

Модули RealLab! ИСКРБЕЗОПАСНОЙ СЕРИИ NL-Ex

**В.В. Денисенко,
Н.Ю. Литвинов, Е.Е. Метелкин,
О.Е. Трубочев, А.Н. Халявко (НИЛ АП)**

Описывается новая разработка НИЛ АП – программно-технический комплекс RealLab! серии NL-Ex для взрывоопасных производственных объектов. ПТК включает программируемый контроллер, набор модулей ввода/вывода с протоколом Modbus RTU, преобразователь и повторитель интерфейсов, искробезопасный источник питания, OPC-сервер и любую стандартную SCADA. Комплекс работоспособен при температуре окружающей среды -40 ...50 °С.

Среди опасных промышленных объектов [1] особое место занимают взрывопожароопасные объекты, средства автоматизации для которых должны удовлетворять требованиям серии российских стандартов ГОСТ Р 51330 для устройств, используемых в среде взрывоопасных газов и ГОСТ Р МЭК 61241 для среды взрывоопасной пыли. Наиболее распространенным методом обеспечения взрывобезопасности микропроцессорных средств промышленной автоматизации является защита вида "искробезопасная электрическая цепь i" (ГОСТ Р 51330.10), поскольку она обеспечивает минимальную стоимость изделий при высокой надежности взрывозащиты.

Для применения средств автоматизации на взрывоопасных промышленных объектах получили распространение барьеры искробезопасности, которые предотвращают передачу недопустимо высокой электрической энергии во взрывоопасную зону. Однако такие барьеры подключаются к каждому каналу ввода/вывода контроллера, что делает всю систему очень дорогой. Существует другой путь решения проблемы взрывобезопасности – применение контроллеров, которые спроектированы так, что их цепи входов/выходов являются искробезопасными. Возможны два принципиально разных метода построения таких контроллеров: контроллеры, которые не содержат искробезопасных цепей и поэтому полностью могут быть помещены во взрывоопасную зону, и контроллеры, у которых только часть внешних зажимов является искробезопасными, а другая часть является искробезопасной, и поэтому весь контроллер располагает-

ся вне взрывоопасной зоны. Эти контроллеры называются "связанным оборудованием".

Имеющиеся в настоящее время на рынке АСУТП промышленные контроллеры для взрывоопасных сред отечественного производства имеют в основном нестандартные протоколы сетевого обмена или нестандартные средства программирования. Импортные контроллеры удовлетворяют международным стандартам, но, как правило, не удовлетворяют требованиям ГОСТов по маркировке и пользовательской документации, а также поддерживают не все российские датчики.

В настоящей статье описывается новая отечественная разработка – искробезопасный ПТК RealLab! серии NL-Ex, имеющий вид взрывозащиты "искробезопасная электрическая цепь i", который выполнен в виде распределенной системы сбора данных и управления со стандартным протоколом обмена Modbus RTU или (по выбору) с протоколом DCON, который используется фирмами Advantech и ICP DAS. ПТК соответствует российским стандартам на взрывобезопасное оборудование, маркировку и техническую документацию. Основное преимущество, которое дает серия по сравнению с применением искробезопасных барьеров совместно с обычными контроллерами – это существенное (до нескольких раз) снижение стоимости системы. Импортных аналогов серия не имеет.

Общее описание ПТК

ПТК представляет собой распределенную систему сбора данных и управления, которая включает контроллер NLcon-1AT-Ex, искробезопасный источник питания NL-12V-Ex, искробезопасный преобразователь интерфейса RS-232 в RS-485 типа NL-232C-Ex и набор модулей:

- NL-8TI-Ex – 8 каналов ввода сигналов термпар и 2 дискретных выхода;
- NL-4RTD-Ex – 4 канала для термопреобразователей сопротивления и 3 дискретных выхода;
- NL-8AI-Ex – 8 дифференциальных или 16 одиночных аналоговых входов и 3 дискретных выхода;
- NL-16DO-Ex – 16 каналов дискретного вывода и 3 дискретного ввода;
- NL-16DI-Ex – 16 каналов дискретного ввода и 2 дискретного вывода;
- NL-4R-Ex – 4 канала электромагнитных реле;

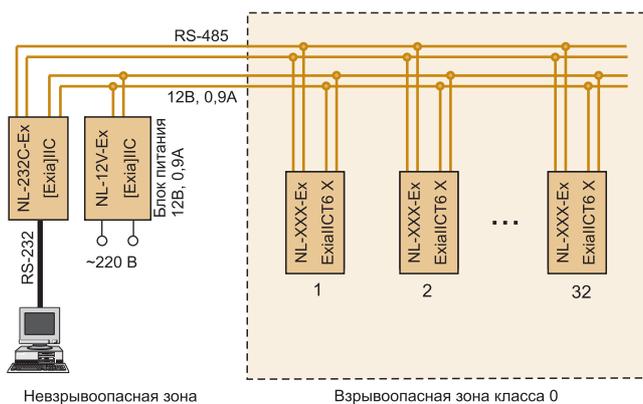


Рис. 1. Расположение компонентов комплекса внутри и вне взрывоопасной зоны

- NL-2С – 2 канала счетчика/частотомера и 4 канала дискретного вывода;
- NL-485С – повторитель интерфейса.

Модули ввода/вывода программно совместимы с RealLab! серии NL [2, 3]. Для связи со SCADA имеется OPC-сервер, что позволяет использовать модули с любым ПО, поддерживающим стандарт OPC, в том числе с MasterSCADA, TraceMode, Genesis32, LabView, Matlab, MS Excel [4].

На рис. 1 показана схема расположения отдельных модулей ПТК на взрывоопасном объекте. Модули с маркировкой взрывозащиты ExiaIICt6/ExiaIIBT6 X могут располагаться как внутри, так и вне взрывоопасной зоны, а связь между ними и устройствами во взрывобезопасной зоне выполняется через преобразователь интерфейсов NL-232С-Ex и искробезопасный источник питания NL-12V-Ex, которые относятся к "связанному оборудованию" с маркировкой [Exia]IIC/[Exia]IIB X по ГОСТ Р 51330.10.

Система автоматизации может быть построена с применением контроллера или компьютера сторонних производителей, не имеющих искробезопасных цепей, если их расположить вне взрывоопасной зоны и соединить с ней преобразователем интерфейса NL-232С-Ex.

В конфигурации, когда необходимо автономное управление процессом без участия компьютера, используется искробезопасный контроллер NLcon-1AT-Ex (www.RealLab.ru), который имеет порт RS-485 для управления сетью Modbus RTU и порт RS-232 для связи с компьютером. Программирование контроллера выполняется на языке "С".

Источник питания системы обеспечивает развязку между искробезопасными цепями и сетью 220 В с помощью "неповреждаемого трансформатора" по ГОСТ 51330.10. При разработке искробезопасного источника питания был использован ряд нетрадиционных схемотехнических решений, которые являются предметом изобретения, и в настоящей статье не раскрываются.

Некоторые особенности построения

Все модули и контроллеры системы построены по тем же принципам и на той же элементной базе, что и аналогичные устройства RealLab! серии NL [2, 3], однако дополнительно в них применены схемотехнические и конструктивные решения, обеспечивающие соответствие стандартам на искробезопасные электрические цепи. Стандарт требует, чтобы в случае выхода из строя одного, двух или трех элементов, удовлетворяющих требованиям стандарта, энергия, выходящая из модуля во внешние цепи, не могла воспламенить взрывоопасную смесь при возникновении искры (при тестировании используется воздушно-водородная смесь). Кроме

того, поступающая внутрь модуля энергия должна быть ограничена на таком уровне, чтобы поверхность элементов или слоя компаунда не нагревалась выше 85 °С. Это предотвращает воспламенение взрывоопасной смеси при ее попадании внутрь модуля.

Для защиты входных/выходных искробезопасных цепей модулей использованы ограничительные элементы на транзисторах, стабилитронах, варисторах и предохранителях. Для ограничения доступа взрывоопасной смеси внутрь модулей они залиты компаундом, удовлетворяющим требованиям ГОСТ Р 51330.17.

Каждый модуль аналогового ввода ПТК имеет дискретные выходы, что позволило реализовать в модуле ПИД-регулятор, коэффициенты которого пере-сылаются по промышленной сети командами в ASCII кодах через интерфейс RS-485.

Разрешающая способность модулей – 16 бит. Диапазоны входных сигналов переключаются программно: 15 мВ, 50 мВ, 100 мВ, 500 мВ, 1 В, 2,5 В, 20 мА (для NL-8TI-Ex) и 150 мВ, 500 мВ, 1 В, 5 В, 10 В, 20 мА (для NL-8AI-Ex).

Программно также устанавливаются: типы термопар или термопреобразователей сопротивления; диапазон измерения, формат данных, адрес модуля, скорость обмена, наличие контрольной суммы. Встроенное ЭППЗУ позволяет хранить настройки модуля и калибровочные таблицы при выключенном питании. Каждый модуль управляется примерно 20...50 различными командами.

Погрешность модулей составляет $\pm 0,05\%$ от верхней границы диапазона при измерении напряжения и $\pm 0,1\%$ при измерении тока и сопротивления. Дополнительная погрешность, вызванная изменением температуры окружающей среды на 10 °С, составляет соответственно 0,025% и 0,05%.

Погрешность измерения температуры с помощью термопары включает погрешность компенсации температуры холодного спая, погрешность модуля и погрешность линеаризации нелинейности термопары, не включает погрешность самой термопары и составляет от $\pm 2,5...5$ °С для разных типов термопар. Погрешность измерения температуры термопреобразователями сопротивления составляет $\pm 0,1\%$. Погрешность приведения к верхней границе диапазона измерений.

Модули имеют коэффициент ослабления помехи нормального вида – 120 дБ, общего вида – 140 дБ на частоте 50 Гц; время измерения $0,1 \cdot N$ с, где N – число активных каналов; полосу пропускания по входу – 2,7 Гц; напряжение питания 12 В от искробезопасного источника NL-12V-Ex.

Модули состоят из основания и крышки, которая прикрепляется к основанию двумя винтами, и съем-



Рис. 2. Внешний вид модуля аналогового ввода NL-8AI-Ex

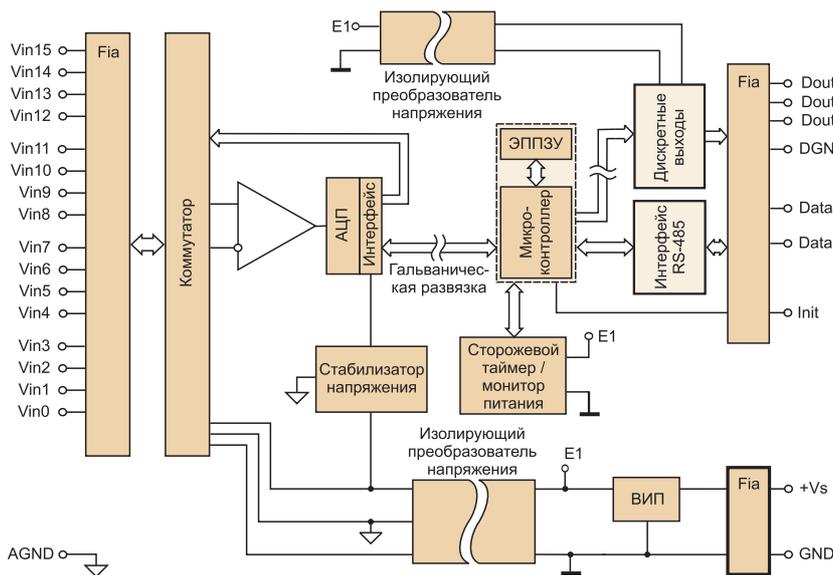


Рис. 3. Структурная схема искробезопасного модуля NL-8AI-Ex серии NL-Ex

ных клеммных колодок (рис. 2). Съемные клеммные колодки позволяют выполнить быструю замену модуля без отсоединения подведенных к нему проводов. Корпус выполнен из ударопрочного полистирола, имеет крепление к DIN-рейке 35 мм и степень защиты от воздействий окружающей среды IP20.

Структура модулей

Модули имеют дифференциальные входы (за исключением NL-8AI-Ex, который позволяет программно выбирать дифференциальный тип входов или с общим проводом), к которым могут подключаться любые источники аналоговых сигналов напряжения и источники токовых сигналов в диапазоне 0...20 и 4...20 мА. Сигналы с входа модуля подаются на вход АЦП через аналоговый коммутатор (мультиплексор) и преобразуются в цифровой 24-разрядный код. АЦП имеет встроенный цифровой фильтр и усилитель с цифрууправляемым коэффициентом усиления. Это позволяет программно изменять полосу пропускания модуля и диапазон входных напряжений. Число эффективных разрядов АЦП уменьшается при увеличении усиления. Поэтому число разрядов было уменьшено до 16 ед., при этом максимальное усиление составило 128 ед., что необходимо, например, при работе с термопарами.

Цифровой сигнал с выхода АЦП поступает в микроконтроллер через изолирующий повторитель с магнитной связью. Изолированная часть модуля, содержащая АЦП, питается через развязывающий преобразователь постоянного напряжения, чем обеспечивается полная гальваническая изоляция входов от блока питания и интерфейсной части (рис. 3).

Микроконтроллер модуля выполняет следующие функции: исполняет команды, посылаемые из управляющего компьютера; компенсирует нелинейности термопар и резистивных термопреобразователей с помощью записанной в ЭППЗУ калибровочной таблицы, соответ-

ствующей ГОСТ Р 8.585-2001; выполняет калибровку модулей; реализует протокол обмена через интерфейс RS-485.

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

Метрологическое обслуживание

Проверка и калибровка модуля выполняются методом сличения с эталоном, когда одна и та же физическая величина (напряжение, ток или сопротивление) измеряется сначала образцовым прибором, затем – модулем серии NL-Ex.

Модули NL-Ex калибруются изготовителем перед их поставкой или пользователем. Вся процедура выполняется программно. Поправки, полученные при калибровке, сохраняются в ЭППЗУ модуля и учитываются встроенным контроллером перед выдачей результата измерения в порт RS-485.

Особенности применения

При использовании модулей серии NL-Ex необходимо контролировать суммарную емкость и индуктивность проводов, подключаемых к искробезопасным клеммам модулей, и внутреннюю емкость и индуктивность присоединяемого оборудования. Сумма максимальной эффективной внутренней емкости C_i каждой составной части оборудования и емкости кабеля (кабели обычно рассматривают как сконцентрированную емкость, равную максимальной емкости между двумя смежными жилами) не должна превышать максимального значения C_0 , указанного на лицевой панели модуля.

Аналогично, сумма максимальной эффективной внутренней индуктивности L_i каждой составной части искробезопасного электрооборудования и индуктивности кабеля не должна превышать максимального значения L_0 , указанного также на лицевой панели модуля. Если подключаемое к модулям NL-Ex искробезопасное электрооборудование не обладает эффективной индуктивностью, а на модуле указано значение отношения L/R , то при значении отношения L/R кабеля, измеренного между его двумя максимально удаленными друг от

друга жилами, меньше этого значения, нет необходимости обеспечивать выполнение требования к Lo.

Искробезопасные цепи должны быть смонтированы таким образом, чтобы наводки от внешних электромагнитных полей (например, от расположенного на крыше здания радиопередатчика, от воздушных линий электропередач или близлежащих кабелей для передачи большой мощности) не создавали опасного напряжения или тока на искробезопасных цепях. Это может быть достигнуто экранированием, правильным заземлением и удалением искробезопасных цепей от источника электромагнитной наводки [5, 6].

Заключение

Описанный ПТК спроектирован специально для применения на территории России, удовлетворяет требованиям российских стандартов и может быть широко и эффективно использован в промышленности, на взрывопожароопасных производственных объектах.

Виктор Васильевич Денисенко — канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник, директор, Халявко Александр Николаевич — канд. техн. наук, Николай Юрьевич Литвинов, Евгений Евгеньевич Метелки, Олег Евгеньевич Трубочев — инженеры НИЛ АП (г. Таганрог).

*Контактный телефон (8634) 324-140.
E-mail: info@RLDA.ru Http://www.RealLab.ru*

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТРУБА ИЗ КЕРАМИКИ ДЛЯ ВЫСОКОТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДА

Х. Майер (FRIATEC AG),

У. Стевенс (KROHNE Messtechnik GmbH & Co. KG)

Описан процесс разработки керамической футеровки для электромагнитных расходомеров, применяемый в последние 25 лет. Современные измерительные трубы с керамической футеровкой сочетают высокие точность и термомеханические свойства.

Введение

Электромагнитные расходомеры (ЭМР) в настоящее время составляют 30% от общего числа приборов измерения расхода, продаваемых на европейском рынке. Ежегодный темп роста продаж ожидается 2%. ЭМР с керамической футеровкой также становятся все более востребованными, так как их надежность за последние годы увеличилась.

Использование ЭМР, изготовленных по традиционной технологии с применением таких материалов, как металлы, стекло и пластмассы часто ограничено точностными характеристиками, безопасностью применения прибора и надежностью его работы. Эти ограничения становятся преобладающими при применении расходомеров на коррозионно-опасных средах, при высоких давлениях и температурах, где имеется реальная опасность возникновения отложений на измерительной трубе. Кроме этого, для обеспечения высокой точности приборов к футеровке предъявляются высокие требования по стабильности ее формы в течение

длительного времени. Футеровка, выполненная из пластмассы, не всегда удовлетворяет этому требованию. Поэтому появилась необходимость использовать материалы футеровки, которые могли бы противостоять этим необычным обстоятельствам. Решение проблемы — использование керамической футеровки.

Принцип измерения

В основе работы ЭМР лежит закон электромагнитной индукции, предложенный Майклом Фарадемом (рис. 1):

$$U = c \cdot D \cdot v \cdot B,$$

где c — константа прибора, U — напряжение полезного сигнала, D — расстояние между электродами, v — скорость потока среды; B — индукция магнитного поля.

Главное преимущество этого принципа измерения — линейная зависимость между скоростью потока электропроводной среды и напряжением полезного сигнала. Это означает, что приборы, работающие по этому принципу измерения, могут иметь

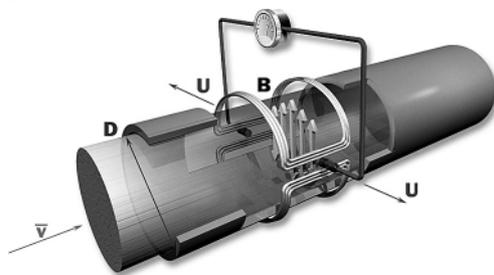


Рис. 1. Принцип измерения ЭМ расходомера