до 3 (для модуля NLS-4RTDn).

Ответ на эту команду:

- если команда выполнена, то !AACiRгг;

- если команда не выполнена, то ?AA.

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

Здесь

R - идентификатор команды.

гг - код установленного диапазона по каналу i.

Пример:

Команда: \$018C5

Ответ: !01C5R04

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

11.11.28. \$AA3

Описание: Чтение температуры холодного спая для модуля NLS-8TIn.

Синтаксис: \$AA3, где

AA - адрес (от 00 до FF);

3 - идентификатор команды.

Ответ модуля на эту команду:

- если команда выполнена, то >(Data);

- если команда не выполнена, то ?AA.

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

Здесь (Data) - температура холодного спая.

Пример:

Команда: \$013.

Ответ: >+0023.5.

Температура холодного спая +23,5 градуса.

11.11.29. ^AAX

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

Синтаксис: ^AAX, где

AA - адрес (от 00 до FF);

X - идентификатор команды;

Ответ модуля на эту команду:

- если команда выполнена, то !AAXV;

- если не выполнена, то ?AA.

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

Здесь

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

Пример:

Команда: ^01X

Ответ: !01X0

Справочные данные

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

11.11.30. ^AAXV

Описание: Установка состояния включения/отключения компенсации холодного спая.

Синтаксис: ^AAXV, где

AA - адрес (от 00 до FF);

X - идентификатор команды;

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

Ответ модуля на эту команду:

- если команда выполнена, то !AA;

- если не выполнена, то ?AA.

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

Пример:

Команда: ^01X0. Ответ: !01

Компенсация холодного спая выключена.

11.11.31. ^AABN

Описание: чтение состояния канала нормальное/обрыв.

Синтаксис: \$AAB, где

AA - адрес (от 00 до FF);

B - идентификатор команды;

N - номер канала от 0 до 7 (для модуля NLS-8TIn) или от 0 до 3 (для модулей NLS-4RTDn) или от 0 до F (для модуля NLS-8AIn).

Ответ на эту команду:

- если команда выполнена, то !AAS;

- если не выполнена, то ?AA.

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

Здесь

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

Пример:

Команда: \$01B3 Ответ: !011.
На канале 3 обнаружен обрыв.

11.11.32. \$AA9

Описание: Чтение смещения погрешности измерения температуры холодного спая для модуля NLS-8TIn.

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

Ответ на эту команду:

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

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

Здесь

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

Пример:

Команда: \$019.

Ответ: !01-0315

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

11.11.33. \$AA9(Data)

Описание: Коррекция погрешности измерения температуры холодного спая для модуля NLS-8TIn.

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

Ответ на эту команду:

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

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

Пример:

Команда: \$019+1059.

Ответ: !01

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

11.11.34. \$AAWN

Описание: Чтение типа собранной схемы подключения датчика к указанному каналу.

Синтаксис: \$AAWN, где

AA - адрес (от 00 до FF);

W - идентификатор команды;

N – номер канала (от 0 до 3);

Ответ модуля на эту команду:

- если команда выполнена, то !AAS;

- если не выполнена, то ?AA.

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

S - тип собранной схемы подключения указанного датчика (2 - двухпроводный, 3 – трехпроводный, 4 – четырехпроводный).

Пример:

Команда: \$01W1 Ответ: !013

Чтение типа собранной схемы подключения датчика к каналу 1. Датчик подключен по трехпроводной схеме.

11.11.35. \$AAWNV

Описание: Установка типа собранной схемы подключения датчика к указанному каналу.

Синтаксис: \$AAWNV, где

AA - адрес (от 00 до FF);

W - идентификатор команды;

N – номер канала (от 0 до 3);

V - устанавливаемое тип собранной схемы подключения указанного датчика (2 - двухпроводный, 3 – трехпроводный, 4 – четырехпроводный).

Ответ модуля на эту команду:

- если команда выполнена, то !AA;

- если не выполнена, то ?AA.

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

Пример:

Команда: \$01W04. Ответ: !01

Тип собранной схема подключения датчика к 0 каналу установлен как четырехпроводный.

11.11.36. ^AAS

Описание: Чтение времени измерения одного канала.

Синтаксис: ^AAS, где

AA - адрес (от 00 до FF);

S - идентификатор команды.

Ответ модуля на эту команду:

- если команда выполнена, то !AASV;

- если не выполнена, то ?AA.

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

Пример:

Команда: ^01S Ответ: !01S0

Время измерения одного канала 100мс.

Команда: ^01S Ответ: !01S2

Время измерения одного канала 35мс.

11.11.37. ^AASV

Описание: Установка времени измерения одного канала

Синтаксис: ^AASV, где

AA - адрес (от 00 до FF);

S - идентификатор команды;

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

Справочные данные

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AA;

если не выполнена, то ?AA.

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

Пример:

Команда: ^01S0 Ответ: !01

Время измерения одного канала 100мс.

Команда: ^01S1 Ответ: !01

Время измерения одного канала 35мс.

11.11.38. ^AAN

Описание: Чтение типа входов (одиночные или дифференциальные).

Синтаксис: ^AAN, где

AA- адрес (от 00 до FF);

N- идентификатор команды.

Ответ модуля на эту команду:

- если команда выполнена, то !AAV;

- если не выполнена, то ?AA;

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

Пример:

Команда: ^01N

Ответ: !018 – модуль имеет 8 дифференциальных каналов.

Команда: ^01N

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

11.11.39. ^AANV

Описание: Установка режим дифференциальных или одиночных входов.

Синтаксис: ^AANV, где

AA- адрес (от 00 до FF);

N – идентификатор команды;

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

Ответ модуля на эту команду:

если команда выполнена, то !AA;

если команда ошибочна, то ?AA.

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

Пример:

Команда: ^01N8 Ответ: !01

В модуле установлен режим 8 дифференциальных каналов.

11.12. Список стандартов, на которые даны ссылки

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

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

Лист регистрации изменений

Дата изменения	Описание изменения	Примечание
17.11.2023	Исправлены значения в столбце «Код диапазона» Табл. 13. . Исправлены опечатки по тексту	
12.12.2023	Добавлено описание команд DCON \$AAWN, \$AAWNV	
18.01.2024	В табл. 2 и табл. 12 исправлена опечатка в названии термопары J-типа	
16.05.2024	Убрана информации о неиспользуемой команде в Табл. 21. Команды для модуля NLS-4RTDn протокола Modbus RTU	