

З.М.Лерман

ЗАО «НПП «Планета – Аргалл», тел. (8162)693191, argall@novgorod.net,
Великий Новгород, ул. Федоровский ручей, д.2/13

Новая СВЧ ЭКБ на арсениде галлия

Приведены результаты разработки новых СВЧ комплектующих на арсениде галлия: модулей защитных устройств, маломощных усилителей, полевых транзисторов для использования в герметизируемой аппаратуре широкополосных РЭС.

«Планета-Аргалл» является научно производственным предприятием, выполняющим НИОКР в области создания изделий на основе арсенида галлия: **СВЧ полевых транзисторов** и **СВЧ модулей** различного функционального назначения, в том числе для применения в широкополосных РЭС.

В качестве комплектующих широкого применения предлагается более 60 типонаименований высоконадежных маломощных транзисторов на арсениде галлия с нормированием СВЧ параметров на частотах от 0,1 до 37 ГГц, включенных в Перечень электрорадиоизделий, разрешенных к применению (таблица 1).

Последние разработки предприятия 2009 – 2010 гг. на базе оригинальной технологии рНЕМТ с длиной затвора 0,25 мкм обеспечивают значение минимального коэффициента шума при усилении более 10 дБ:

Для транзистора 3П397

Кш = 0,3 дБ, на частоте $f = 6,0$ ГГц 3П397А

Для транзисторов 3П398 типовые значения минимального коэффициента шума

Кш = 0,4 дБ, на частоте $f = 8,0$ ГГц 3П398А

Кш = 0,45 дБ, на частоте $f = 12,0$ ГГц 3П398Б

Кш = 0,55 дБ, на частоте $f = 18,0$ ГГц 3П398В

Кш = 0,8 дБ, на частоте $f = 30,0$ ГГц 3П398Г




Транзисторы освоены в серийном производстве и поставляются в негерметичных металлокерамических кристаллодержателях и в виде разделенных кристаллов (5 модификация).

Широкий спектр типонаименований, отличающихся, в том числе, таким конструктивным параметром кристалла как ширина затвора, изменяющимся от 40 до 2 000 мкм, предоставляет потребителю возможность выбора транзистора с оптимальными характеристиками для требуемого диапазона частот.

Ряд выпускаемых предприятием транзисторов дополнительно к маломощным характеристикам нормируется по уровню выходной мощности. Такие изделия классифицируются как транзисторы с расширенным динамическим диапазоном. Уровень выходной мощности при нормированном значении входной мощности составляет:

500 мВт на частоте $f = 1,0$ ГГц	ЗП618А
250 мВт на частоте $f = 2,0$ ГГц	ЗП618Б
150 мВт на частоте $f = 4,0$ ГГц	ЗП618В
100 мВт на частоте $f = 8,0$ ГГц	ЗП618В
30 мВт на частоте $f = 6,0$ ГГц	ЗП397А

Таблица 1

Тип изделия	Диапазон рабочих частот, ГГц	Значения электрических параметров ($T = 25 \pm 10^\circ\text{C}$)					Корпус
		$K_{\text{ш мин}}$, дБ (max)	$K_{\text{ур опт}}$, дБ (min)	S , мА/В (min)	$P_{\text{вых}}$, мВт (min)	P (расс.), мВт	
ЗП 398А-2	4 ... 18	0.8 (0,4 тип)	$K_{\text{ур макс}}$ 12.9	60		50	 023
ЗП 398Б-2	4 ... 18	0,85 (0.45тип)	$K_{\text{ур макс}}$ 12.9	30		50	
ЗП 373А-2 ЗП 373Б-2 ЗП 373В-2	1 ... 8	0.4 0.5 0.6	11.5 11.0 10.0	30		100	
ЗП 374А-2 ЗП 374Б-2 ЗП 374В-2	4 ... 18	0.85 1.00 1.20	9.0 10 8.5	15		35	
ЗП 397А-2	0.1 ... 6	0.3	16	30	30	200	
ЗП 398В-2	12 ... 25	0.95 (0.55тип)	$K_{\text{ур макс}}$ 11.3	24		50	 022
ЗП 385А-2 ЗП 385Б-2 ЗП 385В-2	12 ... 25	0.8 1.0 1.2	9.5 10 8.5	15		35	
ЗП 618А-2	0.5 ... 4	0.3	18.0	60	50	1000	
ЗП 618Б-2		0.5	15.0		250	500	
ЗП 386А-2 ЗП 386Б-2 ЗП 386В-2	18 ... 30	1.05 1.25 1.50	8.0 7.5 7.0	10	5	30	 010
ЗП 398Г-2	25 ... 35	1,5 (0.8 тип)	$K_{\text{ур макс}}$ 9.3	20		30	
ЗП 618В-2	1 ... 10	0.7	12.0	60	150	300	
		1.5	6.0		100		
ЗП 389А-2	25 ... 40	2.5	6.0	5		20	
ЗП 389А-5		2.0	6.5				

Технически предприятие способно расширить номенклатуру малошумящих транзисторов с увеличенной выходной мощностью в диапазоне частот до 37,0 ГГц, обеспечив до:

300 мВт на частоте $f = 12,0$ ГГц

200 мВт на частоте $f = 18,0$ ГГц

150 мВт на частоте $f = 25,0$ ГГц

100 мВт на частоте $f = 37,0$ ГГц

В номенклатуре транзисторов состоит и освоенный в серийном производстве двухзатворный транзистор АП390А с Кш = 2,0 дБ на частоте 8 ГГц и Кш = 3,0 дБ на частоте 12 ГГц.

Кроме представленных изделий в рамках ведущихся разработок усилительных СВЧ модулей в производстве используется ряд кристаллов транзисторов оригинальной топологии, которые могут быть поставлены заинтересованным предприятиям в качестве научно - технической продукции с параметрами, специально адаптированными под конкретного потребителя.

Собственная технологическая база изготовления малошумящих СВЧ полевых транзисторов, в том числе рНЕМТ с субмикронным затвором, опыт успешного проведения опытно конструкторских разработок, наличие высококвалифицированных кадров позволяют предприятию вести производство и расширять номенклатуру **усилительных и преобразовательных модулей СВЧ (таблица 2)** :

таблица 2

Обозначение модуля	Рабочий диапазон частот, ГГц	Коэффициент шума, дБ	Коэффициент усиления по мощности, дБ	Верхняя граница линейности по входу, мВт	Выходная мощность, мВт
		не более	не менее	не менее	не менее
М421301А	1,5 ÷ 3,5	1,5	18	10^{-2}	—
М421301Б		4,0		1	50
М421301В	3,0 ÷ 8,0	2,5	16	10^{-2}	—
М421301Г		4,0		1	30
М421301Д	3,0 ÷ 5,0	2,5	20	10^{-2}	—
М52125	0,8 ÷ 3,5	3,5	16	-	50

Серия двухкаскадных малошумящих широкополосных усилителей М421301 перекрывает рабочий диапазоном частот 1,5 – 8,0 ГГц. При одном конструктивном исполнении имеются литеры с минимальными шумами, литеры с нормируемой выходной мощностью и литера с усилением более 20 дБ.

В 2009 году разработан новый малошумящий усилитель М52125 с рабочим диапазоном частот 0,8 – 3,5 ГГц и выходной мощностью не менее 50 мВт в корпусе для **поверхностного монтажа**.

Модули усилителей имеют утвержденные ТУ и включены в редакцию 2010 г. Перечня электрорадиоизделий, разрешенных к применению.

В качестве научно – технической продукции мы разработали в 2010 г. и готовы предложить поставляемый по ТУ главного конструктора малошумящий усилитель со встроенной защитой модуль М52102 (таблица 3):

Таблица 3

Тип изделия	Рабочий диапазон частот, ГГц	Коэффициент шума, дБ не более	Коэффициент усиления по мощности, дБ не менее	Верхняя граница линейности по входу, мВт не менее	Выходная мощность, мВт не менее	$P_{вх.}$, Вт не менее	$P_{вх и.}$, Вт не менее
М52102А	1,5 ÷ 3,5	1,5	17	10^{-2}	–	1.7	10
М52102Б		4,0		1	50		
М52102В	3,0 ÷ 8,0	2,5	15	10^{-2}	–		
М52102Г		4,0		1	30		
М52102Д	3,0 ÷ 5,0	2,5	19	10^{-2}	–		

В ноябре 2009 года номенклатура СВЧ модулей пополнилась быстродействующими защитными устройствами – пассивными ограничителями мощности на основе барьеров Шоттки (таблица 4):

таблица 4

Тип изделия	Диапазон рабочих частот, ГГц	$a_{пр.}$, дБ	$P_{вх.}$, непрерывная, Вт не менее	$P_{вх и.}$, Вт не менее	$P_{прос. max}$, мВт	$P_{прос.}$, мВт	$t_{вос. нс}$ не более
М 54404	0.1-4.0	0.7	10	-	50	-	50
	4.0-6.0	1.5					
М 54405-1	0.1-6.0	0.7	1.7	10	-	20	
М 54405-2	0.1-12.5	1.0					
	9.4-10.6	0.7					
М 54405-3	0.1-12.5	1.5					

Модуль М54404 конструктивно выполнен в корпусе для поверхностного монтажа и характеризуется диапазоном рабочих частот от 0,1 до 6,0 ГГц и допустимой входной непрерывной мощностью до 10 Вт.

Модуль М54405 тремя литерами перекрывает диапазон частот от 0,1 до 12,5 ГГц при допустимой входной импульсной мощности до 10 Вт и непрерывной мощности до 1,7 Вт.

Модули защитных устройств также имеют утвержденные ТУ и включены в редакцию 2010 г. Перечня электрорадиоизделий, разрешенных к применению.

Разрабатываемые предприятием в настоящее время СВЧ модули предназначены для использования в миллиметровом диапазоне длин волн (33 – 37 ГГц).

В состав разрабатываемых модулей входят:

Малошумящий усилитель	$K_{ш} < 4$ дБ, $K_{у} > 20$ дБ	M52127
Преобразователь частоты	ПЧ 74-200 МГц, $K_{у} > 13$ дБ	M53214
Усилитель мощности	$K_{у} > 13$ дБ, $P_{вых} > 150$ мВт	M52126

В настоящее время ведется разработка монолитного однокристалльного переключателя для диапазона частот 0,01...20 ГГц со встроенным управлением на базе ТТЛ.

Информация по изделиям предприятия, включая новую продукцию, также размещена на обновляемом сайте предприятия по адресу www.argall.ru.