ЭЛЕКТРОН-МАШ

Вебинар

СВЧ сегодня: главные направления и результаты работы Электрон-Маш

В ходе вебинара специалисты компании подробно расскажут о приоритетных направлениях развития СВЧ и результатах деятельности Электрон-Маш: о новинках, СВЧ КИТ, линейках СВЧ-усилителей малой и большой мощности, GaN-транзисторах, генераторах, управляемых напряжением, и синтезаторах частот.

Приветствие
12:00 - 12:05
5 минут

СВЧ КИТ: новинки и расчётная платформа
Гаранович Д. И.
12:05 - 12:10
5 минут

Номенклатура СВЧ-генераторов, управляемых напряжением и синтезаторов частоты
Кузьмин А. Д.
12:10 - 12:25
15 минут

СВЧ-усилители малой мощности: актуальные разработки и новинки
Нугаев А. Т.
12:25 - 12:40
15 минут

GaN-транзисторы и усилители большой мощности: типовые схемы и особенности применения в аппаратуре
Будяков П. С.
12:40 – 12:55
15 минут

Ответы на вопросы
12:55 - 13:00
5 минут

Завершение



ГАРАНОВИЧ
Дмитрий Игоревич
Руководитель продуктового направления ООО «СВЧ КИТ».

info@svch-kit.ru
+7 (999) 992-83-45



КУЗЬМИН
Антон Дмитриевич
Руководитель продуктового направления.

kad@electron-engine.ru
+7 (916) 412-23-07



НУГАЕВ
Арсен Тагирович
Руководитель продуктового направления.

low_power_amp@electron-engine.ru
+7 (916) 412-15-19



БУДЯКОВ
Пётр Сергеевич
Ведущий инженер.

bps@electron-engine.ru
+7 (916) 911-57-08



СВЧ КИТ

Новинки
и расчётная платформа

Соберите СВЧ-тракт за час!



ГАРАНОВИЧ
Дмитрий Игоревич
Руководитель
продуктового направления
ООО «СВЧ КИТ».

info@svch-kit.ru

svch-kit.ru

info@svch-kit.ru

Что такое СВЧ КИТ?

Платформа прототипирования СВЧ-трактов

Основная идея – взаимозаменяемые СВЧ-блоки, которые соединяются между собой без пайки.



Ключевые особенности:

- Блоки соединяются при помощи СВЧ-перехода, работает до 25 ГГц;
- Основан на отечественных микросхемах и ЭКБ;
- Открытый стандарт – есть руководство по разработке своих блоков;
- Открытая экосистема – разместим ваши разработки на платформе.

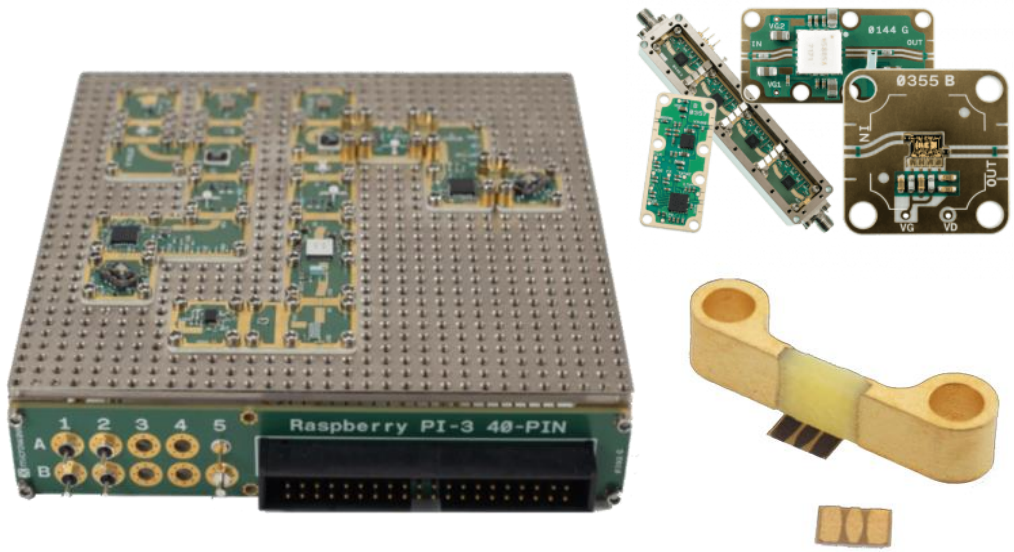
Сферы применения:

- Прототипирование СВЧ-трактов;
- Обучение – лабораторные, курсовые, дипломные работы;
- Продвижение ЭКБ отечественного производства;
- Демонстрация измерительного оборудования;

Сравнение с X-Microwave

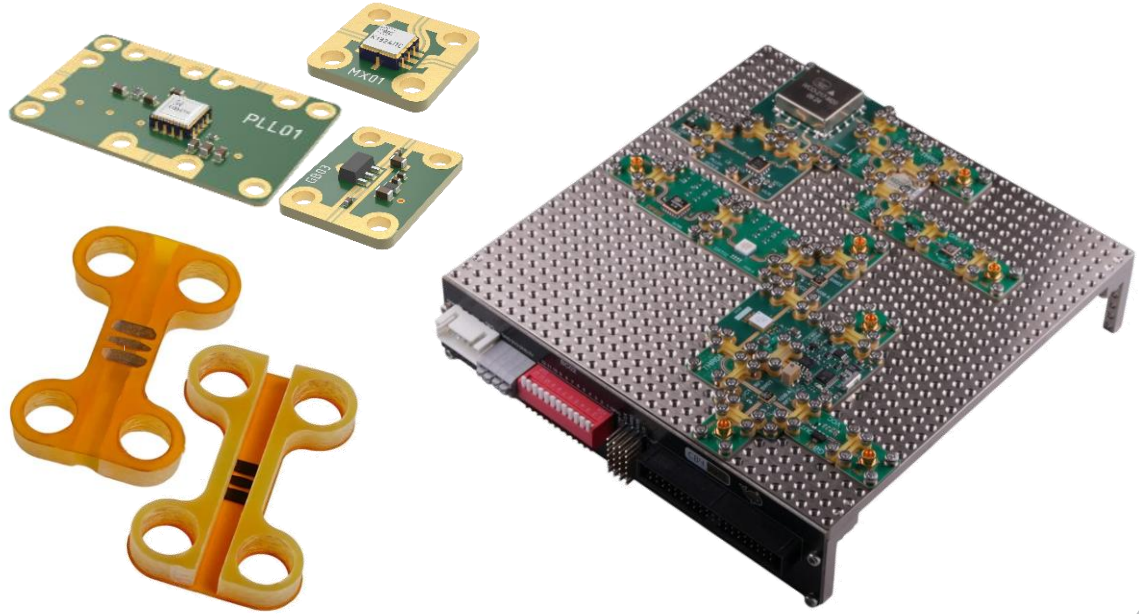
Quantic™ X-Microwave

- Основана на зарубежных микросхемах
- Дюймовый шаг отверстий и резьбы
- СВЧ-переход состоит из трёх деталей



СВЧ КИТ

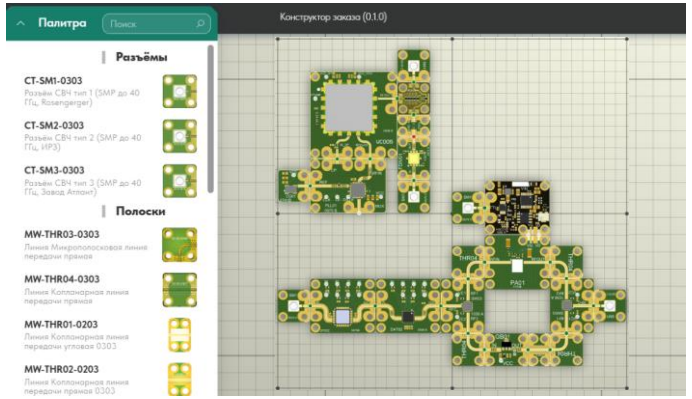
- Основан на **отечественных** микросхемах
- Метрический шаг отверстий и резьбы
- СВЧ-переход состоит из **одной** детали



Наша экосистема

Онлайн конструктор

platform.svch-kit.ru



Возможность расставить блоки и понять, каких не хватает.

Сокращение времени на подготовку, возможность заказать недостающие элементы.

База знаний

wiki.svch-kit.ru

СВЧ КИТ
БАЗА ЗНАНИЙ

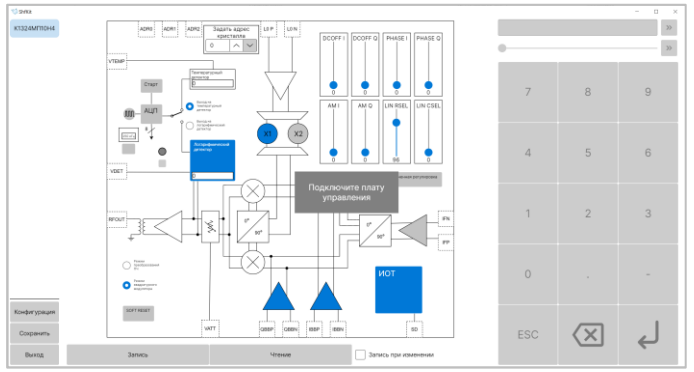
Информация по каждому блоку СВЧ КИТ.

Всё необходимое для быстрого освоения материалов.

Легкий доступ к информации по нужным темам.

Программное обеспечение

svch-kit.ru/download



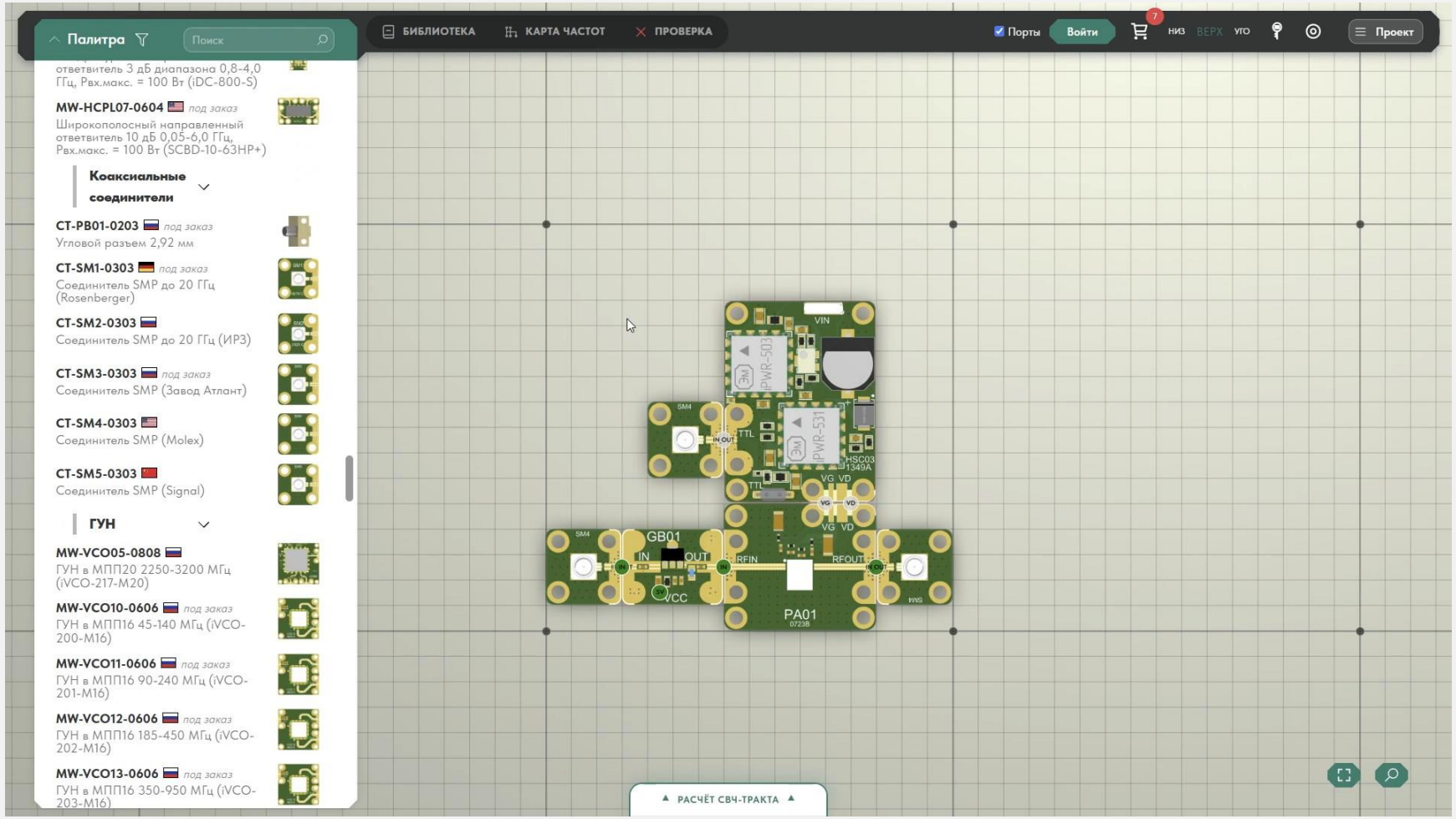
Качественная помощь в решении любых вопросов.

Поддержка, профессиональная консультация.

Компоновка СВЧ-тракта и быстрый поиск

Базовые возможности:

- Компоновка блоков;
- Переключение на вид снизу/сверху;
- Параметрический поиск в библиотеке;
- Визуальный поиск на карте частот;
- Расстановка переходов;
- Сохранение и загрузка проекта;



Расчётные соотношения

$$K_{\text{прбΣ}} = \sum_{i=1}^{N} K_{\text{прб},i}$$

Коэффициент преобразования, дБ

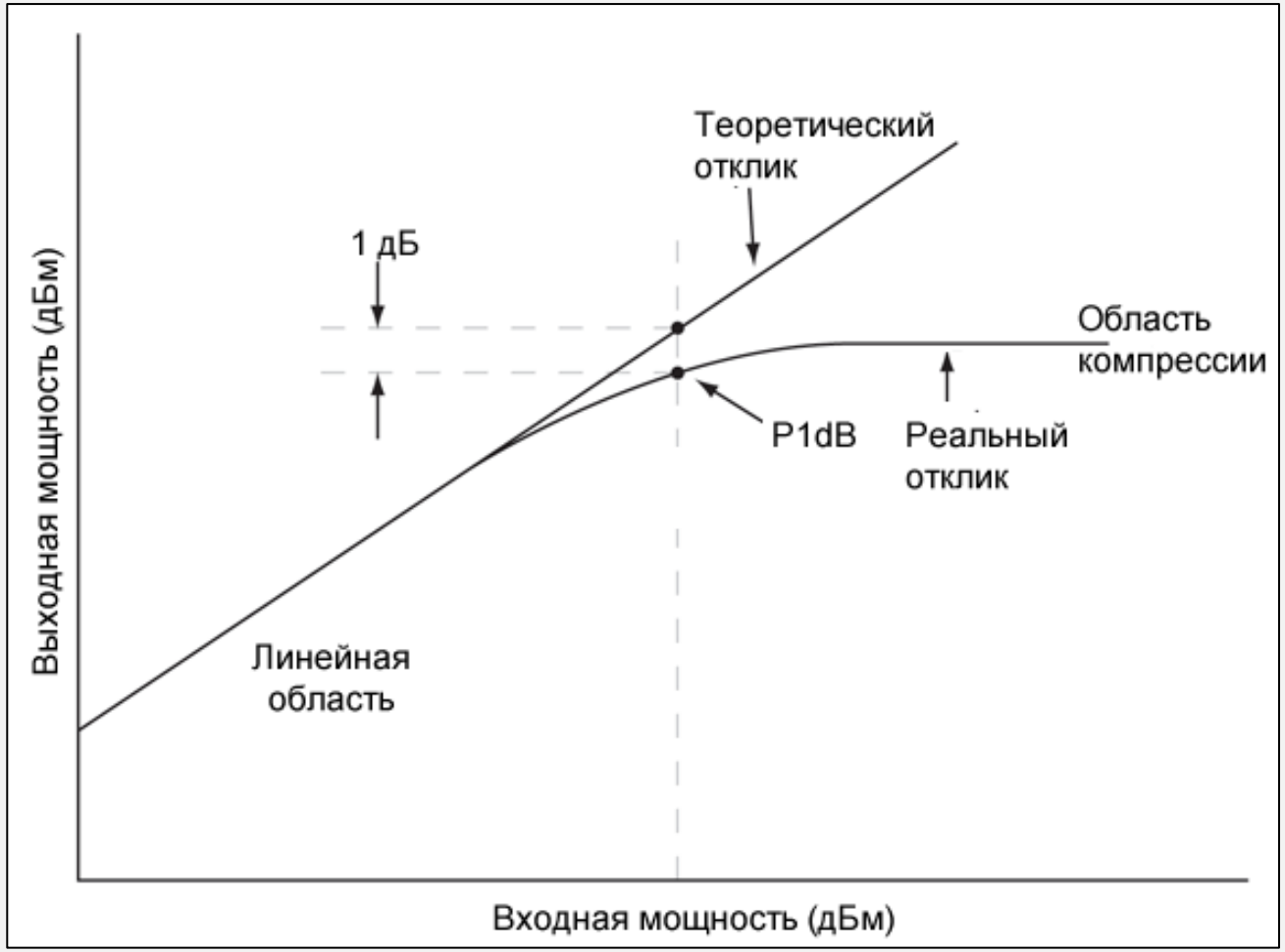
$$F = F_1 + \frac{(F_2 - 1)}{G_1} + \frac{(F_3 - 1)}{G_1 G_2} + \ldots + \frac{(F_N - 1)}{G_1 \ldots G_{N-1}}$$

Коэффициент шума, ед.
(формула Фрииса)

$$P_{\text{вых}} = P_{\text{вых1дБ}} + 10 - \frac{10}{k} \cdot \lg\left[10^{\frac{k\delta}{10}} + 1\right]$$

k = 0,7827

Выходная мощность с учётом компрессии, дБм
(модель Раппа, мягкое ограничение)



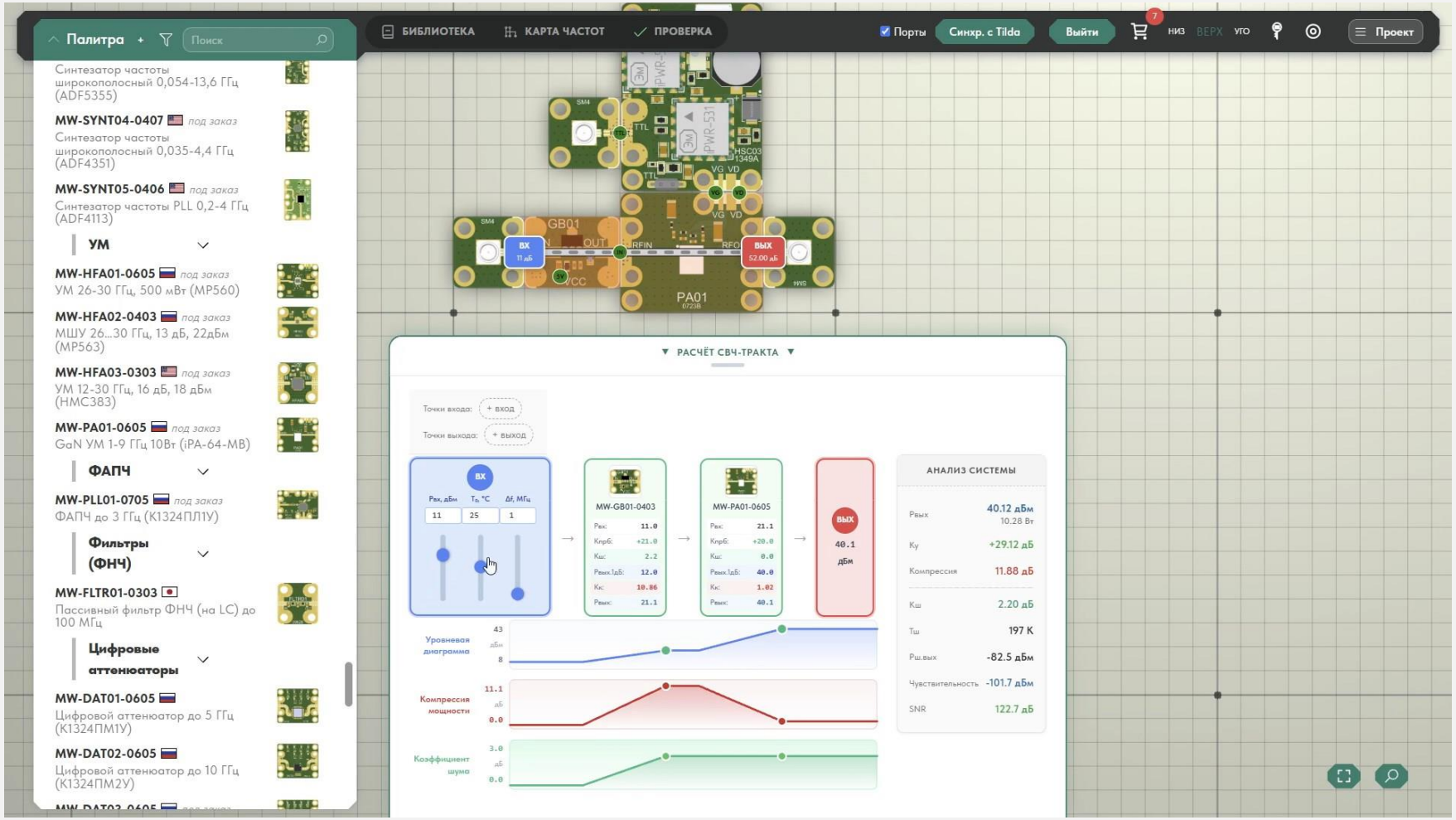
Расчёт системных параметров СВЧ-тракта

Новые возможности:

- Расчёт системных параметров СВЧ-тракта ($К_{прб}$, $К_{ш}$, $Р_{вых}$);
- Расчёт компрессии по мощности и учёт его влияния на $К_{прб}$ и $К_{ш}$;

Как это работает:

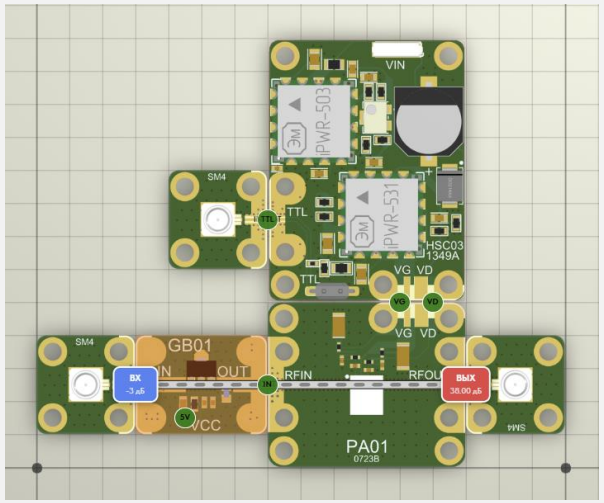
1. У всех блоков есть заданные характеристики ($К_{прб}$, $Р_{вых1дБ}$, $К_{ш}$);
2. Вычисляется совпадение портов блоков;
3. Строится граф соединений;
4. Системные параметры вычисляются по цепочке от входа к выходу;



Расчёт системных параметров СВЧ-тракта

А так же:

- Возможность регулировки входной мощности;
- Подсветка блоков, ушедших в компрессию мощности;
- Проверка ошибок сборки



ШПУ ушёл в компрессию – загорелся красным цветом

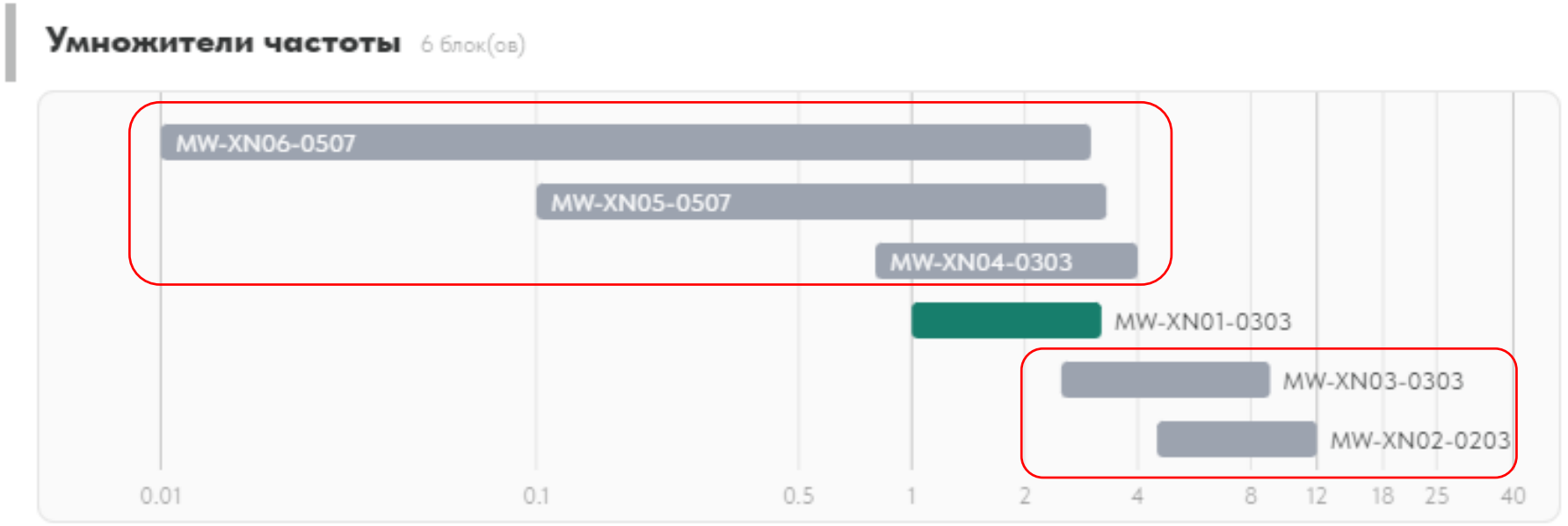


НОВИНКИ
готовы и в наличии

Умножители частоты

СВЧ КИТ

Соберите СВЧ-тракт за час!





MW-XN02-0203

Умножитель на 2 (fвх = 4,5-12,0 ГГц К1324ПП9АУ1)



MW-XN03-0303

Умножитель на 2 (fвх = 2,5-9,0 ГГц К1324ПП8АУ1)



MW-XN04-0303

Умножитель на 2 (fвх = 0,8 - 4,0 ГГц К1324ПП7АУ1)



MW-XN05-0507

Умножитель активный на 2 (fвх = 0,01 - 3,3 ГГц К1324ПП4АУ1)



MW-XN06-0507

Умножитель активный на 2 (fвх = 0,01 - 3,0 ГГц К1324ПП1АУ1)

XN02 – XN06

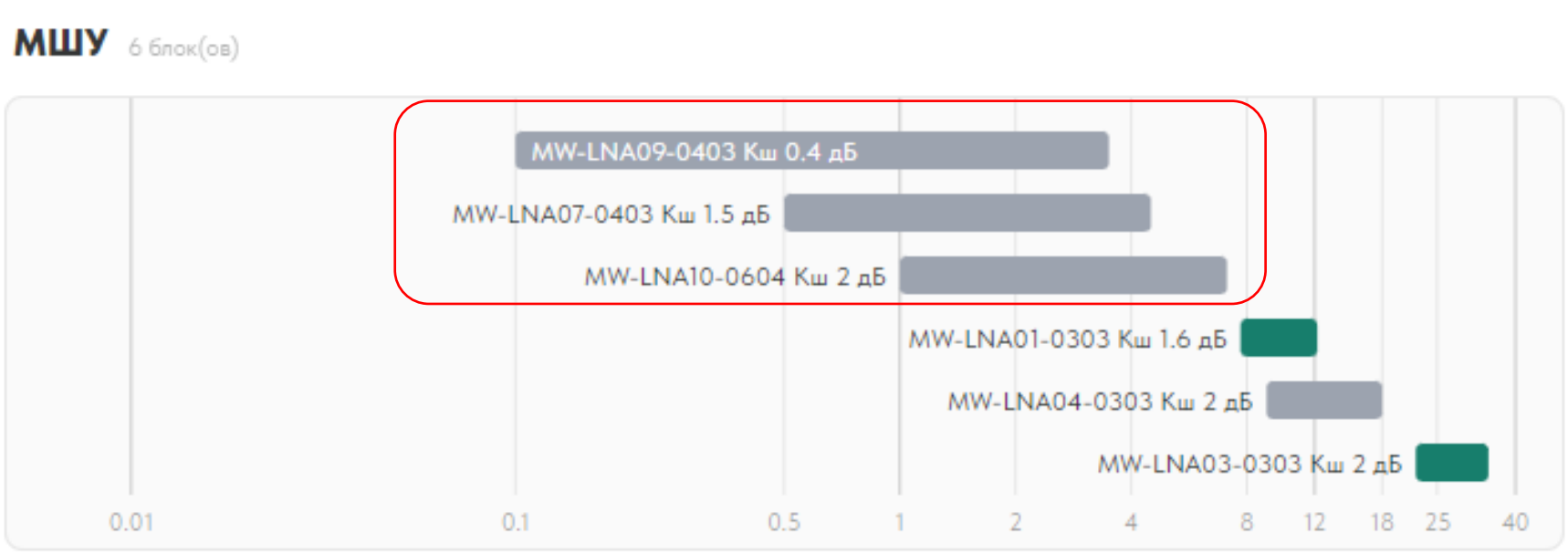
- Активные умножители на 2
- значительно расширен состав
- перекрыт диапазон до 12 ГГц

НОВИНКИ
готовы и в наличии

Малошумящие усилители

СВЧ КИТ

Соберите СВЧ-тракт за час!





MW-LNA07-0403

МШУ 0,5...4,5 ГГц, Ку = 20 дБ, Кш = 1,8 дБ (К1324УВ80У1)



MW-LNA09-0403

МШУ 0,1...3,5 ГГц, Ку = 28 дБ, Кш = 0,6 дБ (К1324УВ82У1)



MW-LNA10-0604

МШУ 1,0...7,1 ГГц, Ку = 17 дБ, Кш = 2,0 дБ (К1324УВ83У1)

LNA07, 09, 10

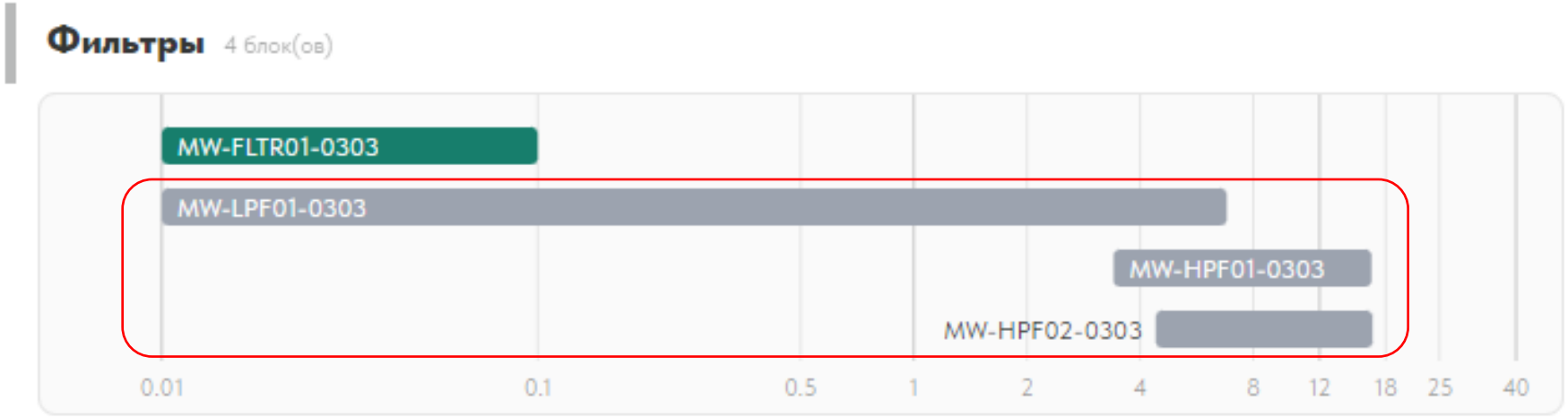
- МШУ на диапазон от 0,1 до 7,1 ГГц
- Кш LNA10 – **0,6 дБ!**

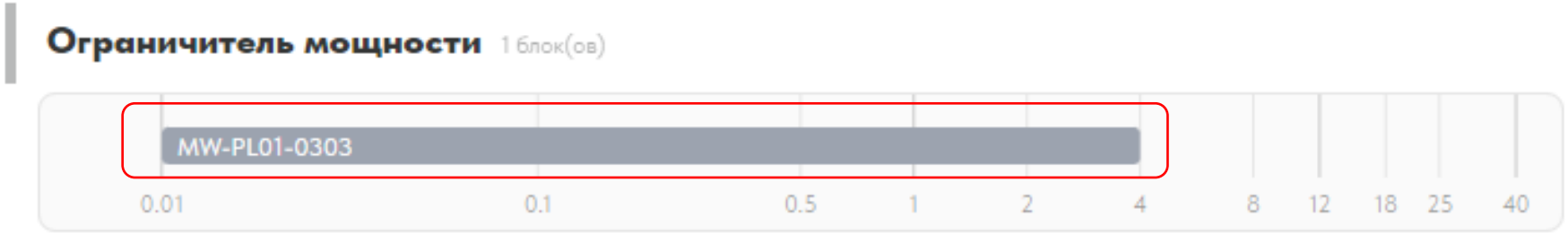
НОВИНКИ
готовы и в наличии

Безотражательные фильтры и ограничитель мощности

СВЧ КИТ

Соберите СВЧ-тракт за час!







MW-LPF01-0303
Безотражательный фильтр нижних частот (fcp = 6,8 ГГц К1324ФН10АУ1)

MW-HPF02-0303
Безотражательный фильтр верхних частот (fcp = 4,3 ГГц К1324ФВ2АУ1)

MW-HPF01-0303
Безотражательный фильтр верхних частот (fcp = 3,2 ГГц К1324ФВ1АУ1)

MW-PL01-0303
Ограничитель мощности (0-4 ГГц К1324ПУ1У1)

LPF01, HPF01, HPF02

- безотражательные фильтры
- до 16,6 ГГц

PL01

- ограничитель мощности
- до 4 ГГц
- ограничение до 12 дБм

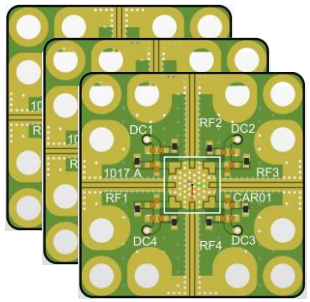
НОВИНКИ
готовы и в наличии

Универсальные платы для кристаллов

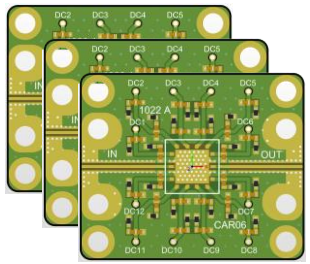
Предназначены для разварки ваших кристаллов

СВЧ КИТ

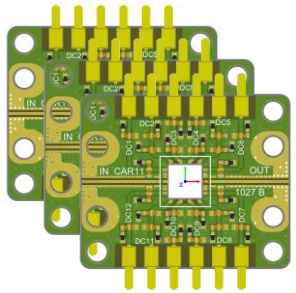
Соберите СВЧ-тракт за час!



MW-CAR01-0505
3,5×3,5 мм
4 СВЧ-вывода



MW-CAR06-0605
4,5×4,5 мм
2 СВЧ-вывода



MW-CAR11-0605
4,5×4,5 мм
2 СВЧ-вывода
(мощные)

Назначение

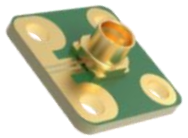
- **Минуем этап корпусирования**
  - Меньше длительность цикла разработки;
  - Больше времени на разработку.
- **Можно собрать СВЧ-радиотракт, не изготавливая печатные платы**
  - Проверка гипотез;
  - Проверка совместимости решений.
- **Содержат заготовки цепей питания**
  - Можно собрать требуемую цепь питания, используя SMD.
- **Большое количество типоразмеров плат**

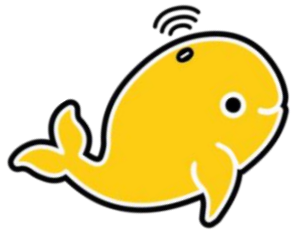
Применение

Компоненты, которые можно приобрести отдельно.

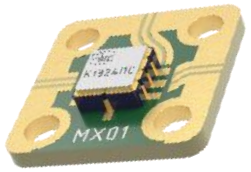
СВЧ КИТ

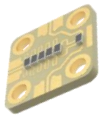
Соберите СВЧ-тракт за час!





Спасибо за внимание!







+7 (915) 126-77-04

info@svch-kit.ru

svch-kit.ru

ЭЛЕКТРОН МАШ

ЗАВОД АТЛАНТ

НИИПП

АМИТРОН ЭЛЕКТРОНИКС

РАЗРАБОТКА ПРОИЗВОДСТВО ИСПЫТАНИЯ ПОСТАВКА РАДИОКОМП

МИКРАН

ПЬЕЗОТРОН

ЭРКОН

Акционерное общество ИРКУТСКИЙ РЕЛЕЙНЫЙ ЗАВОД

@SVCHKIT

Подпишитесь на наш канал!



КУЗЬМИН
Антон Дмитриевич
Руководитель продуктового направления.

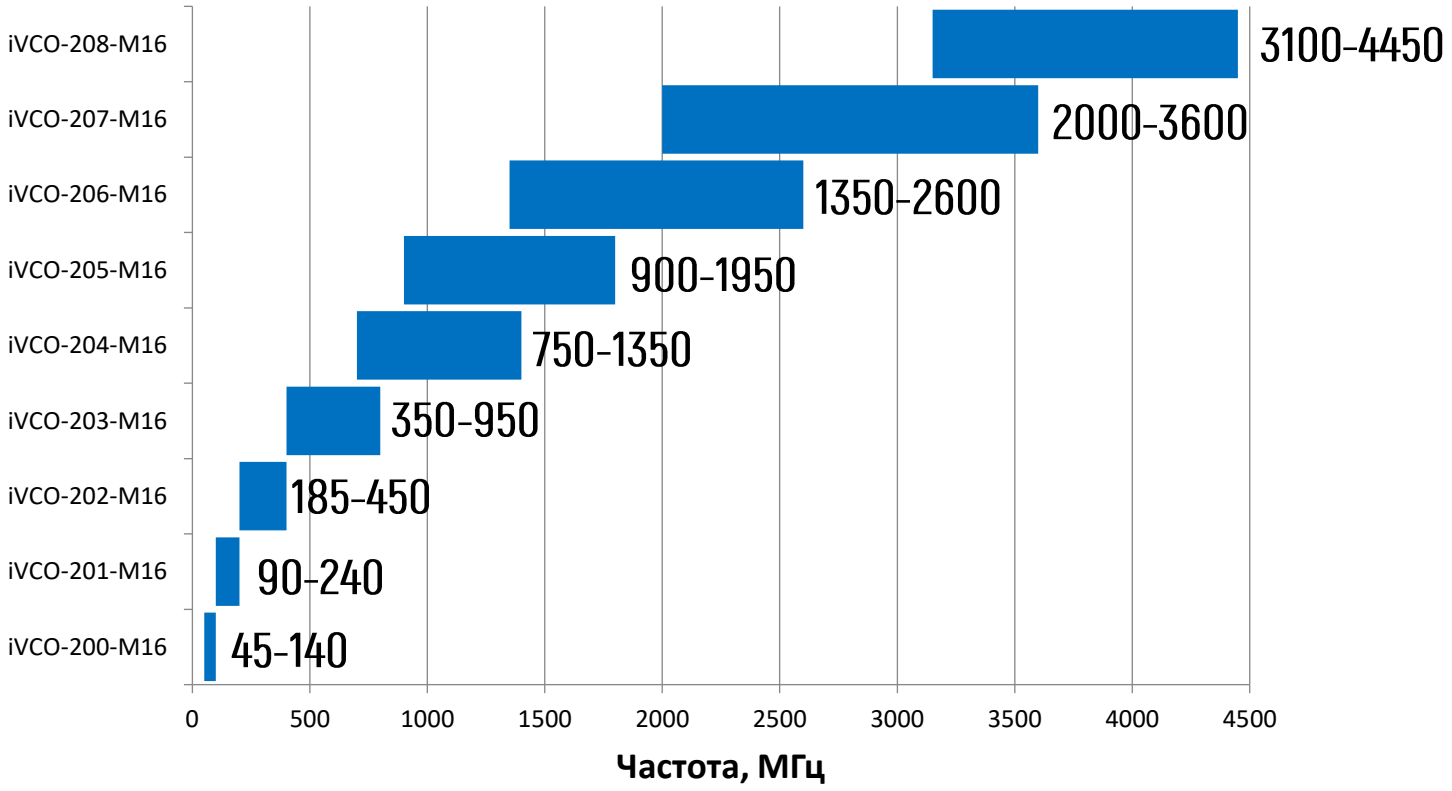
kad@electron-engine.ru
+7 (916) 412-23-07

Тема доклада:

Номенклатура СВЧ-генераторов, управляемых напряжением и синтезаторов частоты

Генераторы, управляемые напряжением iVCO-20x

Этап жизненного цикла: производство.





12,7 x 12,7 мм^2

$\Delta f_{вых}$ = 45...4450 МГц;

$P_{вых}$ = 4...10 мВт;

$I_{пот}$ = 17...27 мА;

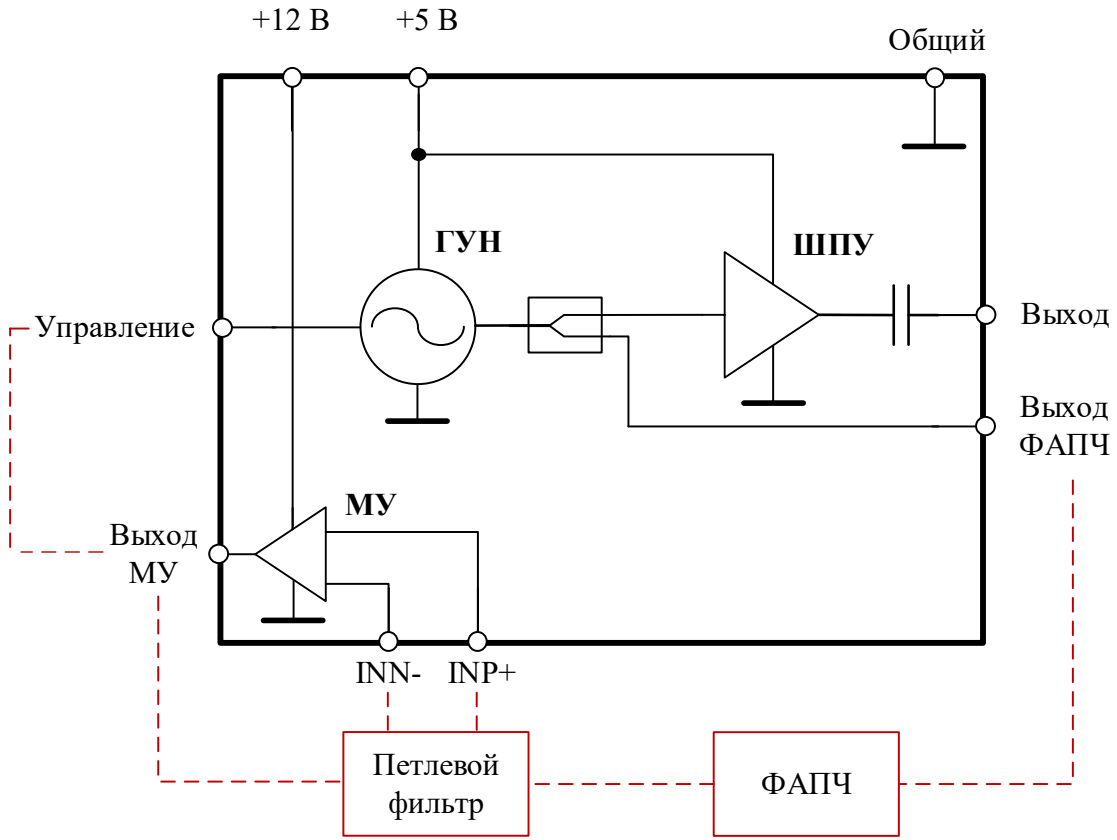
S_φ = минус 85...100 дБн/Гц ($f_{отс}$ = 10 кГц);

S_φ = минус 106...121 дБн/Гц ($f_{отс}$ = 100 кГц);

S_φ = минус 130...140 дБн/Гц ($f_{отс}$ = 1 МГц).

Назначение выводов соответствует импортным аналогам (Pin-to-pin).

Генераторы, управляемые напряжением iVCO-21x с интерфейсом подключения ФАПЧ



- Дополнительный выход для ФАПЧ;
- Встроенный буферный усилитель;
- Встроенный масштабирующий усилитель.

$\Delta f_{вых}$ = 45...4450 МГц;

$P_{вых}$ = 13...19 дБм;

$P_{вых2}$ = 0...5 дБм;

$\alpha 2,3$ = -15 дБ;

$I_{пот}$ = 90 мА;



23,1 х 23,1 мм^2

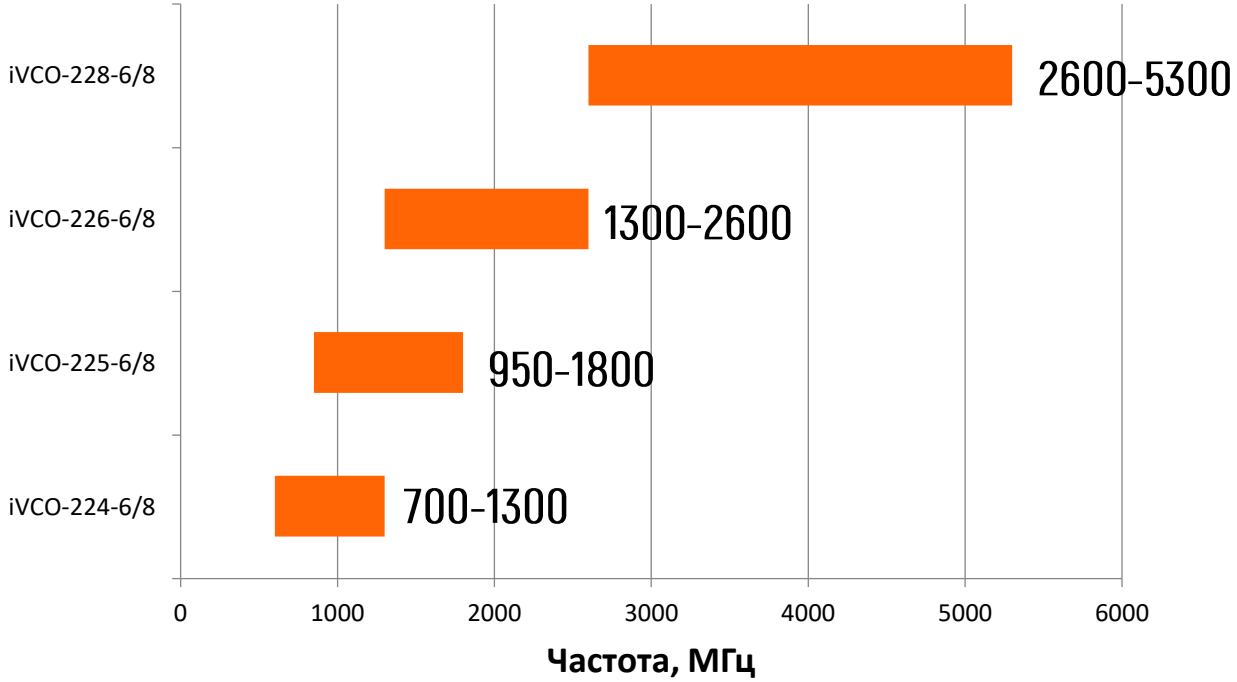
S_φ = минус 85...100 дБн/Гц ($f_{отс}$ = 10 кГц);

S_φ = минус 107...121 дБн/Гц ($f_{отс}$ = 100 кГц);

S_φ = минус 135...140 дБн/Гц ($f_{отс}$ = 1 МГц).

Этап жизненного цикла: производство.

Генераторы, управляемые напряжением iVCO-22x со встроенным усилителем



$\Delta f_{ВЫХ}$ = 700...5300 МГц;

$P_{ВЫХ}$ = 10...15 дБм;

S_{φ} = минус 74...89 дБн/Гц ($f_{ОТС}$ = 10 кГц);

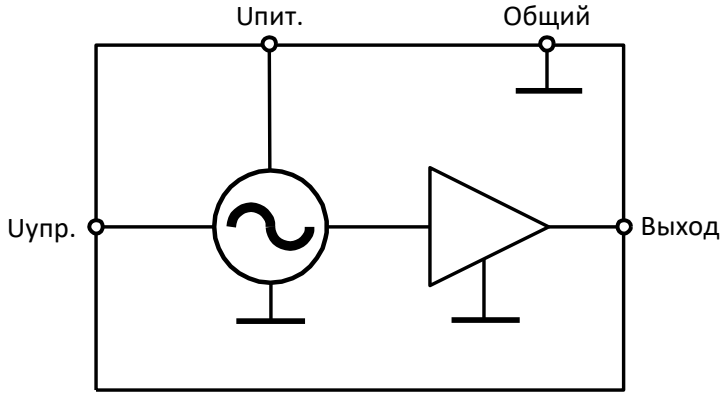
S_{φ} = минус 98...111 дБн/Гц ($f_{ОТС}$ = 100 кГц).

Этап жизненного цикла: производство.

- Герметичное исполнение;
- Встроенный усилитель;
- Широкий диапазон перестройки частоты.



5,0 x 5,0 мм^2



Генераторы, управляемые напряжением К1324ГС

Этап жизненного цикла: экспериментальный образец.

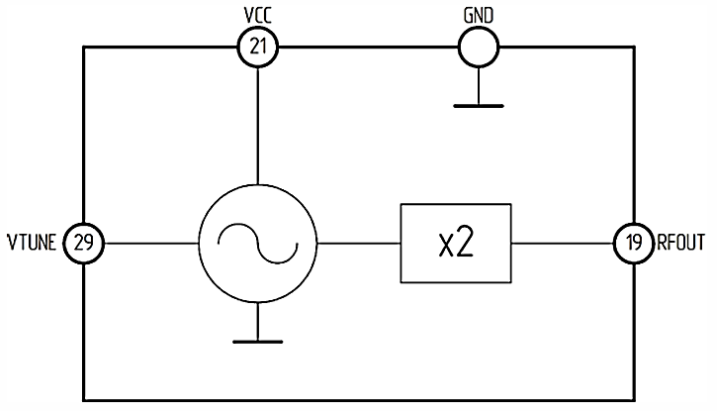
- Герметичное исполнение;
- Сверхлинейная крутизна перестройки*;
- Возможность выбора напряжения питания*;
- Совместимы с аналогами по габаритным размерам и назначению выводов.



4,0 х 4,0 мм^2

Наименование	Δf, ГГц	$P_{вых}$, дБм	СПМ ФШ 10 кГц, дБн/Гц	СПМ ФШ 100 кГц, дБн/Гц	Аналоги
К1324ГС3У	5 - 10	5	-65	-95	HMC587, RFVC1801
К1324ГС12У*	3,5 – 5,1	13	-80	-107	HMC394, HMC429
К1324ГС14У*	5,0 – 6,8	10	-80	-104	HMC431, HMC466
К1324ГС16У*	6,5 – 9,2	6	-75	-100	HMC506, RFVC1824

Генераторы, управляемые напряжением К1324ГС





5,0 x 5,0 мм^2

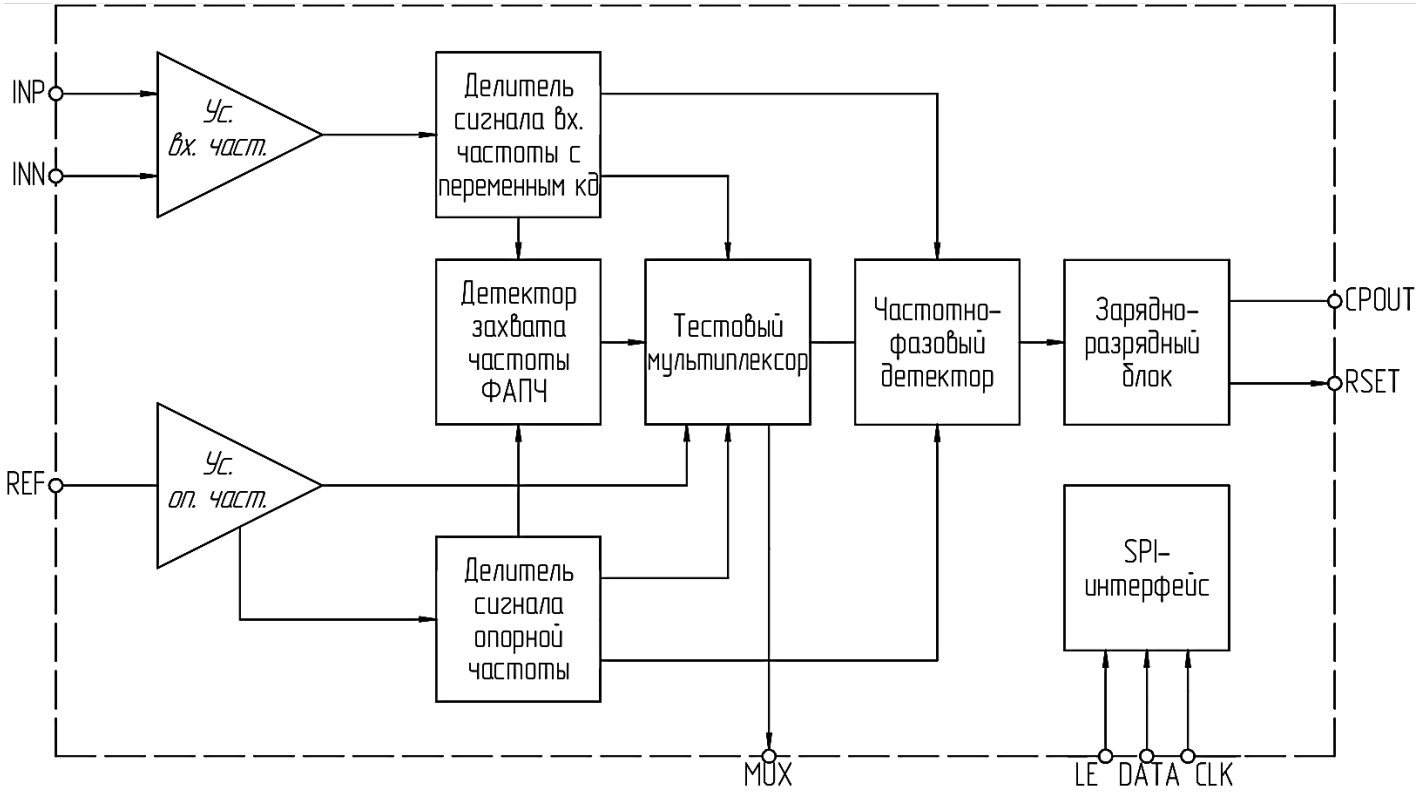
- Герметичное исполнение;
- С умножением частоты;
- Совместимы с аналогами по габаритным размерам и назначению выводов.

Этап жизненного цикла: экспериментальный образец.

Наименование	Δf, ГГц	$P_{вых}$, дБм	СПМ ФШ 10 кГц, дБн/Гц	СПМ ФШ 100 кГц, дБн/Гц	Аналоги
К1324ГС21У	7,0 – 10,2	4	-72	-96	HMC734, MMV04
К1324ГС22У	8,2 – 11,6	-3	-72	-95	HMC1162, MAOC-009871
К1324ГС23У	10,0 – 13,5	1	-75	-97	HMC735, MMV10

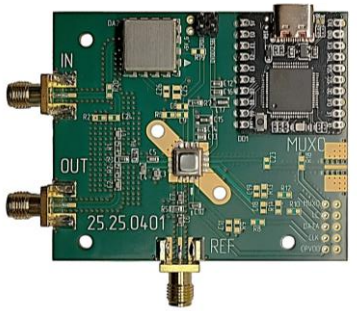
Синтезатор частоты К1324ПЛ1У

Этап жизненного цикла: производство.



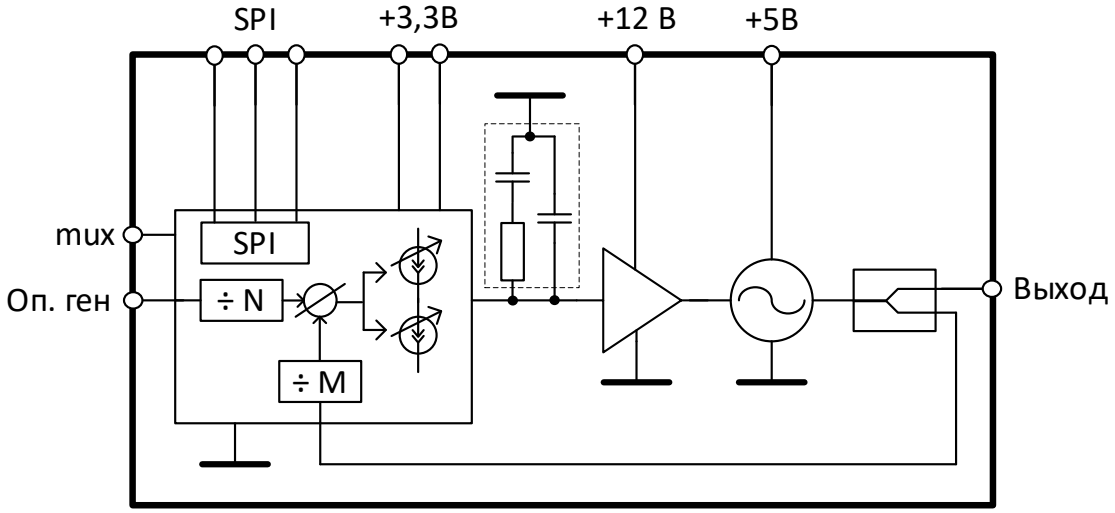


6,35 х 6,35 мм^2



- Диапазон частот от 400 МГц до 5,5 ГГц;
- Целочисленный режим;
- Частота сравнения до 60 МГц;
- Ток потребления до 40 мА;
- Управление по интерфейсу SPI;
- Аналог: ADF4106.

Синтезаторы частоты iVCO-30x со встроенным ГУН



Этап жизненного цикла: производство.



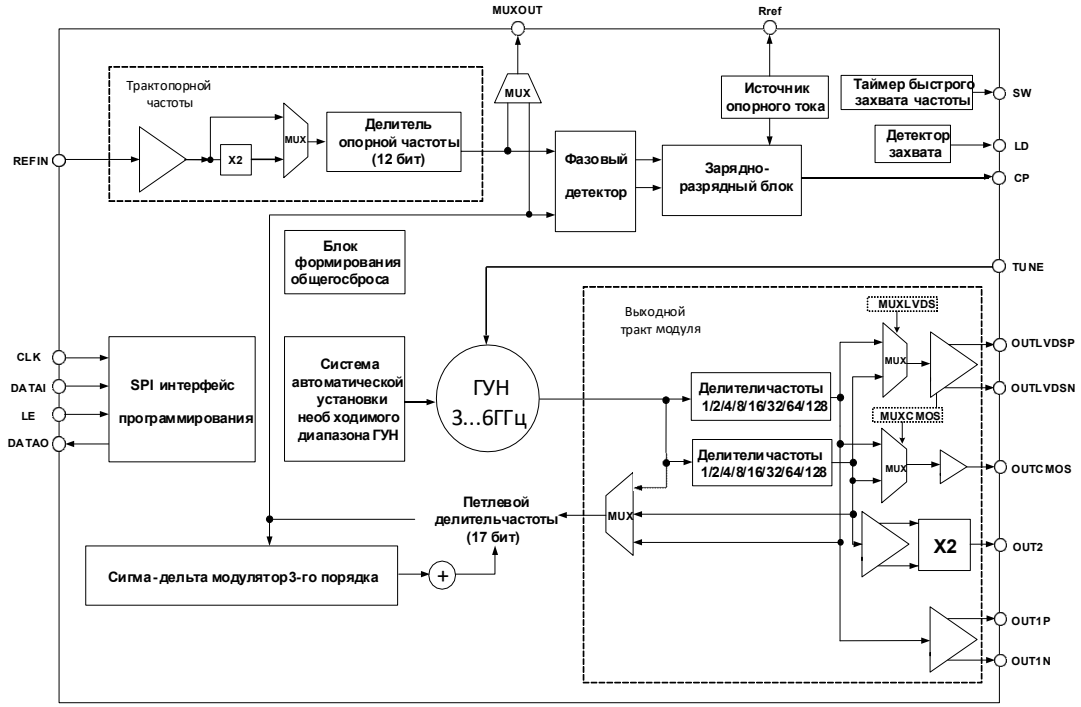
25,4 x 31,8 мм ^{2}

- Полностью готовое решение, не требующее настройки;
- Целочисленный режим работы;
- Малое потребление (65 мА).

Возможность быстрой проработки на другой частотный диапазон

Наименование	Δf, ГГц	СПМ ФШ 1 кГц, дБн/Гц	СПМ ФШ 10 кГц, дБн/Гц	СПМ ФШ 100 кГц, дБн/Гц	$P_{вых}$, дБм	S_P, дБ	$I_п$, мА	$F_{ср}$, МГц
iFSY-304-M36	0,8 - 1,2	-97	-98	-96	10	-60	66	2
LFSW80210-50 (Synergy microwave)	0,8 – 2,1	-95	-97	-112	4	-76	140	0,5

Синтезатор частоты iFSY-320-MO с ГУН до 12 ГГц



$\Delta f_{вых}$ = 23,5 МГц – 12 ГГц;

Nfloor = минус 226 дБн/Гц;

Fcp ≤ 100 МГц;

S_{φ} = минус 126...118 дБн/Гц ($f_{отс}$ = 1 МГц);

Этап жизненного цикла:
экспериментальный образец.

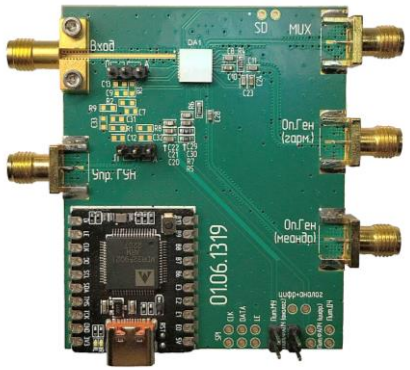
- Встроенный ГУН от 3 до 6 ГГц;
- Целочисленный и дробный режимы;
- Опорная частота до 200 МГц;
- Напряжение питания 3,3 В.



6,5 x 7,5 мм^2



Синтезаторы частоты iFSY-33x без встроенного ГУН





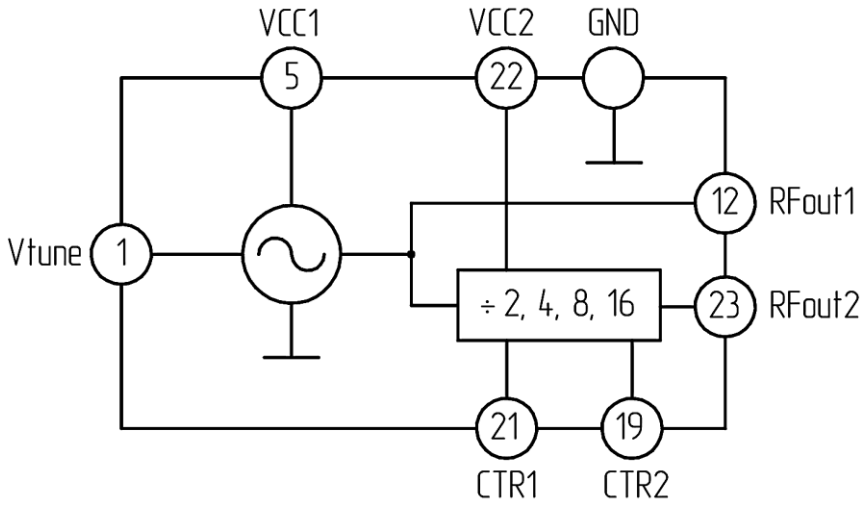
6,0 x 6,0 мм^2

- Целочисленный и дробный режимы;
- Встроенный масштабирующий усилитель;
- Опорная частота до 250 МГц;
- Аналоги: ADF4155, ADF41020, ADF41513.

Наименование	Δf, МГц	Nfloor, дБ/Гц	$F_{ср}$, МГц (целочисл.)	$F_{ср}$, МГц (дробн.)	$I_п$, мА
iFSY-330-MO	500 – 12 000	-229	≤ 150	≤ 70	80
iFSY-331-MO	500 – 20 000				150

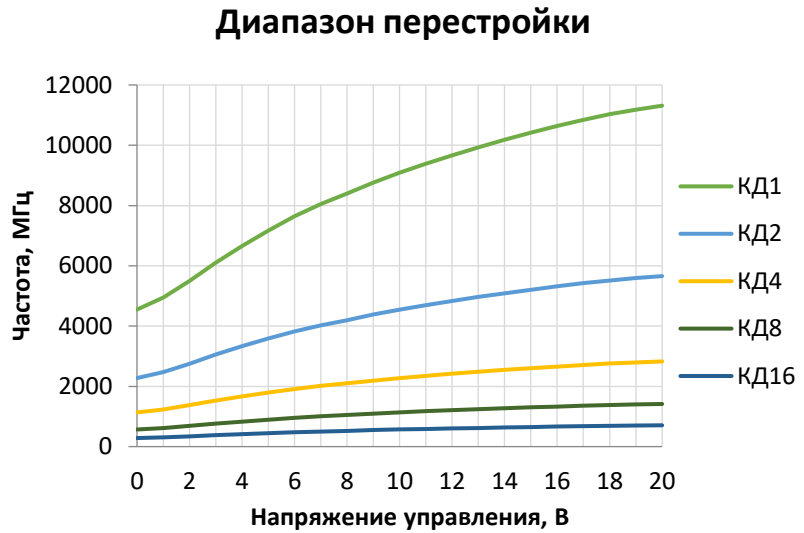
Этап жизненного цикла: экспериментальный образец.

Оценка потребительского интереса к ГУН





5,0 x 5,0 мм^2



Коэффициент деления	Δf, ГГц	$P_{вых}$, дБм	СПМ ФШ 10 кГц, дБн/Гц	СПМ ФШ 100 кГц, дБн/Гц
1	4,5 – 11,3	1,8...-8	-66	-94
2	2,3 – 5,6	-2,8...-10	-71	-100
4	1,1 – 2,8	-1,2...-3,8	-77	-105
8	0,57 – 1,41	-0,4...-2,3	-82	-111
16	0,28 – 0,7	-0,9...-2	-89	-117



НУГАЕВ
Арсен Тагирович
Руководитель продуктового направления.

low_power_amp@electron-engine.ru
+7 (916) 412-15-19

Тема доклада:

СВЧ-усилители малой мощности: актуальные разработки и новинки

Линейка МШУ





Параметр	К1324УВ80У1	К1324УВ81У1	К1324УВ82У1	К1324УВ83У1	К1324УВ84У1
ΔF, ГГц	0,5 – 4,5	1,0 – 6,0	0,1 – 3,5	1,0 – 7,1	0,1 – 7,1
$K_у$, дБ	20	33	28	17	19
$P_{вых1дБ}$, дБм	15	15	20	18	20
$K_ш$, дБ	1,8	2,0	0,6	2,0	1,0
Преимущества	Режим обхода	Двухкаскадный с функцией отключения	Сверхмалошумящий с функцией отключения	МШУ с антенным коммутатором с функцией отключения	Широкополосный с функцией отключения
Аналоги	TSS-53LNB+, MAAM-011229	MAAL-011243, MAAL-011188	QPL9547, TQP3M9036 PMA2-63LN+, QPL9058	ADRF5534, ADRF5532	PMA3-14LN+, ADL8122, PMA3-83LN+

Актуализированы предельные входные мощности

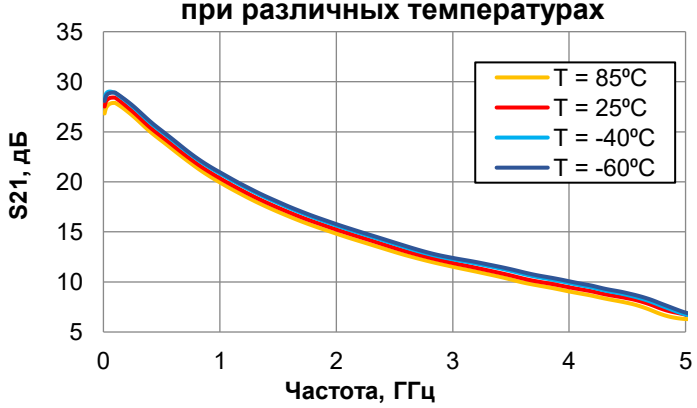
Усилитель	$P_{вх}$ предельная, дБм
К1324УВ80У1	22
К1324УВ81У1	23
К1324УВ82У1	24
К1324УВ83У1	23
К1324УВ84У1	23

Применение:

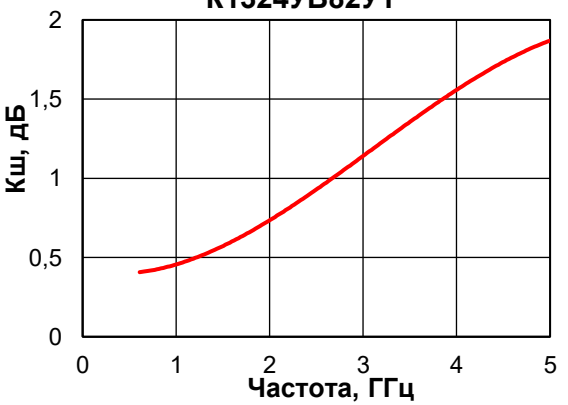
- приемные тракты РЭА;
- беспроводные системы связи;
- системы радио навигации.

Актуализированы измерения АЧХ в диапазоне температур и логические уровни.

Коэффициент усиления К1324УВ82У1 при различных температурах



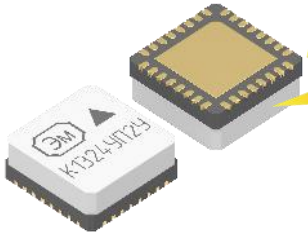
Коэффициент шума К1324УВ82У1

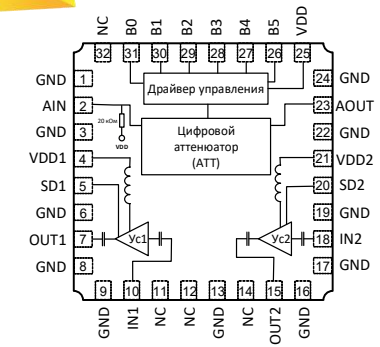


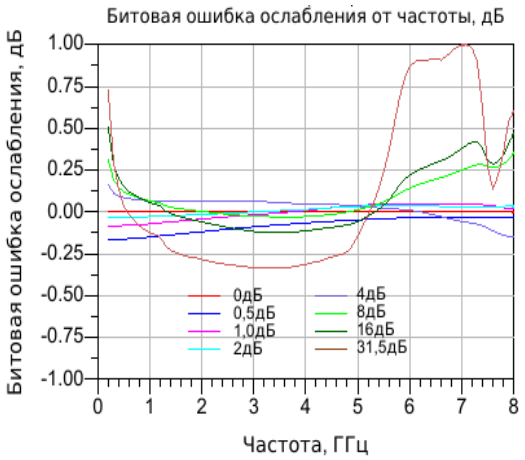
К1324УП2У

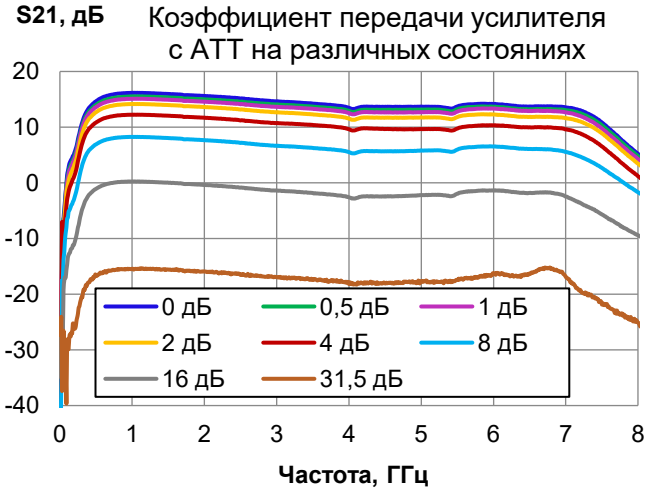
Параметры	Значение
ΔF, ГГц	0,3 – 6,0
$K_{у.макс}$, дБ	17
$ΔK_у$, дБ	31,5
N бит	6
$K_ш$, дБ	2,5

Сентябрь 2026
НОВИНКА!









Преимущества:

- наличие встроенного тройника смешения усилителя;
- наличие функции отключения усилителя;
- битовая ошибка ЦАТТ на всем рабочем диапазоне меньше 0,3 дБ.

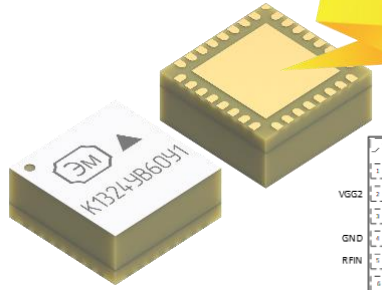
Аналоги: ADL5243, HMC625, HMC626.

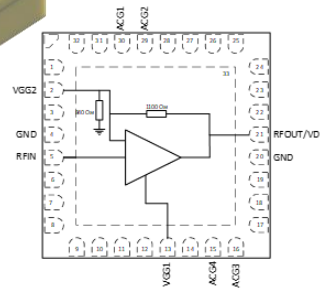
К1324УВ60У1

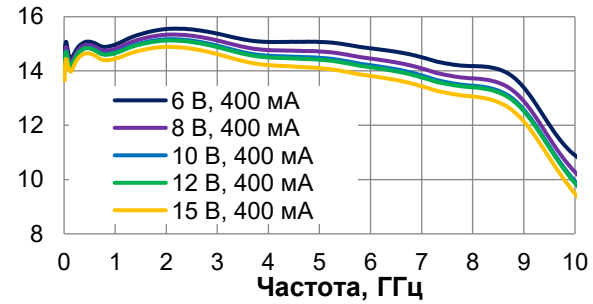
Аналог ножка в ножку PMA5-63-2W+

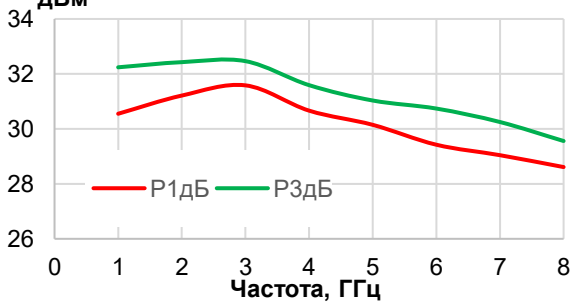
Сентябрь 2026
НОВИНКА!

Параметры	Значение
Δf, ГГц	0,01 – 8,0
$P_{вых}$, дБм	32
$K_у$, дБ	14
КПД, %	15









Применение:

- спутниковые коммуникации;
- линии передачи данных;
- выходные каскады широкополосных передатчиков.

Преимущества:

- выходная мощность > 1 Вт на всём рабочем диапазоне;
- неравномерность Ку во всей полосе < 2 дБ.

Аналоги: PMA-83-2W, HMC637A, ADPA9002.

Линейка 4-х выводных ШПУ

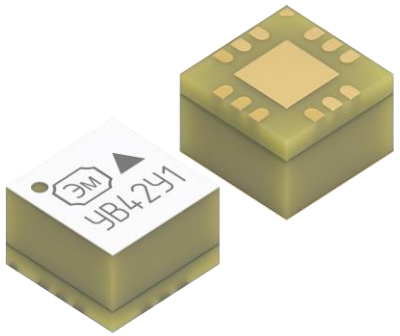
Параметр	К1324УВ40У1	К1324УВ41У1	К1324УВ42У1	К1324УВ43У1	К1324УВ44У1	К1324УВ45У1	К1324УВ46У1	К1324УВ47У1
Диапазон, ГГц	0,01–2,0	0,01–2,0	0,01–7,0	0,01–7,0	0,01–6,0	0,01–6,0	0,01–5,0	0,01–5,0
$P_{вых}$, дБм	13	19	12	19	12	20	14	21
$K_у$, дБ	15	15	12	12	16	17	22	21
$\Delta K_у$, дБ	5	5	3	3	3	3	6	6
$K_ш$, дБ	3,4	3,5	4	5	3,7	4	2,9	3,9
Аналоги	MSA-0336, HMC474SC70, MAAM-011041	ADL5530, HMC479MP86, SGA-6386	ERA-1SM+, HMC396, SKY65013-70LF	LEE1-6+, GRF2003, GRF2010	HMC311LP3E, NBB-400	MAX2615, ADL8154, GVA-62+	AVT-53663, GALI-39+, LEE1-39+	GRF2004, ADL5611, CMA-63+, LEE1-63+

Применение:

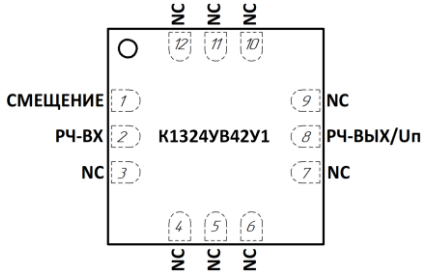
- усиление промежуточных каскадов;
- спутниковая связь;
- беспроводная связь;
- радиолокация.

Преимущества:

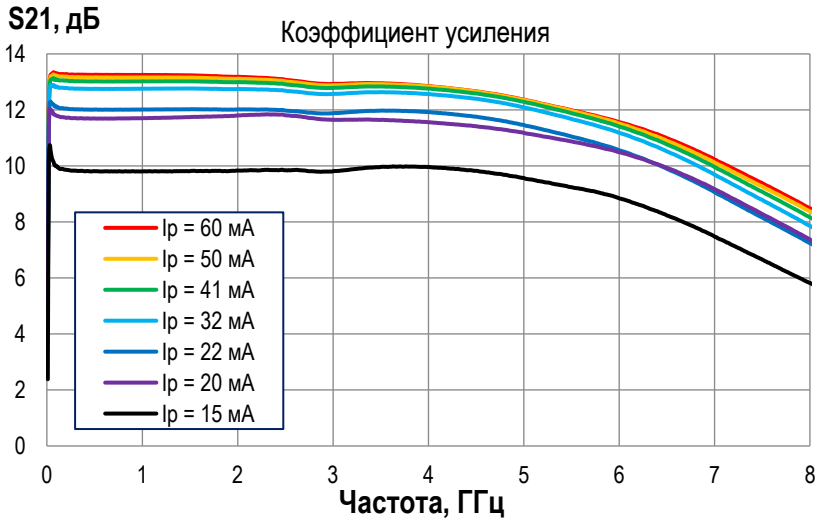
- наличие дополнительного вывода смещения для регулировки $I_п$;
- низкая неравномерность коэффициента усиления;
- миниатюрный корпус, совместимый с QFN12 (3×3 мм²).

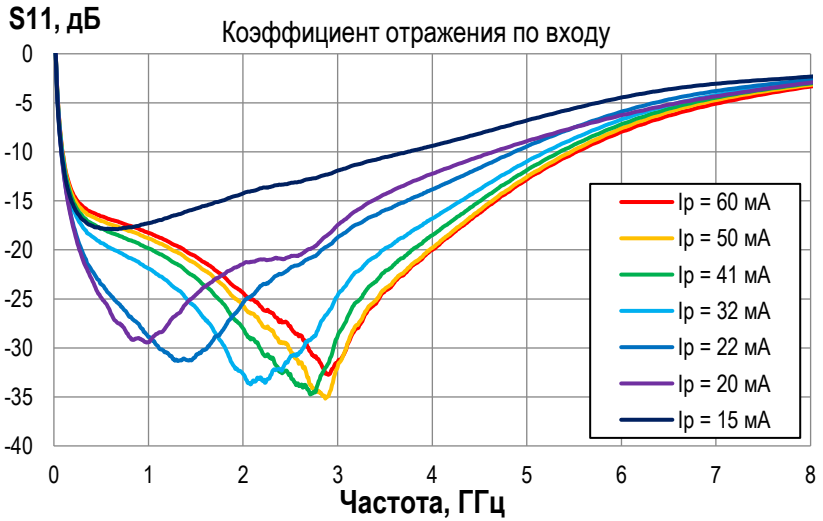


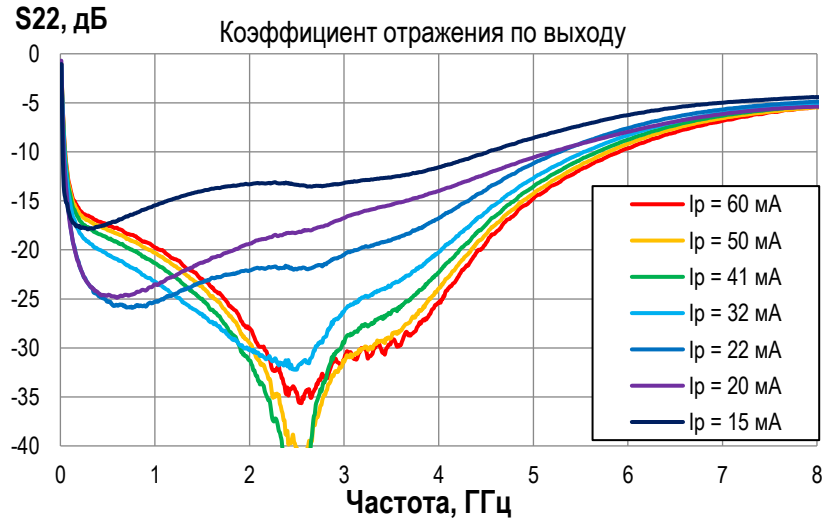
Функциональная схема

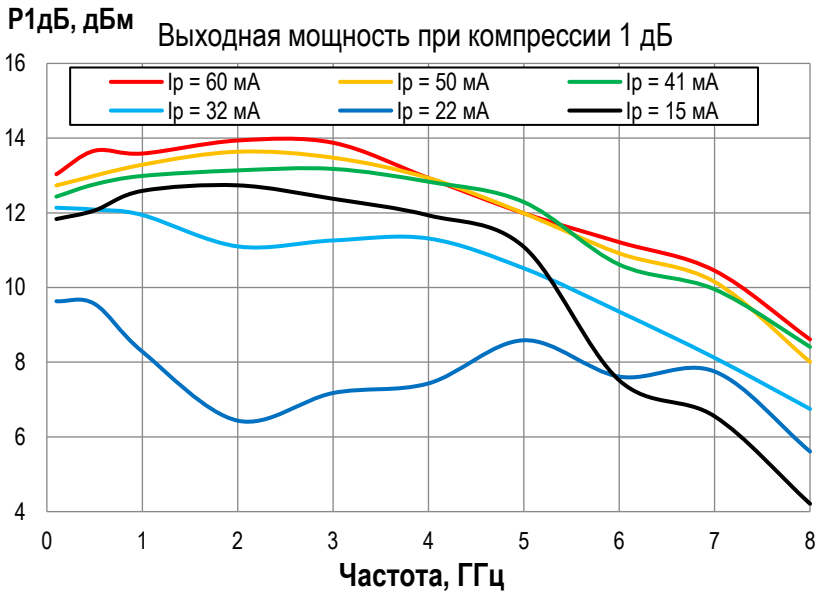


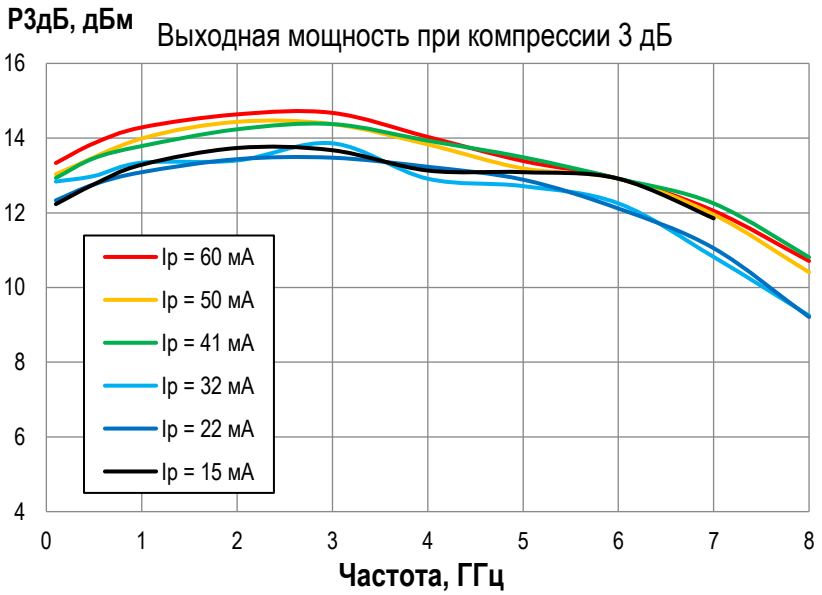
Измерения К1324УВ42У1 при различных режимных токах





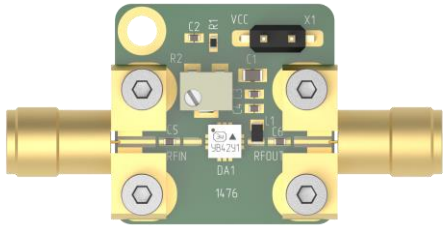


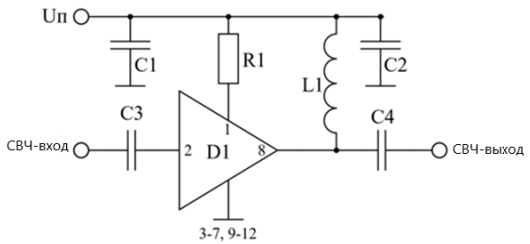




Режим измерений:
Uп = 3,3 В

Схема включения





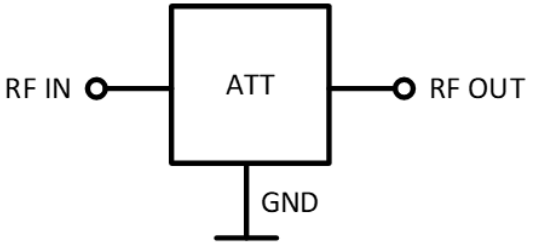
AIN СВЧ-пассивные аттенюаторы

АТТ 1 дБ

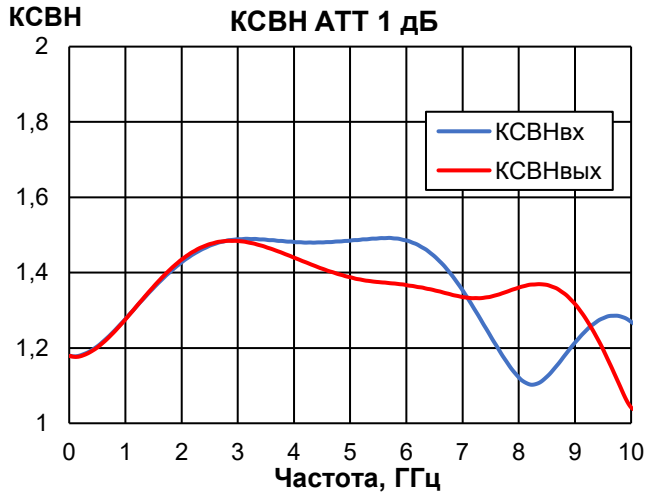


2,0 × 3,4 мм

Схема включения



Преимущества:
- малогабаритный АТТ для поверхностного монтажа
- непрерывная мощность до 20 Вт
- импульсная мощность до 35 Вт



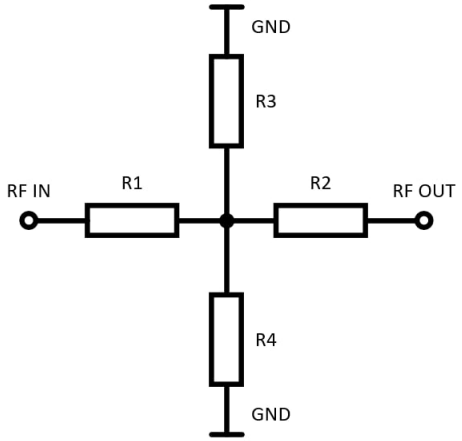


АТТ 5 дБ

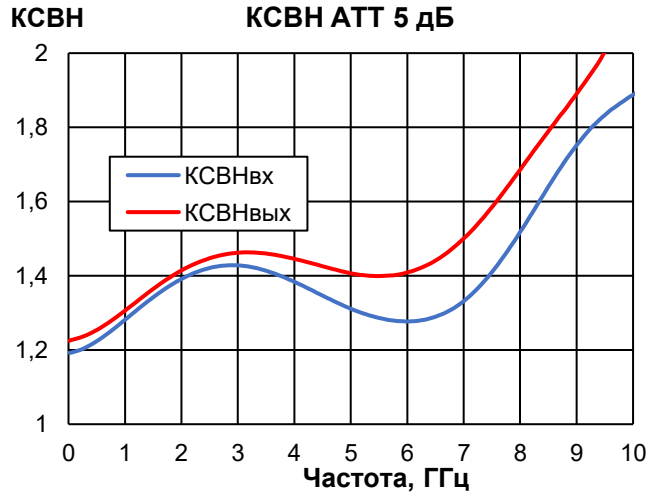


2,0 × 3,4 мм

Принципиальная схема



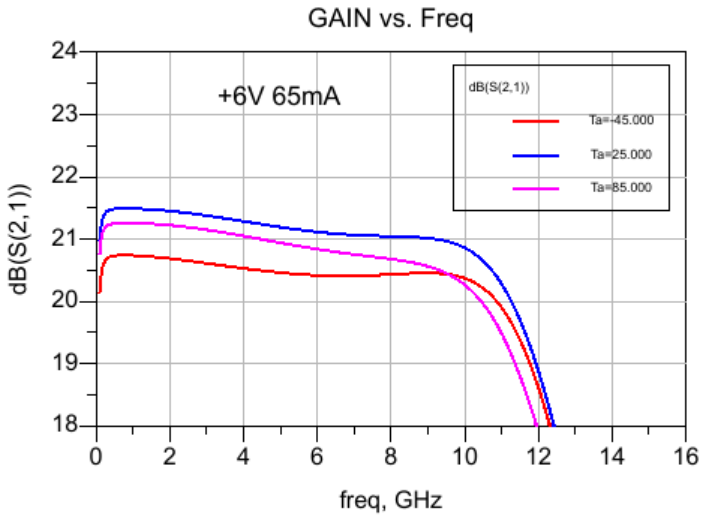
Преимущества:
- малогабаритный АТТ для поверхностного монтажа
- непрерывная мощность до 10 Вт
- импульсная мощность до 30 Вт

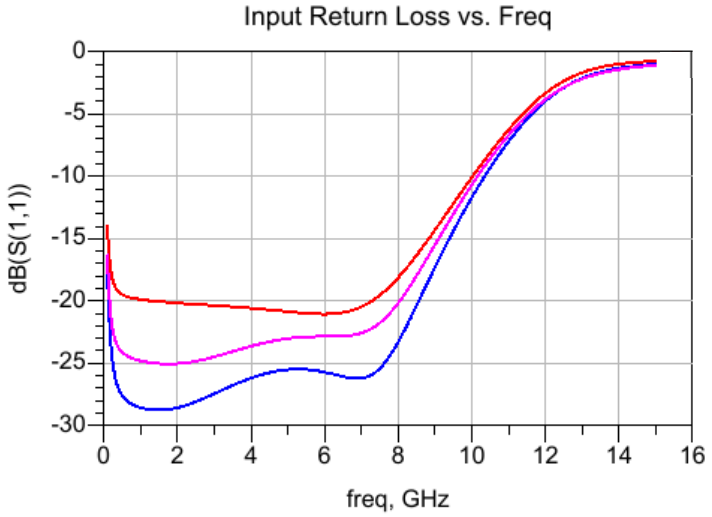




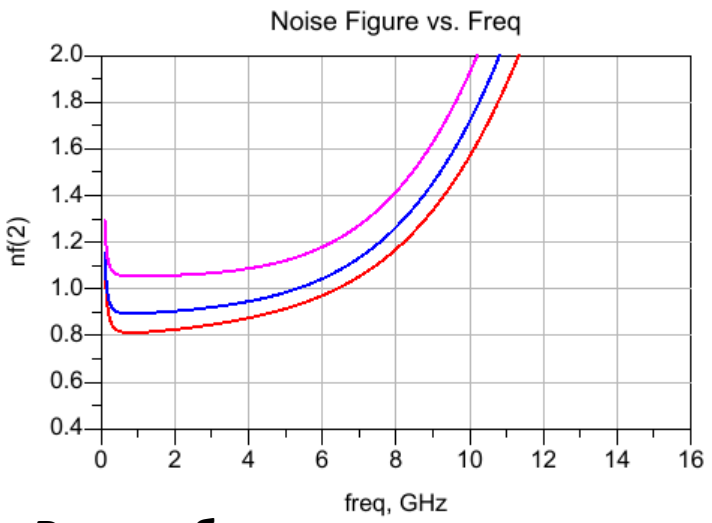
Экспериментальные образцы

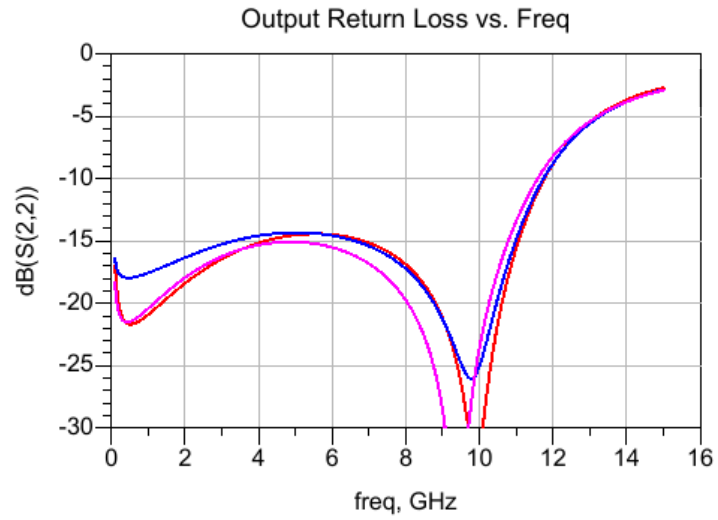
МШУ до 10 ГГц с Кш 1,0 дБ

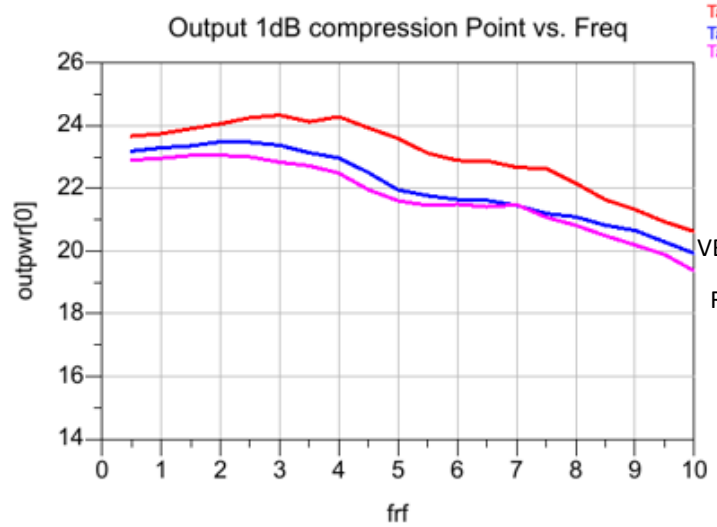


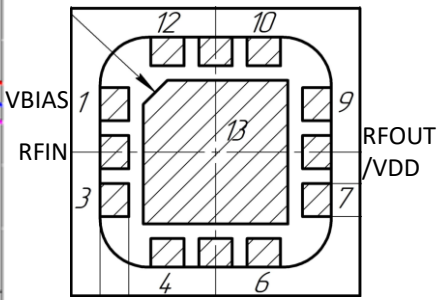


Параметры:	МШУ до 10 ГГц	PMA3-14LN+
Диапазон раб. частот, ГГц	0,05 - 10	0,05 - 10
Коэффициент усиления, дБ	21	22
Коэффициент шума, дБ 0.1-8ГГц 8-10ГГц	 <1,3 <1,7	 <1,2 <2,1
Выходная мощность при компрессии коэффициента усиления на 1 дБ, дБм	22	22
Ток потребления, мА	65	65
Напряжение питания, В	6	6
Корпус	MO12-3030-01	QFN12 3x3





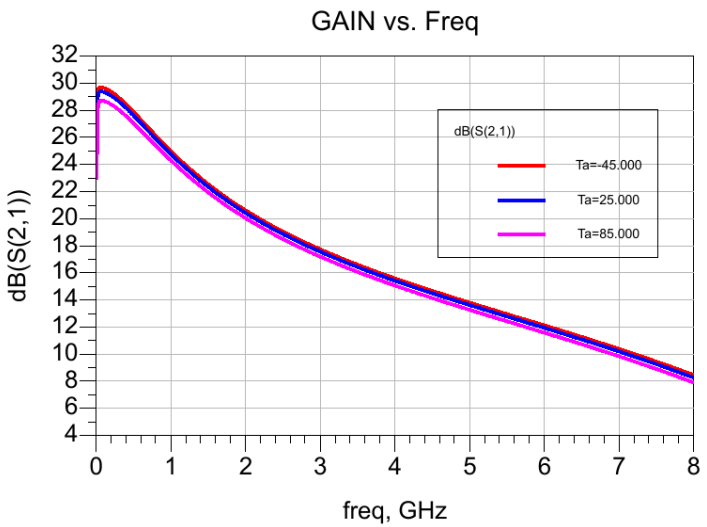


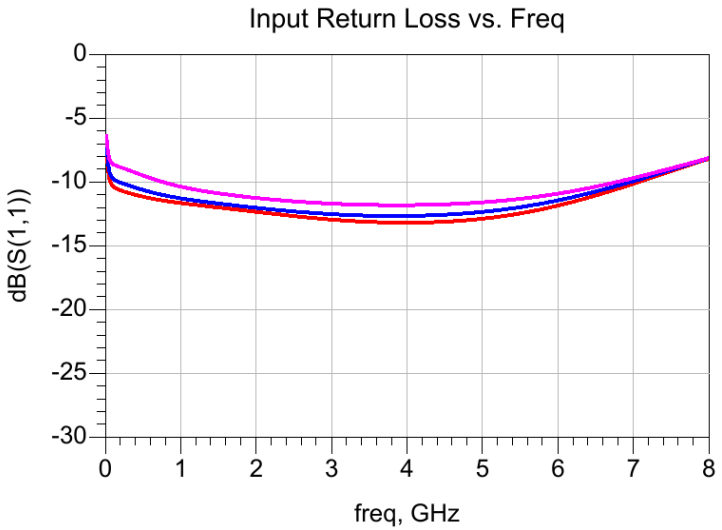


В разработке

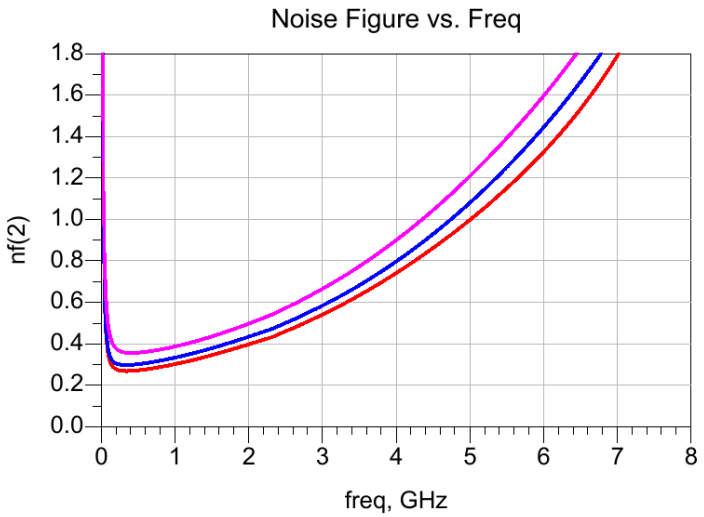
На слайде подставлены результаты моделирования

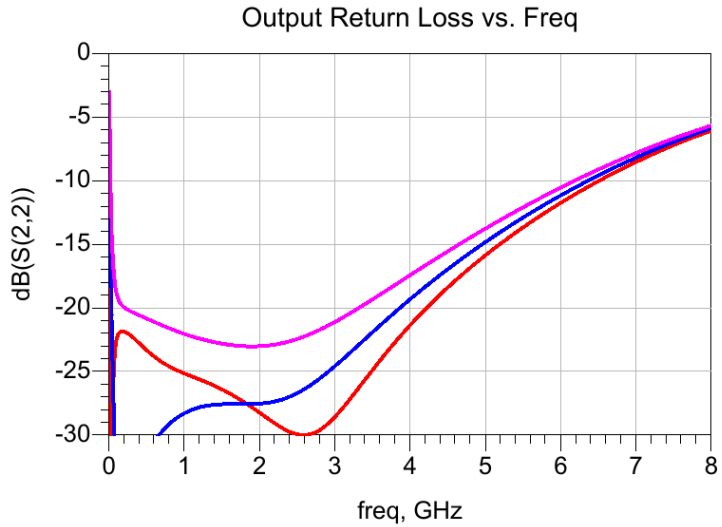
МШУ до 6 ГГц с Кш 0,6 дБ

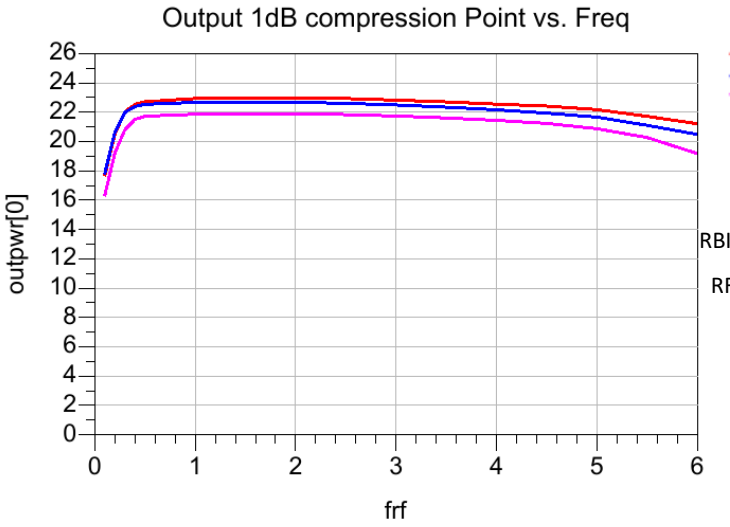


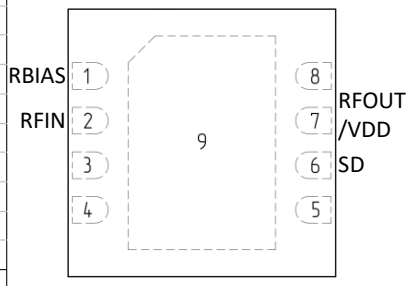


Параметры:	МШУ до 6 ГГц	QPL9547
Диапазон раб. частот, ГГц	0,01 - 6	0,1 - 6
Коэффициент усиления, дБ	12 - 29	10 - 30
Коэффициент шума, дБ	0,3 – 0,5	0,2 – 0,4
Выходная мощность при компрессии коэффициента усиления на 1 дБ, дБм	21	21
Ток потребления, мА	65	65
Напряжение питания, В	3,15 – 5,25	3,15 – 5,25
Корпус	MO8-2020	DFN8





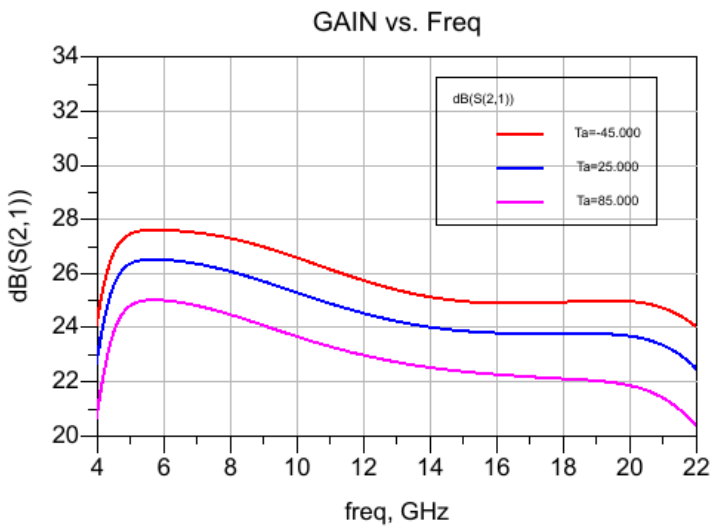


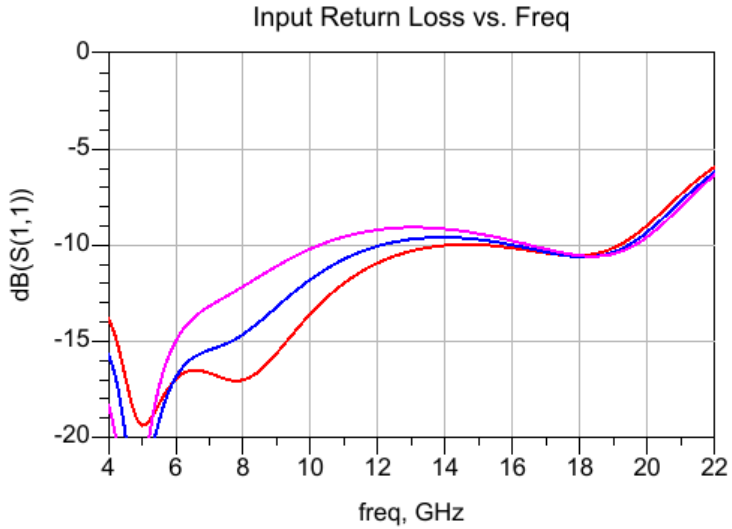


В разработке

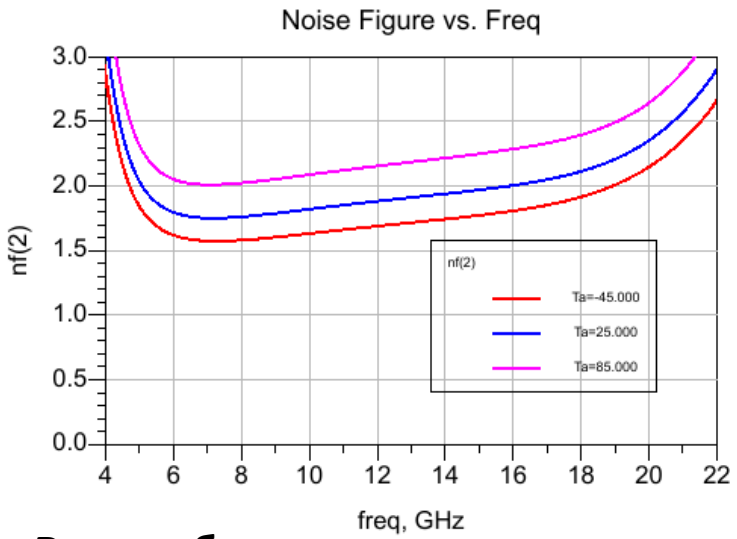
На слайде подставлены результаты моделирования

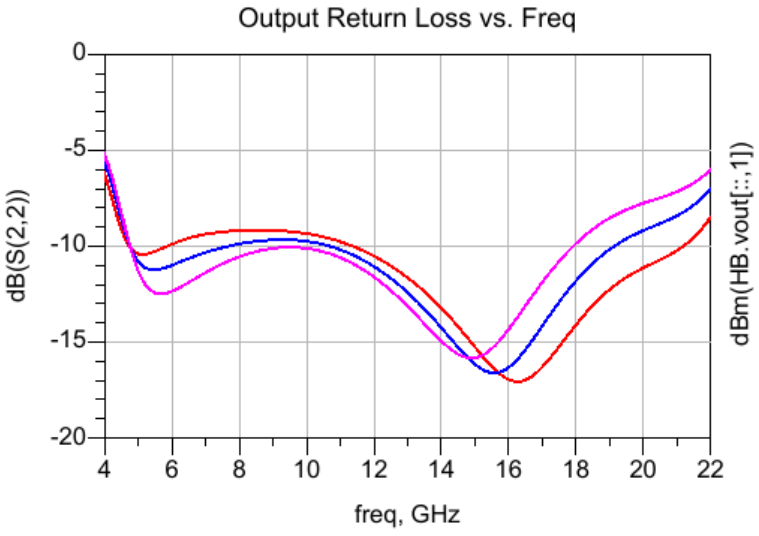
МШУ 5-20 ГГц с Кш 2дБ

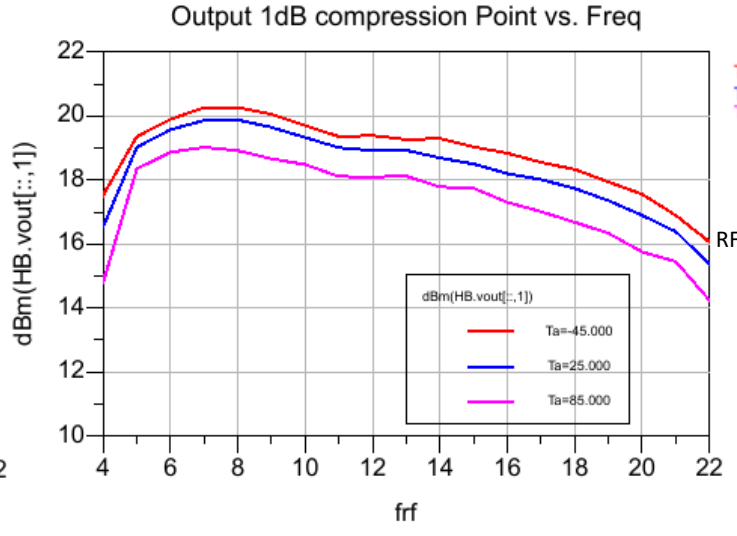


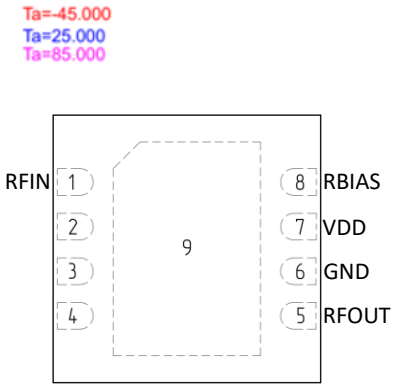


Параметры:	МШУ до 20 ГГц	ADL8105
Диапазон раб. частот, ГГц	5 - 20	5 - 20
Коэффициент усиления, дБ	22 – 27	25 – 30
Коэффициент шума, дБ	1,8 – 2,2	1,7 – 2,4
Выходная мощность при компрессии коэффициента усиления на 1 дБ, дБм	19	19
Ток потребления, мА	70 - 90	50 - 100
Напряжение питания, В	3,0 – 5,5	3,0 – 5,5
Корпус	MO8-2020	DFN8





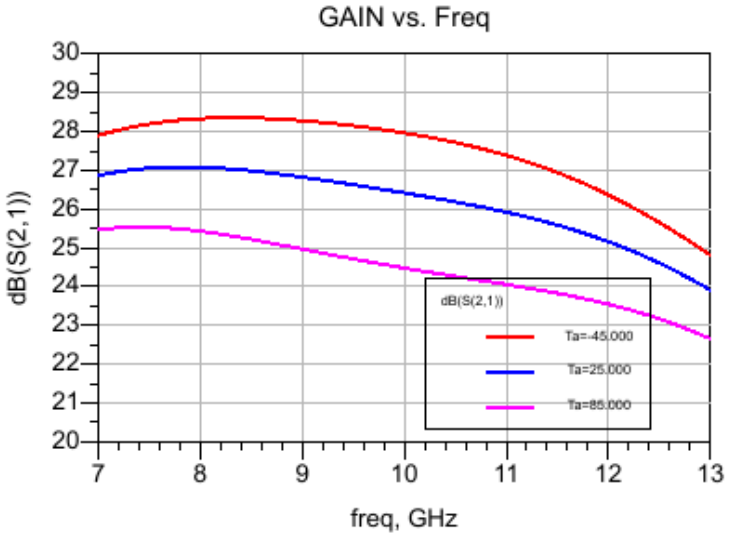


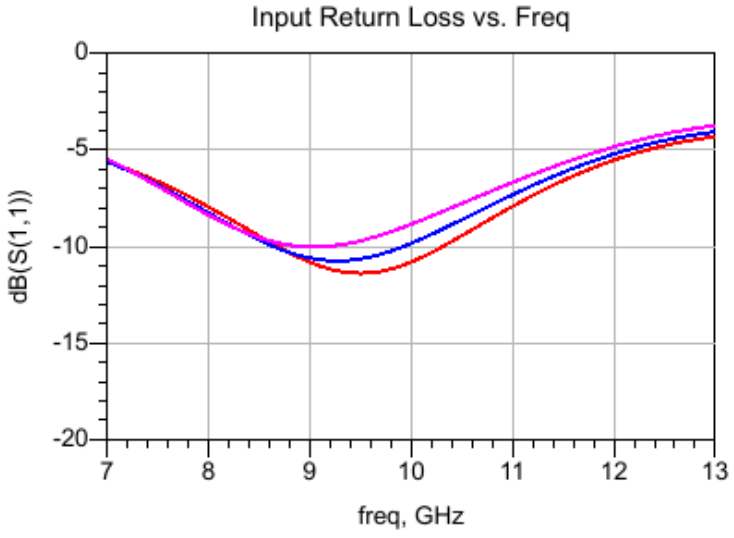


В разработке

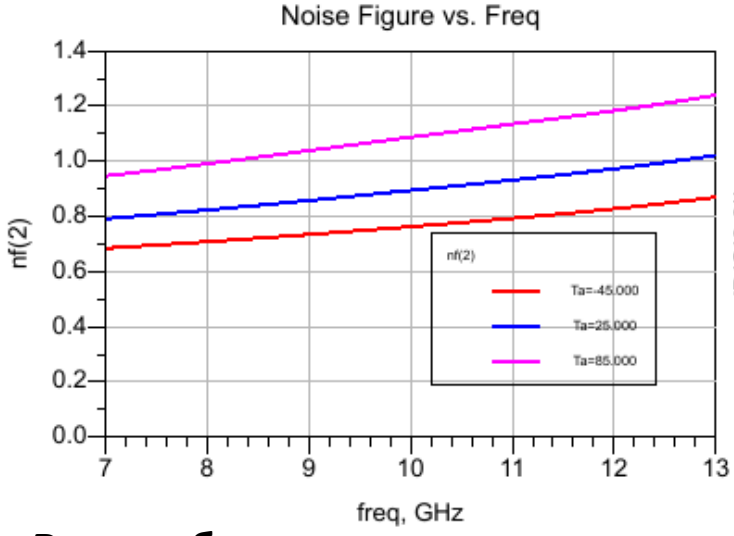
На слайде подставлены результаты моделирования

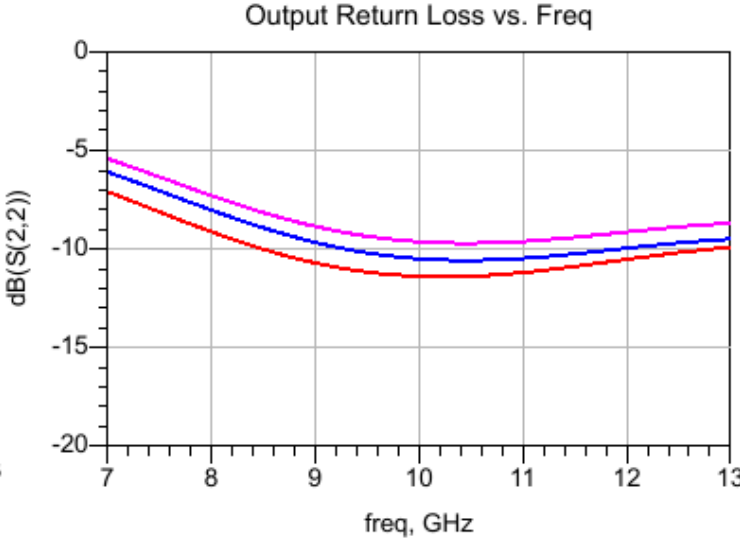
МШУ 8-12 ГГц Кш < 1дБ

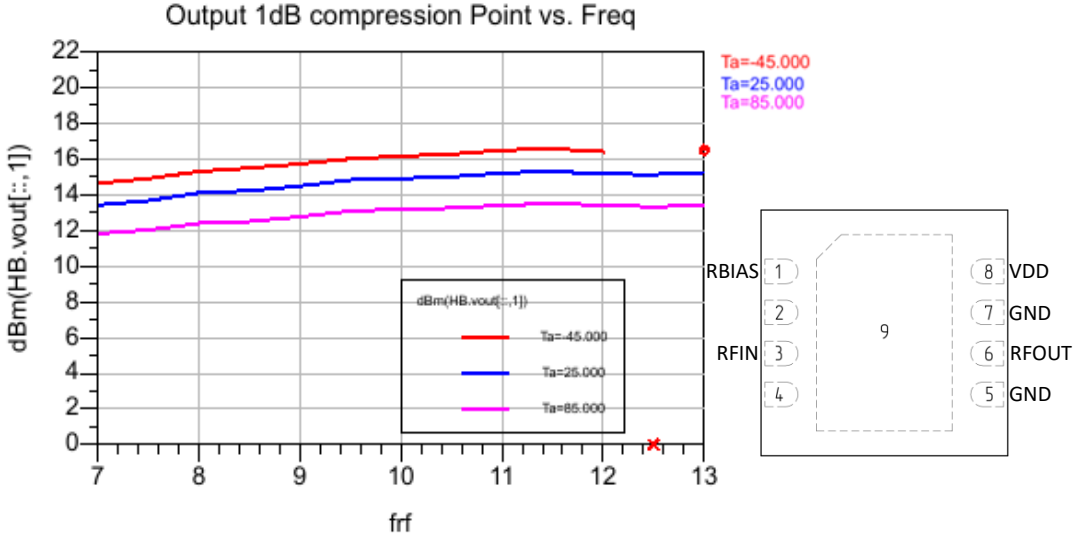




Параметры:	МШУ 8 - 12 ГГц	ADL8143
Диапазон раб. частот, ГГц	8 - 12	8 - 14
Коэффициент усиления, дБ	23 – 27	28 – 29
Коэффициент шума, дБ	0,9 – 1,1	0,9 – 1,1
Выходная мощность при компрессии коэффициента усиления на 1 дБ, дБм	14	8
Ток потребления, мА	30	35
Напряжение питания, В	3,0 – 5,0	1,5 – 3,5
Корпус	MO8-2020	DFN8







В разработке

На слайде подставлены результаты моделирования



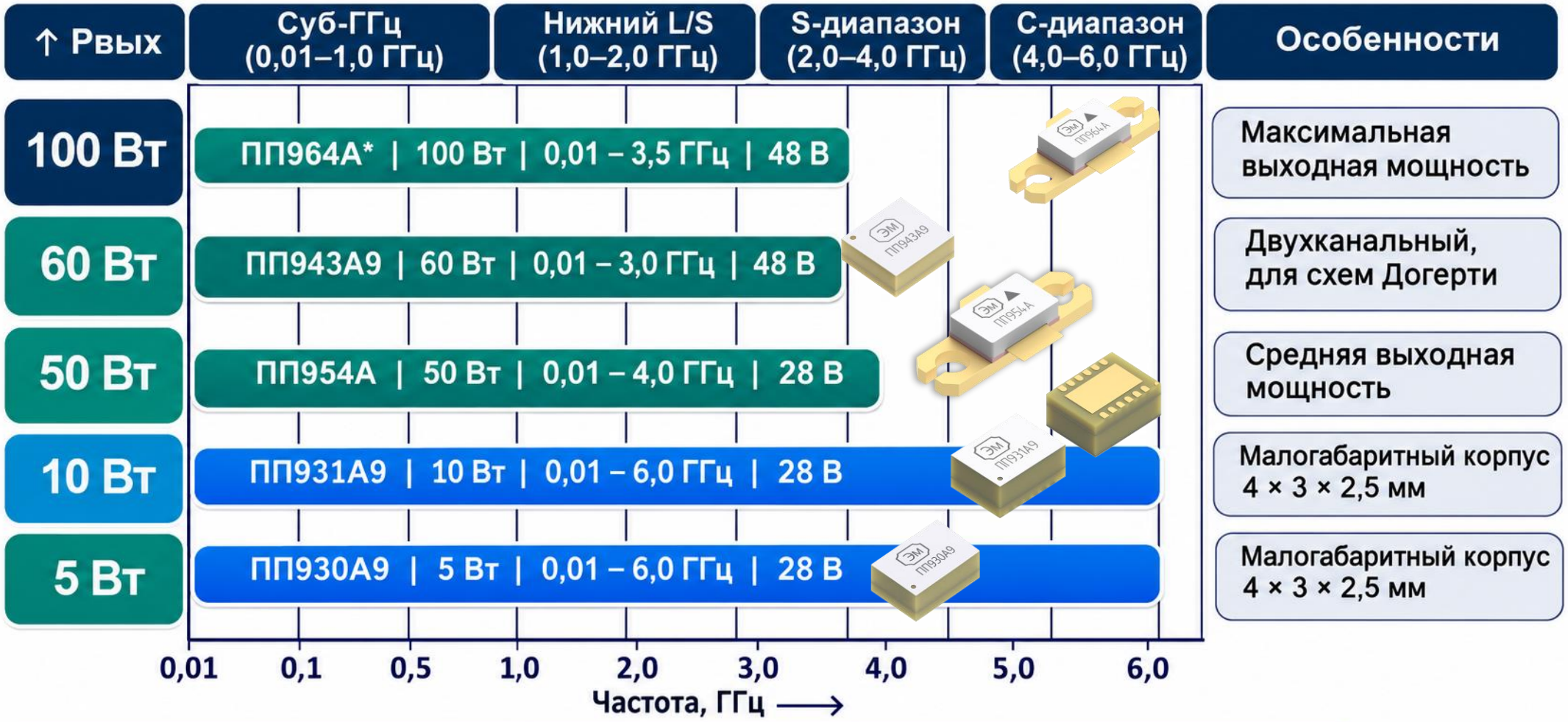
БУДЯКОВ
Пётр Сергеевич
Ведущий инженер.

bps@electron-engine.ru
+7 (916) 911-57-08

Тема доклада:

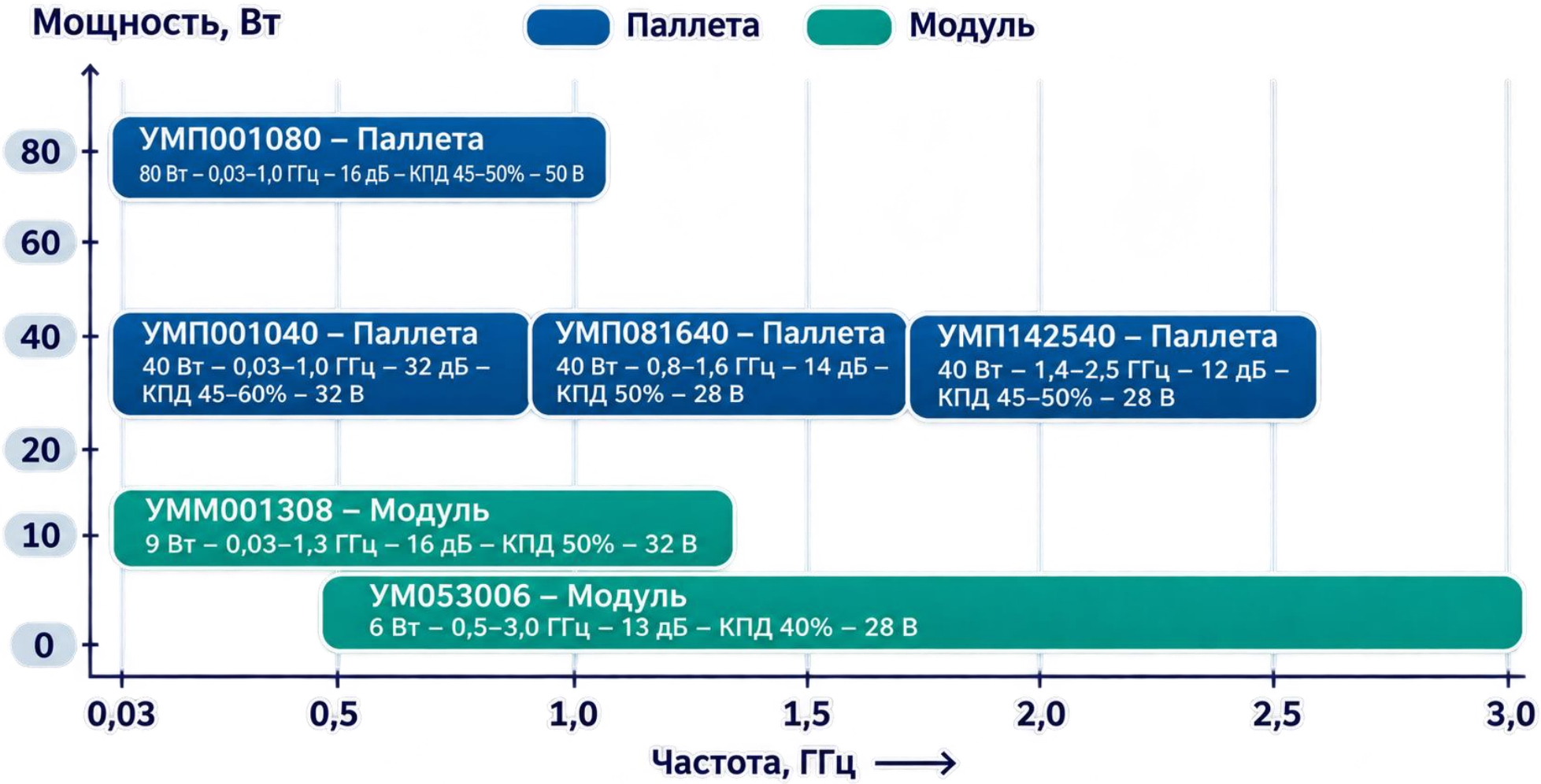
GaN-транзисторы и усилители большой мощности: типовые схемы и особенности применения в аппаратуре

Линейка GaN транзисторов



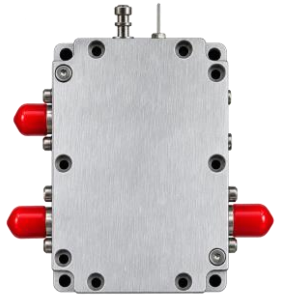
** Статус: экспериментальные образцы. Серийные поставки ПП964А ожидаются во II квартале 2027 года.*

GaN модули и паллеты





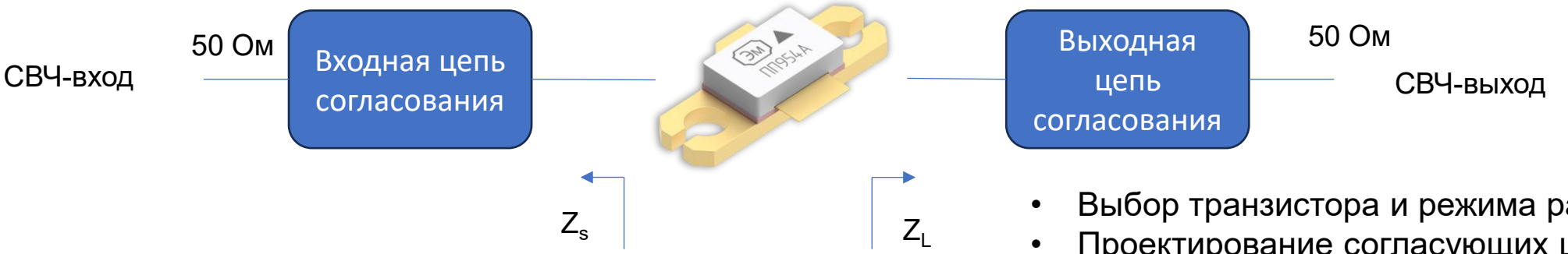
Паллета



Модуль

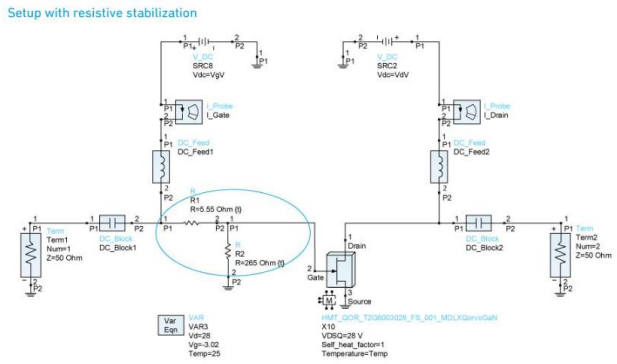
УМП001080 и УМП001040: файлы для производства (Gerber) и перечень элементов (BOM) — бесплатно по запросу

Типовая схема согласования

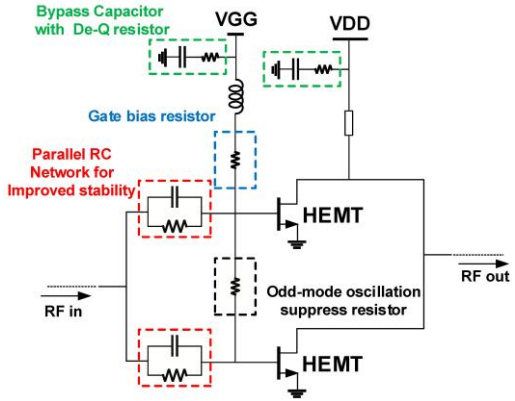


- Выбор транзистора и режима работы
- Проектирование согласующих цепей
- Обеспечение устойчивости УМ
- Моделирование и оптимизация
- Тепловое проектирование и экспериментальная проверка

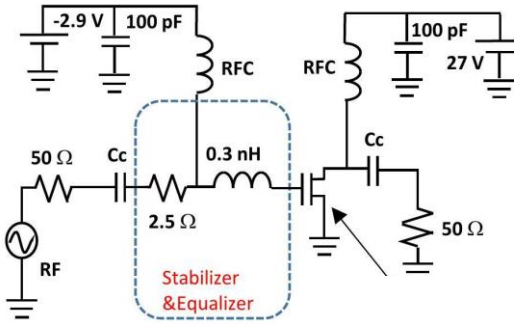
Обеспечение устойчивости



Резистивная стабилизация

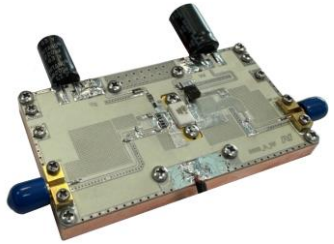


Частотно-зависимая RC/RLC-стабилизация



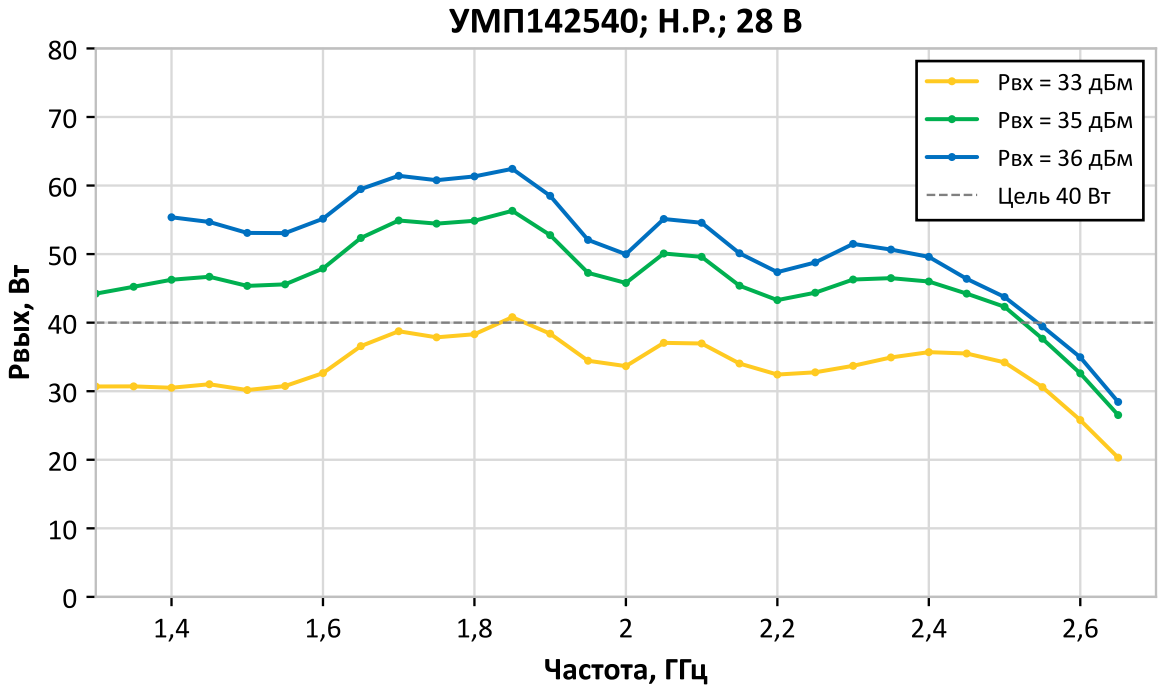
Стабилизация по цепям смещения (демпфирующие резисторы)

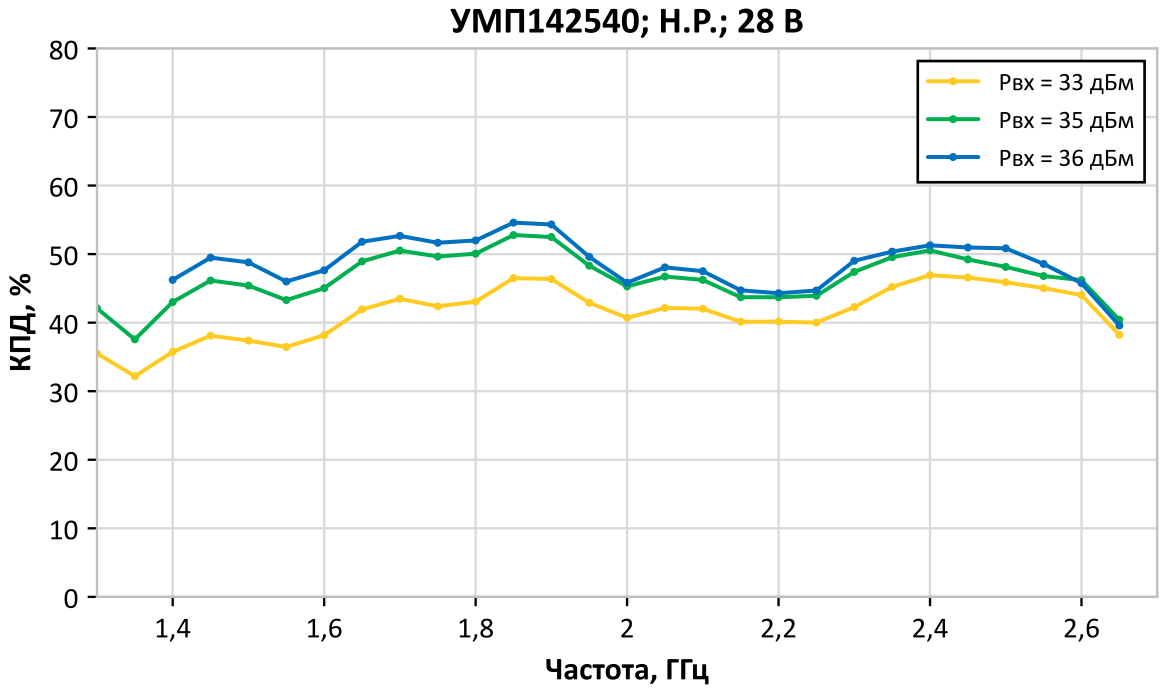
УМП142540: мощность и КПД



ПП954А • 28 В • непрерывный режим

1400–2500 МГц • 40 Вт



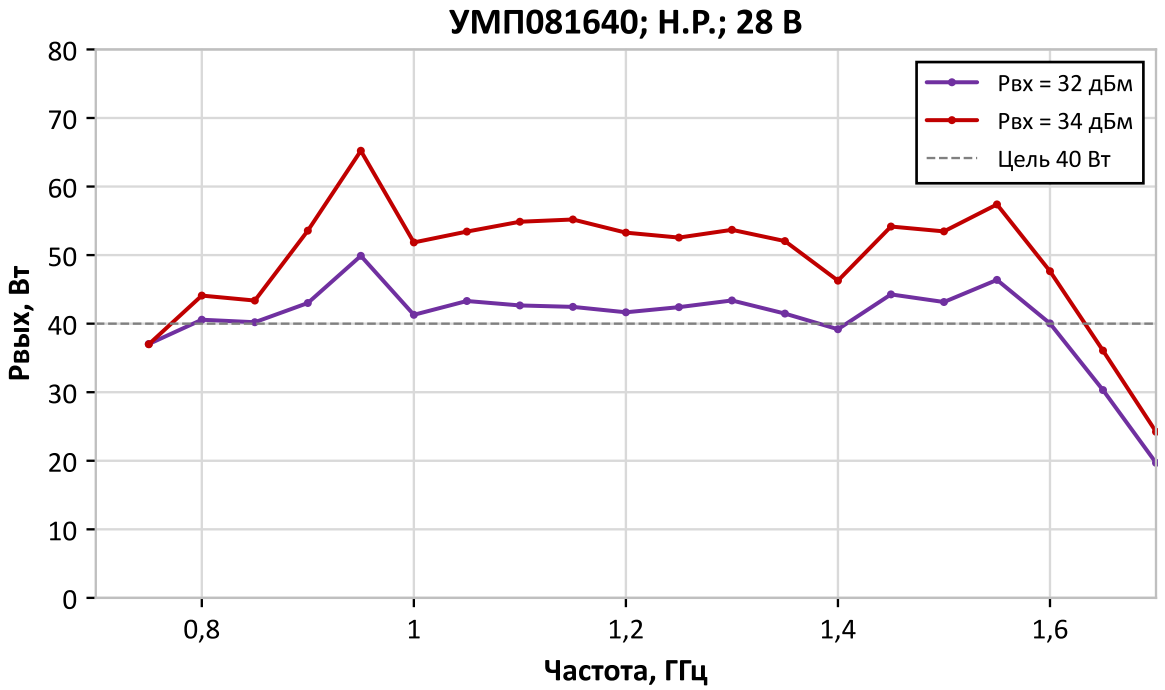


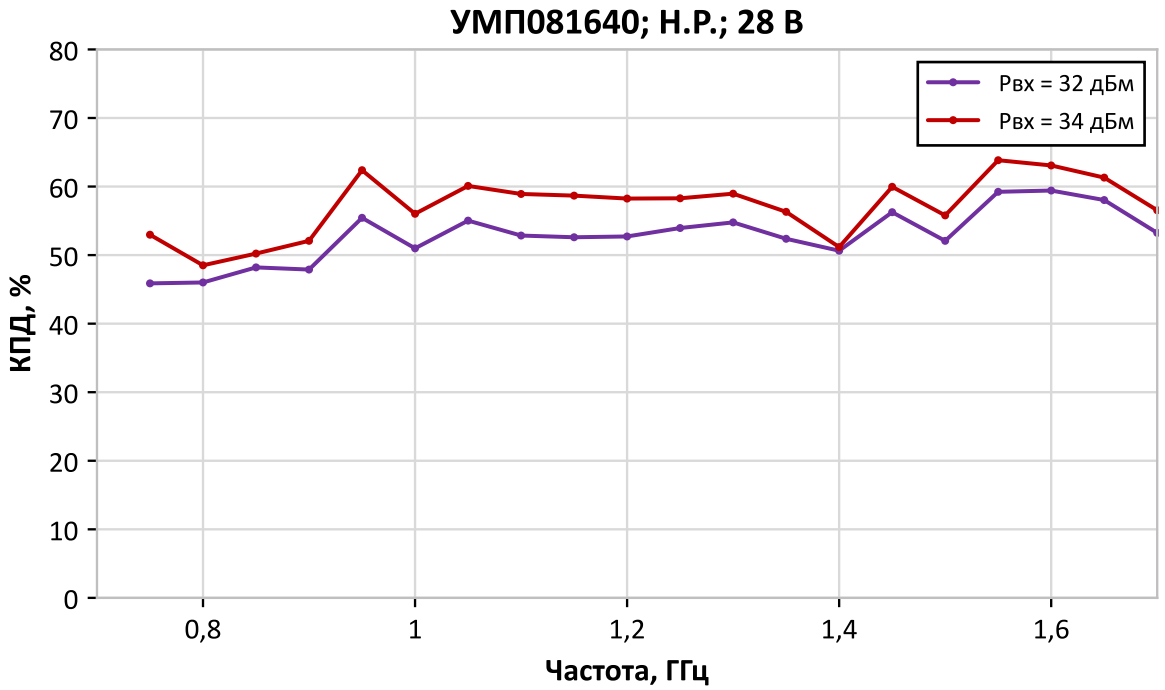
УМП081640: мощность и КПД



ПП954А • 28 В • непрерывный режим

800–1600 МГц • 40 Вт



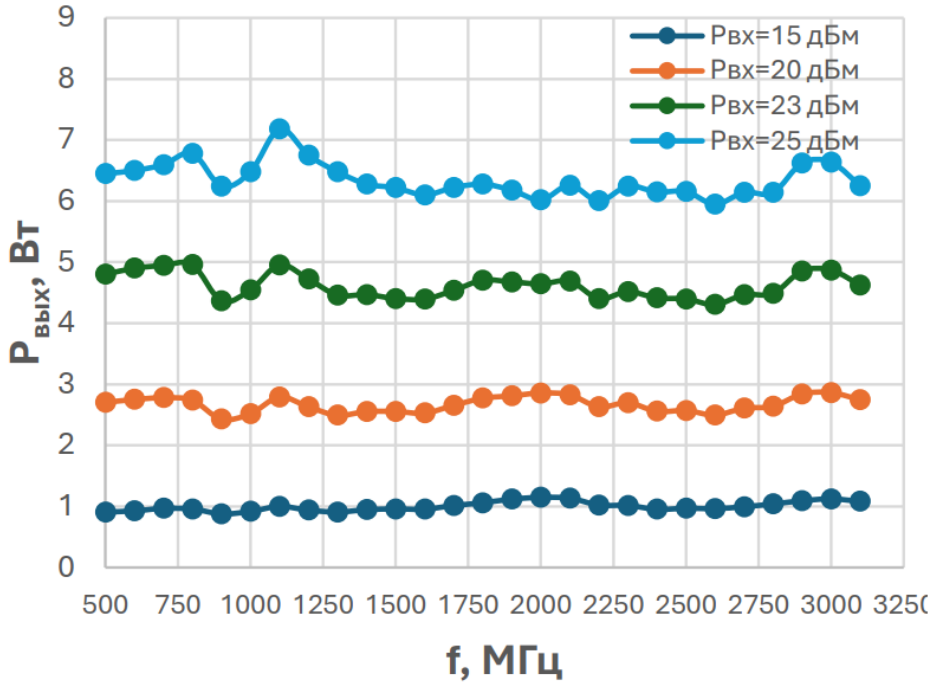


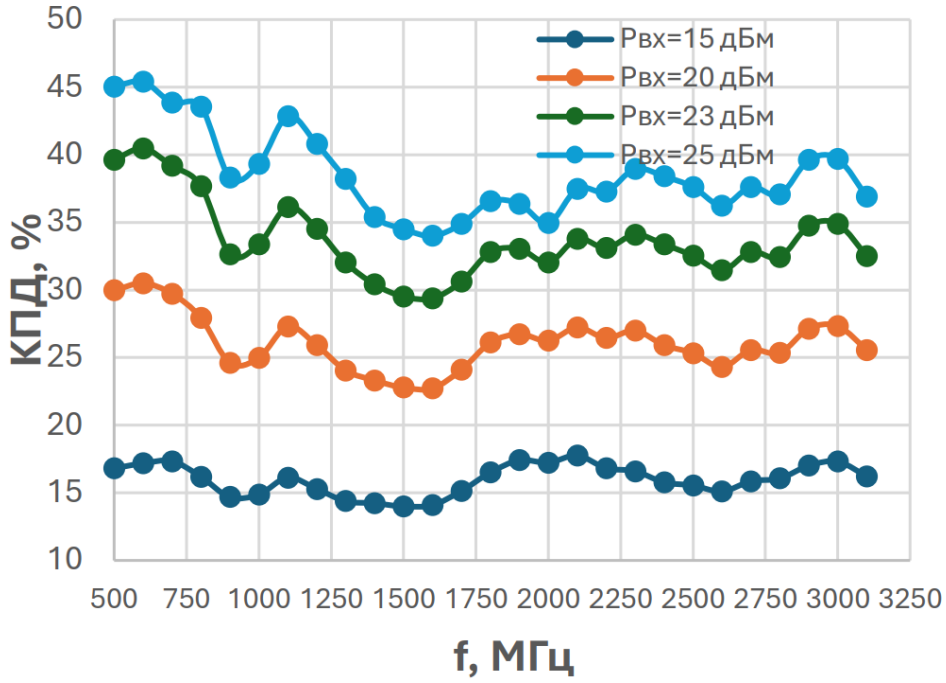
УММ053006: мощность и КПД



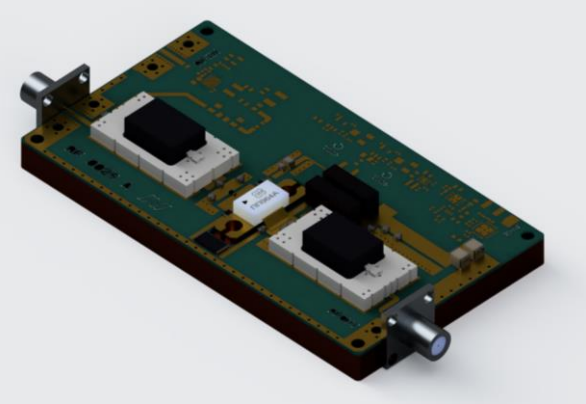
ПП931А9 • 28 В • непрерывный режим

500–3000 МГц • 6 Вт



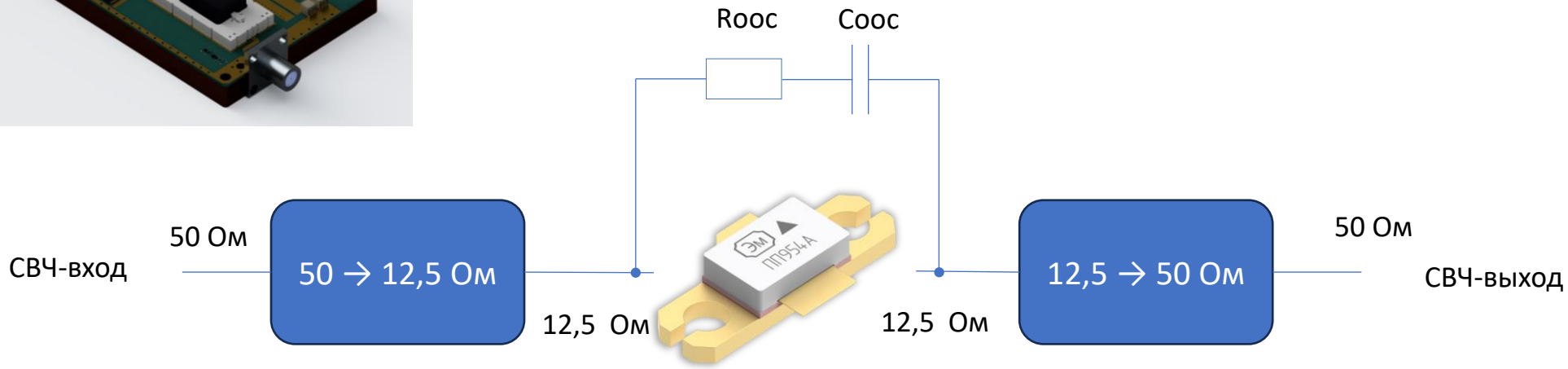


УМП001040: схема согласования



ПП954А • 32 В • непрерывный режим

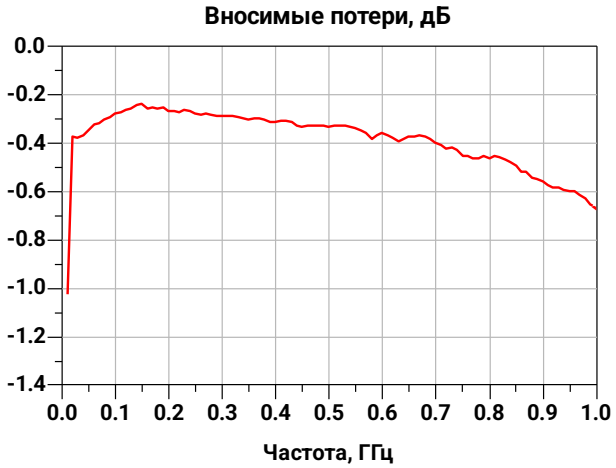
30–1000 МГц • 40 Вт • один каскад • согласование на трансформаторах импеданса

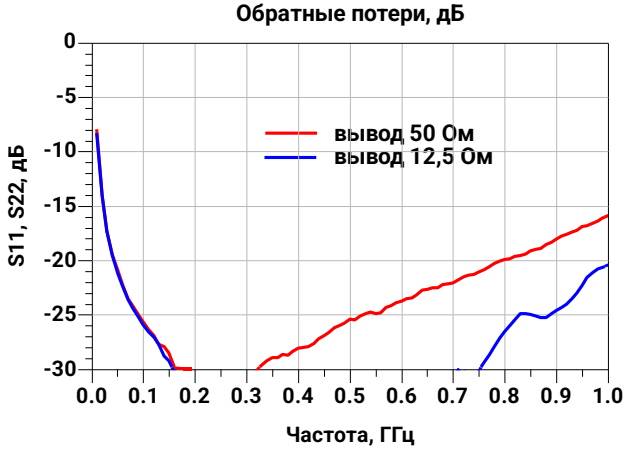


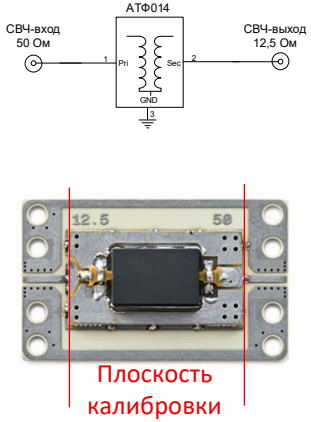
Особенности резистивной ООС

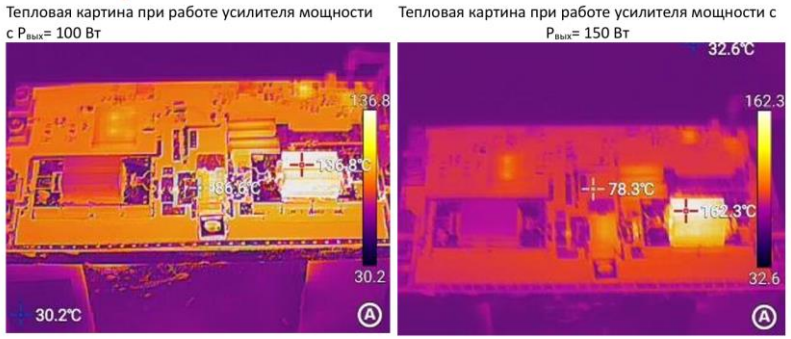
- Выравнивает АЧХ и облегчает широкополосное согласование.
- Снижает усиление и чувствительность к разбросу параметров.
- Улучшает линейность до компрессии.
- Потери в резисторе ООС снижают КПД; необходим контроль нагрева.
- На высоких частотах требуется проверка устойчивости.

Параметры используемых трансформаторов

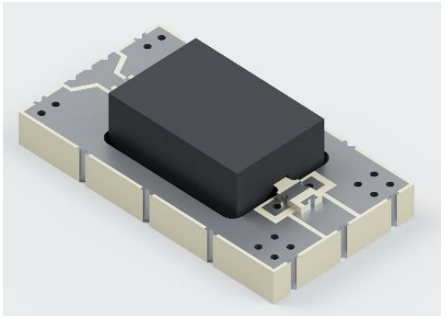




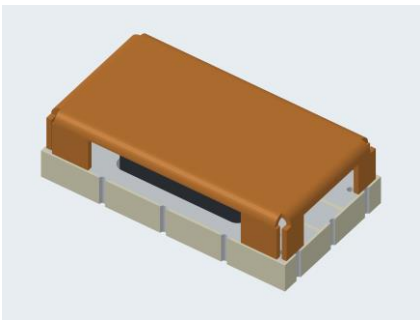




Параметр	Обозначение	Значение
Диапазон частот, ГГц	Δf	20 - 1000
Коэффициент трансформации сопротивлений	SEC/PRI	0,25
Потери преобразования	$\alpha_{пот}$	<0,7
КСВН по входу PRI	$КСВН_{PRI}$	<1,4
Максимальная входная мощность	$P_{вх.макс}$	150



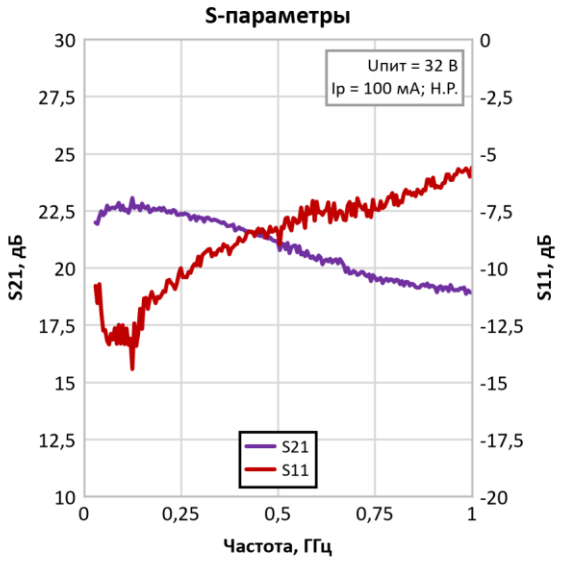
АТФ014
14,0 x 25,4 x 7,0 мм

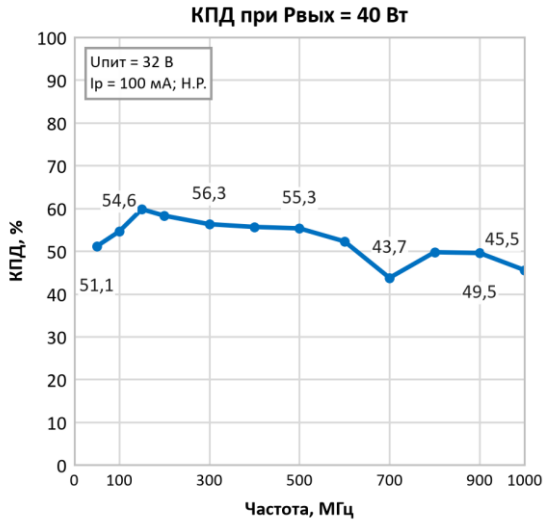


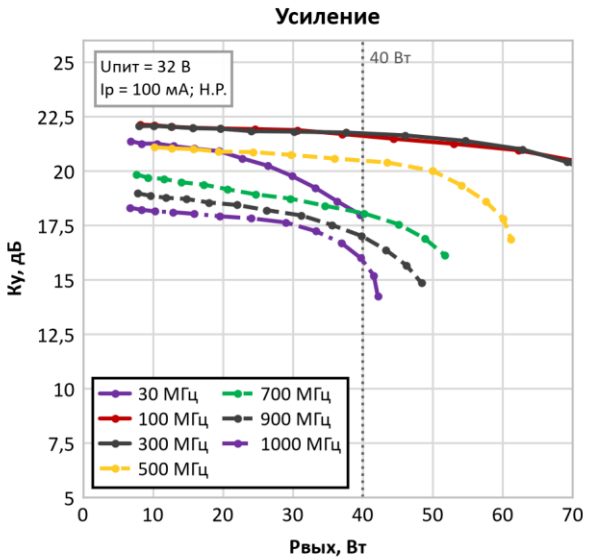
АТФ014 (версия со встроенным теплоотводом)
14,0 x 25,4 x 7,6 мм

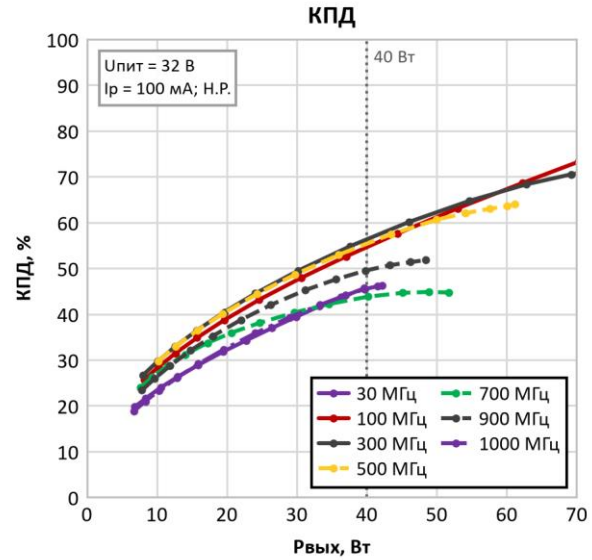
*Представлены результаты данных полученных от производителя АТФ014 компании ООО «ГИТ», info@ampcore.ru

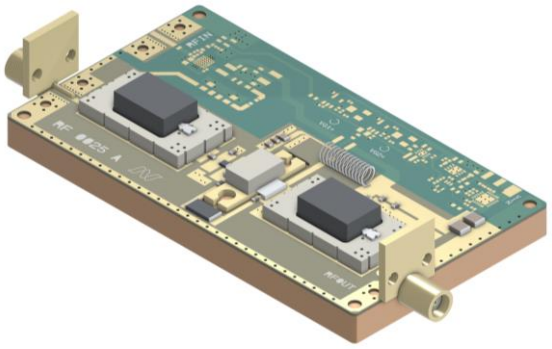
УМП001040: мощность и КПД (однокаскадный)



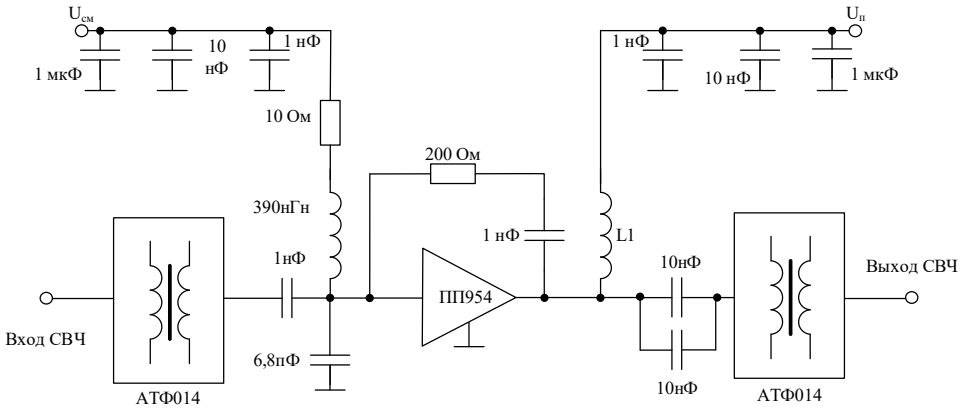




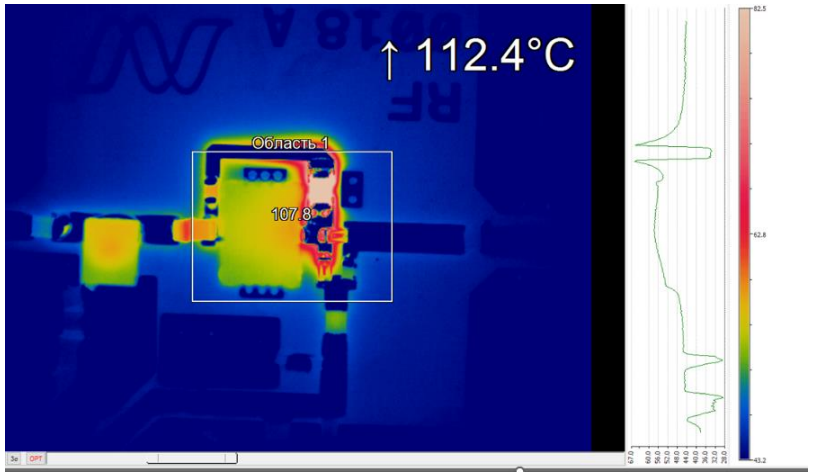




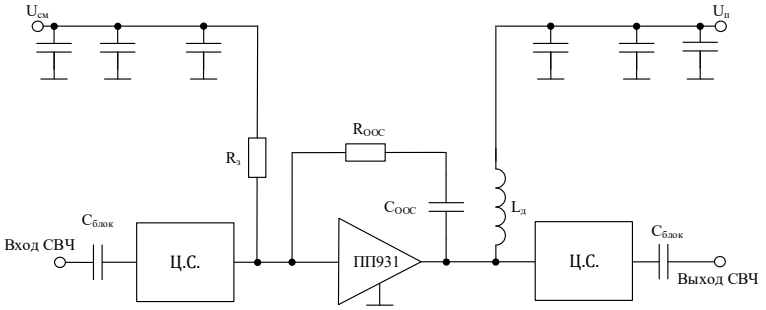
Однокаскадный образец, ПП954А



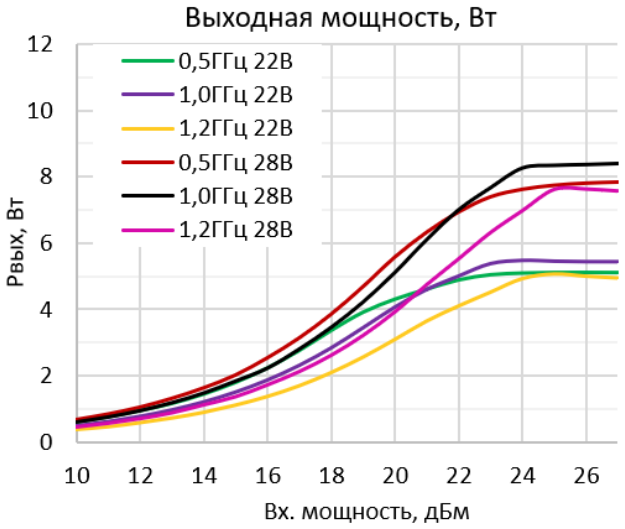
УММ001308: драйвер

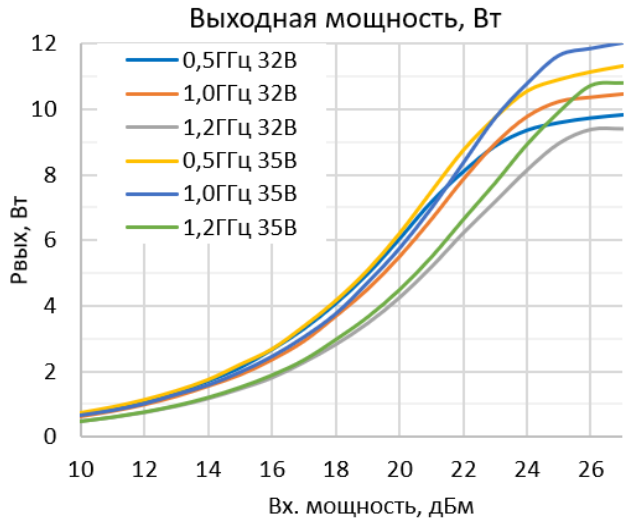


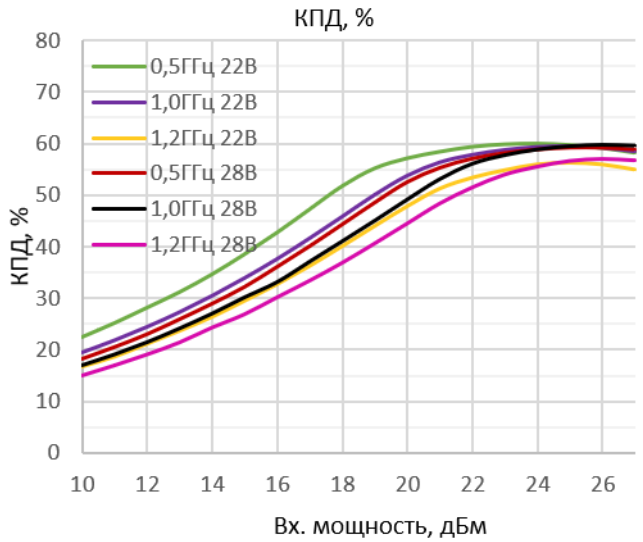
Тепловая картина при работе усилителя мощности в динамическом режиме:
$U_{пит}$ = 28В, $f_{вх}$=1 ГГц, $P_{вх}$=20 дБм, $P_{вых}$= 5 Вт, $I_{пит}$ = 400 мА)

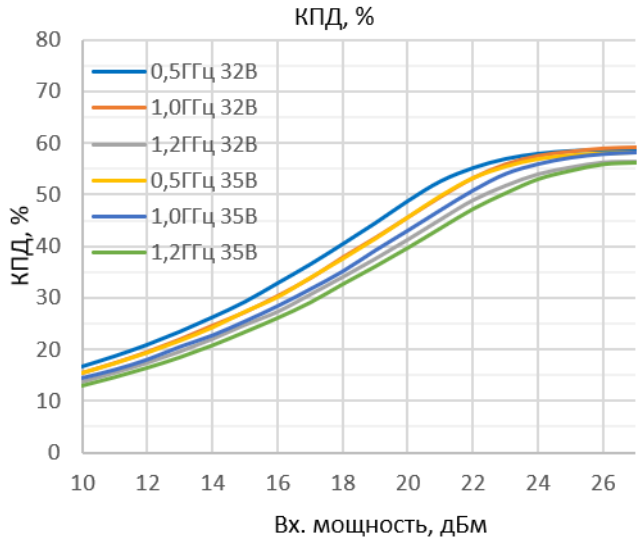


Однокаскадный образец, ПП931А

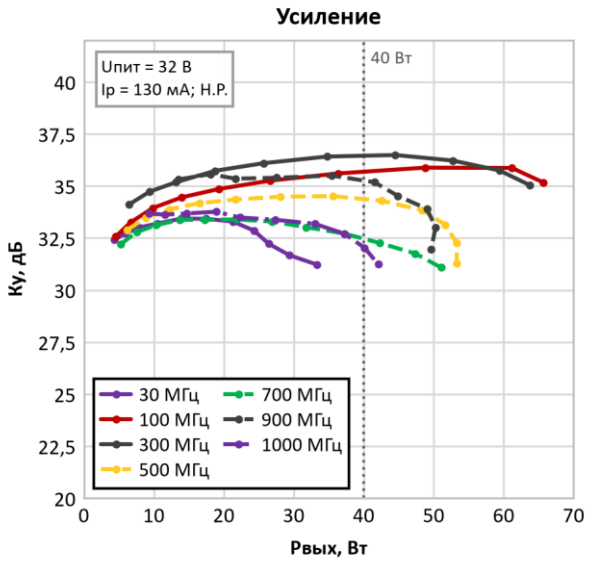


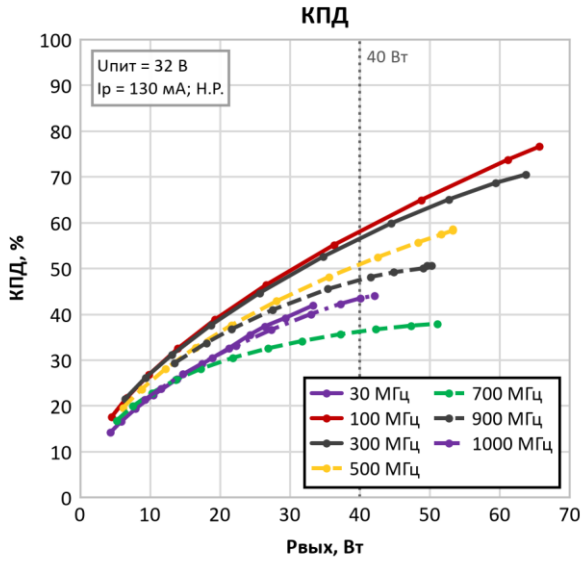


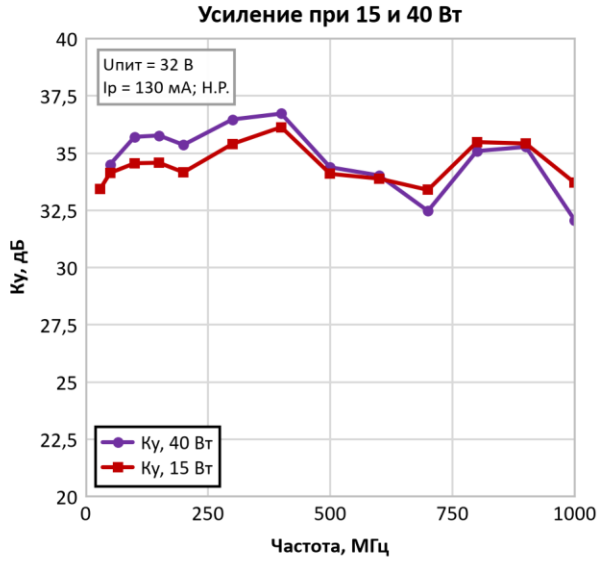


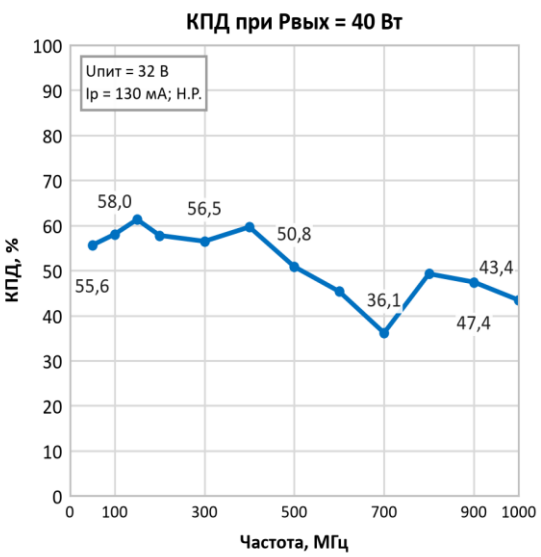


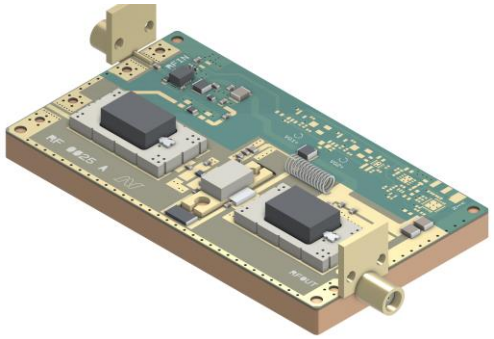
УМП001040: мощность и КПД (двухкаскадный)

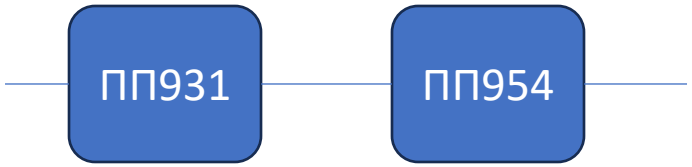






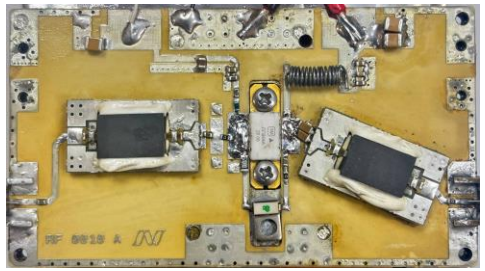






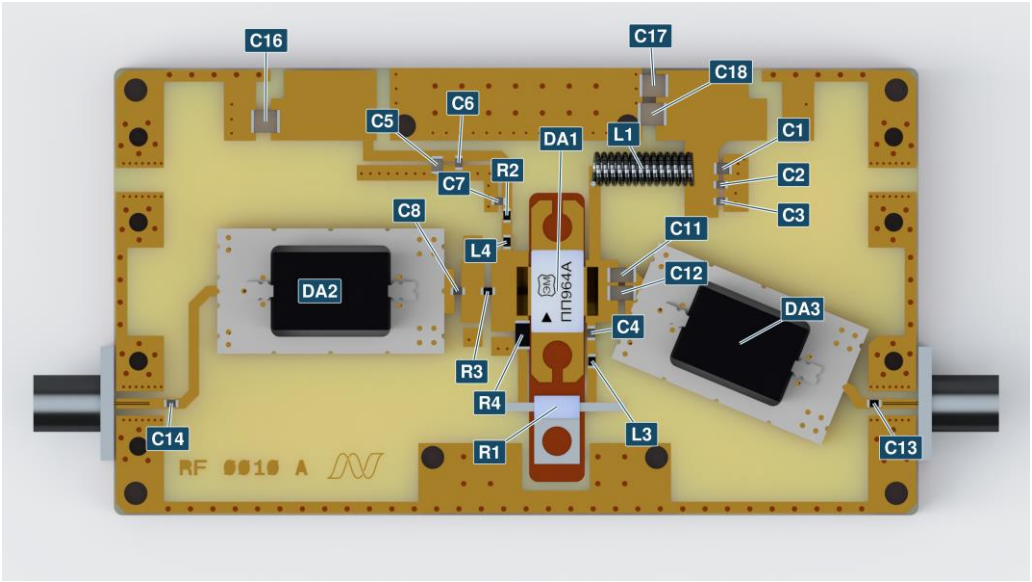
Двухкаскадный образец, ПП954А

УМП001080: схема согласования



ПП964А • 50 В • непрерывный режим

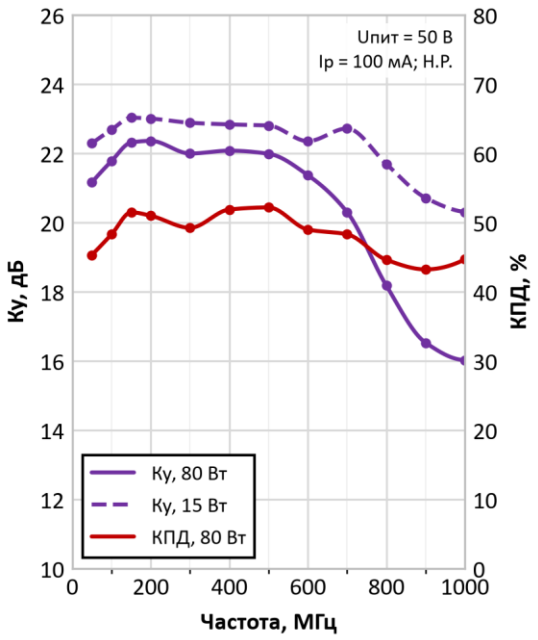
30–1000 МГц • 80 Вт • один каскад • согласование на трансформаторах импеданса

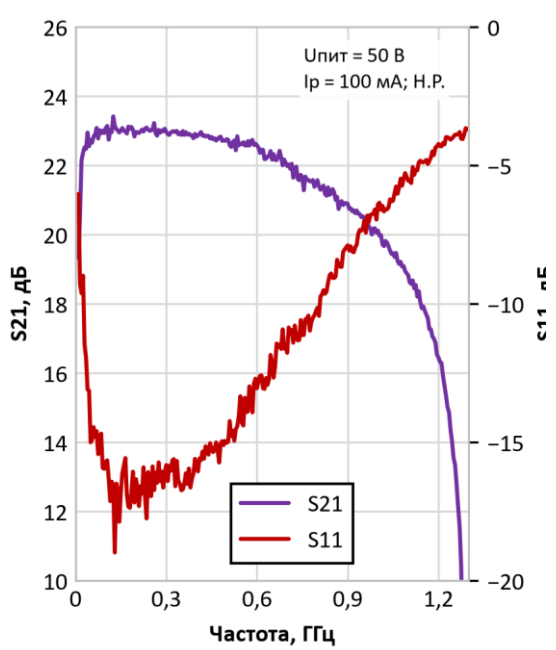


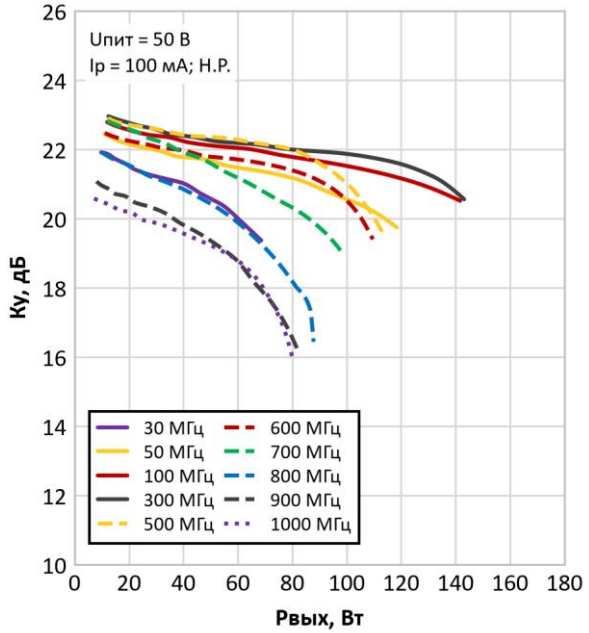
Обозначения / количество	Наименование и номинал
DA1 / 1 шт.	ПП964А, ООО ИПК «Электрон-Маш»
DA2, DA3 / 2 шт.	АТФ014, ООО «ГИТ»
R1 / 1 шт.	FR10300N0200J; 200 Ом, 20 Вт
L1 / 1 шт.	Воздушная катушка, 14 витков, 4 × 12 мм; 120 нГн
C6, C2 / 2 шт.	GRM188R72A103KA01; 10 нФ
C5, C1 / 2 шт.	GRM21BC72A105KE01L; 1 мкФ
C16, C17, C18 / 3 шт.	GRM32EC72A106KE05L; 10 мкФ
C11, C12 / 2 шт.	GRM319R72A104KA01D; 100 нФ
C3, C14, C8, C7, C4 / 5 шт.	GRM1885C2A102JA01; 1000 пФ
R2 / 1 шт.	CRCW0603; 10 Ом
R4 / 1 шт.	CRCW1206; 20 Ом
C13, R3, L3 / 3 шт.	CRCW0603; 0 Ом
L4 / 1 шт.	LQW18AN; 390 нГн
RFIN, RFOUT / 2 шт.	SMA 4-hole flange mount

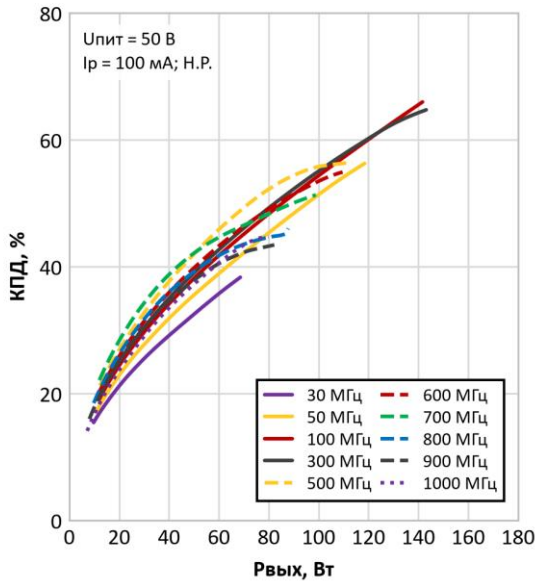
Однокаскадный образец, ПП964А

УМП001080: мощность и КПД



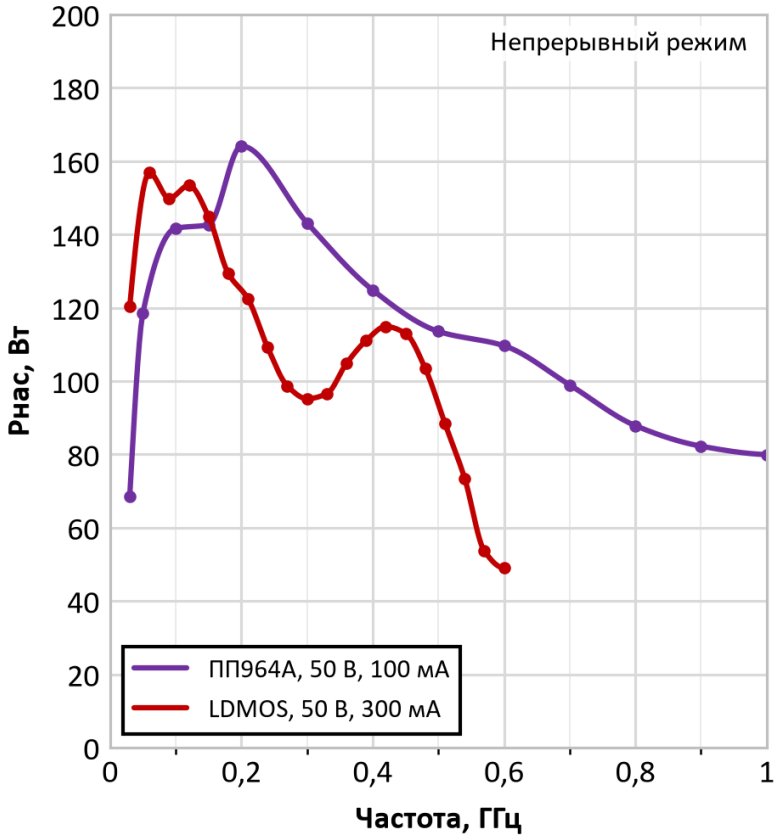


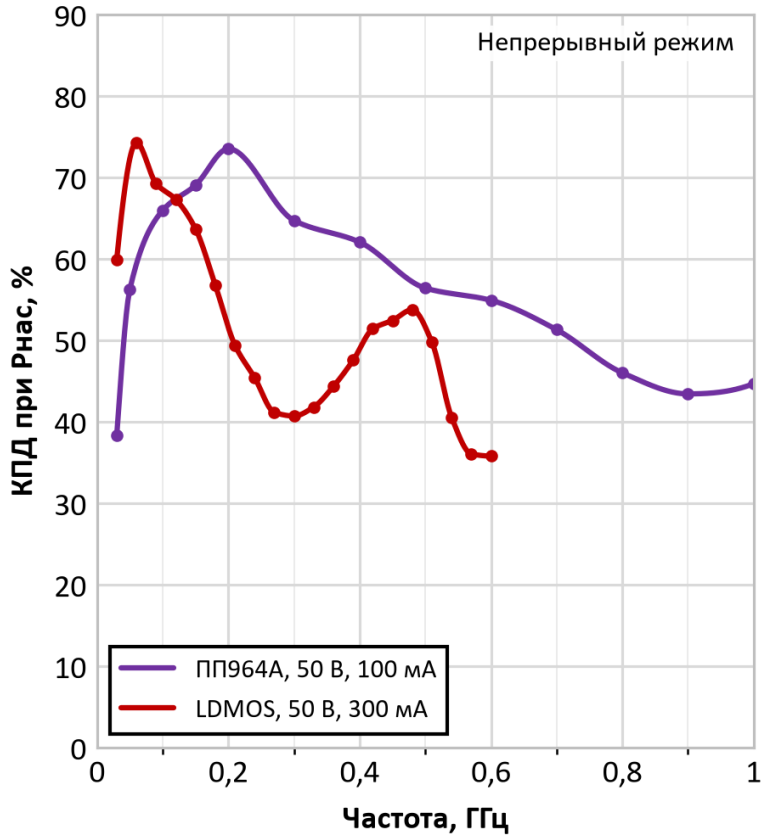




Uпит = 50 В; Iр = 100 мА; непрерывный режим; температура основания около 60 ° С.

GaN и LDMOS: результаты сравнения





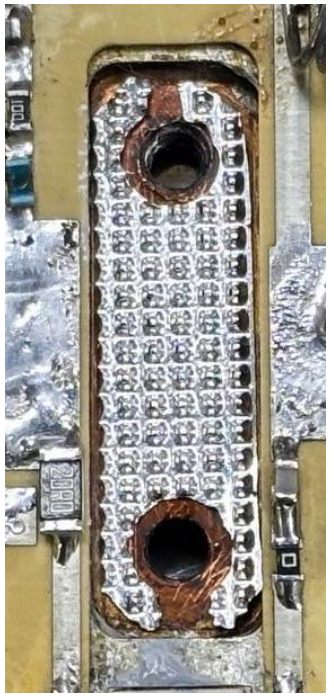
Рекомендации по использованию

Применение термоинтерфейсов (ТИ)

1. **Выберите ТИ:** индий — для плоских гладких поверхностей; индий с микрорельефом — для компенсации микронеровностей; гарфит — для распределения тепла и повторного прижима.
2. **Подготовьте поверхности:** очистите фланец и радиатор изопропиловым спиртом и безворсовой салфеткой, дайте высохнуть. Удалите частицы и заусенцы.
3. **Снятие:** извлеките ТИ пинцетом за край, не повреждая материал и микрорельеф. Работайте в перчатках.
4. **Установите ТИ и компонент:** совместите контуры и отверстия; опускайте компонент вертикально, без перекоса и смещения прокладки.
5. **Обеспечьте равномерный прижим:** затягивайте винты поочерёдно, в несколько проходов, динамометрической отвёрткой. Момент — по требованиям к корпусу и крепежу.
6. **Проверьте тепловой режим:** после выхода на рабочую мощность проконтролируйте температуру фланца и радиатора.

По руководству ThermoRF минимальное давление: ИНД/ИНД-П — около 0,28 МПа; ГРФ — около 0,69 МПа. Учитывайте допустимую нагрузку на корпус.*

*https://thermorf.ru/tpost/s7flrv2j51-rukovodstvo-po-primeneniyu





РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ТЕРМОИНТЕРФЕЙСЫ

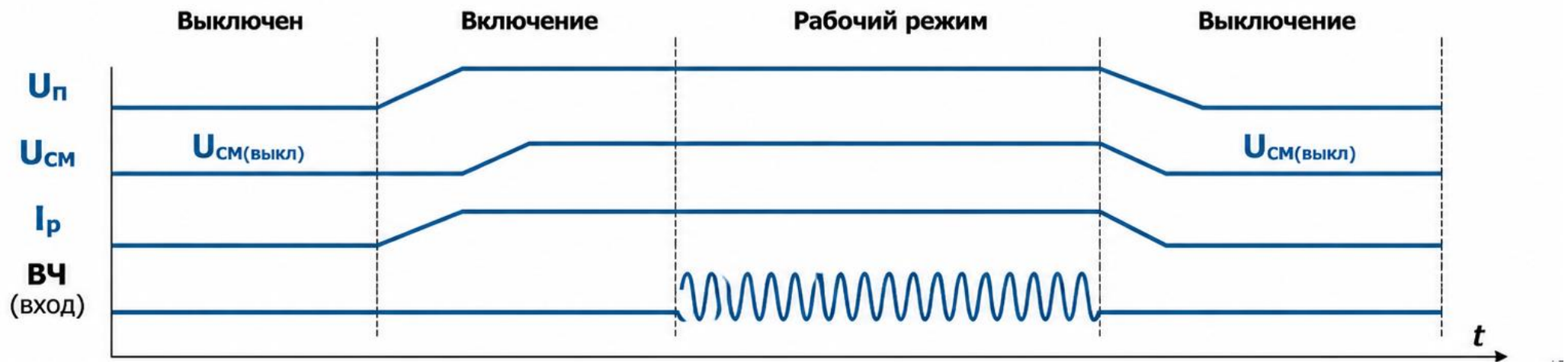
Номер вывода	Обозначение	Функциональное назначение	
ТИ-0620/ИНД-100	Индий, 100 мкм	Для ровных поверхностей	
ТИ-0620/ИНД-100-П	Индий, 100 мкм, микрорельеф	Для неровных, шероховатых поверхностей	
ТИ-0620/ГРФ-70	Графит, 70 мкм.	Универсальный, многократный монтаж	
Полный каталог термоинтерфейсов на сайте - https://thermorf.ru			

Рекомендации по использованию

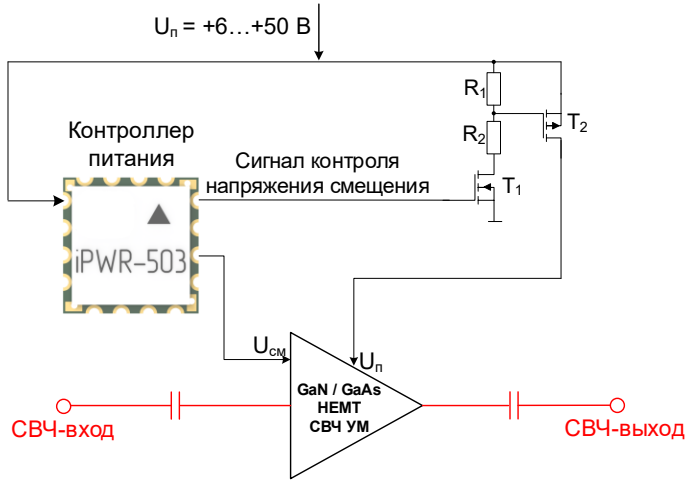
Последовательность включения / выключения GaN HEMT

1	Подключить теплоотвод и ВЧ-нагрузку; входной сигнал отключить.
2	Установить ограничения токов $I_р$ и тока затвора $I_{СМ}$ по документации прибора.
3	Подать на затвор отрицательное напряжение смещения $U_{СМ(выкл)}$.
4	Подать питание цепи стока $U_п$; плавно изменять напряжение смещения затвора, установить заданный режимный ток $I_р$.
5	Установить рабочий предел тока $I_р$ и подать ВЧ-сигнал.

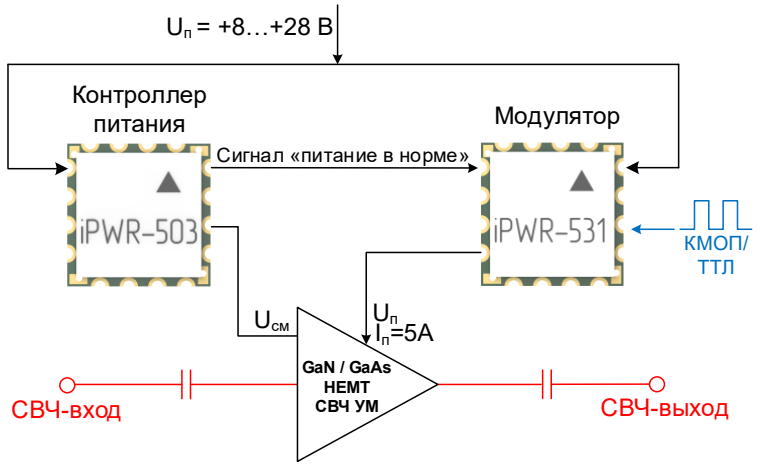
Выключение: снять ВЧ-сигнал → отключить ток $I_р$ (снять $U_п$) → дождаться разряда конденсаторов → отключить смещение $U_{СМ}$.



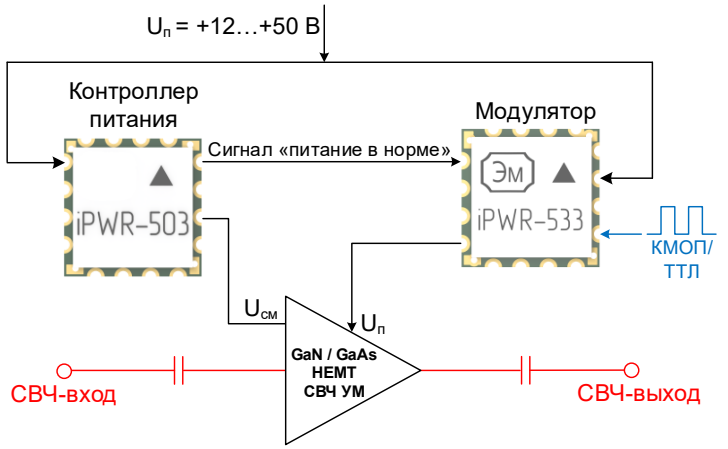
Рекомендации по использованию с модулями iPWR



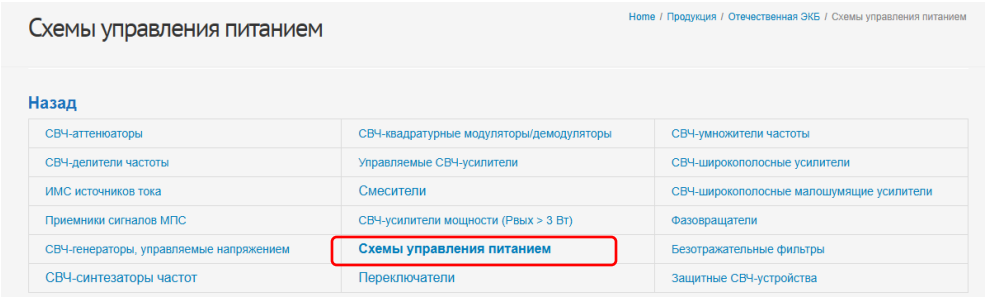
непрерывный режим

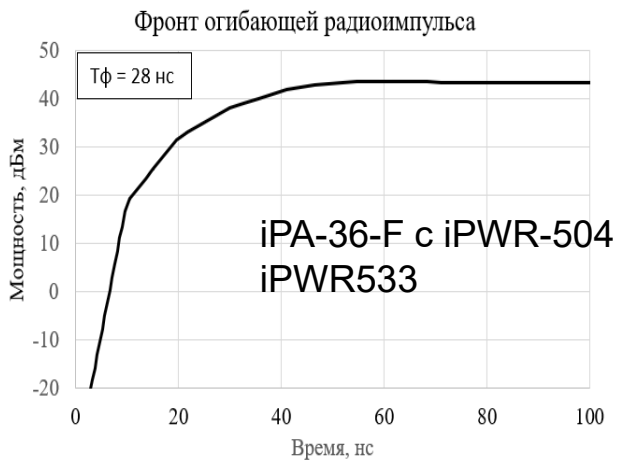


импульсный режим

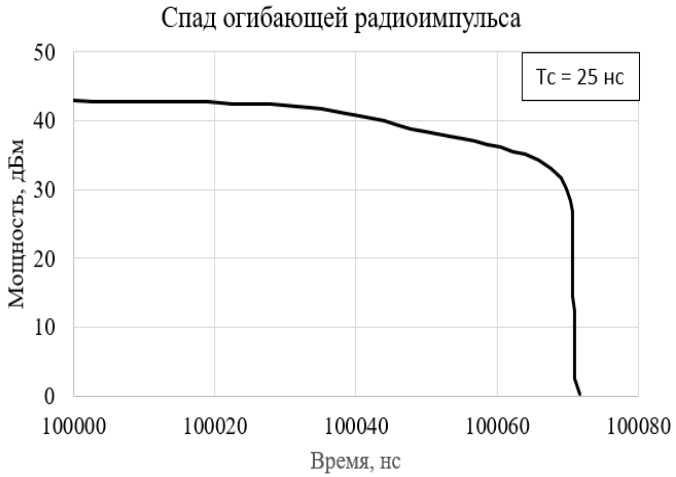


непрерывный/импульсный режим





iPA-36-F с iPWR-504 и iPWR533



ЭКБ систем питания GaN СВЧ-усилителей мощности / Е. Савченко, А. Мартынов, А. Першин, М. Селиванов // Электроника: Наука, технология, бизнес. – 2025. – № 4(245). – С. 44-48. – DOI 10.22184/1992-4178.2025.245.4.44.48. – EDN CGLQKG.

ЭЛЕКТРОН-МАШ

Ответы на вопросы

ЭЛЕКТРОН-МАШ

Главная страница
electron-engine.ru

Каталог продукции



ГАРАНОВИЧ
Дмитрий Игоревич
Руководитель продуктового направления ООО «СВЧ КИТ».

info@svch-kit.ru
+7 (999) 992-83-45



КУЗЬМИН
Антон Дмитриевич
Руководитель продуктового направления.

kad@electron-engine.ru
+7 (916) 412-23-07



НУГАЕВ
Арсен Тагирович
Руководитель продуктового направления.

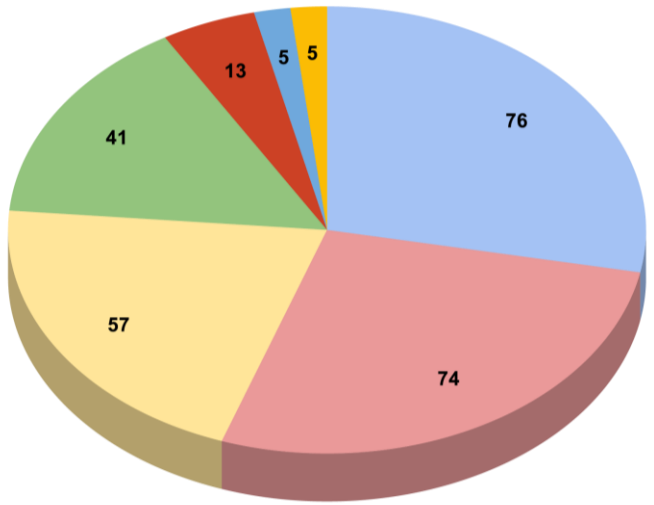
low_power_amp@electron-engine.ru
+7 (916) 412-15-19



БУДЯКОВ
Пётр Сергеевич
Ведущий инженер.

bps@electron-engine.ru
+7 (916) 911-57-08





- Преобразователи сигналов
- СВЧ-усилители
- Корпуса для ЭКБ СВЧ
- ГУН и СЧ
- Измерительная аппаратура и остнастка
- GaN-транзисторы
- Схемы управления питанием

- Открытый план развития.
- Широкая номенклатура.
- Функциональная группировка.
- Учёт потребностей заказчиков.

Приглашаем на мероприятия с нашим участием!

Состоялось

ЛЕКЦИЯ — Г. Санкт-Петербург

ИТМО Без проводов

Школа «Высокочастотная техника беспроводных технологий»

12 - 16 октября 2026 г.

Состоялось

КОНФЕРЕНЦИЯ — Г. Москва

ГСЧС 2026
Научно-техническая конференция
Генерация и Синтез Частот и Сигналов

«Генерация и Синтез частот и Сигналов (ГСЧС-2026)»

14 - 15 октября 2026 г.

Состоялось

ВЕБИНАР — Онлайн

ЭЛЕКТРОН-МАШ

АКРП
Консорциум дизайн-центров

«Электрон-Маш: номенклатура продукции, план новинок, партнёрские решения и форматы сотрудничества»

22 октября 2026 г.

Запланировано

ВЕБИНАР — Онлайн

ЭКСПОНЕНТА
ЦЕНТР ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МОДЕЛИРОВАНИЯ

СВЧ КИТ

«От модели к макету аналогового тракта РТС»

18 ноября 2026 г.

Запланировано

СЕМИНАР — Г. Москва

МИКРОВОЛНОВЫЕ СИСТЕМЫ

«Актуальные вопросы разработки и применения СВЧ-компонентов и приборов на основе технологии нитрида галлия»

19 - 20 ноября 2026 г.

Запланировано

ВЫСТАВКА — Г. Москва

EXPO ELECTRONICA

ExpoElectronica 2027

13 - 15 апреля 2027 г.

Запланировано

ФОРУМ — Г. Москва

апрель 2027 г.

По обращению

Встреча — Г. Москва

ЭЛЕКТРОН-МАШ

Приглашаем в гости
- измерения
- демонстрация
- обсуждение сотрудничества

По согласованию!