

# Состояние и перспективы разработки и производства устройств гальванической развязки для изделий спецтехники

Андрей Цырлов (г. Орёл)

Статья предлагает классификацию устройств гальванической развязки по функциональному признаку и описывает направления реализации приборов в рамках данной классификации. В статье анализируются перспективные устройства гальванической развязки на новых физических принципах и показываются пути оптимизации существующих устройств.

Концепция элементной базы для гальванической развязки представлена в таблице. Основным принципом, используемым во всех классах устройств, является оптическая развязка. Изделие представляет собой согласованную по длине волны пару светодиода ИК-диапазона и кремниевого фотоприёмника. Пара разделена иммерсионной средой, обеспечивающей гальваническую развязку между управляющей частью, подключенной к светодиоду, и управляемой, подключенной к фотоприёмнику.

Различия в способах передачи оптического сигнала, а также тип ключевого элемента на выходе микросхемы позволяют реализовывать специализированные микросхемы гальванической развязки, представленные в таблице.

Устройства передачи аналогового сигнала можно классифицировать по функциональному ключевому элементу:

- транзисторные оптоэлектронные пары (оптопары);
- диодные оптопары;
- оптопары, реализованные на составном транзисторе.

Транзисторные оптопары содержат ИК-светодиод и фототранзистор.

В настоящее время выпускаются корпусные транзисторные оптопары типа 249КП1, 249КП8У, 249КП8АР и бескорпусные оптопары 759КП1Н1. Особенности оптопар являются работа в диапазоне температур от  $-60$  до  $125^{\circ}\text{C}$ , нормированное значение коэффициента передачи по току от 50 до 120%, значение времени задержки включения и выключения до 4 мкс и применение современных типов корпусных исполнений.

Диодные оптопары относятся к быстродействующим оптопарам (время нарастания и спада не превышает 100 нс). Диодные оптопары характеризуются коэффициентом передачи по току порядка 1%.

Оптопары, реализованные на составном транзисторе (схема Дарлингтона), характеризуются низким быстродействием (до 100 мкс), но высоким коэффициентом передачи по току – до 2000%.

Устройства цифровой передачи информации содержат специализированные интегральные усилители, обеспечивающие высокое быстродействие (время задержки включения до 100 нс). При этом микросхемы являются совместимыми с уровнями

ТТЛ. Выпускаются микросхемы типа 249ЛП1, 249ЛП4 и 249ЛП5; недавно освоена микросхема 249ЛП8Т.

Альтернативой оптической развязке являются монолитные трансформаторы, принцип действия которых основан на последовательном кодировании и декодировании импульсной последовательности. Все кристаллы, в том числе твердотельные трансформаторы, кодеры и декодеры, изготавливаются в рамках единой КМОП-технологии.

Кроме высокого быстродействия, ИС с монолитными трансформаторами характеризуются малым потреблением только в момент передачи импульса и стойкостью к специальным факторам, поскольку ИС не содержат в своей конструкции деградирующих излучателей.

В то же время необходимо уменьшить ажиотаж, возникший в связи с появлением «цифровых изоляторов» серии Adum фирмы Analog Devices, особенно в части их применения в устройствах спецтехники. Стойкость данных устройств к электромагнитному импульсу и высокое быстродействие обеспечиваются только при двухканальной передаче данных лог. 0 и лог. 1, что увеличивает габариты изделия.

Кроме того, необходимо отметить невысокую стойкость комплектующих КМОП-кристаллов кодера и декодера к воздействию специальных факторов.

По своим функциональным качествам «цифровые изоляторы» занимают достаточно узкую нишу, поскольку

## Направления развития устройств гальванической развязки малой и средней мощности

Передача аналоговых сигналов	Передача цифровых сигналов	Коммутация нагрузки (реле)	Специализированные драйверы
Транзисторные оптопары 759КП1Н1 249КП1 249КП8У 249КП8Р	Логические оптроны 249ЛП1 249ЛП4 249ЛП5 249ЛП8Т	Для коммутации ВЧ-сигналов 249КП4АТ 249КП4БТ Быстродействующие 249КП10Р	МОП-транзисторов 249ПП1Р БТИЗ (IGBT) транзисторов Опытные образцы
Диодные оптопары 30Д120	Цифровые изоляторы на монолитных трансформаторах Опытные образцы	Для коммутации напряжений 60...100 В 249КП5Р Для коммутации напряжений 200...250 В Опытные образцы	

ку данный принцип гальванической развязки не предполагает передачу аналоговых сигналов или непосредственную коммутацию нагрузки на выходе устройства.

Относительно новым классом устройств являются *твердотельные реле, осуществляющие коммутацию сигналов в нагрузке*. Оптоэлектронные реле аналогичны по области применения электромеханическим реле, но обладают существенными преимуществами, основными из которых являются большая надёжность, отсутствие дребезга и пригорания контактов.

Оптоэлектронное реле представляет собой оптоэлектронную пару кристаллов ИК светодиода и фотоприёмной диодной матрицы. Матрица управляет затвором ДМОП-транзистора, поэтому быстродействие данного оптоэлектронного прибора является невысоким (время срабатывания несколько мс), но меньшим, чем у электромеханических реле.

Твердотельное реле 249КП4АТ предназначено для коммутации ВЧ-сигналов до 60 В/50 мА. Сверхнизкое энергопотребление (по сравнению с электромеханическими реле) и ёмкость коммутирующих «контактов» позволяют применять это реле в многоканальных системах сбора данных. Прибор имеет двухканальное исполнение и выпускается в планарном 16-выводном металлокерамическом корпусе.

Твердотельное реле 249КП10Р, кроме возможности коммутации ВЧ-сигналов до 60 В/50 мА, обеспечивает высокое быстродействие (суммарное время включения и выключения составляет 50 мкс). Микросхема двухканальной конструкции изготавливается в 8-выводном металлокерамическом корпусе типа DIP, модифицированном для автоматизированного поверхностного монтажа.

Из стандартных конструкций в серийном производстве освоено оптоэлектронное реле средней мощности 249КП5Р, предназначенное для коммутации двухполярных сигналов 60 В/500 мА или однополярных сигналов 60 В/1,0 А. Реле выпускается в 8-выводном металлокерамическом корпусе DIP.

Четвёртым направлением развития приборов гальванической развязки является *разработка и производство драйверов устройств с гальванической развязкой*. В настоящее время реализуется драйвер мощного МОП-

транзистора, а также драйвер БТИЗ (IGBT) транзистора.

В рамках развития упомянутой выше концепции устройств гальванической развязки проводятся работы над общими конструктивно-технологическими параметрами, к которым относятся:

- потребительские свойства микросхем в целом;
- повышение стойкости микросхем к внешним воздействующим факторам;
- миниатюризация устройств.

Достигнутый технический уровень характеризуется следующими показателями:

- минимизация массогабаритных показателей;
- обеспечение стойкости к внешним факторам:
  - температурный диапазон –60... 125°C;
  - синусоидальная вибрация 1...5000 Гц, 40g;
  - одиночный удар 30 000... 50 000 g;
  - удар многократного действия 150 g, 1...5 мс;
  - линейное ускорение 20 000 g;
  - пониженное давление  $10^{-6}$  мм рт. ст.;
  - повышенное давление 3 атм;
  - относительная влажность 98% при 35°C;
  - спецфакторы по ГОСТ РВ 20.39.414.2 - 2Ус.
- наработка на отказ в предельно допустимом режиме эксплуатации не менее 100 000 ч в пределах срока службы 25 лет.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одной из основных проблем развития приборов гальванической развязки является повышение напряжения изоляции. Проблема особенно актуальна в изделиях специального назначения с ограниченным перечнем корпусов, обеспечивающих максимальное пробивное напряжение до 1000 В. Существует потребность в приборах с напряжением изоляции 3,0 кВ и до 10... 12 кВ. Проблемы с ценообразованием для корпусов микросхем (особенно мощных реле) приводят к тому, что стоимость корпуса составляет до 95% стоимости изделия в целом.

Взрывной рост потребности на устройства гальванической развязки привлекает в ряды производителей случайные и полукустарные предприятия. Применение в новых разработках бескорпусных оптоэлектронных приборов или реализация законченных электронных устройств в устаревших и крупногабаритных корпусах микросхем не делает эти приборы полноценной элементной базой, но приводит к дополнительным затратам производителей и, соответственно, потребителей. Необходимо отметить, что устройства оптоэлектронной развязки и набирающие популярность цифровые изоляторы на монолитных трансформаторах являются высокотехнологичными устройствами микроэлектроники, и изготовление данных классов приборов на неспециализированных предприятиях бесперспективно. ©

**ОАО «ПРОТОН»**  
**ВЕДУЩИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ**  
**ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ И СВОТТЕХНИКИ**

**ОПТРОНЫ**  
**ОПТОРЕЛЕ**  
 с пониженным  
 выходным сопротивлением  
**в SOP корпусах**  
 для поверхностного  
 монтажа

Россия, г. Орел, ул. Лескова, 19  
[www.proton-orel.ru](http://www.proton-orel.ru)  
 e-mail: [market@proton-orel.ru](mailto:market@proton-orel.ru)  
 тел/факс: (4862) 41 84 57  
 тел: 49 85 33

реклама