

Андрей Никитин

ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ РЕЛЕ КОМПАНИИ INTERNATIONAL RECTIFIER



Реле (и электромеханические, и полупроводниковые) в качестве электрически управляемых переключателей с изолированными цепями управления и коммутации и сегодня являются функционально необходимыми элементами для многих электронных устройств.

В данной статье рассматривается линейка полупроводниковых (оптоэлектронных) реле, выпускаемых компанией International Rectifier.

Поскольку оптоэлектронные реле появились на рынке существенно позже электромеханических, то какое-то время они рассматривались в перспективе как неизбежная замена электромеханических на все случаи жизни. Почти наверняка это не так, и те, и другие реле имеют свои ниши на рынке электронных компонентов. Но оптореле оказались свободными от ряда существенных недостатков, которые объективно сопутствуют реле электромеханическим. Следовательно, в тех приложениях, где эти недостатки были критичными, оптоэлектронные реле вытесняли электромеханические.

Коротко рассмотрим эти недостатки:

1. Срок эксплуатации. В электромеханических реле замыкание и размыкание коммутируемой цепи происходит за счет изгиба миниатюрной металлической пластины под действием электромагнитного поля, возникающего при протекании тока через обмотку возбуждения (цепь управления). С течением времени механические свойства пластины изменяются. Поэтому срок службы электромеханических реле ограничен не столько временем, сколько режимом работы, а именно, суммарным количеством переключений. В зависимости от типа реле и параметров коммутируемых сигналов количество переключений оценивалось как 105...107. Коммутируемая цепь оптоэлектронных реле механических частей не имеет, следовательно, и параметр «количество переключений» не имеет практического смысла.

2. В процессе эксплуатации электромеханических реле электрохимические характеристики контакта меняются (контакт «пригорает»), и сопротивление

замкнутого контакта в течение срока службы может существенно изменяться. У оптореле этот параметр практически не меняется (при одинаковых условиях эксплуатации).

3. Для электромагнитных реле характерен дребезг контактов, то есть неоднократное замыкание-размыкание контактов при переключении. Это, во-первых, увеличивает уровень электромагнитных помех в аппаратуре, а во-вторых, может потребовать дополнительных антидребезговых мер (например, в счетных схемах).

4. В электромагнитных реле возможно нештатное замыкание контактов под действием ударных или вибрационных

воздействий. Отсутствие механических подвижных контактов в оптореле делает их более устойчивыми к таким воздействиям.

5. Поскольку переключение в электромагнитных реле происходит под воздействием электромагнитного поля, возможны нештатные срабатывания от внешних электромагнитных полей. Это приводит к необходимости дополнительных конструктивных мер, например, разнесению соседних реле на безопасное расстояние, экранирование и т.д.

6. Для электромагнитных реле неизбежен акустический шум от срабатывания контактов в процессе работы.

Кроме того:

7. В оптоэлектронных реле значение тока в цепи управления, необходимое для замыкания коммутируемой цепи, значительно меньше, чем в электромагнитных реле. Следовательно, применение оптореле в цифровых схемах заметно упрощается.

8. Для оптореле, в общем случае, характерно значительно меньшее время

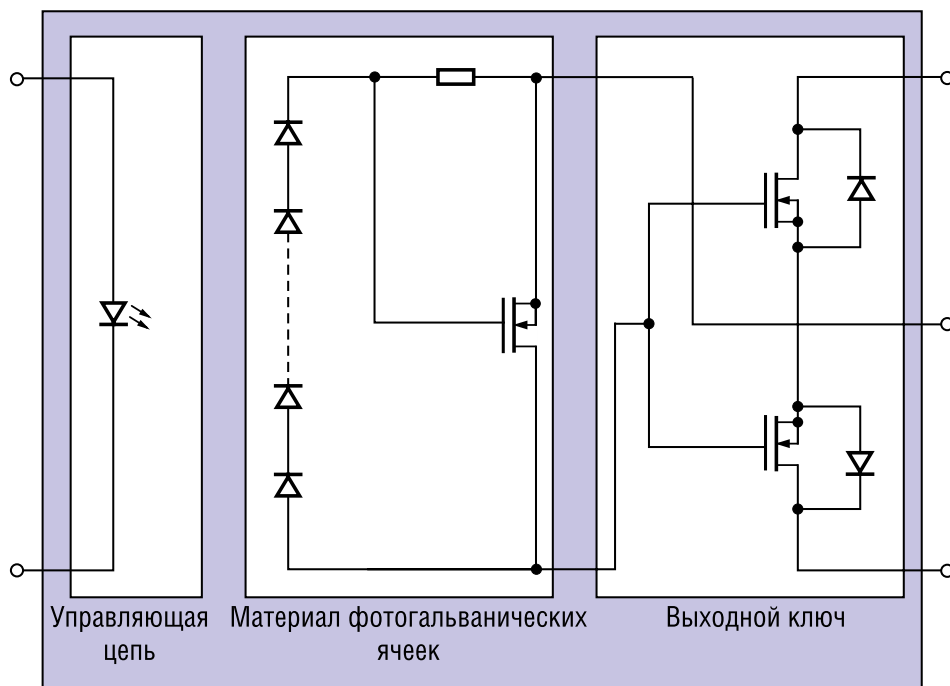


Рис. 1. Структурная схема оптоэлектронного реле

Таблица 1. Технические характеристики оптореле серии PVA

Модель	«Рабочее напряжение, В»		«Ток нагрузки, мА»	Сопротивление Ron, Ом	Сопротивление Roff, Мом	«Ток управления, мА»	«Напряжение изоляции, В»	«Задержка распространения, мкс»	
	(+)	(-)						Ton	Toff
PVA1352	100	100	375	5	100	5	4000	150	125
PVA1354	100	100	375	5	10 000	5	4000	150	125
PVA2352	200	200	150	24	100	5	4000	100	110
PVA3054	300	300	50	160	10 000	5	4000	60	100
PVA3055	300	300	50	160	100 000	5	4000	60	100
PVA3324	300	300	150	24	10 000	2	4000	100	110
PVA3354	300	300	150	24	10 000	5	4000	100	110

срабатывания (замыкания и размыкания).

9. При прочих равных условиях, для оптоэлектронных реле характерны меньшие вес, габариты и площадь, занимаемая на печатной плате.

Технология оптоэлектронных реле International Rectifier.

Оптоэлектронное реле International Rectifier, структура которого представлена на рисунке 1, включает в себя три основных функциональных узла: управляющую цепь, матрицу фотогальванических ячеек и выходной ключ.

Управляющая цепь содержит светодиод, преобразующий протекающий через него ток в инфракрасное излучение. Инфракрасный свет, пройдя некоторое расстояние в корпусе реле, попадает на матрицу фотогальванических ячеек, каждая из которых преобразует попадающий на нее свет в напряжение, которое, в свою очередь, управляет элементом, замыкающим выходной ключ.

Если ток через цепь управления не протекает, то светодиод не излучает свет, фотогальваническая матрица не формирует напряжение и выходной ключ размыкает цепь коммутации.

В оптореле переменного тока в качестве выходного ключа используется симистор. Характерной особенностью приборов данного типа является то, что размыкание выходного ключа про-

исходит в тот момент, когда напряжение в коммутируемой цепи проходит через ноль. Поэтому применение реле на симисторах в цепях постоянного тока весьма затруднительно.

В оптореле постоянного тока в качестве выходного ключа используется одиночный биполярный или МОП-транзистор.

В универсальных оптореле (коммутирующих как постоянный, так и переменный ток) в качестве ключа используется пара МОП- или IGBT-транзисторов, соединенных истоками.

В линейке International Rectifier отсутствуют оптоэлектронные реле на симисторах. В отличие от симисторных, ключи на МОП-транзисторах характеризуются практически линейной зависимостью падения напряжения на открытом ключе от тока в нагрузке (IL) или, другими словами, постоянством сопротивления замкнутого ключа. В качестве выходного ключа используются или полевые МОП-транзисторы, выполненные по технологии HEXFET (запатентованной International Rectifier), или биполярные транзисторы с изолированным затвором — IGBT. Сдвоенные МОП-транзисторы, используемые в универсальных оптореле, получили название BOSFET.

Варианты подключения оптоэлектронных реле

Отметим, что International Rectifier выпускает только однополюсные нормально разомкнутые оптореле (иначе Form A), поэтому все варианты подключений относятся именно к этому типу реле.

В общем случае оптоэлектронные универсальные реле имеют 5 задействованных контактов: 1 — плюс цепи управления, 2 — минус цепи управления, 4 — сток транзистора 1, 5 — общий исток транзисторов 1 и 2, 6 — сток транзистора 2.

Применяются три типа подключения, представленные на рисунке 2.

Подключение А используется для коммутации нагрузки переменного или постоянного тока. В этом случае ток течет через канал «сток-исток» одного транзистора и объемный диод стока вто-

рого. При изменении направления тока в нагрузке, соответственно меняется и направление тока в паре транзисторов. Если общий исток не выведен на внешний вывод реле, то это подключение остается единственно возможным (серия PVA).

Подключение В используется для коммутации нагрузки только постоянного тока. В этом случае ток течет через канал «сток-исток» одного транзистора, а второй транзистор не задействован.

Подключение С также используется для коммутации нагрузки только постоянного тока. В этом случае стоки пары транзисторов объединяются внешней перемычкой. Тогда ток протекает через каналы «сток-исток» двух транзисторов одновременно, а сопротивление замкнутого контакта снижается примерно вдвое.

Линейка оптоэлектронных реле International Rectifier

Если рассматривать линейку оптоэлектронных реле International Rectifier на МОП-транзисторах, то можно определить три основные группы:

1. Быстродействующие — время переключения не превышает 200 мкс. Сюда входят серии PVA, PVD и PVR.

2. Низковольтные мощные — величина тока в коммутируемой цепи от 1 А, при сопротивлении замкнутого контакта менее 0,5 Ом. Это серии PVG и PVN.

3. Общего назначения — время включения от 2 мс и более, коммутируемая мощность — до 150 Вт. Главным образом, это серия PVT.

Оптоэлектронные реле серии PVA.

Серия PVA — однополюсные, нормально разомкнутые оптореле. В качестве выходного ключа используются BOSFET-транзисторы. Целевое назначение — коммутация аналоговых сигналов постоянного и переменного тока. Все модификации выпускаются в корпусах с двухрядным расположением выводов: с суффиксом NS — для поверхностного монтажа (SMT-8), с суффиксом N — для выводного монтажа (DIP-8). Вариант подключения — только А, поскольку общий исток транзисторов на внешний вывод корпуса не

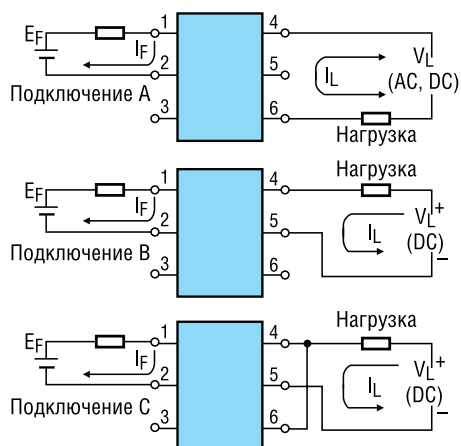


Рис. 2. Варианты подключения оптоэлектронного реле

выведен. Технические характеристики представлены в таблице 1.

Рекомендуемые области применения: устройства автоматики и промышленного контроля, системы сбора данных, промышленное контрольно-поверочное оборудование, системы коммутации и мультиплексирования сигналов.

Несомненное достоинство серии — высокое быстродействие. У PVA30xx оно высшее, но эти реле имеют весьма высокое сопротивление замкнутого контакта и, как следствие, большое падение напряжения (до 8 В) на замкнутом контакте.

Оптоэлектронные реле серии PVD

Серия PVD является аналогом реле PVA1352 и PVA1354 с заранее реализованным вариантом подключения С (то есть, не одиночный транзистор, а именно BOSFET в подключении С). Технические характеристики серии PVD представлены в таблице 2.

Оптоэлектронные реле серии PVR

По техническим характеристикам и области применения данные устройства весьма близки к оптоэлектронным реле PVAx3xx и являются их дальнейшим развитием. Основные отличия:

- выпускаются только в корпусах для выводного монтажа (DIP-16);
- в одном корпусе собрано два независимых, однополюсных реле;
- общий исток BOSFET-транзисторов выведен на внешний вы-

вод, следовательно, возможна реализация не только подключения по схеме А, но и по схемам В и С.

Технические характеристики серии PVR представлены в таблице 3.

Обратим внимание на тот факт, что двоянные оптоэлектронные реле, аналогичные PVR, иногда ошибочно обозначают как “2 Form А”. Различные управляющие цепи однозначно относят их к “Double 1 Form А”. Однако если

В таких товарных группах, как быстродействующие и низковольтные мощные оптореле, International Rectifier находится в числе мировых лидеров.

управляющие цепи включить параллельно, то получим аналог типа “2 Form А” электромагнитных реле.

Оптоэлектронные реле серии PVG

Серия PVG — однополюсные, нормально разомкнутые оптореле, с возможностью включения по схемам А, В и С. Реле предназначены для коммутации аналоговых сигналов с напряжением до 60 В. Все модификации выпускаются в корпусах с двухрядным расположением выводов: с суффиксом S — для поверхностного монтажа (SMT-6), без суффикса — для выводного монтажа (DIP-6).

Технические характеристики серии PVG представлены в таблице 4.

Отличительная особенность оптореле этой серии — высокие токи нагрузки в сочетании с достаточно малым сопротивлением замкнутого контакта, что обеспечивает весьма приемлемые значения падения напряжения на контакте. Основные области применения: источники и системы коммутации вторичного электропитания, компьютеры, периферийные устройства и аудиотехника, выходные реле программируемых логических контроллеров и подобные приложения промышленной автоматики. Незначительное падение напряжения на контакте позволяет использовать реле этой серии также в измерительных системах.

Отметим появление суффикса “А” — за счет увеличения времени срабатывания снижено сопротивление замкнутого контакта, что позволило увеличить ток при примерно равном значении рассеиваемой на контакте мощности.

Оптоэлектронные реле серии PVN

Серия PVN является модификацией серии PVG. Снижение рабочего напряжения до 20 В позволило увеличить ток нагрузки и снизить сопротивление замкнутого контакта. Эти оптореле — лучшие в линейке International Rectifier по данным параметрам и, соответственно, обеспечивают минимальные значения падения напряжения на контакте. Корпусное исполнение серии PVN аналогично серии PVG.

Таблица 2. Технические характеристики оптореле серии PVD

Модель	Рабочее напряжение, В	Ток нагрузки, мА	Сопротивление R _{on} , Ом	Сопротивление R _{off} , Мом	Ток управления, мА	Напряжение изоляции, В	Задержка распространения, мкс	
							T _{on}	T _{off}
PVD1352	100	550	1,5	100	5	4000	150	125
PVD1354	100	550	1,5	10 000	5	4000	150	125

Таблица 3. Технические характеристики оптореле серии PVR

Модель	Рабочее напряжение, В		Ток нагрузки, мА			Сопротивление R _{on} , Ом			Сопротивление R _{off} , Мом	Ток управления, мА	Напряжение изоляции, В	Задержка распространения, мкс	
	(+)	(-)	(А)	(В)	(С)	(А)	(В)	(С)				T _{on}	T _{off}
PVR1300	100	100	360	420	660	5	3	1,5	100	2	1500	150	125
PVR1301	100	100	360	420	660	5	3	1,5	10000	2	1500	150	125
PVR2300	200	200	165	180	310	24	12	6	100	2	1500	150	125
PVR3300	300	300	165	180	310	24	12	6	100	2	1500	150	125
PVR3301	300	300	165	180	310	24	12	6	10000	2	1500	150	125

Таблица 4. Технические характеристики оптореле серии PVG

Модель	Рабочее напряжение, В		Ток нагрузки, мА			Сопротивление R _{on} , Ом			Сопротивление R _{off} , Мом	Ток управления, мА	Напряжение изоляции, В	Задержка распространения, мкс	
	(+)	(-)	(А)	(В)	(С)	(А)	(В)	(С)				T _{on}	T _{off}
PVG612	60	60	1000	1500	2000	0,5	0,25	0,15	100	5	4000	2000	500
PVG612A	60	60	2000	2500	4000	0,1	0,05	0,035	60	5	4000	3500	500
PVG613	60	60	1000	1500	2000	0,5	0,25	0,15	4800	5	4000	2000	500

Таблица 5. Технические характеристики оптореле серии PVN

Модель	Рабочее напряжение, В		Ток нагрузки, мА			Сопротивление Rop, Ом			Сопротивление Roff, Мом	Ток управления, мА	Напряжение изоляции, В	Задержка распространения, мкс	
	(+)	(-)	(A)	(B)	(C)	(A)	(B)	(C)				Ton	Toff
PVN012	20	20	2000	3000	4500	0,1	0,065	0,04	16	3	4000	5000	500
PVN012A	20	20	4000	4500	6000	0,05	0,025	0,015	н.д.	5	4000	3000	500
PVN013	20	20	2000	3000	4500	0,1	0,065	0,04	н.д.	3	4000	5000	500

Таблица 6. Технические характеристики оптореле серии PVT

Модель	Рабочее напряжение, В		Ток нагрузки, мА			Сопротивление Rop, Ом			Сопротивление Roff, Мом	Ток управления, мА	Напряжение изоляции, В	Задержка распространения, мкс	
	(+)	(-)	(A)	(B)	(C)	(A)	(B)	(C)				Ton	Toff
PVT212	150	150	550	600	825	0,75	0,4	0,25	150	5	4000	3000	500
PVT312	250	250	190	210	320	10	5,5	3	250	2	4000	3000	500
PVT312L	250	250	170	190	300	15	8	4,25	250	2	4000	3000	500
PVT322	250	250	170	—	—	10	—	—	250	2	4000	3000	500
PVT322A	250	250	170	—	—	8	—	—	250	2	4000	3000	500
PVT412	400	400	140	150	210	27	14	7	400	3	4000	2000	500
PVT412A	400	400	240	260	360	6	3	2	400	3	4000	3000	500
PVT412L	400	400	120	130	200	35	18	9	400	3	4000	2000	500
PVT422	400	400	120	—	—	35	—	—	320	2	4000	2000	2000

Таблица 7. Технические характеристики оптореле PVX6012

Модель	Рабочее напряжение, В		Ток нагрузки, мА		Сопротивление Roff, Мом	Ток управления, мА	Напряжение изоляции, В	Задержка распространения, мкс	
	(AC)	(DC)	(AC)	(DC)				Ton	Toff
PVX6012	400	400	1000	1000	40	5	3750	7000	1000

Технические характеристики серии PVN представлены в таблице 5.

Возможные области применения аналогичны серии PVG, но указанные отличия более значимы именно для систем коммутации электропитания и измерительных систем.

Оптоэлектронные реле серии PVT

Серия PVT позиционируется производителем как оптореле для телекоммуникационных приложений (отсюда и буква “Т”). Но логичнее сформулировать все-таки как «оптореле общего назначения».

Технические характеристики серии PVT представлены в таблице 6.

Какой вывод мощно сделать из приведенных параметров? Что-то среднее — «золотая середина». Трудно спорить, что основные параметры оптореле: рабочее напряжение, ток нагрузки, время переключения, сопротивление замкнутого контакта, — составляют нечто постоянное. И если решаемая задача определяет повышенные требования к одному из параметров, то это достигается за счет одного или нескольких оставшихся.

Производитель предлагает области применения: модемы, факсы, телефонные аппараты (поднятие трубки, импульсный набор), коммутаторы и мультиплексоры телефонных линий,

контроль сетевого напряжения и, как итог, “general switching” — «коммутация в целом».

Возвращаясь к серии PVT — изделия PVT322 и 422 (по всем суффиксам) содержат два независимых реле в одном корпусе. Однако размещение их в 8-выводном корпусе не позволяет вывести общий исток, следовательно, возможно включение только по схеме А. Отметим, что в серии PVR использовался 16-выводный корпус, и подобное ограничение отсутствовало.

Новый суффикс “L” означает введение дополнительных схем ограничения тока: при превышении тока выше порогового уровня увеличивается сопротивление контакта и ток снижается, что не препятствует выходу реле из строя.

Оптоэлектронное реле PVX6012

Оптоэлектронное реле PVX6012 — единственное в линейке изделие, в котором в качестве выходного ключа используются IGBT-транзисторы. Это позволяет коммутировать нагрузку мощностью до 400 Вт на постоянном токе и до 280 Вт — на переменном. Технические параметры приведены в таблице 7.

При применении PVX6012 необходимо иметь в виду: реле на IGBT-транзисторах коммутируют, по сравнению с HEXFET, более низкочастотные

сигналы (до 20 кГц) и более критичны к параметрам нагрузки.

Кроме того, при необходимости коммутации мощной высоковольтной нагрузки могут быть использованы оптоэлектронные изоляторы серии PVI. В отличие от рассмотренных оптореле, они включают в себя цепь управления и матрицу фотогальванических ячеек (рис. 1), но не содержат встроенного выходного ключа, взамен которого подключается внешний с требуемыми параметрами.

Сравнение International Rectifier с другими производителями

Ведущими мировыми производителями оптоэлектронных реле считаются Avago, Clare, Cosmo, Fairchild, NEC, Panasonic, Sharp, Toshiba. Детальное сравнение, а, тем более подбор аналогов, очевидно, выходит за возможности данного обзора.

Имеет смысл сравнивать по двум группам (быстродействующие, низковольтные мощные реле). Очевидно, что сравнение технических параметров реле общего назначения даст примерно одинаковые результаты. Сопоставляются компоненты близкие по величине рабочего напряжения (300 В для быстродействующие и 60 В для низковольтных мощных). После чего срав-

Таблица 8. Сравнение быстродействующих оптореле

Модель	Производитель	Рабочее напряжение, В	Ток нагрузки, мА	Сопротивление Ron, Ом	Ток управления, мА	Напряжение изоляции, В	Задержка распространения, мкс	
							Ton	Toff
PVA3055	IR	300	50	160	5	4000	60	100
PLA160	Clare	300	50	100	10	3750	50	50
PVA3324	IR	300	150	24	2	4000	100	110
ASSR-4110-003E	Avago	400	120	25	—	3750	500	200
PLA110L	Clare	400	150	25	5	3750	1000	250
KAQY210/A	Cosmo	350	130	20	1,5	3750	1000	1500
HSR412	Fairchild	400	140	27	3	4000	—	—
PS7341C-1A	NEC	400	120	27	—	3750	550	70
AQY210EH	Panasonic	350	130	25	—	5000	—	—
TLP227G	Toshiba	350	120	35	3	3750	—	—

Таблица 9. Сравнение низковольтных мощных оптореле

Модель	Производитель	«Рабочее напряжение, В»	«Ток нагрузки, мА»	Сопротивление Ron, Ом	«Ток управления, мА»	«Напряжение изоляции, В»	«Задержка распространения, мкс»	
							Ton	Toff
PVG612A	IR	60	2000	0,1	5	4000	3500	500
LCA715	Clare	60	2000	0,15	10	3750	2500	250
PS710A-1A	NEC	60	1800	0,1	—	1500	1000	50
AQY272	Panasonic	60	2000	0,18	—	2500	—	—
TLP3542	Toshiba	60	2500	0,1	10	2500	—	—
PVG612	IR	60	1000	0,5	5	4000	2000	500
ASSR-1510-003E	Avago	60	1000	0,5	—	3750	1000	200
LCA710	Clare	60	1000	0,5	10	3750	2500	250
KAQV212/A	Cosmo	60	400	0,83	1,5	3750	1500	1500
AQY212GH	Panasonic	60	1100	0,34	—	5000	—	—
TLP3122	Toshiba	60	1000	0,7	5	1500	—	—

ниваются три основных параметра: ток нагрузки, сопротивление замкнутого контакта и время срабатывания. Результаты сравнения приведены в таблицах 8 и 9.

Для оптореле PVA3055 сопоставимое изделие найдено только у Clare. Изделия, сравнимые с PVA3324, есть и у других производителей, однако по быстродействию (особенно если брать сумму TON+TOFF) они существенно уступают предложению International Rectifier.

Поскольку производители в основном не указывают, для какого варианта подключений даны параметры, принимаем вариант А, как наиболее жесткий. В качестве базы для сравнения возьмем PVG612A и PVG612 с током нагрузки, соответственно, 1 и 2 А. При сравнимом значении коммутируемой мощности для этой группы оптореле сопротивление замкнутого контакта — более важный параметр, нежели задержка срабатывания, поскольку напрямую определяет потери мощности и, соответственно, нагрев реле. В обоих случаях можно говорить о том, что предложения International Rectifier — одни из лучших. Отметим,

что у Avago, Cosmo и NEC в одном, а у Fairchild в обоих случаях не нашлось сопоставимых изделий.

Выводы

Компания International Rectifier у отечественного разработчика в первую очередь ассоциируется с мощными HEXFET- и IGBT-транзисторами, микросхемами для управления силовыми приводами, стабилизаторами напряжения, решениями по управлению освеще-

нием. С оптоэлектронными реле — гораздо реже.

Однако мы убедились, что в таких товарных группах, как быстродействующие и низковольтные мощные оптореле, International Rectifier находится в числе лидеров. **5**

Получение технической информации, заказ образцов, поставка — e-mail: power.vesti@compel.ru

Оптоэлектронные реле IR

- ◆ Быстродействующие — t пер. <200 мкс (PVA, PVD, PVR)
- ◆ Низковольтные мощные — I комм. >1 А (PVG, PVN)
- ◆ Общего назначения — t вкл. >2 мс, P комм. до 150 Вт (PVT)