

Высокочастотные компоненты фирмы Tyco Electronics M/A-COM: мощные высокочастотные транзисторы и транзисторные модули

В статье рассматриваются характеристики высокочастотных транзисторов и транзисторных модулей фирмы Tyco Electronics M/A-COM — мирового лидера в разработке и производстве компонентов ВЧ и СВЧ.

Николай Скрипник

info@otkcm.ru

Фирма Tyco Electronics M/A-COM более 30 лет разрабатывает, производит и поставляет технологически передовые компоненты ВЧ- и СВЧ-диапазонов для оборонной и космической промышленности, систем радиосвязи, навигации и беспроводной передачи данных, автомобильной телематики. Продукция фирмы Tyco Electronics M/A-COM — это высокочастотные мощные транзисторы, транзисторные модули, широкополосные транзисторные усилители, в том числе маломощные, высокочастотные диоды, высокочастотные генераторы, управляемые напряжением, синтезаторы частот, антенны, в том числе для систем GPS, коннекторы для коаксиальных кабелей, аттенюаторы, линии задержки, фильтры-дуплексеры, смесители и модуляторы, монолитные интегральные микросхемы, широкополосные и импульсные трансформаторы, индуктивности, ферритовые материалы, сенсоры для радаров, обеспечивающих безопасность движения автомобиля. Фирма Tyco Electronics M/A-COM имеет сертификат ISO 9001. В данной статье рассматриваются основные технические характеристики мощных высокочастотных транзисторов и транзисторных модулей.

Высокочастотные транзисторы и транзисторные модули находят широкое применение в усилительных трактах связных и телевизионных радиопередатчиков, радаров различных диапазонов частот гражданского и специального назначения, в медицинской технике, в аппаратуре радиолюбителей. Применительно к системам беспроводной связи транзисторы и транзисторные модули оптимизированы для усиления всех современных видов сигналов. Фирма Tyco Electronics M/A-COM производит широкую номенклатуру полевых и биполярных транзисторов и транзисторных модулей для диапазона частот от 1,5 до 3500 МГц на мощность 0,5–700 Вт. Основные технические характеристики полевых и биполярных транзисторов и транзисторных модулей приведены в таблицах 1, 2 и 3

(соответственно). Транзисторы и транзисторные модули обладают превосходными характеристиками по надежности, повторяемости параметров, обеспечивают в соответствующих применениях высокие коэффициент усиления (G_p), линейность усиления и КПД. Транзисторы выполнены в металлокерамических корпусах, причем в ряде случаев с золотой металлизацией. Допустимая температура перехода +200 °С. Мощные высокочастотные транзисторы фирмы Tyco Electronics M/A-COM обладают малым тепловым сопротивлением «переход — корпус» ($R_{\text{ПК}}$). Его величина достигает значения 0,11 °С/Вт.

Высокочастотные полевые транзисторы фирмы Tyco Electronics M/A-COM

Полевые транзисторы фирмы Tyco Electronics M/A-COM позволяют усиливать сигналы на частотах от 2 до 1400 МГц, при этом обеспечивается мощность в нагрузке 2–600 Вт (таблица 1). Они находят широкое применение в промежуточных и выходных каскадах радиопередатчиков и генераторных устройствах различного назначения. Малые шумы и высокая плотность мощности выгодно отличают полевые транзисторы от биполярных, а малые паразитные емкости способствуют построению широкополосных усилительных трактов.

Некоторые полевые транзисторы, обладая идентичными параметрами, отличаются корпусами (например, DU2860T и DU2860U, DU2880T и DU2880U и др.), величиной напряжения питания (например, MRF141 и MRF151, MRF141G и MRF151G, MRF175GV и MRF176GV и др.). Полевые транзисторы в усилителях включаются по схеме с общим истоком (ОИ). Но имеются так называемые «балансные» транзисторы в виде двух транзисторов, смонтированных на одном фланце. Оба транзистора включаются по схеме с общим истоком (2×ОИ), что позволяет уменьшить индуктивность общего вывода, улуч-

Таблица 1

Тип прибора	Диапазон частот, МГц	$P_{\text{вых}}$, Вт	G_p (мин.), дБ	Напряжение питания, В	КПД (мин.), %	$R_{\text{пк}}$, °С/Вт	Схема включения
MRF157	2...80	600	15,0	50	40	0,13	ОИ
MRF154	2...100	600	17,0 (тип.)	50	45 (тип.)	0,13	ОИ
MRF140	2...150	150	15,0 (тип.)	28	40 (тип.)	0,6	ОИ
MRF150	2...150	150	17,0 (тип.)	50	45 (тип.)	0,6	ОИ
DU2805S	2...175	5	11,0	28	55	1,1	ОИ
DU2810S	2...175	10	13,0	28	55	2,0	ОИ
DU1215S	2...175	15	9,5	12	60	2,0	ОИ
DU2820S	2...175	20	13,0	28	60	2,8	ОИ
DU1230S	2...175	30	9,0	12	60	1,0	ОИ
MRF148A	2...175	30	18,0 (тип.)	50	40 (тип.)	1,52	ОИ
DU2840S	2...175	40	13,0	28	60	1,4	ОИ
DU1260T	2...175	60	8,0	12	60	0,7	ОИ
DU2860T(U)	2...175	60	13,0	28	60	1,1	ОИ
DU2880T(U)	2...175	80	13,0	28	60	0,85	ОИ
DU2880V	2...175	80	13,0	28	60	0,85	2×ОИ
DU28120T	2...175	120	13,0	28	60	0,65	ОИ
DU28120V	2...175	120	13,0	28	60	0,7	2×ОИ
MRF141 (151)	2...175	150	16,0 (18,0)	28 (50)	40	0,6	ОИ
DU28200M	2...175	200	13,0	28	55	0,45	2×ОИ
MRF141G (151G)	2...175	300	12,0 (14,0)	28 (50)	45 (50)	0,35	2×ОИ
MRF173(CQ)	2...200	80	11,0	28	55	0,8	ОИ
MRF174	2...200	125	9,0	28	50	0,65	ОИ
MRF175GV (176GV)	5...225	200	12,0 (15,0)	28 (50)	55 (50)	0,44	2×ОИ
MRF134	5...400	5	11,0	28	50	10,0	ОИ
MRF136	5...400	15	13,0	28	50	3,2	ОИ

шить согласование, расширить рабочую полосу частот. Эти транзисторы предназначены для двухтактных схем. Потенциал средней точки при этом равен нулю. При полной идентичности параметров транзисторов эффективно подавляются четные гармоники.

Полевые транзисторы FH2164 и FH2114 эффективно работают в усилительных трактах радиопередатчиков, предназначенных для обеспечения режима программной перестройки рабочих частот (режим ППРЧ).

Полевые транзисторы обладают превосходной тепловой стабильностью. Например, в транзисторах MRF134 и MRF136, которые идеально подходят для работы в классе А, при изменении температуры корпуса в 5 раз (от -25 до +100 °С) величина напряжения «за-твор — исток» меняется не более чем на ±5%.

Разработчики транзисторов предлагают оптимальные структурные схемы для различных диапазонов частот и применений

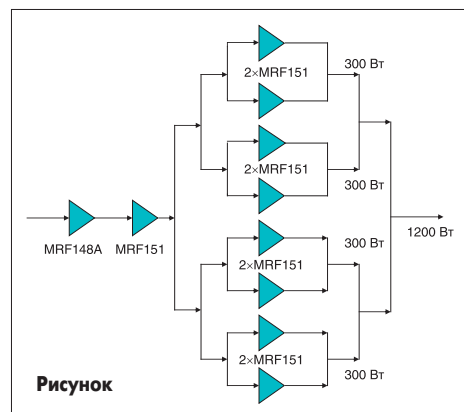


Таблица 1

Тип прибора	Диапазон частот, МГц	$P_{\text{вых}}$, Вт	G_p (мин.), дБ	Напряжение питания, В	КПД (мин.), %	$R_{\text{пк}}$, °С/Вт	Схема включения
MRF137	5...400	30	13,0	28	50	1,75	ОИ
MRF137Y	5...400	30	12,0	28	50	1,75	2×ОИ
MRF175LU	5...400	100	8,0	28	50	0,65	ОИ
MRF177	5...400	100	10,0	28	55	0,65	2×ОИ
MRF158	5...500	2	16,0	28	50	13,2	ОИ
MRF275L	5...500	100	7,5	28	50	0,65	ОИ
MRF175GU (176GU)	5...500	150	10,0 (12,0)	28 (50)	50 (45)	0,44	2×ОИ
FH2164	30...90	8	13,0	12	55	1,5	2×ОИ
FH2114	30...90	75	13,0	24	65	0,7	2×ОИ
MRF171A	30...200	45	17,0	28	60	1,52	ОИ
MRF160	30...500	4	16,0	28	50	7,2	ОИ
MRF166C	30...500	20	13,5	28	50	2,5	ОИ
MRF166W	30...500	40	14,0	28	50	1,0	2×ОИ
UF2805B	100...500	5	10,0	28	50	12,1	ОИ
UF2810P	100...500	10	10,0	28	50	6,5	2×ОИ
UF2815B	100...500	15	10,0	28	50	3,6	ОИ
UF2820R	100...500	20	10,0	28	50	2,86	ОИ
UF2820P	100...500	20	10,0	28	50	3,3	2×ОИ
UF2840G(P)	100...500	40	10,0	28	50	1,52(1,5)	2×ОИ
UF28100H(M; V)	100...500	100	10,0	28	50	0,7	2×ОИ
UF28150J	100...500	150	10,0	28	50	0,75	2×ОИ
MRF275G	100...500	150	10,0	28	50	0,44	2×ОИ
LF2802A	500...1000(1400)	2	10,0	28	40	21,8	ОИ
LF2805A	500...1000(1400)	5	10,0	28	50	12,1	ОИ
LF2810A	500...1000(1200)	10	10,0	28	50	6,6	ОИ

на мощности от десятков ватт до единиц киловатт. В качестве примера на рисунке приведена структурная схема усилительного тракта стационарного радиопередатчика мощностью 1200 Вт для диапазона частот 5–225 МГц на полевых транзисторах.

В технической документации на высокочастотные транзисторы приводятся схемы, а в ряде случаев и топологические решения тестирующих плат, что облегчает создание транзисторных усилителей.

Высокочастотные биполярные транзисторы фирмы Tусо Electronics M/A-COM

Биполярные транзисторы фирмы Tусо Electronics M/A-COM позволяют усиливать сигналы на частотах от 1,5 до 3500 МГц, при этом обеспечивается мощность в нагрузке 0,5–700 Вт (таблица 2).

Рассмотрим некоторые особенности биполярных транзисторов фирмы Tусо Electronics M/A-COM и области их применения. Транзисторы диапазона частот от 1,5 МГц (2 МГц) до 30 МГц находят применение в усилительных трактах радиопередатчиков различного назначения (радиовещание, любительская радиосвязь), причем как стационарных, так и подвижных, а также в медицинском оборудовании. Они идеально подходят для линейного усиления сигналов, прежде всего однополосных (нелинейные искажения при измерении двухтоновым сигналом не хуже -30 дБ). Транзисторы диапазона частот 30–500 МГц используются в усилительных трактах широ-

кодиапазонных радиопередатчиков (ТВ и радиовещание, в том числе FM, связь в авиации), в промышленном и медицинском оборудовании. Транзисторы диапазона частот 960–1400 МГц находят широкое применение в усилительных трактах импульсных радиопередатчиков радиолокационных и радионавигационных систем. Предназначены для работы в режиме класса С. Корпус транзисторов герметичный, металлокерамический с золотой металлизацией. Наличие внутренних входных и выходных согласующих цепей облегчает создание широкополосных усилителей при использовании таких транзисторов. Транзистор MRF587 — npn-кремниевый маломощный транзистор. Обеспечивает высокий коэффициент усиления, высокую линейность усиления (нелинейные искажения не хуже -70 дБ), малое значение коэффициента шума ($N_F = 3$ дБ на частоте 500 МГц при токе коллектора 90 мА). Используется в усилительных системах кабельного телевидения, антенных усилителях и измерительной технике. Транзисторы диапазона частот 1450–1990 МГц используются в усилительных трактах радиопередатчиков сотовой связи. Обеспечивают высокую линейность усиления, имеют внутренние входные, а некоторые транзисторы и выходные согласующие цепи. Транзисторы диапазонов частот 2250–2500 МГц и 2700–3500 МГц используются в усилительных трактах радаров специального назначения. Корпус транзисторов герметичный, металлокерамический с золотой металлизацией. В транзисторах имеются внутренние входные и выходные согласующие цепи.

Таблица 2

Тип прибора	Диапазон частот, МГц	$P_{\text{вых}}$, Вт	G_p (мин.), дБ	Напряжение питания, В	КПД (мин.), %	$R_{\text{пк}}$, °C/Вт	Схема включения
MRF426	1,5...30	25	22,0	28	35	2,5	ОЭ
MRF455	2...30	60	13,0	12,5	55	1,0	ОЭ
MRF454	2...30	80	12,0	12,5	50	0,7	ОЭ
MRF421	2...30	100	10,0	12,5	40	0,6	ОЭ
MRF422	2...30	150	10,0	28	45 (тип.)	0,6	ОЭ
MRF428	2...30	150	13,0	50	45	0,5	ОЭ
MRF429	2...30	150	13,0	50	45	0,75	ОЭ
MRF448	2...30	250	12,0	50	45 (тип.)	0,6	ОЭ
MRF314	30...200	30	10,0	28	50	2,13	ОЭ
MRF316	30...200	80	10,0	28	55	0,8	ОЭ
MRF317	30...200	100	9,0	28	55	0,65	ОЭ
PH0104-16	30...400	16	9,0	27	40	2,1	ОЭ
PH0104-85	30...400	85	7,3	27	45	0,9	ОЭ
MRF393	30...500	100	7,5	28	50	0,65	2×ОЭ
MRF392	30...500	125	8,0	28	50	0,65	2×ОЭ
MRF313	100...400	1	15,0	28	45 (тип.)	28,5	ОЭ
MRF327	100...500	80	7,3	28	50	0,7	ОЭ
MRF587	100...1000	0,8	16,5	15	—	—	ОЭ
MRF321	200...500	10	12,0	28	50	6,4	ОЭ
MRF323	200...500	10	10,0	28	50	3,2	ОЭ
2N6439	225...400	60	7,8	28	55	1,2	ОЭ
PH0810-15	850...960	15	12,0	24	50	3,5	ОЭ
PH0810-35	850...960	35	10,0	24	55	1,5	ОЭ
PH0814-40	850...1450	40	6,8	28	40	1,0	ОБ
MRF1000MB	960...1215	0,7	10,0	18	—	25,0	ОЭ
MRF1004MB	960...1215	4,0	10,0	35	40	25,0	ОБ
MRF10005	960...1215	5,0	8,5	28	45	7,0	ОБ
MRF10031	960...1215	30	9,0	36	40	1,6	ОБ
MRF1090MA(MB)	960...1215	90	8,4	50	35	0,6	ОБ
MRF10120	960...1215	120	7,6	36	50	0,46	ОБ
MRF1150MA(MB)	960...1215	150	7,8	50	35	0,3	ОБ
MRF10150	1025...1150	150	9,5	50	40	0,25	ОБ
MRF10350	1025...1150	350	8,5	50	40	0,11	ОБ
MRF10502	1025...1150	500	8,5	50	40	0,12	ОБ
PH1090-15L	1030...1090	15	9,0	45	40	3,0	ОБ
PH1090-75L	1030...1090	75	9,0	45	45	1,5	ОБ
PH1090-175L	1030...1090	175	8,3	45	55	0,4	ОБ
PH1090-350L	1030...1090	350	8,0	45	55	0,2	ОБ
PH1090-550S	1030...1090	550	7,5	50	55	0,2	ОБ
PH1090-700B	1030...1090	700	7,5	50	50	0,2	ОБ
PH1113-100	1100...1300	100	8,0	32	52	0,5	ОБ
PH1214-0,85L	1200...1400	0,85	9,3	11,5	30	19,0	ОЭ
PH1214-2M	1200...1400	2	7,0	28	40	17,0	ОБ
PH1214-3L	1200...1400	3	5,7	16,5	40	9,4	ОБ
PH1214-4M	1200...1400	4	7,0	28	45	8,6	ОБ
PH1214-6M	1200...1400	6	7,0	28	45	5,8	ОБ
PH1214-8M	1200...1400	8	7,0	28	45	4,9	ОБ
PH1214-12M	1200...1400	12	8,5	28	45	3,7	ОБ
PH1214-20EL	1200...1400	20	9,5	28	50	5,8	ОБ
PH1214-25S(M; L)	1200...1400	25	9,5	28	50	1,0 (2,6; 3,6)	ОБ
PH1214-30EL	1200...1400	30	7,8	28	50	1,5	ОБ
PH1214-40M	1200...1400	40	8,5	40	50	1,7	ОБ
PH1214-55EL	1200...1400	55	6,6	28	50	0,8	ОБ
PH1214-80M	1200...1400	80	7,5	40	50	0,8	ОБ

Транзисторные модули фирмы Tyco Electronics M/A-COM

Фирма Tyco Electronics M/A-COM наряду с мощными дискретными полевыми и биполярными транзисторами производит мощные высокочастотные одно- и многокаскадные транзисторные модули. Отличительными особенностями таких модулей являются

внутренние цепи согласования входных и выходных импедансов. Входной и выходной импедансы транзисторных модулей равны 50 Ом в рабочем диапазоне частот.

Использование транзисторных модулей уменьшает ошибки при проектировании усилительных трактов, сокращает время проектирования, позволяет легко осуществлять наращивание мощностей усилителей.

Такие модули более предпочтительны в условиях производства, чем низкоомные дискретные транзисторы — они допускают обычную установку на печатной плате, менее чувствительны к рассогласованию нагрузки. Размещение схем согласования внутри модуля уменьшает габариты и сокращает число элементов усилительных трактов радиопередатчиков.

Таблица 2

Тип прибора	Диапазон частот, МГц	$P_{\text{вых}}$, Вт	G_p (мин.), дБ	Напряжение питания, В	КПД (мин.), %	$R_{\text{пк}}$, °C/Вт	Схема включения
PH1214-100EL	1200...1400	100	6,0	28	52	0,7	ОБ
PH1214-110M	1200...1400	110	7,4	40	50	0,5	ОБ
PH1214-220M	1200...1400	220	7,4	40	50	0,25	ОБ
PH1214-330M	1200...1400	300	8,75	40	50	0,3	ОБ
PH1516-60	1450...1550	60	8,0	26	30	1,5	ОЭ
PH1516-100	1450...1550	100	10,0	26	30	0,75	ОЭ
PH1516-10	1450...1600	10	10,0	25	40	3,0	ОЭ
MRF3104	1550...1650	0,5	10,5	20	—	40,0	ОЭ
MRF3105	1550...1650	0,8	9,0	20	—	35,0	ОЭ
MRF3106	1550...1650	1,6	8,0	20	—	22,0	ОЭ
MRF16006	1600...1640	6	7,4	28	40	6,8	ОБ
MRF16030	1600...1640	30	7,5	28	40	1,7	ОБ
PH1617-2	1600...1700	2	10,0	25	35	13	ОЭ
PH1617-30	1600...1700	30	10,0	25	40	1,6	ОЭ
PH1819-2	1780...1900	2	10,0	25	35	13	ОЭ
PH1819-4N	1780...1900	4	10,0	26	25	7,5	ОЭ
PH1819-10	1780...1900	10	9,0	25	40	4,0	ОЭ
PH1819-15N	1780...1900	15	7,0	26	25	3,0	ОЭ
PH1819-33	1805...1880	33	7,0	25	40	3,0	ОЭ
PH1819-45	1805...1880	45	8,0	25	40	1,3	ОЭ
PH1920-33	1930...1990	33	7,0	25	40	1,6	ОЭ
PH1920-45	1930...1990	45	8,0	25	40	1,3	ОЭ
PH2226-50M	2250...2550	50	8,0	36	40	1,1	ОБ
PH2226-110M	2250...2550	110	7,4	36	40	0,3	ОБ
PH2323-1	2300	1	8,0	28	30	25,0	ОБ
PH2323-3	2300	3,5	8,0	28	30	15,0	ОБ
PH2323-5	2300	5	8,0	28	35	7,0	ОБ
PH2323-14	2300	14	7,6	28	35	4,5	ОБ
PH2729-8,5	2700...2900	8,5	8,1	36	35	2,2	ОБ
PH2729-25M	2700...2900	25	9,2	36	45	1,25	ОБ
PH2729-65M	2700...2900	65	8,5	36	40	0,45	ОБ
PH2729-110M	2700...2900	110	6,8	36	35	0,3	ОБ
PH2729-130M	2700...2900	130	7,0	36	40	0,3	ОБ
PH2729-150M	2700...2900	150	8,3	38	38	0,4	ОБ
PH2731-5M	2700...3100	5	7,0	36	30	3,5	ОБ
PH2731-20M	2700...3100	20	8,2	36	45	2,5	ОБ
PH2731-75L	2700...3100	75	7,0	36	38	0,8	ОБ
PH2856-160	2856	160	7,5	40	40	0,25	ОБ
PH2931-5M	2900...3100	5	7,0	36	30	3,5	ОБ
PH2931-20M	2900...3100	20	8,2	36	45	1,5	ОБ
PH2931-135L	2900...3100	135	7,5	42	40	0,3	ОБ
PH3134-9L	3100...3400	9	8,0	36	35	2,7	ОБ
PH3134-11S	3100...3400	11	8,0	36	35	1,4	ОБ
PH3134-20L	3100...3400	20	7,5	36	35	1,2	ОБ
PH3134-30S	3100...3400	30	7,5	36	35	0,5	ОБ
PH3134-55L	3100...3400	55	7,5	36	35	0,5	ОБ
PH3134-65M	3100...3400	65	7,5	36	36	0,5	ОБ
PH3134-75S	3100...3400	75	7,5	36	35	0,25	ОБ
PH3135-5S(M)	3100...3500	5	8,5	33	30	3,5	ОБ
PH3135-20M	3100...3500	20	7,5	36	35	1,1	ОБ
PH3135-25S	3100...3500	25	7,5	36	35	0,9	ОБ
PH3135-30M	3100...3500	30	7,0	36	35	0,7	ОБ
PH3135-65M	3100...3500	65	7,5	36	35	0,42	ОБ
PH3134-90S	3100...3500	90	7,5	36	35	0,3	ОБ

Транзисторные модули фирмы Tусо Electronics M/A-COM выпускаются на мощность до 300 Вт для различных участков диапазона частот 30–3500 МГц (таблица 3).

Транзисторные модули серии PNA4000 прекрасно работают в жестких условиях эксплуатации, в том числе в бортовом самолетном оборудовании.

В транзисторных модулях типа PH1617-60 и PH1819-45A используются биполярные прп-транзисторы с золотой металлизацией. Транзисторы включены по схеме с ОЭ и при работе в классе АВ обеспечивают усиление сигнала в диапазонах частот 1615–1685 МГц и 1805–1880 МГц (соответственно) с малыми нелинейными искажениями (величина нелинейных искажений при полной мощности не хуже –28 дБ при измерении двухтоновым сигналом).

Транзисторный модуль PHM1880-15 (четырёхкаскадный усилитель) широко используется в базовых станциях системы GSM. Он содержит внутренние цепи температурной компенсации.

Транзисторные модули типа PH2729 (PNA2729), PNA2731 и PNA3135 находят применение в усилительных трактах радаров гражданского и специального назначения различных диапазонов частот, а также в других импульсных радиопередатчиках, где требуется высокий коэффициент усиления и большая плотность мощности.

Заключение

Широкий выбор мощных высокочастотных транзисторов и транзисторных модулей с различными электрическими характери-

Таблица 3

Тип прибора	Диапазон частот, МГц	$P_{\text{вых}}$, Вт	G_p (мин.), дБ	Напряжение питания, В	КПД (мин.), %	$R_{\text{пк}}$, °С/Вт	Схема включения
PNA4000-1	30...400	13	28,0	27	25	–	–
PNA4000-2	30...400	64	7,0	27	35	–	–
PH1617-60	1615...1685	60	9,0	26	40	1,0	ОЭ
PHM1880-15	1805...1880	15	30,0	26	25	–	–
PH1819-45A	1805...1880	45	9,0	25	50	1,5	ОЭ
PH2729-150M	2700...2900	150	8,3	38	38	0,4	ОБ
PNA2729-300M	2700...2900	300	7,5	38	36	0,25	–
PNA2731-140L	2700...3100	140	7,0	36	35	0,8	–
PNA2731-190M	2700...3100	190	7,5	38	33	0,35	–
PNA3135-130M	3100...3500	130	7,4	36	35	0,24	–

ками, многообразие вариантов корпусов, высокая надежность, хорошее соотношение «цена — качество» — все это является привлекательным для использования высокочастотных компонентов фирмы Tусо Electronics M/A-COM в новых разработках. Технические характеристики многих транзисторов, а также их габаритные размеры и расположение выводов совпадают с аналогичными параметрами транзисторов других фирм. Имеются возможности для замены транзисторов других фирм на транзисторы фирмы Tусо Electronics M/A-COM.

Дальнейшие разработки фирмы Tусо Electronics M/A-COM в области создания транзисторов и транзисторных модулей направлены на увеличение мощности, расширение рабочей полосы частот, уменьшение стоимости. В ближайшее время потребители смогут оценить транзисторы фирмы Tусо Electronics M/A-COM мощностью более 500 Вт для частот до 150 МГц и мощностью более 1 кВт для диапазона частот 1030–1090 МГц.

Дополнительную информацию по мощным высокочастотным транзисторам и транзисторным модулям можно получить на сайте фирмы Tусо Electronics M/A-COM www.macom.com и на сайте Объединенного Технико-консультационного центра по микроэлектронике www.otkcm.ru.