

Константин Староверов (г. Донецк)

## НОВЫЕ МЭМС-ДАТЧИКИ STMICROELECTRONICS



*В статье рассказывается о трехосевых гироскопах L3G4200D/DH с цифровым выходом и модулем цифрового компаса LSM303DLH – новинках текущего года от лидера МЭМС-индустрии – компании STMicroelectronics. Эти новинки отличаются улучшенными рабочими характеристиками и находят разнообразное применение в системах навигации, системах безопасности, промышленной электронике, в 3D-пультах дистанционного управления и др.*

Компания STMicroelectronics (STM), ставшая по мнению авторитетной аналитической компании iSuppli восходящей звездой и номером один на рынке МЭМС-датчиков движения в 2008 году [1], по-прежнему остается ведущим игроком на этой арене. Успех компании связан с передовыми рабочими характеристиками их продукции, которые дополняются малыми габаритами, простой применения, экономичностью и адекватной стоимостью. Ассортимент МЭМС-датчиков компании STM преимущественно составляют акселерометры и гироскопы [2, 3], позволяющие контролировать параметры линейных и угловых перемещений, соответственно. Текущий год ознаменовался появлением в ассортименте STM новой оригинальной МЭМС-продукции: трехосевых гироскопов **L3G4200D/DH** с цифровым выходом и модуля цифрового компаса **LSM303DLH**.

Свой первый трехосевой гироскоп **LYPR540AH** компания STM представила в ноябре прошлого года. Этот МЭМС-датчик размещен в корпусе с размерами 4,4x7,5x1,1 мм и поддерживает два диапазона контроля угловых скоростей ( $\pm 400$  и  $\pm 1600$  град/с). Вывод результатов измерений, так же как и у одно- и двухосевых предшественников [3], организован на усиленных и неусиленных аналоговых выходах. По сравнению с LYPR540AH трехосевые новинки этого года L3G4200D/DH существенно отличаются в сторону улучшения рабочих характеристик за счет расширения диапазона контролируемых угловых скоростей (поддерживаются три диапазона  $\pm 250/500/2000$  град/с), применения цифрового SPI/I<sup>2</sup>C-совместимого интерфейса для вы-

вода данных, возможности перевода в экономичные режимы работы с малым потребляемым током (режим SLEEP: 1,5 мА; режим POWER-DOWN: 5 мкА) и размещения в ультракомпактном корпусе LGA-16 (4x4x1 мм). Добиться столь существенного отрыва в рабочих характеристиках удалось благодаря использованию единой измерительной структуры для контроля движения в трех ортогональных осях взамен традиционного подхода с использованием трех измерительных структур, как в случае LYPR540AH. Кроме того, при-

Перечисленные характеристики являются общим набором особенностей для L3G4200D/DH, а разобраться с их отличиями поможет рисунок 1. Из представленной здесь структурной схемы видно, что L3G4200DH отличается повышенной степенью интеграции. У L3G4200DH предусмотрен 96-уровневый буфер FIFO, который позволяет накопить 32 набора значений угловых скоростей относительно осей x, y и z. Использование буфера FIFO позволит снизить частоту генерации прерываний управляющего процессора, что, как следствие, дает ему возможность дольше находиться в дежурном режиме работы и, в конечном счете, позволяет существенно снизить средний потребляемый системой ток. L3G4200DH содержит дополнительный АЦП для 8-битной оцифровки напряжения встроенного датчика температуры, что дает возможность избавиться от внешней ИС датчи-

Несмотря на первоочередную ориентацию на потребительские применения, модуль цифрового компаса **LSM303DLH** от **STMicroelectronics** может с успехом использоваться в разнообразных промышленных приложениях: в системах навигации любых транспортных средств; охранных системах и системах безопасности; строительном оборудовании; системах позиционирования антенн; автоматических системах выравнивания; в буровом оборудовании; в системах управления автомобильным движением (в т.ч. в парковочных системах); в метеорологическом и геофизическом оборудовании (в т.ч. при мониторинге сейсмоактивности), а также в робототехнике.

менение единой измерительной структуры исключает проблему взаимного влияния, что положительно сказывается на точности измерений и способствует снижению потребляемого тока в активном режиме работы примерно на 40% – до уровня 6,1 мА (номинальное значение). Значения угловых скоростей выводятся в 16-битном формате. Обе микросхемы рассчитаны на работу при напряжении питания 2,4...3,6 В и в промышленном диапазоне температур -40...85°C.

ка температуры в системах, где необходима функция контроля температуры. Наличие у L3G4200DH буфера FIFO отразилось и на различиях в назначении выводов. В отличие от L3G4200D, у микросхемы с индексом DH вывод готовности данных (DRDY) имеет альтернативное назначение – выход генерации прерывания по заполнению буфера (INT2).

Благодаря малым размерам и низкому потребляемому току L3G4200D/

L3G4200DH перспективны для применения в набирающих популярность 3D-пультах дистанционного управления (например, для совместной работы с презентационным оборудованием) и 3D-манипуляторах «мышь», которые обеспечивают работу с системами трехмерного моделирования, включая компьютерные игры и САПР, через интуитивно-понятный интерфейс. Кроме того, эти трехосевые гироскопы могут применяться в системах позиционирования для повышения точности устройств спутниковой навигации и сохранения ее работоспособности в условиях нестабильного или полного отсутствия приема спутниковых сигналов. Пример – на рисунке 2. Здесь представлена структура системы автоматического мониторинга транспорта, предназначенной для формирования информации о местоположении транспортных средств в реальном времени. Для повышения точности спутниковой навигации дополнительно учитываются данные об инерциальном движении, которые оцениваются с помощью гироскопа и имеющегося в составе любого современного транспортного средства одометра (датчик количества оборотов колеса, предназначенный для измерения пройденного пути). После обработки всей оперативной информации формируются более точные данные о положении, направлении и скорости движения, которые передаются в коммуникационный центр через РЧ-канал, а затем выводятся на экран в диспетчерской и отправляются другим системам. Помимо L3G4200D/L3G4200DH отличным кандидатом для работы в подобном применении может служить модуль **LSM320HAY30**, который в 28-выводном корпусе LGA (4,4x7,5x1,1 мм) интегрирует трехосевой акселерометр и двухосевой гироскоп (pitch, yaw). Такой модуль способен полностью контролировать движение инерциальной системы, избавляет от необходимости использования одометра и создает предпосылки для беспроводной реализации устройства мониторинга.

Следующий участник данного обзора является плодом сотрудничества STM и известного новатора в области измерительных технологий – компании **Honeywell**. Разработанная последней анизотропная магниторезистивная (AMR) технология позволяет создавать магниточувствительные элементы, способные контролировать силу и направление магнитного поля Земли и определять направление по отношению к Северному магнитному полюсу. Помимо лучшей в своем классе точности технология AMR обеспечивает малое электропотребление, автоматическую компенсацию смещений (исключает необходимость калибровки) и способность работать в условиях

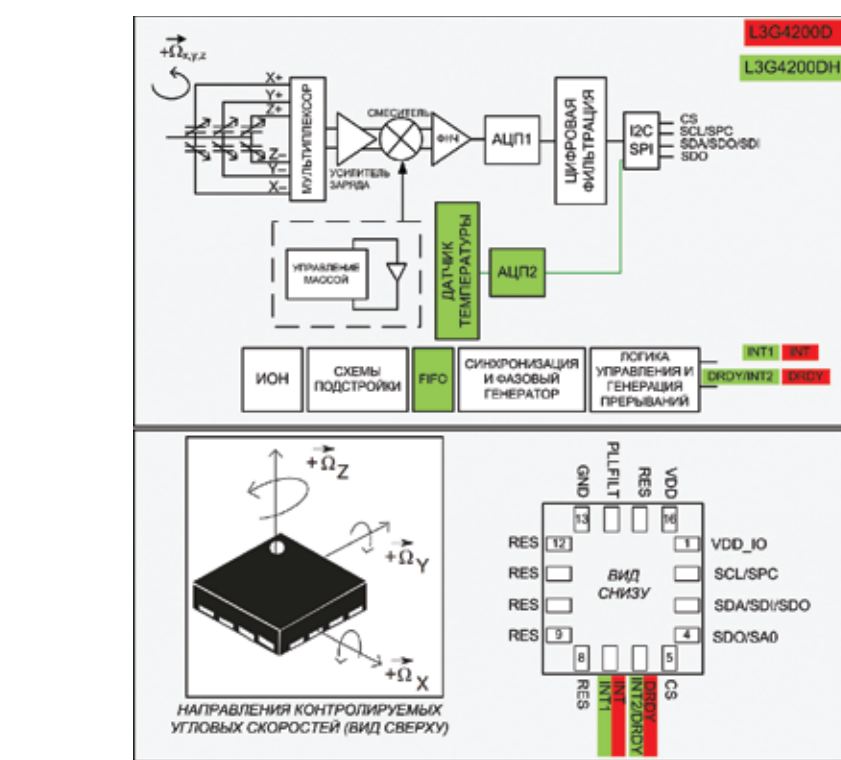


Рис. 1. Структурная схема и расположение выводов гироскопов L3G4200D/HH

очень малой напряженности магнитного поля, в т.ч. внутри автомобилей и зданий из металлоконструкций, а также в географических зонах с большими значениями широты, включая север РФ. Перечисленные возможности разработки Honeywell теперь доступны в новой продукции компании STM – модуле цифрового компаса **LSM303DLH**. В дополнение к магнетометру модуль содержит трехосевой акселерометр (по набору регистров и программированию идентичен **LIS331DLH/М/Ф**). Появление LSM303DLH является ответом на возрастающую потребность в портативной электронной технике потребительского назначения (в т.ч. смарт-фоны и КПК) с расширенными функциональными возможностями навигации. Среди этих возможностей – автоматическая ориентация карты, индикация направления (в т.ч. при отсутствии движения), сигнализация о наличии интересных объектов (театры, рестораны, станции метро и т.п.) в выбранном направлении и сохранение функций навигации в условиях неустойчивого или полного отсутствия приема сигналов от систем глобального спутникового позиционирования.

Структура модуля **LSM303DLH** показана на рисунке 3. Каналы измерения напряженности магнитного поля предусматривают работу в одном из семи программно-выбираемых диапазонов от  $\pm(0,13...0,81)$  мТл (ведется разработка модуля для диапазона до 2 мТл). В свою очередь каналы измерения линейных ускорений поддерживают работу в одном из трех программно-задаваемых

диапазонов  $\pm 2/\pm 4/\pm 8g$ . Вывод результатов измерений организован в цифровом виде (16-битный формат). Для этого в модуль интегрированы АЦП и два независимых последовательных интерфейса I<sup>2</sup>C (поддерживаются скоростные режимы 100 и 400 кГц). Модуль предусматривает возможность раздельного перевода в экономичный режим работы трактов магнетометра и акселерометра и генерации двух сигналов прерывания с гибкой программируемой настройкой.



Рис. 2. Система автоматического мониторинга транспорта

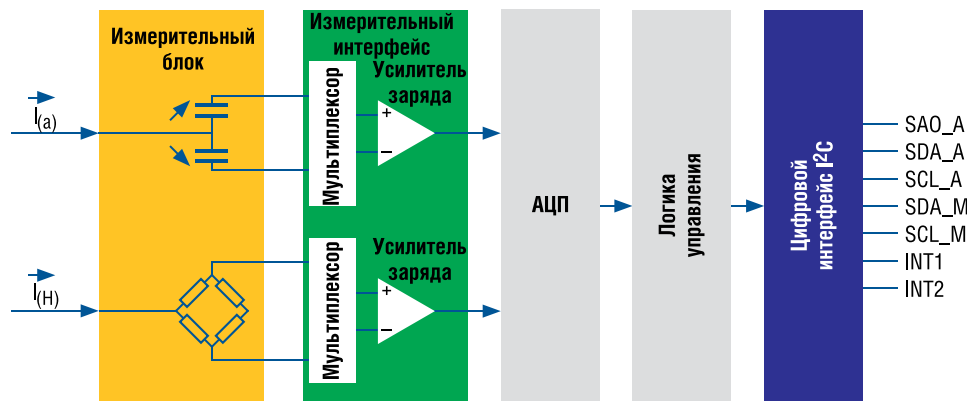


Рис. 3. Структурная схема модуля цифрового компаса LSM303DLH

Данные прерывания позволяют активизировать управляющий процессор в случае обнаружения движения и свободного падения. Функциональные возможности модуля завершают функции тестирования, которые могут быть инициированы по запросу пользователя отдельно для трактов магнетометра и акселерометра. Столь внушительные возможности модуля реализованы в рамках чрезвычайно компактного 28-выводного корпуса LGA с размерами 5x5x1 мм. Его рабочие характеристики гарантированы для диапазонов напряжения питания 2,5...3,3 В и температур -30...85°C.

Несмотря на первоочередную ориентацию на потребительские применения, модуль LSM303DLH может с успехом использоваться в разнообразных промышленных приложениях: в системах навигации любых транспортных средств; охранных системах и системах безопасности; строительном оборудовании; системах позиционирования антенн; автоматических системах выравнивания; в буровом оборудовании; в системах управления автомобилем движением (в т.ч. в парковочных системах); в метеорологическом и геофизическом оборудовании (в т.ч. при мониторинге сейсмоактивности), а также в робототехнике.

Модуль LSM303DLH доступен в предустановленном виде в составе демонстрационной платы iNEMO второго поколения (код заказа STEVAL-MKI062V2). Данная плата может выступать в роли завершённой платформы для контроля инерциальной системы с 10 степенями свободы. Для этой цели на ней установлены двухосевой гироскоп (roll, pitch) LPR430AL, одноосевой гироскоп (yaw) LY330ALH, рассмотренный только что модуль трехосевого магнетометра и трехосевого акселерометра LSM303DLH, датчик давления LPS001DL (300...1100 мбар) с функцией барометра и датчик температуры STLM75 (измеряемый диапазон -55...125°C). Логику работы платы определяет установленный на ней 32-битный микроконтроллер STM32F103RE (256...512 кбайт flash-памяти, модули USB и CAN, 11 таймеров, три АЦП и 13 коммуникационных интерфейсов). Для взаимодействия с внешним миром предусмотрены разъем для подключения устройств беспроводной связи, порты COM и USB 2.0 FS. Кроме того, на плате предусмотрены разъем для установки карт памяти MicroSD™, программируемые светодиод и кнопка. Примечательно, что при столь внушительных возможностях платы ее размеры чрез-

вычайно малы и составляют 4x4 см. В связи с этим она идеальна для использования в качестве завершённого решения для интеграции в разнообразные системы, в т.ч. системы виртуальной реальности, дополненной реальности [4], стабилизации изображений, человеко-машинных интерфейсов и робототехнические системы.

**Заключение**

Согласно прогнозам iSuppli, в ближайшие годы будет иметь место существенный рост объемов продаж электроники потребительского назначения с улучшенными функциями навигации на местности и улучшенными до интуитивного уровня возможностями пользовательского интерфейса. В частности, среднегодовой темп роста объемов продаж только одних мобильных телефонов со встроенным цифровым компасом составит порядка 130% и сохранится вплоть до 2013 г. Новая продукция STM имеет все шансы для успешной конкуренции на массовом рынке потребительской электроники. Помимо отличных рабочих характеристик этому способствует учет всех требований использования в портативной электронике, включая очень малые размеры корпуса, простоту схемы включения, низковольтное питание, малый потребляемый ток в активном режиме работы и возможность перевода в экономичный режим работы. Благодаря гарантированности рабочих характеристик в пределах широкого диапазона температур (-30/40...85°C) новая продукция STM также с успехом может применяться в разнообразных промышленных применениях.

Более детальная информация по гироскопам и прочим МЭМС-датчикам STM доступна по ссылке [www.st.com/mems](http://www.st.com/mems).

**Литература**

1. Jeremie Bouchaud, Richard Dixon. MEMS Market brief, iSuppli, January 2009
2. Староверов К. МЭМС-датчики движения от STMicroelectronics: акселерометры и гироскопы // Электронные компоненты, 2009, №12 – С.53-57.
3. Староверов К. Новое семейство одно- и двухосевых гироскопов // Новости электроники, 2009, №14 – С.16-18.
4. Статья Википедии. [http://ru.wikipedia.org/wiki/Дополненная\\_реальность](http://ru.wikipedia.org/wiki/Дополненная_реальность).

Цифровой МЭМС-компас  
LSM303DLH

- Трехосевой акселерометр (от ±2 до ±8g) и трехосевой магнетометр (от ±1,3 до ±8,1 Гаусс)
- Цифровой I<sup>2</sup>C-интерфейс для вывода данных (16 бит)
- Два программируемых генератора прерываний

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – e-mail: [analog.vesti@compel.ru](mailto:analog.vesti@compel.ru)