

MEMS-компоненты, датчики движения, беспроводные применения, энергосбережение и технологические инновации — в фокусе выставки Sensors Expo&Conference 2008

Светлана СЫСОЕВА
S.Sysoeva@mail.ru

В статье представлен обзор ключевых обновлений сенсорных компонентов — из числа отмеченных наградами “Best of Sensors Expo” журнала “Sensors Magazine” на прошедшем в Детройте ежегодном июньском глобальном мероприятии Sensors Expo&Conference 2008, а также некоторых других — в рамках тех же основных тенденций, указанных в заглавии статьи.

Введение

Ежегодно на рынке сенсорных компонентов появляются новые, более интеллектуальные и более усовершенствованные датчики, которые в последнее время уже не могут оцениваться с позиций только реализованных в них качественных технологических изменений. Основным критерием, который позволяет сенсорным компонентам быть успешно позиционированными в какой-то рыночной нише, сегодня является не функциональное исполнение. В расчет принимается интегральный оценочный критерий, составленный из оценок функциональности, уникальности, полезности, потенциала «системности», то есть способности качественного влияния на динамику работы системы, в которой компонент будет использоваться.

Если говорить о критериях оценок сенсорных систем, то сенсорную систему отличают: масштабность/масштабируемость, надежность, эффективность (по потреблению мощности), модульность, конфигурируемость и самонастройка с возможностью подключения новых устройств, динамическая чувствительность к изменению характеристик вследствие перемещения, добавления датчиков или изменения окружающих условий, высокая интеграция компонентов, сетей и подсетей, низкая цена. Поэтому беспроводные быстро- и (или) самонастраивающиеся сети с практически неограниченным числом мобильных узлов/подсетей и батарейная/без-

батарейная работа — важнейшие признаки современных сенсорных систем.

Не менее чем 200 производителей приняли участие в мероприятии Sensors Expo&Conference 2008, представив свои разработки в области применения беспроводных технологий, автомобильных подсистем и систем промышленной автоматизации, методов, технологий и материалов для измерений.

Для отмеченных наградами “Sensors Magazine” и для представленных производителями новых компонентов и систем на мероприятии Sensors Expo&Conference 2008 можно выделить следующие основные тенденции новых сенсорных разработок:

- акцент на MEMS-компоненты, преимущественно емкостные, позволяющие обеспечить миниатюризацию размеров, малое потребление мощности и высокую функциональную интеграцию, вплоть до использования элементов нанотехнологий;
- доминирование беспроводных применений — как для датчиков, так и для систем;
- акцент на энергосбережении и дальнейшей минимизации потребления мощности, тенденция к ультрамаломощным устройствам;
- инновации в области сенсорных технологий и поиск новых применений для датчиков;
- экспансия существующих технологий на существующие и новые применения.

По мнению экспертов журнала “Sensors Magazine”, среди номинантов наград “Best of Sensors Expo” — наиболее уникальные и полезные устройства, причем с наибольшим по-

тенциалом тенденциозности позитивных изменений на разных уровнях их применения.

«Золотые» и другие MEMS-компоненты, представленные на Sensors Expo 2008

Инклинометр ADIS16209 Analog Devices

Неудивительно, что в 2008 году золотой награды “Best of Sensors Expo” удостоился сенсорный компонент от компании Analog Devices Inc. (ADI) — мирового лидера в производстве высокоинтегрированных однокристалльных MEMS акселерометров и гироскопов. Компания ADI со своими интеллектуальными сенсорными компонентами семейства iSensog получает награду “Best of Sensors Expo” второй год подряд. В прошлом году в категории датчиков была присвоена серебряная награда интегральному компоненту ADIS16350 — трехосевому инерциальному модулю с гироскопом, акселерометром, включающему также датчик температуры — предназначенному для измерений в автомобильных применениях для стабилизации камер, антенн, а также в блоках управления гражданской авиации, робототехнике, протезировании.

«Золотым» компонентом 2008 года в категории “Sensors” члены жюри журнала “Sensors Magazine” назвали программируемый двухосевой цифровой инклинометр ADIS16209 (рис. 1а) с точностью, специфицируемой производителем в 0,1°, прямым выходом (выход-

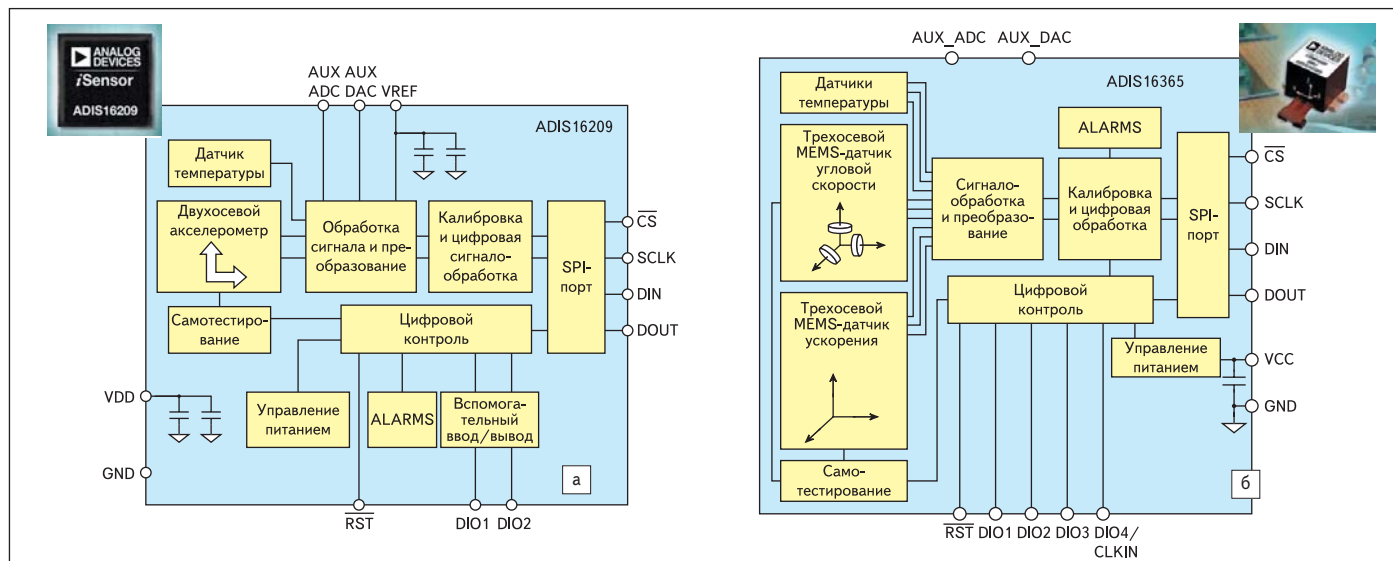


Рис. 1. Важнейшие обновления MEMS-компонентов 2008 года от компании Analog Devices:
 а) внешний вид и функциональная диаграмма высокоточного малоэнергопотребляющего цифрового инклинометра ADIS 16209;
 б) внешний вид и функциональная диаграмма усовершенствованной версии IMU — ADIS16365

дами) и способностью тюнинга в процессе прототипирования или сборки устройства.

Устройство предназначено для разнообразных промышленных применений, требующих измерений наклона, съемочного оборудования, станков, систем стабилизации спутниковых антенн, мониторинга безопасности движения, выравнивания автомобильных колес. Специалисты компании ADI утверждают, что функционально-эквивалентные решения на основе инклинометров в 100 раз больше, чем с ADIS16209. Речь идет об электrolитических датчиках или менее интегрированных полупроводниковых MEMS-датчиках.

ADIS16209 позиционируется компанией как высокоточный цифровой инклинометр, допускающий двухосевые горизонтальные ($\pm 90^\circ$) и одноосевые вертикальные ($\pm 180^\circ$) измерения. Стандартным является напряжение питания 3,3 В.

Точность в $0,1^\circ$ обеспечивается в ± 30 -градусном диапазоне при горизонтальном креплении. Уникальная двухрежимная функциональность позволяет новому компоненту поддерживать вертикальное одноосевое осуществление, причем в полном диапазоне 360° . Настраиваемые цифровые сенсорные данные представляют собой SPI-выход, предоставляющий доступ к информации о наклоне (14-битные данные о наклоне характеризуются разрешением в 0,025), ускорении (14-битные данные об ускорении с разрешением в 0,244 mg; как акселерометр, устройство допускает измерения ускорений в диапазоне $\pm 1,7$ g), 12-битным данным о температуре. Выходной последовательный интерфейс SPI допускает простую интеграцию в большинство современных систем. Все выходные данные и конфигурационные элементы обрабатывает один регистр.

Доступ возможен также к данным о напряжении питания. Конфигурируемые в цифровом формате рабочие параметры включают скорость дискретизации сэмплов (выборки), настройки цифровой фильтрации или частотной полосы (типично 0,05 кГц), вспомогательные 12-битные — аналоговый вход АЦП и цифровой выход ЦАП, регулировку смещения/нуля, самотестирование механической сенсорной структуры. Конфигурируемый мониторинг условий ADIS16209 включает диагностические флаги ошибок, программируемые условия alarm.

Высокая точность обеспечивается благодаря встроенному микроконтроллеру, который использует предустановленные при производстве калибровочные коэффициенты для динамической коррекции цифровых данных угла и компенсации влияния системного окружения с учетом изменений напряжения, температуры, угла и других переменных.

ADIS16209 поставляется в LGA-корпусе ($9,2 \times 9,2 \times 3,9$ мм). Монтаж корпуса выполняется по стандартным RoHS-технологиям. Рабочий температурный диапазон устройства $-40 \dots +125^\circ\text{C}$. Способность датчика противостоять ударам оценивается в 3500 g. ADIS16209 будет стоить \$34,40 за компонент в количестве от 1000 шт. Дополнительная информация доступна по адресу: <http://www.analog.com/pr/ADIS16209>.

Самые малые функциональные и малоомощные MEMS-компоненты

В продолжение рассказа о продукции Analog Devices следует отметить промышленный MEMS IMU (inertial measurement unit) — высокоточный блок инерциальных измерений ADIS16365 с 6 степенями свободы на основе трехосевых акселерометра и гироскопа

в компактном модуле с размерами $23 \times 23 \times 23$ мм, также являющийся представителем семейства датчиков iMEMS.

Снижение потребления мощности оценивается специалистами компании как 20%-ное в сравнении с датчиком предыдущего поколения ADIS16355 — следующим в линейке IMU за «серебряным» компонентом ADIS16350. Его время инициализации startup — в 10 раз быстрее, стабильность улучшена на 50% (многие данные сейчас в состоянии TBD).

В датчике реализована технология смешивания сигнала — для получения калиброванного цифрового выхода. SPI-интерфейс и структура на базе одиночного сигнала обеспечивают пользователю доступ к конфигурированию данных.

Порт SPI обеспечивает доступ к встроенным датчикам, 14-битным X-, Y-, Z-данным об угловой скорости и 14-битному X-, Y-, Z-линейному ускорению, температуре, напряжению питания, имеется вспомогательный 12-битный аналоговый вход/выход.

И еще некоторые параметры. Измерительные диапазоны гироскопа по осям — $\pm 75^\circ/\text{c}$, $\pm 150^\circ/\text{c}$, $\pm 300^\circ/\text{c}$, шумовая плотность — $0,04^\circ/\text{c}/\sqrt{\text{Гц}}$ rms, измерительный диапазон акселерометра — 17 g по каждой оси, рабочая частотная полоса 350 Гц. Рабочая температура $-40 \dots +105^\circ\text{C}$.

Датчики инерции являются прецизионными и калиброванными относительно чувствительности и смещения в диапазоне температур $-40 \dots +85^\circ\text{C}$. Для компенсации динамических возмущений на MEMS-датчик предназначен встроенный микроконтроллер, дающий возможность работы без тестирования, дополнительной схемотехники и вмешательства пользователя.

Программируемые признаки упрощают системную интеграцию: осуществляется внут-



Рис. 2. Новые трехосевые акселерометры Kionix, характеризующиеся малым форм-фактором и энергопотреблением: а) акселерометры и инклинометры серии KXSD9 для потребительских применений; б) акселерометры KXRБ5 с высокими рабочими характеристиками; в) новая серия датчиков KXD94 для автомобильных применений

рисистемная калибровка смещения, цифровая фильтрация, цифровая регулировка скорости выборки, управление мощностью, самотестирование, мониторинг рабочих условий, вспомогательный цифровой вход/выход.

Для многих MEMS-датчиков движения характерно значительное уменьшение размеров, уменьшение потребляемой мощности, минимизация шумов и, как следствие функционального исполнения, повышение точности.

Примерами являются представленные на Sensors Expo MEMS недавно разработанные 3-осевые акселерометры: KXSD9 Kionix — представленный в корпусе LGA (3×3×0,9 мм) и KXRБ5 в корпусе LGA (3×5×0,9 мм) для применений, где требуются высокие рабочие характеристики.

Стоит отметить, что напряжение питания этих low-g датчиков (программируемых на 1,5–6 g, стандартно — 2 g) — до 1,8 В.

Схемотехника KXSD9 (рис. 2а) включает встроенную функциональность управления напряжения питания (стандартного — до 3,6 В) с функцией Wake-up. Цифровой выход этих датчиков — SPI/I²C. Пользователь программирует (конфигурирует) чувствительность этих датчиков для диапазонов 2, 4, 6 и 8 g.

Согласно заявлениям компании, KXRБ5 (рис. 2б) отличается очень малой шумовой плотностью (75 мкг/√Гц типично), что для коммерческого типа акселерометров экстраординарно. Ключевые признаки включают также ток потребления в 500 мкА, высокую температурную стабильность, цифровой 3-проводной SPI или аналоговый выход, 12–14-битное сенсорное разрешение, вспомогательный выход с 4-канальным мультиплексором, напряжение питания 2,5–5,25 В, программируемое при производстве.

Новая серия 3-осевых акселерометров KXD94 (рис. 2в) с малым форм-фактором разработана компанией для автомобильных применений. KXD94 программируется при производстве, что при напряжении питания 2,75–5,25 В (стандартное — 5 В) дает возможность получить соответствующий про-

порциональный мультиплексированный аналоговый выход, соответствующий измеряемому диапазону в $\pm 5 \dots \pm 13$ g. Потребление тока, которое в обычном режиме составляет 1,1 мА, в режиме standby сводится к 5 мкА. Устройство закорпусировано в соответствующий стандарту RoHS корпус DFN (5×5×1,2 мм).

Компания VTI Technologies представляла на выставке Sensors Expo семейство 3-осевых акселерометров SCA3000 — как устанавлива-

ющее новые стандарты в сенсорной технологии. Разработанные для OEM автомобильных производителей, датчики SCA3000 (рис. 3а) предлагают комбинацию признаков из низкого энергопотребления, высокого функционального исполнения, меньших усилий от разработчиков ПО при интеграции в оборудование. Трехосевые датчики серии SCA3000 VTI Technologies питаются от 2,35–3,6 В, обеспечивают цифровой вход/выход 1,7–3,6 В.

Важнейший признак устройств — значительные преимущества в энергосбережении. Движение или свободное падение инициирует сигнал прерывания.

SCA3000-D01 и D02 разработаны для работы с оборудованием, питающимся от перезаряжаемых батарей с высокими рабочими характеристиками. Применения включают функции мобильных терминалов и противоголономных систем, активируемые движением, инерциальную навигацию и цифровую инклинометрию. SCA3000-E01, E02, E04 и E05 — устройства, потребляющие минимальный ток (120 мкА при 2,5 В типично). Все эти датчики разработаны для портативных переносных и наручных (носимых на запястье) устройств, для которых батарейная работа первоначально важна. Потенциальные применения — это педометры, мониторинг активности в спортивных занятиях, устройства с игровым входом, компенсация наклона в компасах.

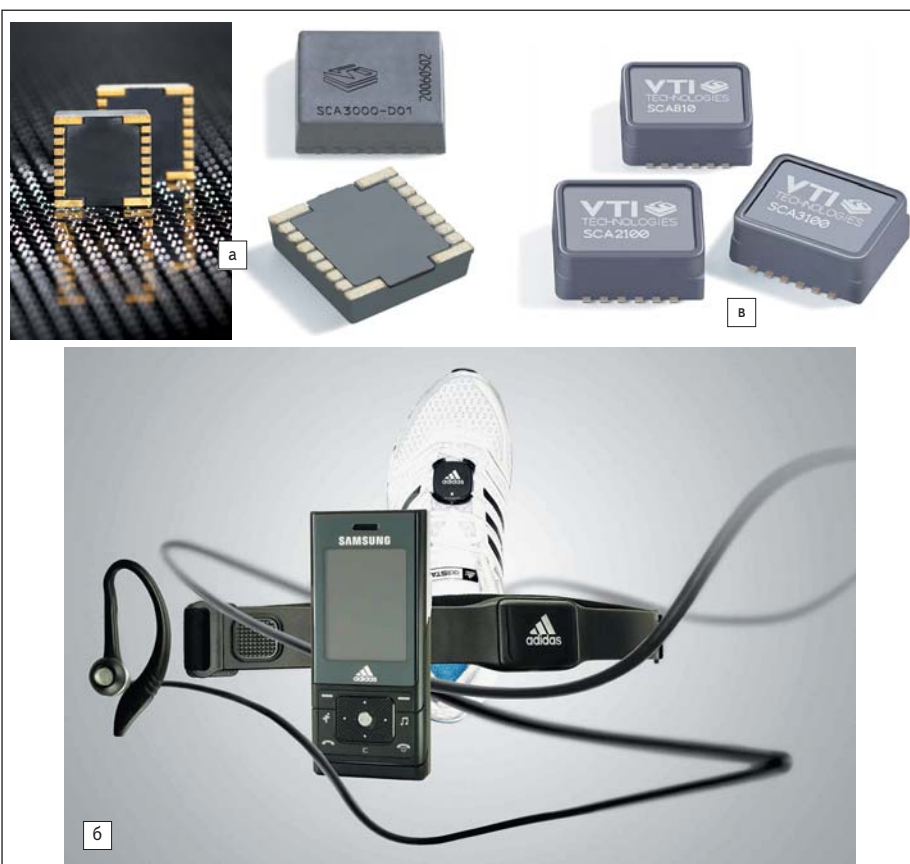


Рис. 3. Акселерометры VTI Technologies: а) внешний вид трехосевых акселерометров SCA3000; б) внешний вид систем Adidas miCoach; в) датчики из новой линейки акселерометров SCA8X0/21X0/3100 автомобильной платформы

Выходной интерфейс датчиков — SPI. Эти датчики обеспечивают возможность выбора частотного диапазона, буферную память для выходных данных в 64 сэмпла/ось. Размеры корпуса — $7 \times 7 \times 1,8$ мм.

Разработанные в 2006 году, в 2008-м эти устройства нашли новые применения. Наиболее интересное из их числа — в системах Adidas miCoach (рис. 3б), состоящих из мобильного телефона Samsung и веб-средства обучения, включающее датчики, прикрепляемые к ремню и обуви (SCA3000), что в целом позволяет рассчитывать скорость и дистанцию спортсмена в процессе тренировки.

Компания VTI также акцентирует внимание на текущем развитии концепции Chip-on-MEMS для создания гетерогенных флип-чипов, в которых ASIC комбинируется с технологией 3D MEMS и позволяет получать элементы с размерами 4×2 мм и высотой менее 1 мм.

В 2008 году стартовало также производство датчиков из новой линейки акселерометров SCA8X0/21X0/3100 (рис. 3в), разработанных в 2007 году специально для автомобильных систем, в которых сегодня требуются мультиосевые измерения, цифровая передача данных, оптимальное соотношение высокой надежности, точности, низкой цены. Характеристики надежности датчиков платформы, названной ADP (Automotive Digital Accelerometer Platform), достаточно высоки для применения в жестких условиях, в том числе в автомобильной электронике. Рабочий температурный диапазон — $-40 \dots +125$ °C, максимальное ускорение перегрузок (ударное) — 20 000 g.

Акселерометры новой автомобильной платформы ADP отличаются малым энергопотреблением с расчетом на батарейные применения навигационных или противоугонных систем. Входное напряжение — 3,3 В, рабочий ток — до 5 мА, ток в спящем режиме — 120 мкА. Точностные характеристики акселерометров в целом также удовлетворяют типичным автомобильным применениям.

Полоса пропускания датчиков VTI не превышает порядка 45(50) Гц, что может оказаться недопустимым в некоторых динамических измерениях, но отлично подходит для измерения наклона. Для инклинометров заявленная точность технологии 3D-MEMS VTI даже лучше 1 угловой минуты, что перекрывает многие другие MEMS-технологии.

VTI работает в двухмиллиардном (в евро) глобальном рынке MEMS-компонентов — датчиков инерции и давления, который согласно цифрам, на которые опирается компания, ежегодно увеличивается на 10%. Применение этих датчиков превалирует в автомобильной отрасли, но VTI и другие компании обещают увеличение объемов продаж датчиков на промышленный, потребительский и медицинский рынки.

Два новых MEMS-гироскопа Silicon Sensing Systems созданы на основе оригинальной кремниевой технологии ring gyro, также были представлены на мероприятии Sensors Expo.

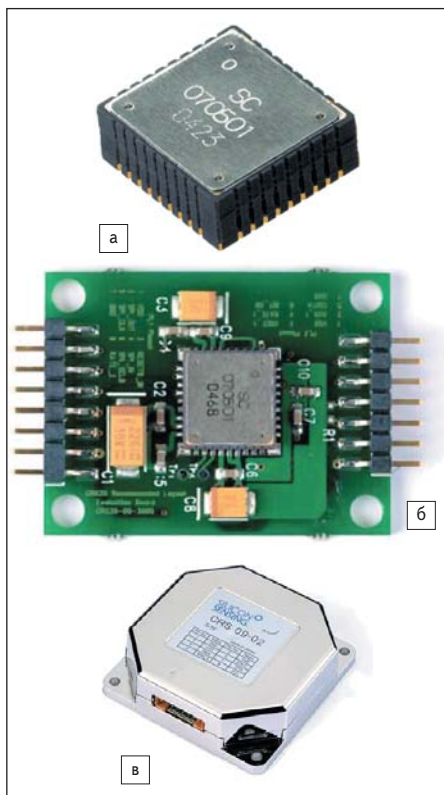


Рис. 4. Новые гироскопы Silicon Sensing Systems: а) внешний вид автомобильного гироскопа CRG20; б) пример платы для оценивания CRG20; в) малозащумный гироскоп CRS09

CRG20 (рис. 4а) — новый недорогой миниатюрный емкостной кремниевый гироскоп класса gyro-on-a-chip, рассчитанный на производство в высоких объемах, типичных для автомобильных применений. Цена и исполнение — определяющие требования к автомобильным датчикам, что с высоким уровнем интеграции делает эти устройства востребованными в моделировании вертолетов с дистанционным управлением, системах телематики, навигации и робототехнике.

Полностью цифровая управляющая электроника, работающая в режиме замкнутого цикла, исключает любые отрицательные эффекты температуры и старения, в большинстве случаев ассоциирующихся с аналоговыми устройствами, так как встраивается температурная компенсация, позволяющая производителю гарантировать стабильные рабочие характеристики в широком диапазоне рабочих условий. Датчики коммерчески доступны для различных измеряемых диапазонов и в цифровом (SPI) или аналоговом варианте интерфейса. Для цифрового интерфейса возможен диапазон измерений ± 300 °/с, для аналогового (пропорционального) — ± 75 °/с и ± 300 °/с. Полоса пропускания — 55 Гц, рабочая температура $-40 \dots +105$ °C. К сведению разработчиков, размеры корпуса устройства составляют $9 \times 9,5 \times 3,5$ мм.

В помощь компания предлагает доступный по требованию разработчика набор оценоч-

ных средств (рис. 4б) — вплоть до USB интерфейсной платы, подключаемой к ПК.

Для систем стабилизации, навигации, контрольно-измерительной аппаратуры предназначен малозащумный датчик с высоким уровнем исполнения CRS09 (рис. 4в). Измерительные диапазоны — ± 100 °/с и ± 200 °/с, выход — аналоговый (не ратиометричный).

Полоса пропускания датчика — 55 Гц, и в этой полосе шум составляет $0,1$ °/с rms, причем в диапазоне от 0 до 10 Гц — $0,01$ °/с rms.

Технология MEMS gyro скомбинирована с дискретной электроникой, что допускает выбор этого датчика для применений, где прежде единственным решением считались волоконно-оптические гироскопы.

Превосходная температурная стабильность, возможность получения температурных и частотных данных от элемента silicon ring как дополнительных выходов, позволяет очень точно осуществлять калибровку гироскопа в пределах его рабочего температурного диапазона.

CRS09 идеален в применениях стабилизации платформ, при измерениях и испытаниях, в авиационных применениях (AHRS).

Каждый из этих новых продуктов также предлагает новые возможности конструкторам в диапазоне текущих применений гироскопов SSS — в сельском хозяйстве, для контроля антенн, морских автопилотов, авиационной аппаратуры, в робототехнике, промышленности, а также для постоянно расширяющихся автомобильных применений.

Самый маленький из всех коммерчески доступных на данный момент датчиков наклона и вибрации — это SQ-MIN-830P SignalQuest, его размеры всего $1,4 \times 3,2$ мм.

SignalQuest использует чипы MEMS других фирм, но этой компании удалось достигнуть минимального форм-фактора в сочетании с дизайном “zero power” (нулевой мощностью). Серия SQ-MIN открывает возможность использования датчиков наклона и вибрации в таких применениях, как Bluetooth устройства слуха, наручные часы, устройства помощи слуха. Корпус устройства — стандартный SMT. Успешность инклинометров и датчиков вибрации серии SQ-SEN компания переносит и в серию SQ-MIN.

Датчики наклона и вибрации серии SQ-SEN были первыми, которые дали возможность компании SignalQuest установить конкурен-



Рис. 5. Датчики наклона и вибрации компании SignalQuest SQ-SEN-200

тоспособные цены для высокообъемных рынков. SQ-SEN-200 (рис. 5) — это оминаправленный пассивный триггерный датчик движения, востребованный в применениях RFID, GPS, системах “wake up” микропроцессоров. Датчики обеспечивают цифровой переключаемый выход и как устройства пассивного типа рекомендуются к использованию в триггерных TTL/CMOS-схемах с током потребления порядка 0,25 мкА.

Компания обращает внимание потребителей, что датчики, которые она выпускает, — не игрушечного “toy grade” уровня исполнения, кроме того, производство полностью размещено в США без привлечения китайского оффшора. Оригинальная технология запатентована.

В категории “Sensors” датчик SignalQuest SQ-MIN Model 830P был удостоен бронзовой награды “Best of Sensors Expo”.

Еще одну бронзовую награду, также в категории “Sensors”, жюри журнала “Sensors Magazine” отдало трехосевым акселерометрам AssetOverseer SS (рис. 6) от Sporian



Рис. 6. Ультрамаломощные датчики удара / акселерометры AssetOverseer SS-200 (± 200 g)

Microsystems Inc. — за потребление тока всего в 15 мкА при напряжении питания в 2–5 В, что делает их идеальными для многих рабочих условий. Три члена в семействе в корпусах размерами 0,75×0,75×0,5 мм рассчитаны на детектирование ударов и ускорений в диапазонах ± 200 , ± 500 , ± 1000 g.

Выходы питания характеризуются защитой от перенапряжения и обратного напряжения, а также снабжены высокочастотной фильтрацией против шумов переключения питания.

Частотное срабатывание — в пределах 2–2000 Гц. Выводы питания и сигнала отличаются внутренней защитой от электростатического разрушения.

AssetOverseer SS характеризуется активным сигнальным выходом, что позволяет пользователям подключать устройство к любому стандартному АЦП без дополнительных компонентов.

Сигнальные выходы стабильны с емкостной нагрузкой до 150 пФ, что упрощает процесс оцифровки.

Датчики серии AssetOverseer как 3-осевые акселерометры/датчики удара рекомендуются для различных применений, включая контроль автоматизации и технологических процессов, мониторинг «здоровья» активов (машин), контрольно-измерительную аппаратуру, под-

держку условий, сбор данных, мониторинг поставок, автомобильные краш-тесты, мониторинг/испытания хрупкости, испытания авиационного, железнодорожного транспорта, беспроводные сенсорные сети.

Существуют компании, позиционирование которых сконцентрировано вокруг области сложных сенсорных MEMS-устройств с высокими рабочими характеристиками для применений, характеризующихся малыми объемами — клиентских, контрактных, научных, а также — для транспортной промышленности. Одна из ведущих компаний, Tronics Microsystems, сегодня представляет беспроводной имплантируемый датчик давления для медицинских применений.

Прецизионный датчик отличается низким дрейфом и высокой температурной стабильностью. Устройство изолировано от крови и тканей посредством адаптированной инкапсуляции и герметичного уплотнения.

Хотя каждое медицинское устройство измерения давления зависит от среды и места локации датчика, общие требования к ним таковы: биологическая совместимость корпуса с физиологической частью и минимальный форм-фактор, малое энергопотребление или беспроводное питание, а также в большинстве случаев беспроводная передача данных, малый дрейф при длительной автономной работе, длительный срок службы датчика/батареи для оправдания вложений.

Ультрамаломощный емкостной датчик Tronics Microsystems (рис. 7), в котором применяется герметизация на основе титана, предназначен для длительной имплантации. Однокристалльный MEMS-преобразователь соответствует клиентскому диапазону давления, чувствительности с малым форм-фактором. А 16-битный ASIC-преобразователь с АЦП, интегрированным датчиком температуры и энергонезависимой памятью для запаса данных нелинейности, температурных коэффициентов, служит для точной калибровки устройства. Проводная или беспроводная передача данных с интерфейсами SPI, I²C и питание реализованы как опции.

Платформа датчиков давления обеспечивает и высокое разрешение, и линейность — оба параметра порядка 10^{-4} FS (полной шкалы).



Рис. 7. Ультрамаломощный емкостной датчик давления Tronics Microsystems в титановом корпусе для медицинских применений

Самонагрев устройства компенсирует интегрированные температурные измерения, что вместе с титановым корпусом дает возможность имплантации на 10–15 лет — вместе с высокой точностью, низким дрейфом, высоким разрешением.

Предназначение устройства, представленного на Sensors Expo, — для медицинских катетеров. Но компания заявляет о том, что эта разработка может быть адаптирована и для других применений в течение 6–12 месяцев, причем в связи с успешностью первой разработки риски последующих минимизированы.

Colibrys представила емкостные датчики вибрации с расширенной частотной полосой, предназначенные для замещения пьезорезистивной технологии в применениях HUMS (Health and Usage Monitoring Systems).

Новые широкополосные емкостные акселерометры Colibrys также предполагают использование их в авионавигации, железнодорожных технологиях, автомобильных краш-тестах, так как уровень характеристик емкостных датчиков, достигнутый компанией, обеспечивает их успешное позиционирование для сейсмических и инерциальных применений. Теперь технология доступна и для измерения вибрации.

В основе емкостных датчиков — сенсорный элемент MEMS, выполненный с применением объемной технологии производства, объединенный с датчиком температуры и маломощной ASIC с микроконтроллером для запаса значений компенсационных значений.

К вибрационным датчикам предъявляются повышенные требования к надежности, долговременной стабильности, соотношению сигнал/шум (SNR), прочности, размеру и мощности потребления. Пьезорезистивные датчики не вполне удовлетворяют этим требованиям, тогда как емкостные датчики Colibrys с высокой степенью миниатюризации расширяют диапазон применений измерения вибрации, позволяют уменьшать энергопотребление, шум, улучшать стабильность характеристик под воздействием температуры.

VS9000 (рис. 8а) — семейство датчиков, успешно квалифицированных для применений в технологиях обеспечения безопасности железнодорожного транспорта в критических ситуациях для улучшения безопасности и комфорта пассажиров. На выставке продемонстрированы примеры их интеграции в моты для профилактического мониторинга.

Новая линейка продукции, в принципе, позволяет детектировать ускорения от ± 2 до ± 2000 g и предлагать частотное срабатывание с вариациями $< 5\%$ в полосе от DC до 2 кГц. Эти датчики, как и их предшественники MS9000, отличаются высокой стабильностью, малыми шумами, низкими дрейфами смещения и чувствительности в зависимости от температуры.

В частности, датчики VS9100.D (рис. 8б) при размерах корпуса устройства LCC20 (8,9×8,9 мм) обеспечивают полные диапазоны детектирования ± 50 g, ± 100 g и ± 250 g с ча-

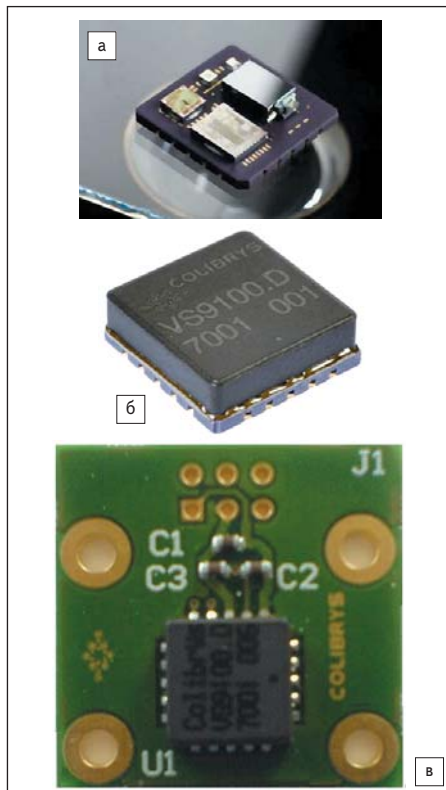


Рис. 8. Семейство датчиков VS9000 Colibrus: а) устройство датчиков семейства VS9000; б) внешний вид закорпусированных датчиков VS9100; в) оценочная плата для датчиков VS9000 и MS9000 Evaluation Board EVBA

стотным срабатыванием с вариациями $<5\%$ в полосе от DC выше 1,5 кГц (в соответствии со спецификацией), но именно эта серия допускает максимальное частотное срабатывание до 2 кГц. Выход — аналоговый, шумы — порядка 22 мкВ/√Гц.

Компания Colibrus предлагает также оценочную плату для датчиков VS9000 и MS9000 Evaluation Board EVBA (рис. 8в).

«Серебряный» датчик D6F-P от Omron Electronic Components

Завершает обзор новых MEMS-компонентов, представленных на выставке Sensors Expo&Conference, датчик D6F-P от Omron Electronic Components, удостоившийся серебряной награды “Best of Sensors Expo” в категории “Sensors” (рис. 9а–б). Это MEMS-датчик массового расхода, использующий центрифугу для отделения пыли в потоке воздуха, расход которого измеряется, — так, что чистый воздух перенаправляется над сенсорным элементом.

D6F-P — это устройство, которое предназначено для измерения намного более высоких скоростей расхода, чем становится возможным с помощью разработанной циклонной системы сегрегации, в настоящий момент находящейся на стадии патентования. Система сегрегации не допускает макрочастицы вещества для контактирования с сенсорным эле-

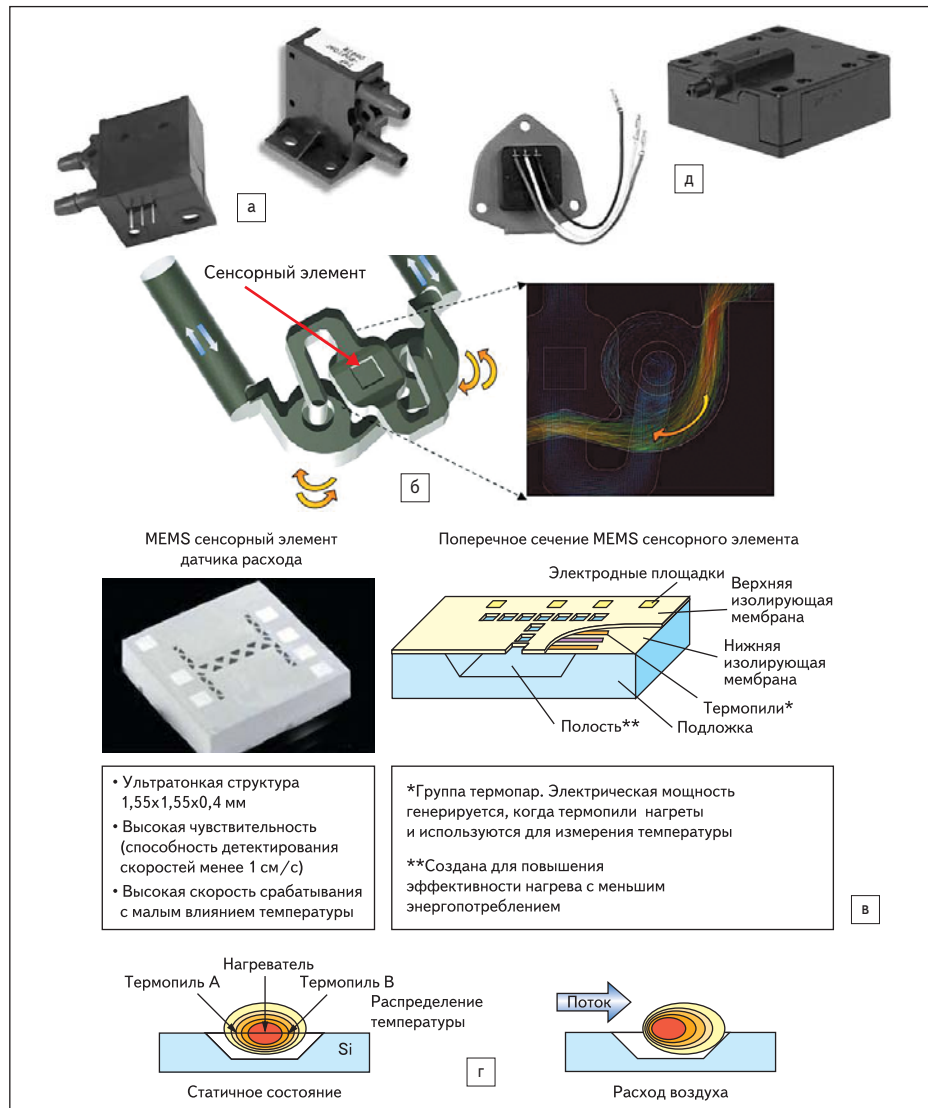


Рис. 9. Новые MEMS-компоненты Omron Electronic Components (а–г — MEMS-датчик массового расхода D6F-P Omron Electronic Components): а) внешний вид; б) иллюстрация циклонного принципа действия; в) поперечное сечение MEMS-элемента; г) принцип действия сенсорного элемента; д) MEMS-датчик D8M-R1 с частотным выходом для измерения малых газовых давлений

ментом и доступна в одно- и двунаправленной конфигурациях (калибровках) (рис. 9б).

Метод, использующий принцип центрифуги и гравитацию, является непрямым методом измерения, но именно за счет него повышена точность оборудования вентиляционных систем и энергосберегающих воздушных кондиционеров.

Согласно заявлениям компании, данный MEMS-датчик — это самый малый сенсорный элемент среди устройств аналогичного класса и назначения, и вдвое, на 50% меньше по размеру фут-принта, чем предшествующие модели (D6F-01A1) (рис. 9в).

Принцип измерений состоит в следующем. В отсутствие расхода воздуха температурное распределение вокруг нагревателя симметрично справа и слева. В присутствии расхода воздуха сторона датчика, повернутая к источнику, охлаждается, противоположная — нагревается, что нарушает тепловой баланс.

Разница в температурах возникает как разница в электродвижущей силе термопилей, что позволяет вычислять массовый расход воздуха (рис. 9г).

На мероприятии Sensors Expo&Conference компания Omron Electronic Components также представляла MEMS-датчик давления D8M-R1 с частотным выходом для измерения малых газовых давлений (рис. 9д). Диапазон измеряемых давлений — 0–196,13 Па (0–0,028 psi).

Omron Electronic Components — широко известная компания, лидирующая производитель и поставщик электронных компонентов, включая реле, переключатели, соединители, датчики расхода MEMS, датчики давления, оптические компоненты для сфер телекоммуникации, транспорта, медицины, HVAC, промышленной автоматизации, контрольно-измерительной аппаратуры и т. д.

Продолжение следует