

Простые и эффективные способы калибровки датчиков

Денис ПЕТЛЕВАНЬ
petlevany@tut.by

Современные измерительные датчики уже много лет создаются на базе цифровых микросхем преобразователей сигнала. Входной аналоговый сигнал, несущий информацию об измеренной физической величине, усиливается и оцифровывается, а затем осуществляется пересчет полученного значения в соответствии с коэффициентами, записанными в память микросхемы при калибровке. В зависимости от формы выходного сигнала происходит разделение на датчики с цифровым и аналоговым выходом. В перспективе датчики с цифровым выходом по многим причинам должны вытеснить аналоговые стандарты передачи сигнала. Но пока доля рынка датчиков с аналоговым интерфейсом достаточно широка, и производителям приходится подстраиваться под существующие стандарты.

В соответствии с мировыми тенденциями во многих моделях цифровых преобразователей заложена возможность использовать один и тот же выход и как аналоговый, и как цифровой. Несмотря на то, что такие микросхемы появились достаточно давно и широко используются, складывается впечатление, что производители датчиков зачастую забывают об их полезном свойстве. В частности, речь пойдет о микросхемах серии ZSC фирмы ZMDI. Статья является результатом исследования этого вопроса. Автор предлагает читателю полезную информацию о том, как наиболее полно раскрыть потенциал, заложенный в микросхемах сенсорных преобразователей.

Нередко возникает необходимость перенастроить какой-нибудь датчик, который уже функционирует в системе. Причины для перенастройки могут быть разными. Сбой параметров может произойти под воздействием критических нагрузок. Например, гидравлический удар в системе может вызвать смещение нуля в датчиках давления, подключенных к ней. В некоторых случаях для согласования с другими приборами может понадобиться перенастроить рабочий диапазон датчика. Старение материалов, из которых изготовлен датчик, приводит к медленному дрейфу параметров сенсора, что требует проведения периодических проверок. Вообще говоря, в подобных случаях датчик должен быть снят с объекта и отправлен в специальную лабораторию для перекалибровки.

Произвести полную перенастройку датчика на месте при всех значениях температуры практически невозможно. Однако не всегда все калибровочные коэффициенты нуждаются в подстройке. Нужно отметить, что коэффициенты, отвечающие за температурную компенсацию, в цифровых микросхе-

мах преобразователей отделены и не зависят от коэффициентов, отвечающих за форму передаточной кривой. Благодаря этому возможно в небольших пределах производить настройку нетемпературных параметров, при этом произведенные изменения автоматически транслируются на весь температурный диапазон.

Понятно, что, если есть возможность, гораздо выгоднее производить перенастройку датчика прямо на месте, не извлекая его из системы. То, что на практике такая регулировка действительно проводится, доказывает тот факт, что во многих датчиках можно встретить подстроечные элементы. Для того чтобы разобраться, как лучше осуществлять мобильную подстройку датчиков, рассмотрим возможные способы.

Первый способ традиционный, он заключается во введении в схему дополнительных корректирующих цепей с подстроечным резистором. Его достоинство в том, что для подстройки не требуются специальных инструментов, все операции можно выполнить простой отверткой. Однако у метода есть серьезные недостатки. Схема с потенциометром занимает значительное место на плате. Корпус датчика должен быть сконструирован так, чтобы к подстроечному элементу был обеспечен простой доступ. Один подстроечный резистор может изменять только один определенный параметр. Обычно вводят подстройку нуля, корректировка других параметров при этом не производится.

Второй способ, более прогрессивный, основан на изменении коэффициентов калибровки, прописанных в памяти микросхемы преобразователя. Для корректировки необходимо использовать специальное устройство, подключаемое к датчику по цифровому интерфейсу. Устройство получает доступ

ко всем настройкам микросхемы и может осуществлять любые корректировки. При этом в самом датчике никаких дополнительных корректирующих компонентов размещать не нужно. Более того, если цифровой интерфейс выведен наружу, отпадает всякая необходимость разбирать датчик для его настройки.

Второй способ однозначно подходит датчикам с цифровым выходом. Для датчиков с аналоговым выходом выбор, на первый взгляд, не так очевиден. Проблема, с которой приходится в этом случае столкнуться, заключается в том, что каждый электрический вход и выход любого промышленного устройства должен иметь определенную степень защиты. Защита от электростатики, неправильного подключения, превышения допустимых параметров, помех, наводок и т. д. определяет степень надежности и класс прибора.

Практически получается так, что цепи входных фильтров хорошего датчика занимают около половины полезного объема. Поскольку каждый дополнительный внешний контакт требует такой же надежной защиты, как и все остальные, производители датчиков стремятся минимизировать общее количество сигнальных выводов. Именно с этой целью производители цифровых преобразователей закладывают возможность использовать один и тот же выход микросхемы и как аналоговый, и как цифровой. Однако на практике часто приходится сталкиваться со случаями, когда эта возможность игнорируется. Вместо того чтобы задействовать возможности универсального интерфейса, разработчики идут по пути использования дополнительных цифровых выводов, а некоторые и вовсе отказываются от цифровой коррекции и отдают предпочтение первому способу коррекции датчиков.

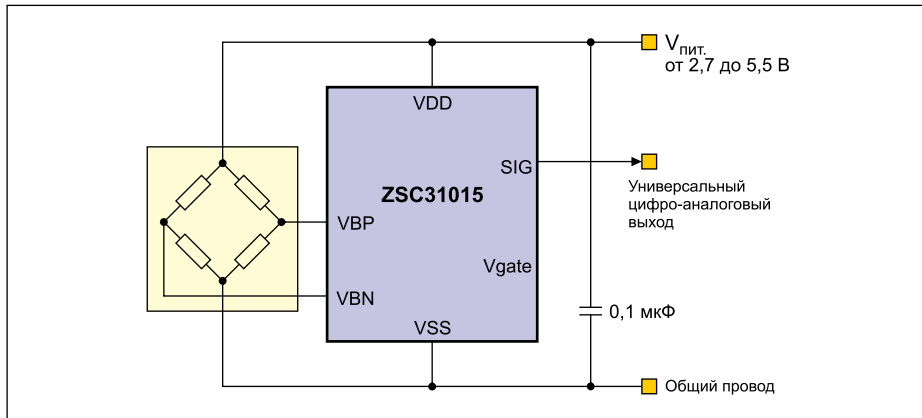


Рис. 1. Стандартная схема включения микросхемы ZSC31015

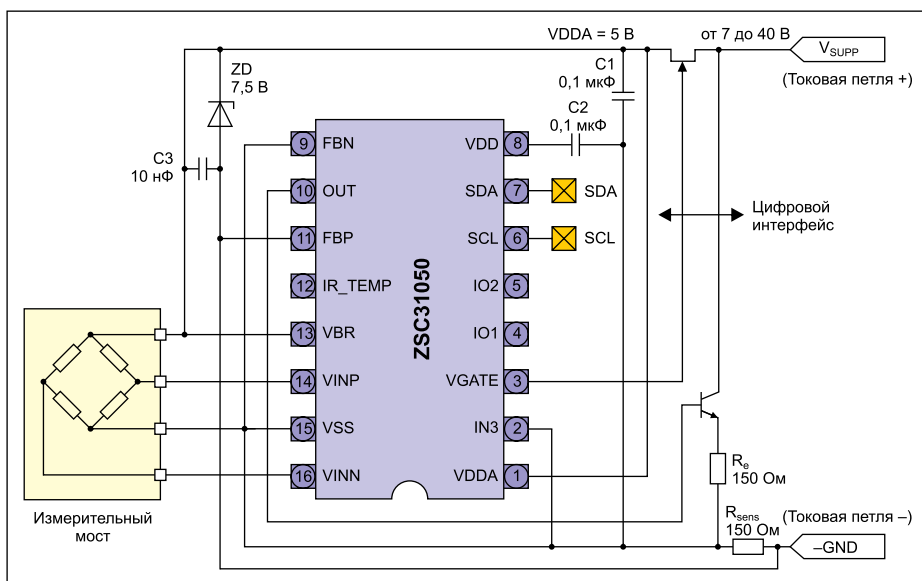


Рис. 2. Подключение микросхемы ZSC31050 в случае использования токового выхода 4–20 мА

Решения на базе универсальных однопроводных интерфейсов являются промежуточ-

ным звеном на пути к цифровым стандартам обмена информацией. С одной стороны, со-

храняется полная совместимость с аналоговыми приборами, с другой — открыт доступ к возможностям цифровой микросхемы. Все необходимое для реализации универсального интерфейса присутствует в специализированных микросхемах серии ZSC и ZSSC фирмы ZMDI (Германия).

Основой для создания комбинированного выхода является поддержка микросхемой преобразователя цифрового однопроводного протокола передачи данных. Хотя стандарт LIN поддерживается некоторыми микросхемами, например ZSSC3170, для комбинированного выхода ZMDI использует другой однопроводной протокол — ZACwire. Инициализация цифрового режима работы выхода осуществляется путем подачи специальной команды сразу после включения питания. Если на протяжении первых 20 мс инициализации не происходит, выход переключается в аналоговый режим работы. Особенностью такого устройства интерфейса является то, что перейти в цифровой режим работы можно только предварительно сняв питание с датчика.

Во всех микросхемах преобразователей ZSC, в которых предусмотрен аналоговый способ передачи измеренного сигнала, цифровой выход протокола совмещен с выходом ШИМ. Соответственно в датчиках, где выход ШИМ используется напрямую (выход по напряжению), использование универсального интерфейса не вызывает никаких проблем. В качестве примера на рис. 1 приведена стандартная схема включения микросхемы ZSC31015 с универсальным цифро-аналоговым выходом.

Выход по напряжению весьма распространен в тех приложениях, где датчик не сильно удален от принимающего устройства, например в автомобильной технике. Существенным недостатком этого способа передачи сигнала является его сильная зави-

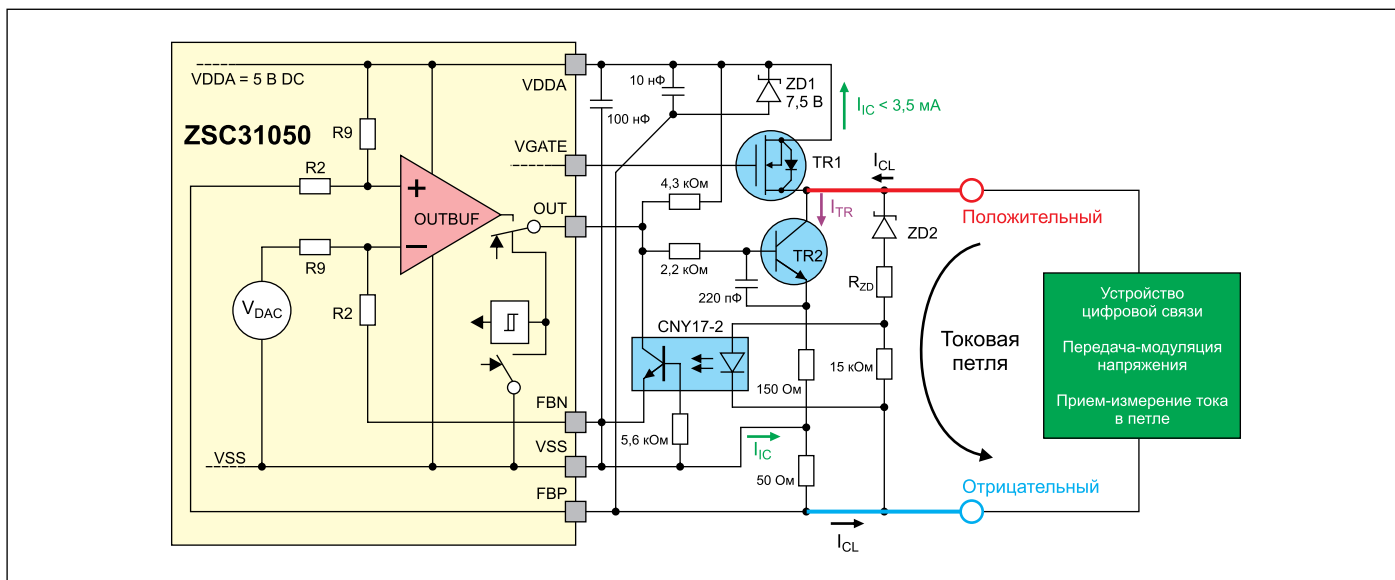


Рис. 3. Схема, поясняющая устройство цифро-аналоговой токовой петли

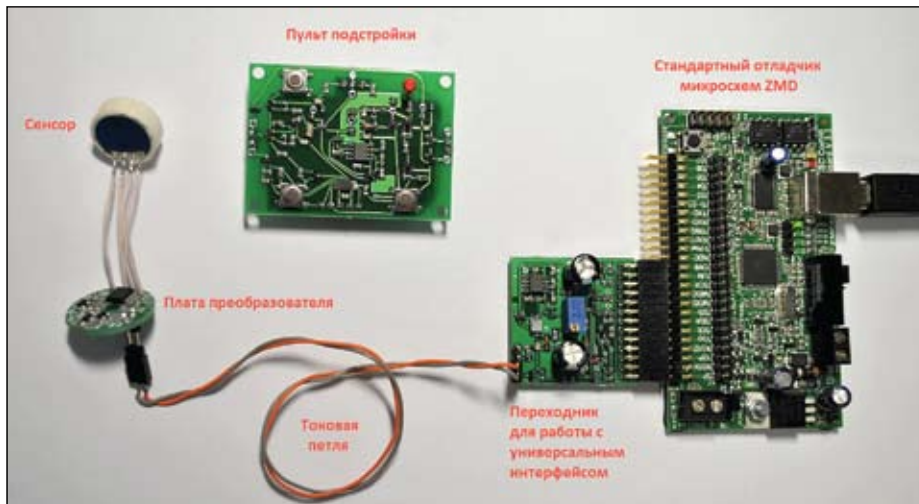


Рис. 4. Комплект разработчика

симось от качества электрического соединения с датчиком. Любое падение напряжения в линии искажает передаваемый сигнал. Этого недостатка лишен другой широко используемый в промышленности стандарт передачи данных — под названием «токовая петля». Для включения датчика в токовую петлю нужно всего два провода, при этом измеренный сигнал передается путем изменения тока потребления от 4 до 20 мА. Поддержку токовой петли имеет микросхема ZSC31050. Для организации токового выхода необходимо использовать дополнительные компоненты (рис. 2), из-за этого универсальный выход не может быть задействован напрямую.

Однако, немного усложнив схему подключения (рис. 3), можно сохранить возможность цифровой связи с микросхемой.

Вся необходимая информация о том, как это сделать, приводится в описании к ZMC31050.

В отличие от существующего коммерческого аналога, HART-протокола, предлагаемое ZMDI решение позволяет по максимуму воспользоваться возможностями, уже заложенными в микросхему, без привлечения дополнительных сложных устройств. Хотя микросхема ZMC31050 выпускается много лет и широко применяется в датчиках, практических решений с использованием описанного универсального интерфейса до сих пор не было известно.

Чтобы облегчить задачу разработчику, который захочет внедрить универсальный однопроводной интерфейс в свои изделия, компания «Оникс-Электро» предлагает базовый набор устройств для работы с цифро-аналоговым токовым интерфейсом (рис. 4).

Комплекс разработан с учетом всех приведенных выше замечаний и позволяет по максимуму воспользоваться возможностями микросхемы ZMD31050. Помимо са-

мого преобразователя сигнала, в комплект входит переходник для подключения отладчика микросхем SSC Communication Board, а также пульт мобильной подстройки калибровочных коэффициентов. Переходник позволяет использовать стандартные средства разработки, предлагаемые ZMDI, без ограничения функциональности. Представленный на рис. 4 пульт может осуществлять подстройку отдельных параметров датчика, например сдвиг или растяжение диапазона выходного сигнала, путем включения его в разрыв токовой петли. В зависимости от конкретных нужд пульт можно легко модернизировать для выполнения любых калибровочных операций.

Использование универсального однопроводного интерфейса совместно с мобильным пультом цифровой подстройки параметров позволяет решить ряд проблем, связанных с удобством производства и эксплуатации датчиков. К достоинствам применения этого интерфейса относятся следующие:

- Отсутствие необходимости разбирать корпус датчика для его настройки.
- Возможность настройки уже установленных в систему датчиков.
- Возможность настройки всех параметров датчика.
- Отсутствие лишних проводов.
- Компактность конструкции.
- Надежная защита всех входов и выходов датчика.
- Возможность проведения проверок с автоматической коррекцией.

Практическое применение рассмотренного решения позволило бы получить выгоду благодаря уменьшению размеров преобразователя и снижению цены за счет отсутствия дорогих элементов, а также добиться надежного и комфортного обслуживания датчиков во время их эксплуатации. ■