

Вслед за нуждами ВПК

Резистивная продукция военного назначения компании Vishay

Борис Ключников, инженер технической поддержки Vishay

Линейка продуктов Vishay содержит широкую номенклатуру компонентов для применения в области военной техники. Она охватывает и активные, и пассивные компоненты. Среди «оборонного пассива» у компании есть индуктивные, емкостные и резистивные компоненты. Резистивное портфолио Vishay для военного применения — одно из самых больших среди всех мировых производителей компонетов такого класса. Высоконадежные резисторы Vishay присутствуют в каждой отрасли ВПК, включая авиацию, спутники, ракетное оружие, оружейные элементы, наземную передвижную технику и флот. Наряду с широкой линейкой стандартных резистивных компонентов военного класса компания производит множество видов заказных изделий.

Каждый военный компонент компании Vishay, выпущенный для военного, авиационного или аэрокосмического рынка, подвергается большому количеству тестов и имеет зафиксированную наработку на отказ. Все контролирующие действия проводят квалифицированные сотрудники, являющиеся экспертами в области требований к свойствам военной техники.

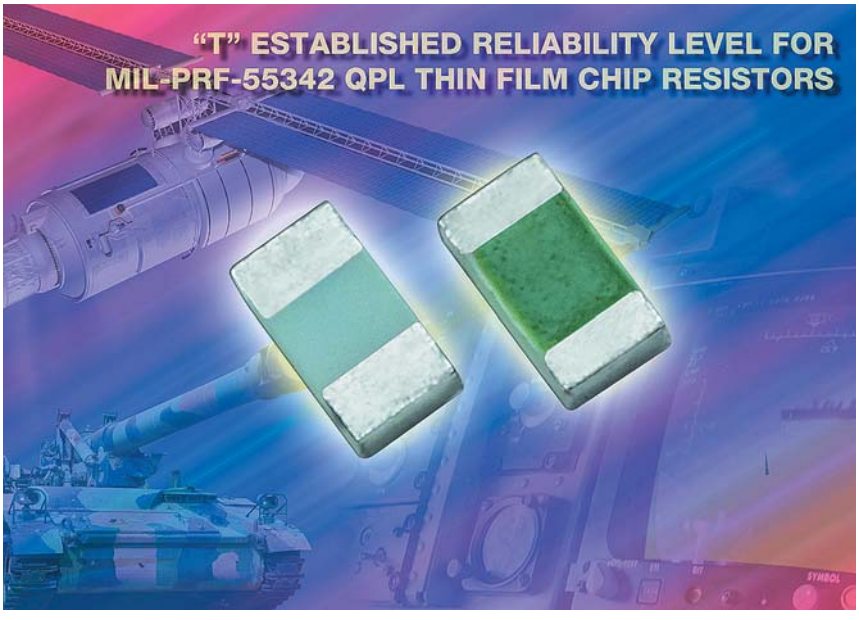
В предлагаемом обзоре представлена информация по трем типам резисторов Vishay, соответствующих военным стандартам: пленочные выводные резисторы, пленочные SMD-резисторы, выводные металлоэлементные аксиальные резисторы. Их характеристики и предлагаемые серии представлены в таблицах 1, 3, 5. Сравнительные характеристики предлагаемых резисторных технологий по уровням надежности приведены в таблицах 2, 4, 6 соответственно.

Пленочные выводные резисторы представлены сериями RN, RL, RLR, RNC и RNR. По всем сериям, кроме RN, доступны данные по интенсивности отказов. Эти изделия соответствуют требованиям стандартов MILR-10509, MILPRF-22684, MILPRF-39017, MILPRF-55182.

Пленочные SMD-компоненты для военного применения представлены двумя типами изделий: резисторами серии RM и джамперами серии RCZ.

Военные выводные металлоэлементные аксиальные резисторы представлены сериями RW, RWR и RLR, которые соответствуют стандартам MIL-PRF-26, MILPRF-39007 и MILPRF-49465 соответственно. Для резисторов серии RWR доступны данные по интенсивности отказов.

Большой технический опыт, знание потребностей оборонной промышленности, широкая линейка предлагаемых продуктов, длительное время совместной работы с ключевыми потребителями — все это является гарантией того, что продукты Vishay соответствуют постоянно повышающимся требованиям к военной компонентной базе.



По всем дополнительным вопросам относительно изделий Vishay обращайтесь в компанию «ПетроИнТрейд» по адресу: passive@petrointrade.ru

Таблица 1. Характеристики пленочных выводных резисторов Vishay специального назначения

Военный стандарт	Тип резистора	Военная серия	Мощность, Вт	Диапазон сопротивлений, Ом	Диапазон точности, ± %	Темп. к-т сопротивления (TCR), ±ppm/°C	Интенсивность отказов [1, 2]
MILR-10509	Металлопленочные, аксиальные	RN50	0,05	10–100 к	0,1–1	25–50	–
		RN55	0,10–0,125	49,9–100 к	0,1–1	25–50	–
				10–301 к	1	100	–
		RN60	0,125–0,25	49,9–499 к	0,1–1	25–50	–
				10–1 M	1	100	–
		RN65	0,25–0,50	49,9–1 M	0,1–1	25–50	–
				10–2 M	1	100	–
		RN70	0,5–0,75	24,9–1 M	0,1–1	25–50	–
				10–2,49 M	1	100	–
MILPRF-22684	Металлопленочные, аксиальные	RL07	0,25	51–150 к	2–5	200	–
		RL20	0,5	4,3–470 к	2–5	200	–
MILPRF-39017	Металлопленочные, аксиальные	RLR05	0,125	4,7–301 к	1–2	100	M, P, R, S
				302 K–1 M	1–2	100	M, P, R
		RLR07	0,25	1–9,76	1–2	100	M
				10–3,01 M	1–2	100	M, P, R, S
				3,02 M–10 M	1–2	100	M, P, R
		RLR20	0,5	4,3–3,01 M	1–2	100	M, P, R
		RLR32	1	1–2,7 M	1–2	100	M, P, R
MILPRF-55182	Металлопленочные, аксиальные	RNC50	0,05–0,1	10–796 к	0,1–1	25–100	M, P, R, S
		RNC55	0,1–0,125	10–2 M	0,1–1	25–100	M, P, R, S
		RNC60	0,125–0,25	10–2 M	0,1–1	25–100	M, P, R, S
				2,01–3,01 M	0,5–1	25–100	M
		RNC65	0,25–0,5	10–3,01 M	0,1–1	25–100	M, P, R
		RNC70	0,5–0,75	10–3,01 M	0,1–1	25–100	M, P, R
	Металлопленочные, аксиальные, герметичные	RNR55	0,1–0,125	10–1,21 M	0,1–1	25–50	M, P, R, S
		RNR57	0,125–0,25	49,9–200 к	1	25–50	M, P, R, S
		RNR60	0,125–0,25	10–2,49 M	0,1–1	25–50	M, P, R, S
		RNR65	0,25–0,5	24,9–4,99 M	0,1–1	25–50	M, P
		RNR70	0,5–0,75	24,9–4,99 M	0,1–1	25–50	M, P
		RNR75	1–2	49,9–1,21 M	0,1–1	25	M

Таблица 2. Сравнение групп металлопленочных выводных резисторов

Параметр	Военные E-REL резисторы серии RLR и RNC	NON E-REL военные/промышленные резисторы	Общего применения CCF
Электрическая спецификация	Все компоненты соответствуют военным нагрузкам. Точность, номинал и ТКС соответствуют стандартам MIL-PRF-39017 для серии RLR и MIL-PRF-55182 для серии RNC	Параметры мощности группы NON E-REL аналогичны параметрам мощности группы E-REL, а зачастую даже выше	Электрические спецификации соответствуют заявленным каталожным характеристикам. Параметры мощности часто выше, чем у E-REL-компонентов. Это возможно из-за того, что у коммерческих компонентов пониженные показатели надежности
Механические характеристики	Серия RLR соответствует стандарту MIL-PRF-39017 Серия RNC соответствует стандарту MIL-PRF-55182	Серия RL соответствует стандарту MIL-PRF-22684. Серия RN соответствует стандарту MIL-R-10509	Габариты и корпусное исполнение коммерческих компонентов соответствуют габаритам аналогичных военных компонентов и соответствуют заявленным каталожным характеристикам
Требования к материалам	Все материалы для компонентов группы E-REL MILITARY апробированы для использования в специфических компонентах военного применения. Состав этих материалов не может быть изменен без соответствующего одобрения по запросу или реквалификации. Не допускается использование материалов без соответствующей маркировки об осуществлении входного контроля	Большинство материалов подвергается входному контролю. Материалы, поставленные не по «военным» каналам, соответствуют спецификациям MIL-PRF-22684 или MIL-R-10509	Используются бюджетные материалы, аналогичные используемым в промышленной группе. Внутренняя фиксация изменений не требует одобрения контролирующих органов
Требования к процессу тестирования	Тестирование серии RLR соответствует стандарту MIL-PRF-39017. Тестирование серии RLR соответствует стандарту MIL-PRF-55182. Тестирование надежности включает работу под нагрузкой в течение 10 000 ч в дополнение к другим тестам, соответствующим обеим спецификациям	Тестирование серии RL соответствует стандарту MIL-PRF-22684. Тестирование серии RN соответствует стандарту MIL-R-10509. Не проводится дополнительное тестирование, необходимое для E-REL компонентов. Тестирование под нагрузкой проводится в течение 1000 ч	Модификации процесса в соответствии с требованиями заказчика, в основном, недопустимы. Проводится стопроцентное электрическое тестирование
Надежность	Уровень надежности «Established Reliability» устанавливается путем непрерывного тестирования в соответствующих лабораториях. Достоверность уровня интенсивности отказов определяется стандартами MIL-PRF-39017 или MIL-PRF-55182 на основе полученных лабораторных данных. Статистика по соответствующим продуктам доступна по запросу	Проводится периодическое тестирование экологических и электрических параметров в соответствии со стандартами MIL-PRF-22684 или MIL-R-10509. Тестируемые компоненты берутся из производственной партии. Статистика по конкретным продуктам доступна по запросу	Интенсивность отказов определяется на основе всех отказов компонентов из числа отгруженных для клиента
Заказные исполнения	Военные, космические, медицинские и другие высоконадежные применения	Широкий спектр применений, включая коммуникационные, военные, компьютерные, тестовые и контрольные	Широкий спектр применений, включая компьютерные, телекоммуникационные и пользовательские
Оперативный контроль	Все материалы контролируются, имеется возможность отслеживания их происхождения	Оперативный контроль и отслеживание происхождения, в основном, не проводятся, за исключением ситуаций, когда этого требует клиент	Материалы, в основном, не контролируются и их происхождение не отслеживается
Упаковка	Доступны в катушках и упаковках типа bulk	Доступны в катушках и упаковках типа bulk	Доступны только в катушках

Таблица 3. Характеристики пленочных SMD-резисторов Vishay

Военный стандарт	Тип резистора	Доп. код	Военная серия	Мощность, Вт	Диапазон сопротивлений, Ом	Диапазон точности, ± %	Темп. к-т сопротивления (TCR), ±ppm/°C	Интенсивность отказов [1, 2]
MILPRF-55342	Толстопленочный чип-резистор, SMD	/01	RM0502	0,05	1–9,1	2–10	300	C, M, P, R, S, T
					10–22 M	1–10	100–300	
		/02	RM0505	0,125	1–9,1	2–10	300	C, M, P, R, S, T
					10–22 M	1–10	100–300	
		/03	RM1005	0,2	1–5,6	2–10	300	C, M, P, R, S, T
					5,62–22 M	1–10	100–300	
		/04	RM1505	0,15	1–5,6	2–10	300	C, M, P, R, S, T
					5,62–22 M	1–10	100–300	
		/05	RM2208	0,225	1–5,6	2–10	300	C, M, P, R, S, T
					5,62–22 M	1–10	100–300	
		/06	RM0705	0,15	1–5,6	2–10	300	C, M, P, R, S, T
					5,62–22 M	1–10	100–300	
		/07	RM1206	0,25	1–5,6	2–10	300	C, M, P, R, S, T
					5,62–22 M	1–10	100–300	
		/08	RM2010	0,8	1–5,6	2–10	300	C, M, P, R, S, T
					5,62–22 M	1–10	100–300	
		/09	RM2512	1	1–5,6	2–10	300	C, M, P, R, S, T
					5,62–22 M	1–10	100–300	
		/10	RM1010	0,5	1–5,6	2–10	300	C, M, P, R, S, T
					5,62–22 M	1–10	100–300	
		/11	RM0402	0,05	1–5,6	2–10	300	C, M, P, R, S, T
					5,62–22 M	1–10	100–300	
		/12	RM0603	0,1	1–5,6	2–10	300	C, M, P, R, S, T
					5,62–22 M	1–10	100–300	
		/13	RM0302	0,04	1–5,6	2–10	300	C, M, P, R, S, T
					5,62–22 M	1–10	100–300	
	Тонкопленочный чип-резистор, SMD	/01	RM0502	0,05	20–150 к	0,1–5	50–300	C, M, P, R
					49,9–150 к	0,1–5	25	
		/02	RM0505	0,125	20–301 к	0,1–5	50–300	C, M, P, R, T
					49,9–301 к	0,1–5	25	
		/03	RM1005	0,2	10–649 к	0,1–5	50–300	C, M, P, R, T
					49,9–649 к	0,1–5	25	
		/04	RM1505	0,15	10–1,69 M	0,1–5	50–300	C, M, P, R, T
					49,9–1,69 M	0,1–5	25	
		/05	RM2208	0,225	10–3,16 M	0,1–5	50–300	C, M, P, R
					49,9–3,16 M	0,1–5	25	
		/06	RM0705	0,15	10–475 к	0,1–5	50–300	C, M, P, R, T
					49,9–475 к	0,1–5	25	
		/07	RM1206	0,25	10–1,5 M	0,1–5	50–300	C, M, P, R, T
					49,9–1,5 M	0,1–5	25	
		/08	RM2010	0,8	10–4,02 M	0,1–5	50–300	C, M, P, R
					49,9–4,02 M	0,1–5	25	
		/09	RM2512	1	10–6,19 M	0,1–5	50–300	C, M, P, R
					49,9–6,19 M	0,1–5	25	
		/10	RM1010	0,5	49,9–1 M	0,1–5	25–300	C, M, P, R, T
		/11	RM0402	0,05	20–100 к	0,1–5	50–300	C, M, P, R
					49,9–100 к	0,1–5	25	
		/12	RM0603	0,1	10–261 к	1–5	50–300	C, M, P, R
					10–258 к	0,1	50–300	
					49,9–261 к	1–5	25	
					49,9–258 к	0,1	25	
MILPRF-32159	Толстопленочный чип-резистор, джампер, SMD	/01	RCZ0502	0,05	0	–	–	C, M
		/02	RCZ0505	0,1	0	–	–	C, M
		/03	RCZ1005	0,2	0	–	–	C, M
		/04	RCZ1505	0,15	0	–	–	C, M
		/05	RCZ2208	0,225	0	–	–	C, M
		/06	RCZ0705	0,15	0	–	–	C, M
		/07	RCZ1206	0,25	0	–	–	C, M
		/08	RCZ2010	0,8	0	–	–	C, M
		/09	RCZ2512	1	0	–	–	C, M
		/10	RCZ1010	0,5	0	–	–	C, M
		/11	RCZ0402	0,04	0	–	–	C, M
		/12	RCZ0603	0,07	0	–	–	C, M
		/13	RCZ0302	0,035	0	–	–	C, M

Таблица 4. Сравнение групп толсто/тонкопленочных SMD-резисторов

Параметр	Военные (RCWPM, 55342)	Промышленные (RCWP, P-NS, PTN)	Общего применения (CRCW, M)
Конструктив и материалы	Все материалы соответствуют стандарту MILPRF-55342 и поставляются в соответствии с "Qualified Products List". Выводы: драгметаллы, медь, никель, оловянный припой 80/20 (100% олова запрещено). Доступны параметры для космического применения. Не допускаются изменения материалов без одобрения DSCC	Материалы, аналогичные «военной» группе. Разрешена пайка 100% оловом. Доступны габариты RCWP-540 и RCWP-0201. Изменение свойств материалов не требует одобрения DSCC. Оценка стандартных продуктов строится так же, как и в «военной» группе	Производятся в соответствии с EIA-575 с некоторыми исключениями. Габариты RM-1005, RM-1505, RM-2208, RM-1010, RM-0502 и RM-0302 недоступны. Проводник на базе серебра, 90/10 или 100 % оловянные выводы. Внутренние изменения не требуют одобрения соответствующих агентств
Производство и контроль	Производство сопровождается военно сертифицированным контролем и документооборотом. Группа контроля А подразумевает 100% визуальный контроль, термошоковый тест и контроль сопротивления по постоянному току. Тренировка в соответствии со стандартом MIL-STD-790. Никаких изменений не производится без одобрения DSCC	100% термошок по группе А. Выборка компонентов с не более чем 5% уходом номинала. Возможно изменение процесса в соответствии с требованиями клиента	Термошок и 100% визуальный осмотр не производятся. Изменения процесса в соответствии со специальными или уникальными требованиями клиента, в основном, не разрешены
Инспектирование	В соответствии со стандартом MIL-PRF-55342. Электрические дефекты; C=0 Механические дефекты; C=0 Визуальные дефекты; C=0 Уровни дефектности: – электрическая — 27 ppm – визуальная/механическая — 30 ppm	Инспекция MIL-STD-105 1% AQL major 4% AQL minor C = 0 critical Уровни дефектности: – электрическая — 227 ppm – визуальная/механическая — 25 ppm	Инспекция MIL-STD-105 1% AQL major 4% AQL minor C = 0 critical Уровни дефектности: – электрическая — 6 ppm – визуальная/механическая — 267 ppm
Надежность	Уровень надежности "Established Reliability" устанавливается путем непрерывного тестирования в соответствующих лабораториях. Достоверность уровня интенсивности отказов определяется стандартом MIL-PRF-55342 на основе лабораторных данных. Статистика по соответствующим продуктам доступна по запросу	Проводится периодическое тестирование экологических и электрических параметров в соответствии со стандартом MILPRF-55342. Выходные данные недоступны	Интенсивность отказов определяется на основе всех отказов компонентов из числа отгруженных для клиента
Оперативный контроль	В соответствии со стандартом MIL-PRF-55342 тестовые данные на все группы продуктов (A, B, C) фиксируются и сохраняются минимум в течение 5 лет. Только единичные лоты и дата-коды доступны на катушке	Результаты финальных тестов фиксируются и сохраняются как минимум год. В особых случаях некоторые дата-коды и лоты продукции доступны в катушке	Результаты финальных тестов фиксируются и сохраняются как минимум год

Таблица 5. Характеристики выводных металлоэлементных аксиальных резисторов

Военный стандарт	Тип резистора	Военная серия	Мощность, Вт	Диапазон сопротивлений, Ом	Диапазон точности, ± %	Темп. к-т сопротивления (TCR), ±ppm/°C	Интенсивность отказов [1, 2]
MIL-PRF-26	Проволочные, аксиальные	RW67	6,5	0,1–8,2 к	5, 10	20–90	–
		RW68	11	0,1–20 к	5, 10	20–90	–
		RW69	3	0,1–2,0 к	5, 10	20–90	–
		RW70	1	0,1–2,74 к	0,1, 0,5, 1	20–90	–
		RW74	5	0,1–24,3 к	0,1, 0,5, 1	20–90	–
		RW78	10	0,1–71,5 к	0,1, 0,5, 1	20–90	–
		RW79	3	0,1–6,49 к	0,1, 0,5, 1	20–90	–
		RW80	2	0,1–2,74 к	0,1, 0,5, 1	20–90	–
		RW81	1	0,1–1,0 к	0,1, 0,5, 1	20–90	–
MILPRF-39007	Проволочные, аксиальные	RWR71	2	0,1–12,1 к	0,1, 0,5, 1	20–650	M, P, R, S
		RWR74	5	0,1–12,1 к	0,1, 0,5, 1	20–650	M, P, R, S
		RWR78	10	0,1–39,2 к	0,1, 0,5, 1	20–650	M, P, R, S
		RWR80	2	0,1–3,16 к	0,1, 0,5, 1	20–650	M, P, R, S
		RWR81	1	0,1–1,0 к	0,1, 0,5, 1	20–650	M, P, R, S
		RWR82	1,5	0,1–1,3 к	0,1, 0,5, 1	20–650	M, P, R, S
		RWR84	7	0,1–12,4 к	0,1, 0,5, 1	20–650	M, P, R, S
		RWR89	3	0,1–4,12 к	0,1, 0,5, 1	20–650	M, P, R, S
MILPRF-49465	Металлопленочные, аксиальные	RLV10	5	0,01–0,5	1, 3, 5	50–150	–
		RLV30	3	0,01–0,2	1, 3, 5	50–350	–
		RLV31	5	0,01–0,3	1, 3, 5	50–250	–

Таблица 6. Сравнение групп выводных аксиальных резисторов

Параметр	RWR E-REL MILITARY ES, EGS (Vishay Dale) ESN, EGN (Vishay Dale)	RW NON E-REL RS (Vishay Dale) NS (Vishay Dale)
Электрическая и механическая спецификация	Все компоненты соответствуют требованиям стандарта MIL-PRF-39007	Все компоненты соответствуют требованиям стандарта MIL-PRF-26
Требования к материалам	Все материалы соответствуют стандарту MIL-PRF-39007. Свойства и состав материалов не могут быть изменены без соответствующего военного одобрения по запросу. Не используются материалы без соответствующего лэйбла о входящем контроле	Большинство материалов, как и в E-REL-группе, требуют наличия лэйбла о входном контроле. Материалы, не квалифицируемые по военной приемке, по внутренним свойствам соответствуют стандарту MIL-PRF-26
Требования к процессу и тестам	Серия RWR соответствует стандарту MIL-PRF-39007, включает 100% 100-часовое испытание мощностью. Определение надежности требует дополнительно 10 000 ч тестов под нагрузкой в дополнение к другому тестированию, чтобы соответствовать вышеупомянутой спецификации	Не проводится дополнительного тестирования по сравнению с E-REL-группой компонентов
Надежность	Уровень надежности "Established Reliability" устанавливается путем непрерывного тестирования в соответствующих лабораториях. Достоверность уровня интенсивности отказов определяется стандартом MIL-PRF-39007 на основе лабораторных данных. Статистика по соответствующим продуктам доступна по запросу	Проводится периодическое тестирование экологических и электрических параметров в соответствии со стандартом MIL-PRF-26. Выходные данные недоступны
Заказные исполнения	Военные, космические, медицинские и другие высоконадежные применения	Широкий выбор применений, включающий коммуникации, военную технику, компьютеры, промышленность, тестовую и контрольную электронику
Происхождение материалов	Происхождение всех материалов должно быть достоверно прослеживаемо	По запросу клиента могут использоваться материалы с достоверно прослеживаемым происхождением
Упаковка	Доступны в катушках и упаковках типа bulk	Доступны в катушках и упаковках типа bulk

*1

Обозначение	Интенсивность отказов (в % к 1000 часам)
T (пробел)	Неустановленная надежность
S (0,001)	1
R (0,01)	0,1
P (0,1)	0,01
M (1,0)	0,001
C (Non-ER)	Космического уровня

*2

Обозначение	Интенсивность отказов (в % к 1000 часам)
T (пробел)	Неустановленная надежность
S (0,001)	1
R (0,01)	0,1
P (0,1)	0,01
M (1,0)	0,001
C (Non-ER)	Космического уровня

INFINEON ВЫПУСКАЕТ СИЛОВОЙ МОДУЛЬ ЛИНЕЙКИ ECONOPACK4 НА НАПРЯЖЕНИЕ 650 В



Компания Infineon представила новый IGBT-модуль семейства EconoPack4 с напряжением эмиттер — коллектор 650 В. Изделие собрано по разным схемам: автономных трехфазных мостовых инверторов напряжения с токами коллектора 100, 150 и 200 А; прерывателей 3xFD и 3xDF с током коллектора 300 А и трехуровневых однофазных автономных инверторов напряжения с токами 200 и 300 А.

Новинка дополняет широкую линейку EconoPack4, которая включает в себя модули, собранные по схеме автономных трехфазных мостовых инверторов напряжения с напряжением эмиттер-коллектор 1200 и 1700 В, а также полууправляемого выпрямителя с напряжением эмиттер-коллектор 1600 В.

www.infineon.com