

ИНЕЛСО: электронные и электромеханические компоненты для автомобильной техники

Д. Аверичев¹, А. Бекмачев, к.т.н.²

УДК 681.586 | ВАК 2.2.2

Компания ИНЕЛСО поставляет электронные компоненты для автомобильной бортовой управляющей электроники, систем безопасности, помощи при вождении, автономного управления и узлы исполнительных механизмов с электрическим приводом. В статье обсуждаются ключевые положения отраслевых стандартов, регламентирующих требования по безопасности и надежности компонентов автоэлектроники. Рассмотрены предлагаемые компанией ИНЕЛСО узлы и компоненты, обеспечивающие надежное и безопасное функционирование транспортного средства в течение его срока службы, а также взаимодействие с водителем, пассажирами, другими участниками дорожного движения и транспортной инфраструктурой, включая обмен данными с внешним миром.

ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Для электронных компонентов пропуском в мир бортовой управляющей электроники, систем безопасности и помощи при вождении служит так называемая «автомобильная» сертификация – комплекс организационных и технологических мероприятий, обеспечивающих надлежащий уровень функциональных характеристик и надежности.

Одним из ключевых регулирующих документов для наиболее массового автомобильного транспорта в этой сфере является группа стандартов ISO 26262, которая представляет собой специализированную адаптацию базового комплекса стандартов МЭК 61508. В России им соответствуют стандарты группы ГОСТ Р 26262 «Дорожные транспортные средства. Функциональная безопасность» [1]. Эти документы нормируют процедуры, обеспечивающие функциональную безопасность электронных и электрических систем на стадиях формирования концепции; разработки изделия на уровне системы, аппаратных и программных средств; планирования и обеспечения производства, включая оборудование, материалы, технологии и контроль качества; эксплуатацию, обслуживание и вывод из эксплуатации на протяжении всего жизненного цикла изделия. Кроме того, они регулируют вспомогательные процессы, такие как верификация, квалификация, испытания, взаимодействие и интеграция с другими системами безопасности. Пожалуй,

ключевой выходной характеристикой одного из этих стандартов является аккумулирующий показатель – уровень полноты безопасности транспортного средства (УПБТС, в оригинале – ASIL capability), который является итоговым индикатором способности устройства или элемента соответствовать предполагаемым требованиям безопасности. В настоящих версиях стандартов задается четыре градации ASIL (УПБТС): от начального – А, относящегося к зеркалам заднего вида, системам кондиционирования и др., до самого строгого – D, характеризующего точность, функциональную избыточность или резервирование, отказоустойчивость подушек безопасности, систем торможения и т.п.

К электронным компонентам, в частности к микросхемам для критически важных автомобильных систем, относится еще один квалификационный документ, характеризующий отказоустойчивость. Это стандарт автомобильной промышленности, который был разработан Советом по автомобильной электронике (АЕС) при непосредственном участии компаний Ford, Chrysler, General Motors (Delco Electronics) [2]. После публикации в 1994 году стандарта АЕС-Q100, относящегося к микросхемам, последовали АЕС-Q101 – для дискретных полупроводниковых компонентов, АЕС-Q200 – для пассивных компонентов и другие документы. Стандарты этой группы перечисляют требования по стойкости ЭКБ к различным внешним воздействиям в процессе эксплуатации в составе автомобиля и устанавливают методики испытаний в зависимости от назначенного класса (градации)

¹ ООО «ИНЕЛСО», руководитель отдела развития.

¹ ООО «ИНЕЛСО», проектный менеджер.

жесткости. Всего существует четыре класса жесткости: от 0 – самого требовательного до 3 – самого щадящего. Нормативы, изначально адресованные североамериканскому рынку, с течением времени стали ориентиром и руководством по уровню надежности для производителей и потребителей ЭКБ в других регионах.

Компания ИНЕЛСО предлагает отечественным производителям автомобильной электроники различные инерциальные датчики, отвечающие требованиям соответствующих стандартов.

ИМС BS-IU27-M-D6ES

Компактный 6-осевой блок инерциальных датчиков BS-IU27-M-D6ES выполнен в конструктиве ИМС и выдает значения угловых скоростей и линейных ускорений по каждой из осей X, Y, Z (рис. 1). Предназначен, в первую очередь, для применения в системах стабилизации и курсовой устойчивости (ESC) и системах управления торможением (ABS).

Круг решаемых блоком задач может быть расширен до систем навигации, автоматического вождения (AD),

систем помощи при вождении (ADAS), активных систем предотвращения опрокидывания (RSC), систем определения местоположения без сигналов ГНСС (DR).

Компактный корпус типа LGA16 с металлической крышкой обеспечивает защиту заключенных в него чувствительных элементов акселерометров и гироскопов с блоком обработки и формирования сигналов в условиях жестких внешних воздействий. Архитектура BS-IU27-M-D6ES спроектирована так, что возможен адресный обмен данными с четырьмя устройствами. Это позволяет распределить несколько ИМС в объеме транспортного средства так, чтобы регистрировать довольно сложные пространственные маневры. Основные эксплуатационные параметры BS-IU27-M-D6ES приведены в табл. 1.

ИМС BS-AU2C-120-D2EC и BS-AU2S1-xx0-D2EC

Датчик линейного ускорения BS-AU2C-120-D2EC для центрального процессорного блока и периферийный датчик линейного ускорения BS-AU2S1-xx0-D2EC являются последним рубежом автомобильной системы безопасности (рис. 2).

Таблица 1. Основные эксплуатационные параметры ИМС BS-IU27-M-D6ES

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерений гироскопов, °/с	±250...±2000
Начальное смещение нуля гироскопов, °/с	3
Чувствительность гироскопов (при 300°/с)	100 LSB/°/с
Диапазон измерений акселерометров, g	±2...±16
Начальное смещение нуля акселерометров, мг	35
Уровень шума акселерометров, мг СКО	2...6
Чувствительность акселерометров	2000 LSB/g (16 g)
Полоса пропускания, Гц	50(100)...400; 12,5(25)...100
Интерфейсы	Safe SPI 32oof/48oof/32if
Стойкость к ударам, g	2 000 (по трем осям <0,5 мс); падение с высоты 1 м
Стойкость к разряду статического электричества, В	2 000 (НВМ, для всех выводов 100 пФ/1,5 кОм)
Напряжение питания, В	3,3 ±5%
Тип и размеры корпуса, мм	LGA16; 5x5x1,45
Разрядность данных, бит	16; 20
Встроенный датчик температуры	16-разр.; -40...125°C
Время до выдачи надежных данных после включения	280...340 мс плюс пользовательская процедура
Соответствие требованиям безопасности	ISO-26262 ASIL B, может быть использован до уровня ASIL D; AEC-Q100

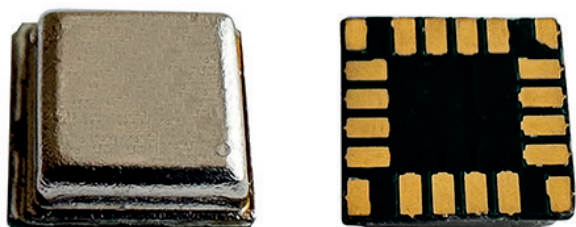


Рис. 1. ИМС 6-осевого блока инерциальных датчиков BS-IU27-M-D6ES

Первый устанавливается внутри кузова на плате управляющего компьютера, а второй – в бампере, оба служат для активации подушек безопасности по заданному сценарию. Центральный датчик способен измерять ударные воздействия в горизонтальной плоскости (в осях X и Y) в диапазоне ±120 g. Для периферийного датчика доступны три версии с диапазонами измерений ±120 g, ±240 g, ±480 g. Обе ИМС оснащены встроенным генератором на 18 МГц с внутренним мониторингом и системой

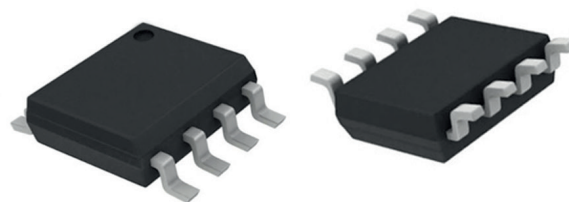


Рис. 2. ИМС датчиков линейного ускорения BS-AU2C-120-D2EC и BS-AU2S1-xx0-D2EC

самотестирования при подаче питания, поставляются в корпусах типа SOIC8n.

Различия датчиков определяются их ролью в системе безопасности и местом установки. Центральный датчик с разрешающей способностью 12 бит содержит двунаправленный интерфейс SPI, ФНЧ с верхним значением частоты 426 Гц, защиту от просадки напряжения. Периферийный датчик оснащен 2-проводным интерфейсом PSI5 с частотой передачи 83,3; 125 или 189 кбит/с, в нем реализованы

Таблица 2. Основные эксплуатационные параметры датчиков линейного ускорения BS-AU2C-120-D2EC и BS-AU2S1-xx0-D2EC

Наименование параметра	Модель	
	BS-AU2C-120-D2EC	BS-AU2S1-120-D2EC BS-AU2S1-240-D2EC BS-AU2S1-480-D2EC
Диапазон измерений акселерометров, g	±120	±120; ±240; ±480
Уровень шума акселерометров, мг СКО	70	350
Чувствительность акселерометров, LSB/g	16	4; 2; 1
Отклонение чувствительности акселерометров, %	±5	±2
Полоса пропускания (-3 дБ), Гц	405; 426	53...426
Разрядность данных, бит	12	10 (16)
Интерфейсы	SPI, 32-разр.	PSI5
Стойкость к ударам, g	10 000 (<0,07 мс)	10 000 (<0,07 мс)
Диапазон рабочих температур, °C	-40...125	-40...125
Напряжение питания, В	3,3 или 6,7	3,6 / 5,5
Тип корпуса	SOIC8 narrow	SOIC8 narrow
Задержка распространения сигнала, мс	1,15 ±5%	0,92...1,03
Соответствие требованиям безопасности	ISO-26262 ASIL B, может быть использован до уровня ASIL D; AEC-Q100	ISO-26262 ASIL B, может быть использован до уровня ASIL D; AEC-Q100

функции индивидуального программирования и защиты от кратковременного отключения. Функция трансляции собственного серийного номера при инициализации позволяют ЦПУ различать периферийные датчики, объединенные на параллельной шине в группы из 2–4 шт. Время наработки на отказ для таких датчиков составляет 50 тыс. ч при общем ожидаемом сроке службы 15 лет.

Основные эксплуатационные параметры обоих датчиков приведены в табл. 2.

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ

В соответствии с требованиями, предъявляемыми к компонентам систем безопасности движения и вспомогательных элементов управления автомобилем, компания ИНЕЛСО предлагает высоконадежные коллекторные и бесколлекторные двигатели с постоянными магнитами.

Сердцем системы ABS является двигатель с установленной крыльчаткой для создания гидравлического усилия, такой как бесколлекторный двигатель серии AM-BL-AE, обладающий высокой динамикой и высоким моментом. Скоростная постоянная моторов данной серии составляет 1,9–4 мс до диапазона скоростей 8000–18000 оборотов в минуту. Данные параметры позволяют переключать направления вращения крыльчатки с частотой более 50 Гц.

ИНЕЛСО предлагает также комплексные приводные решения для рулевой рейки, которые могут быть соосного и параллельного исполнения. Каталог поставок продукции ИНЕЛСО содержит индуктивные датчики собственного производства ФЕРЗЬ, которые могут быть установлены для определения угла вращения рулевой рейки. Главными преимуществами индуктивной технологии является «иммунитет» к загрязнению, вибрациям, ударам и магнитным полям. Аналогичные свойства у приводных решений с биметаллическими щетками, которые выдерживают кратковременные удары до 20 000g.

Миниатюрные мотор-редукторы, которые могут быть использованы в позиционирование зеркал, стеклоподъ-

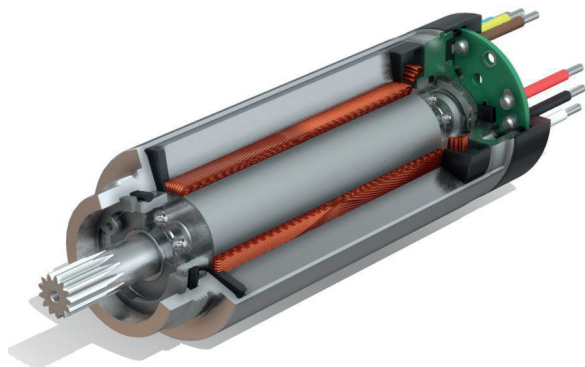


Рис. 3. Миниатюрный электродвигатель в разрезе



Рис. 4. Пример разработанного привода

емниках, а также системах выдвигающих ручек, имеют низкотемпературное исполнение, которое позволяет сохранять работоспособность даже в самый сильный мороз. Такие компоненты проверены нашими заказчиками на холодный запуск после 24 ч при температуре -60°C в составе оборудования. Также данные моторы имеют 10-кратный момент срабатывания для борьбы с обледенением (рис. 3).

Продукцию компании ИНЕЛСО можно использовать также в автомобильных компонентах, например в лифтах, которые применяются в системах адаптивного круиз-контроля.

Все приводные решения могут быть укомплектованы дополнительными элементами, такими как:

- редукторы со встроенными шариковинтовыми передачами (класс точности С3–С9);
- волновые редукторы (люфт $<20''$);
- абсолютные и инкрементальные энкодеры (магнитные, оптические, индуктивные);
- резольверы (СКВТ);
- тормозные муфты;
- встроенные контроллеры.

Любые наши решения могут быть доработаны или разработаны по требованиям заказчика, а также, при наличии соответствующего запроса, локализованы на собственном производстве в Санкт-Петербурге (рис. 4).

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р ИСО 26262-10-2014 Дорожные транспортные средства. Функциональная безопасность. Часть 10. Руководящие указания по ИСО 26262.
2. <http://www.aecouncil.com/AECDocuments.html> (проверено 02.02.2026).