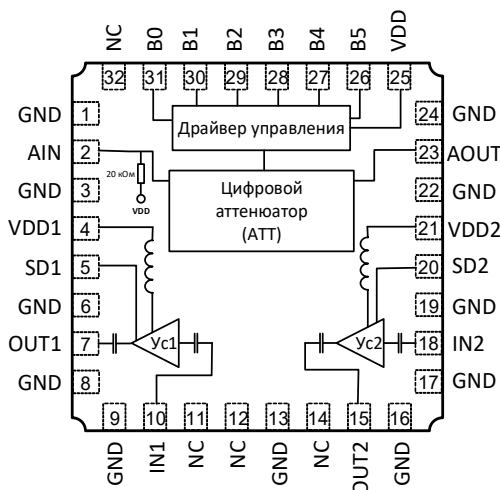


Усилитель с регулируемым коэффициентом усиления и цифровым управлением

от 0,3 до 6,0 ГГц

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА



Этап жизненного цикла: экспериментальный образец.

Аналоги: ADL5243, HMC625, HMC626.

ПРИМЕНЕНИЕ

- Схемы регулировки коэффициента усиления
- Схемы температурной компенсации
- Беспроводная связь
- Радиолокация
- Измерительное оборудование
- Телекоммуникация

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

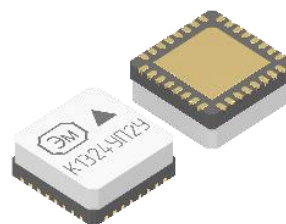
- 3 варианта включения: только аттенюатор (АТТ), усилитель 1 + аттенюатор (Ус1+АТТ), аттенюатор + усилитель 2 (АТТ+Ус2);
- Диапазон входных частот 0,3 – 6,0 ГГц;
- Цифровой аттенюатор со встроенными драйверами с параллельным интерфейсом и широкополосным усилителем;
- Низкая неравномерность АЧХ усилителя;
- Низкий уровень битовой и пошаговой ошибки АТТ;
- Разрядность аттенюатора 6 бит с шагом 0,5 дБ;
- Высокая линейность аттенюатора более 27 дБм (Рвх0,1дБ);
- Положительное напряжение питания 4,75 – 5,25 В.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

K1324УП2У – СВЧ МИС усилитель с 6-разрядным цифровым управлением с диапазоном частот 0,3 – 6,0 ГГц. Управление коэффициентом передачи усилителя осуществляется цифровыми сигналами с 5 В КМОП или 3,3 В ТТЛ (в устройстве используется управляющий драйвер).

Для работы усилителя требуется однополярное напряжение питания +5 В. МИС согласована по входу и выходу с линией с волновым сопротивлением 50 Ом. Усилитель имеет встроенные разделительные конденсаторы и тройник питания. По выводам питания/управления и входу/выходу усилителя предусмотрены цепи защиты от воздействия электростатического разряда.

СВЧ МИС изготавливается с использованием арсенид-галлиевого технологического процесса; поставляется в герметичном 32-выводном керамикополимерном корпусе с габаритными размерами 5,0 × 5,0 × 2,1 мм³ (K1324УП2У).



ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ!

Одновременное включение Ус1 и Ус2 запрещено.

УСИЛИТЕЛЬ 1/ УСИЛИТЕЛЬ 2

- Коэффициент усиления 16 дБ;
- Коэффициент шума 2,5 дБ;
- Выходная точка компрессии 1дБ 17 дБм;
- Встроенный вывод отключения твкл/выкл <100 нс.

Усилитель с регулируемым коэффициентом усиления и цифровым управлением

от 0,3 до 6,0 ГГц

Электрические параметры при $t_{окр} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $VDD = 5\text{ В}$, $P_{вх} = -20\text{ дБм}$				
Параметр, единица измерения	Режим	Мин.	Тип.	Макс.
Общие параметры				
Диапазон рабочих частот, ГГц		0,3		6,0
Цифровой аттенюатор (АТТ)				
Начальное ослабление, дБ	0,3 – 3,0 ГГц 3,0 – 6,0 ГГц		2,0 3,0	
Количество разрядов управления, бит			6	
Максимальное регулируемое ослабление, дБ			31,5	
Битовая ошибка, дБ	Все состояния относительно начального состояния		0,2	
Пошаговая ошибка, дБ	Между любыми последовательными состояниями		0,25	
Обратные потери, дБ	Выходы АIN и АOUT		20	
Входная точка компрессии 0,1 дБ, дБм	1,0 – 6,0 ГГц 0,3 – 1,0 ГГц		31 28	
Входная точка пересечения третьего порядка, дБм	$P_{вых} = 5\text{ дБм/тон}$, $\Delta f = 1\text{ МГц}$ 1,0 – 6,0 ГГц 0,3 – 1,0 ГГц		НД НД	
Усилитель 1 / Усилитель 2				
Коэффициент усиления, дБ	$T_A = -60...+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ $VDD1/VDD2 = 4,75...5,25\text{ В}$		16	
Коэффициент шума, дБ			2,5	
Обратные потери по входу, дБ			10	8
Обратные потери по выходу, дБ			10	8
Выходная точка компрессии 1 дБ			17	
Вход отключения [SD]				
$U_{вх.нч}$, В			0	0,8
$U_{вх.вх}$, В		2,5	5	
Входной ток низкого уровня, мкА			20	
Входной ток высокого уровня, мкА			270	
Выходная точка пересечения третьего порядка, дБм	$P_{вых} = 1\text{ дБм/тон}$, $\Delta f = 1\text{ МГц}$		НД	
Переходные процессы	$P_{вх} = 0\text{ дБм}$, $f_{вх} = 1\text{ ГГц}$			
Время выключения, нс	50 % TTL / уровень минус 20 дБ от $P_{вых}$ во включенном состоянии.		85	
Время включения, нс	50 % TTL / уровень минус 0,5 дБ от $P_{вых}$.		95	
Коэффициент мощности утечки соседнего канала без предуслаждений, ACPR, дБн	LTE test model 1.1, 5 МГц $PAR = 9,6\text{ дБ}$ $CCDF = 0,01\%$ $P_{вых.ср.} = 7\text{ дБм}$		46	

Усилитель с регулируемым коэффициентом усиления и цифровым управлением

от 0,3 до 6,0 ГГц

Параметр, единица измерения	Режим	Мин.	Тип.	Макс.
Входы управления В0 – В5				
Напряжение низкого уровня, В		0		0,8
Напряжение высокого уровня, В		2,5		5
Входной ток по выводу SD низкого уровня, мА				0,1
Входной ток по выводу SD высокого уровня, мА				0,6
Питание				
Напряжение питания, В		+4,75	+5	+5,25
Ток потребления, мА	Ус (SD <0,8 В)		80	
	Ус (SD > 2,5 В)		10	
	АТТ		5	

Предельный режим работы			
Параметр	Значение/Диапазон	Параметр	Значение/Диапазон
Входная мощность на входе АIN, дБм	28	Рассеиваемая мощность АТТ, мВт	700
Входная мощность на входе IN1, IN2, дБм	16	Рассеиваемая мощность Ус1/Ус2, мВт	500
Диапазон рабочих температур, °С	-60...+125		

Прим. Одновременное включение Ус1 и Ус2 запрещено.

Таблица истинности основных состояний аттенюатора

В0	В1	В2	В3	В4	В5	Нормированный коэффициент передачи, дБ
0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	-0,5
0	1	0	0	0	0	-1
0	0	1	0	0	0	-2
0	0	0	1	0	0	-4
0	0	0	0	1	0	-8
0	0	0	0	0	1	-16
1	1	1	1	1	1	-31,5

Усилитель с регулируемым коэффициентом усиления и
цифровым управлением

от 0,3 до 6,0 ГГц

СОДЕРЖАНИЕ

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА	1
ПРИМЕНЕНИЕ	1
КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ	1
ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ	1
УСИЛИТЕЛЬ 1/ УСИЛИТЕЛЬ 2	1
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ	2
ПРЕДЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ	3
ТИПОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ $U_{c1}+ATT$	5
ТИПОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ $ATT+U_{c2}$	6
ТИПОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЦИФРОВОГО АТТЕНЮАТОРА	8
ТИПОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ U_{c1}/U_{c2}	9
ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ ВЫВОДОВ В КОРПУСЕ	12
ТИПОВАЯ СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ №1	13
ТИПОВАЯ СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ №2	14
ТИПОВАЯ СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ №3	15
ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЕЖ КОРПУСА	16
ПЛОЩАДКА ДЛЯ МОНТАЖА КОРПУСА	16
ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА	17
ДЕМОНСТРАЦИОННАЯ ПЛАТА	18
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ	19
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПАЙКЕ	19
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МОНТАЖУ КРИСТАЛЛОВ	19

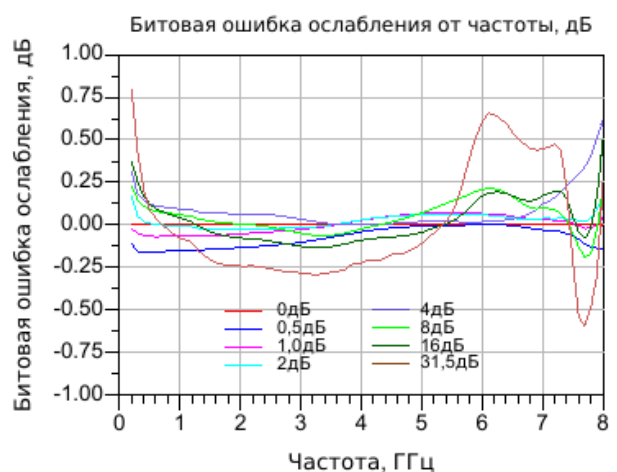
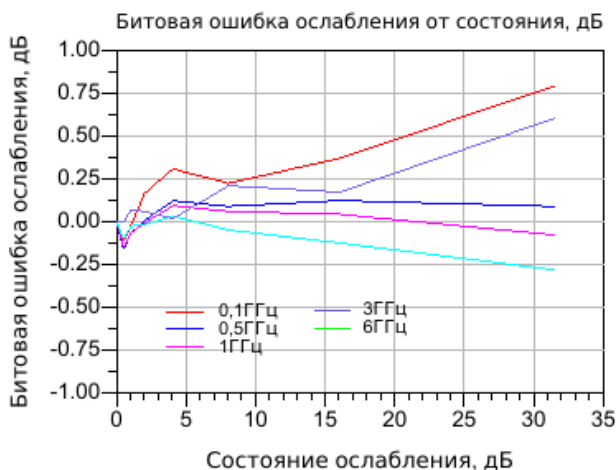
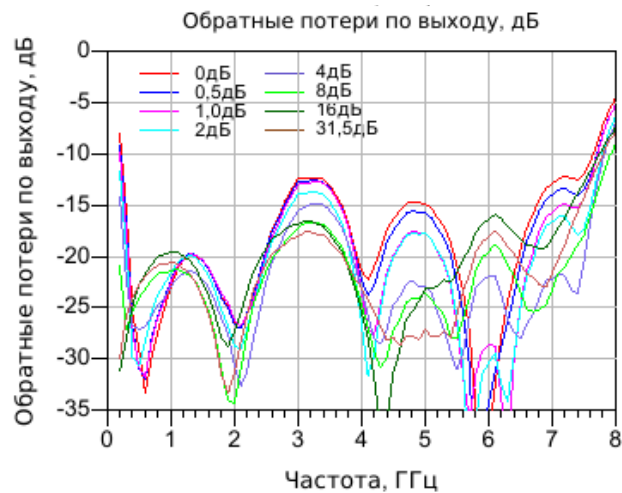
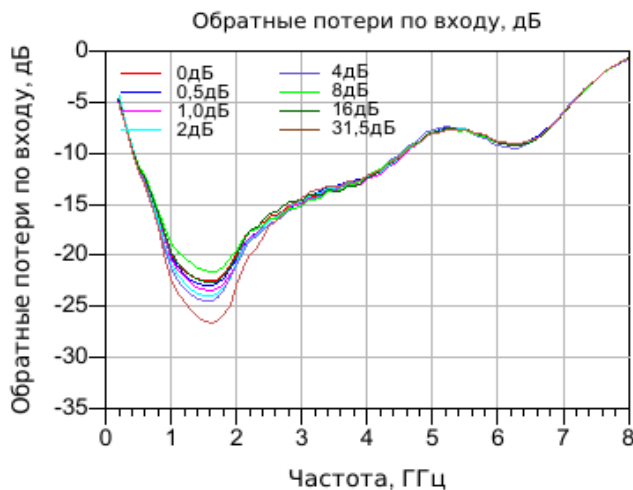
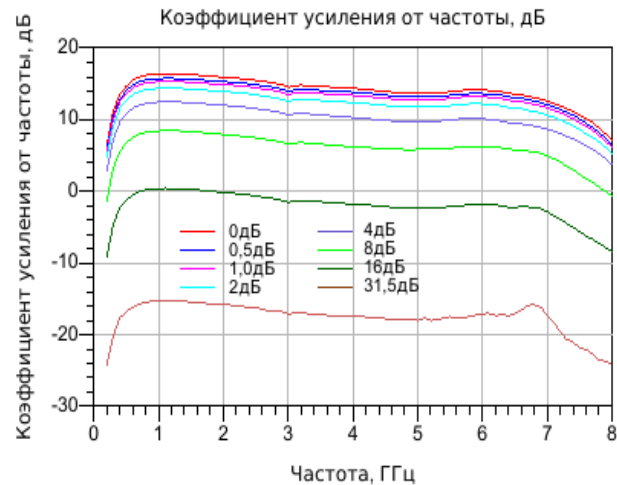
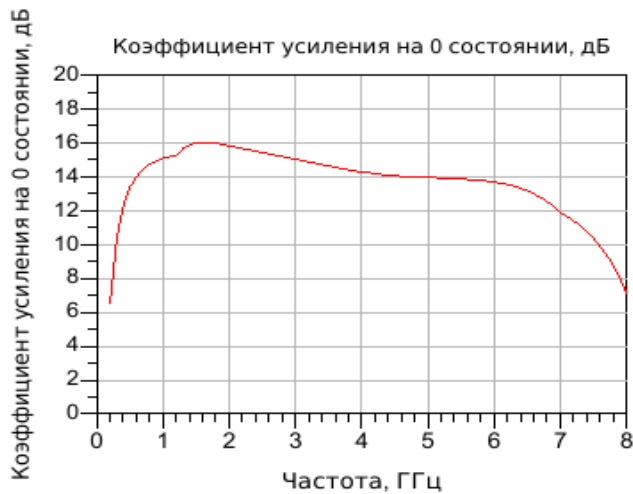
ИСТОРИЯ ИЗМЕНЕНИЙ

2026.09 – Вер. 0.0: Первоначальная версия

Усилитель с регулируемым коэффициентом усиления и
цифровым управлением

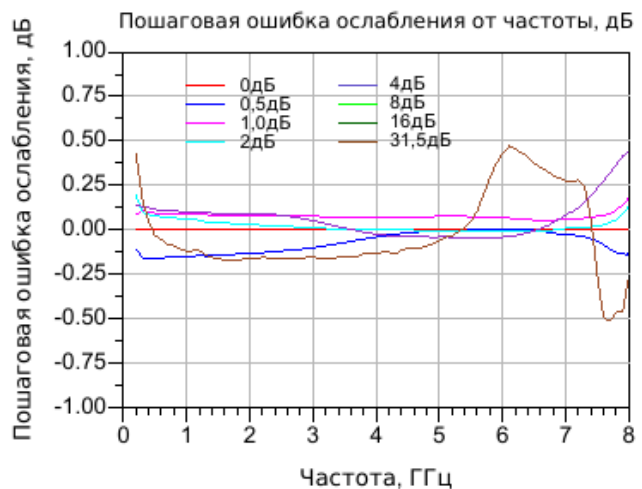
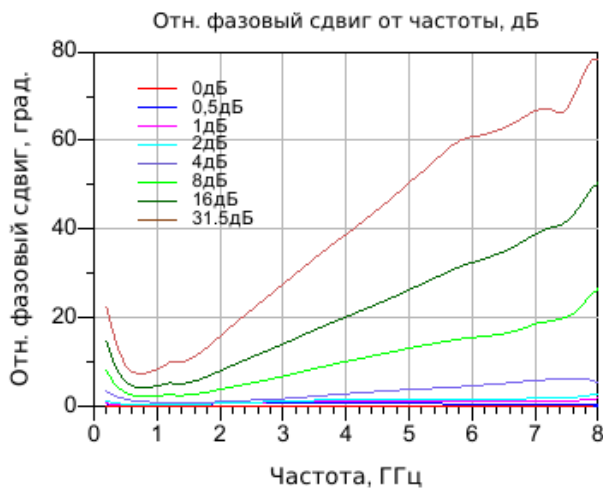
от 0,3 до 6,0 ГГц

ТИПОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ Ус1+АТТ ($V_{DD} = 5\text{ В}$, $V_{DD1} = 5\text{ В}$, $T_A = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, если не указано иного)

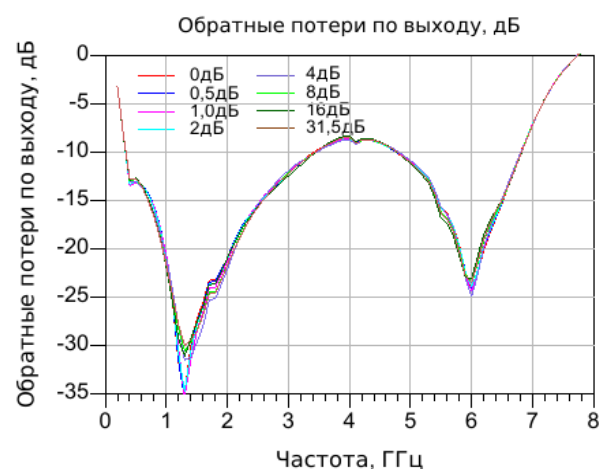
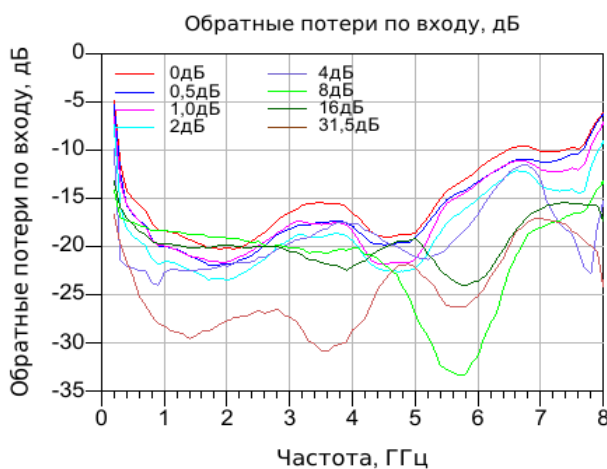
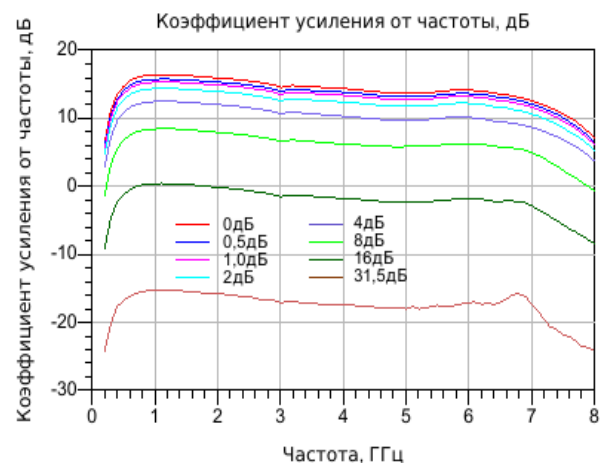


Усилитель с регулируемым коэффициентом усиления и
цифровым управлением

от 0,3 до 6,0 ГГц

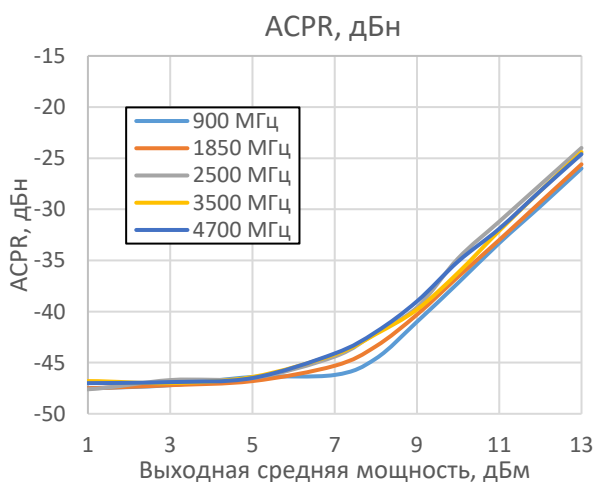
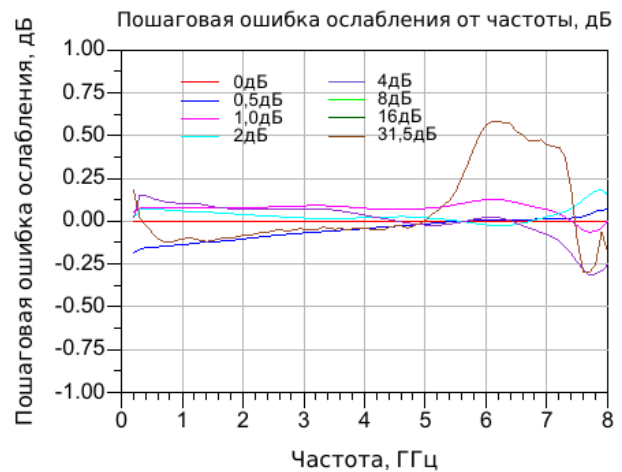
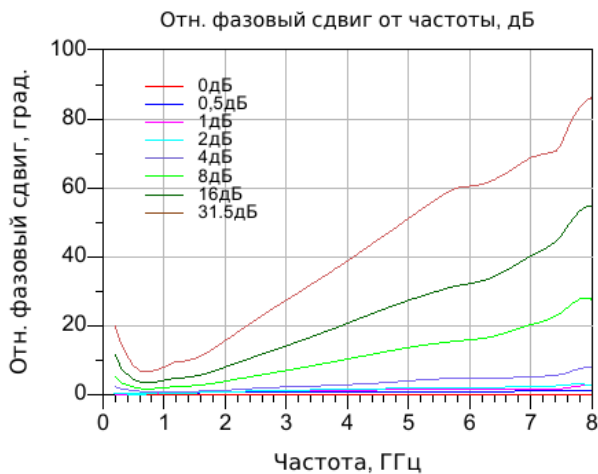
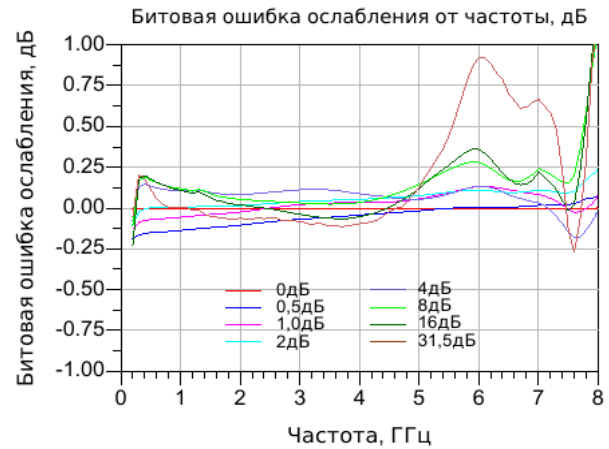
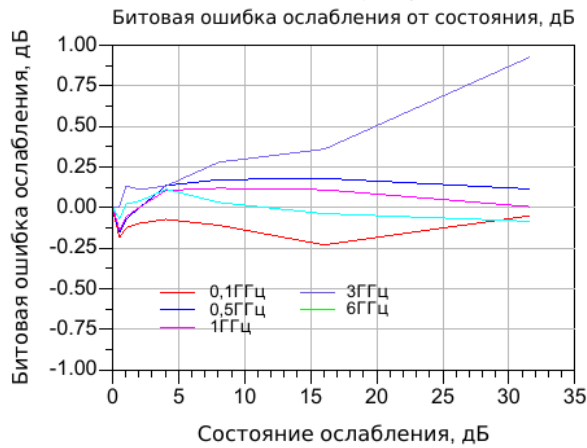


ТИПОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ АТТ+Ус2 (VDD = 5 В, VDD2 = 5 В, T_A = 25 С°, если не указано иного)



Усилитель с регулируемым коэффициентом усиления и
цифровым управлением

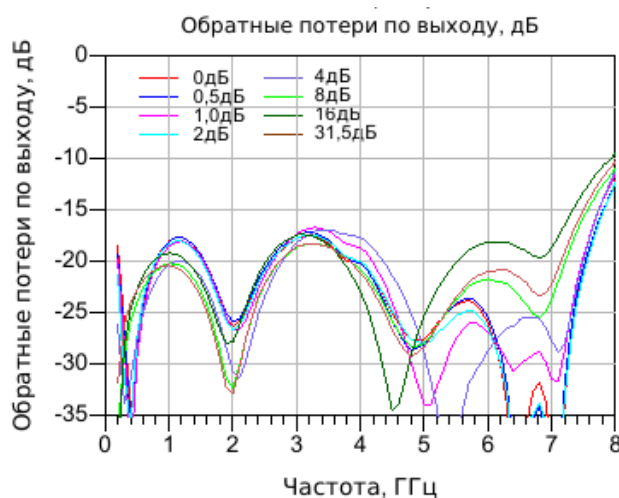
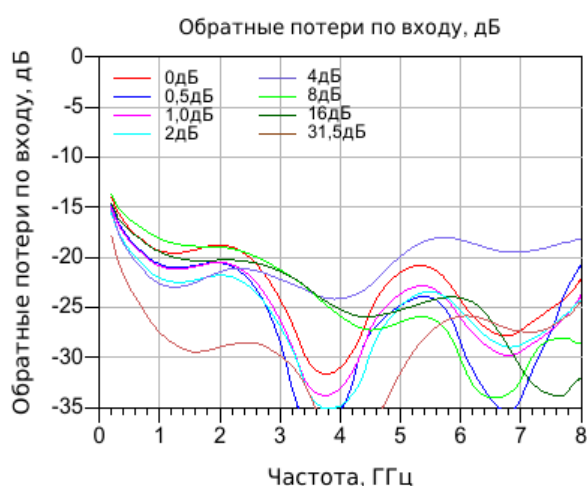
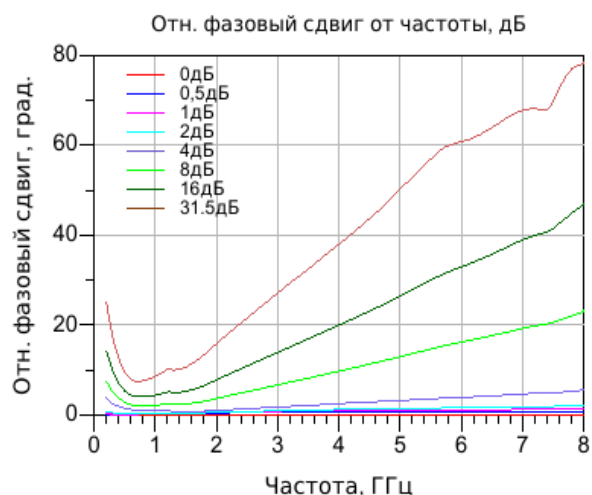
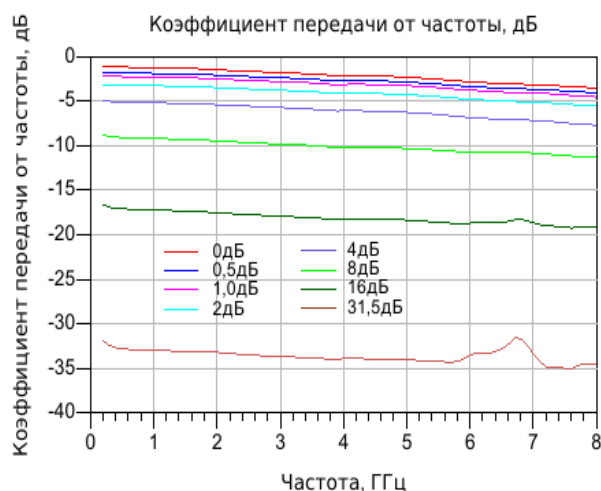
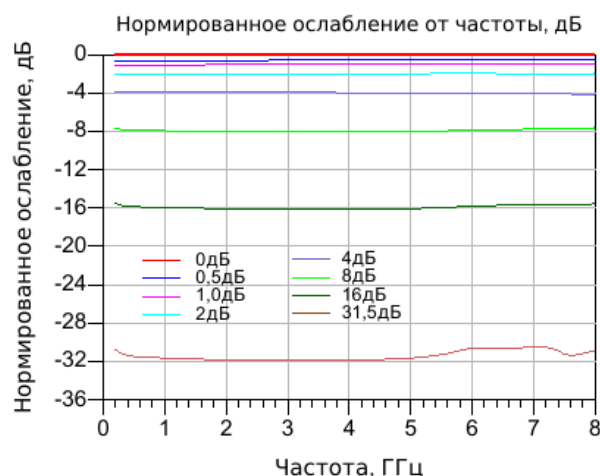
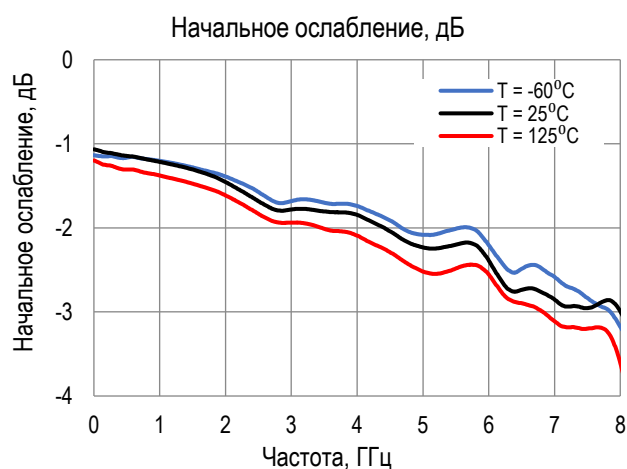
от 0,3 до 6,0 ГГц



Усилитель с регулируемым коэффициентом усиления и
цифровым управлением

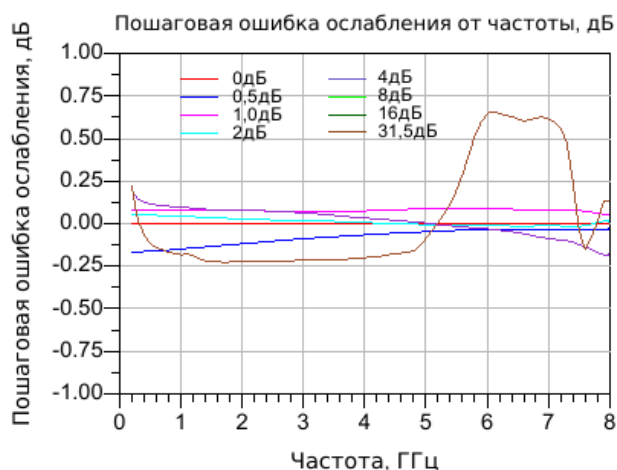
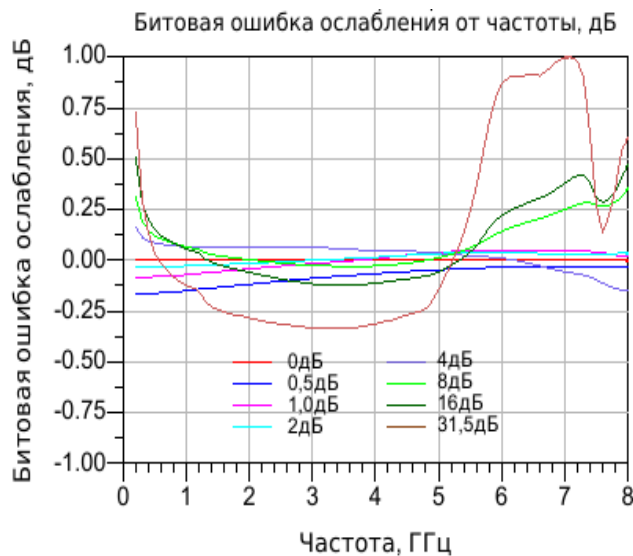
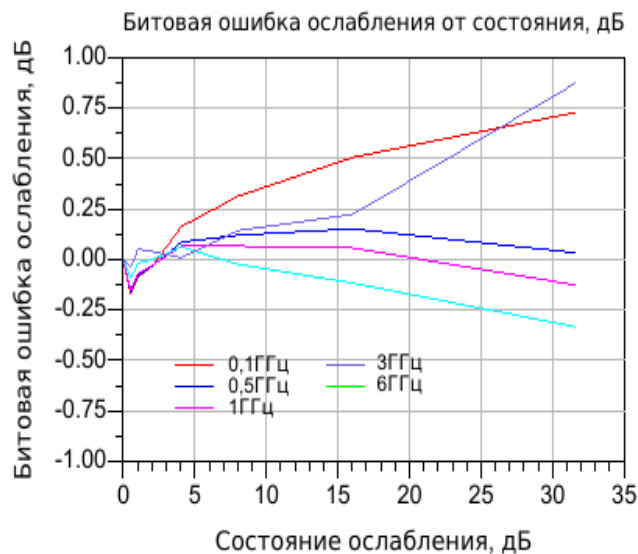
от 0,3 до 6,0 ГГц

ТИПОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЦИФРОВОГО АТТЕНЮАТОРА ($V_{DD} = 5$ В, $T_A = 25^\circ\text{C}$, если не указано иного)

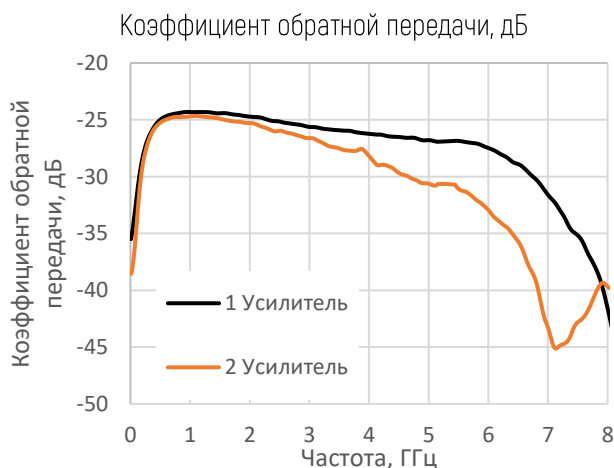
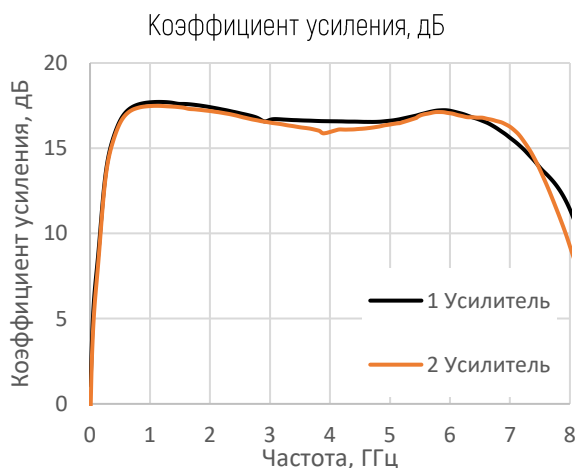


Усилитель с регулируемым коэффициентом усиления и
цифровым управлением

от 0,3 до 6,0 ГГц



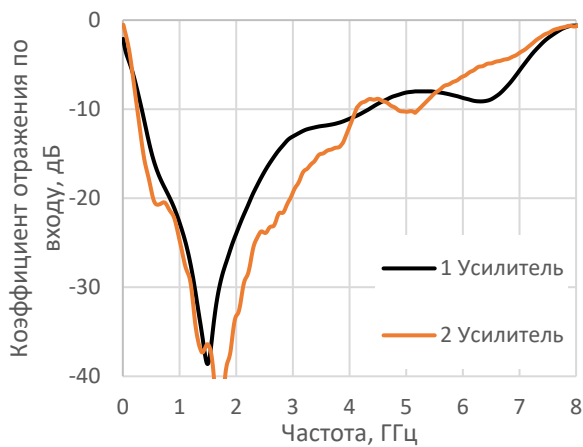
ТИПОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ U_{c1}/U_{c2} ($V_{DD1}/V_{DD2} = 5$ В, $T_A = 25$ °С, если не указано иного)



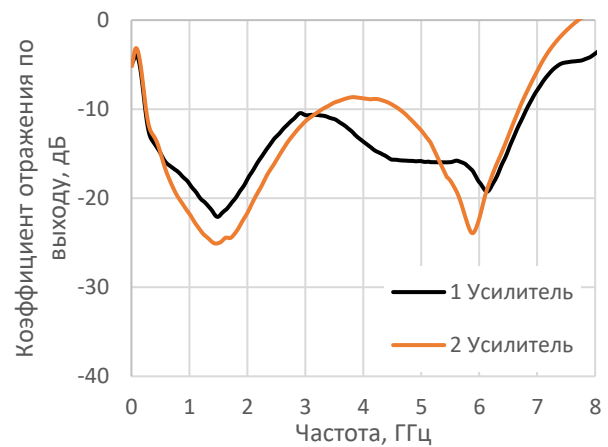
Усилитель с регулируемым коэффициентом усиления и цифровым управлением

от 0,3 до 6,0 ГГц

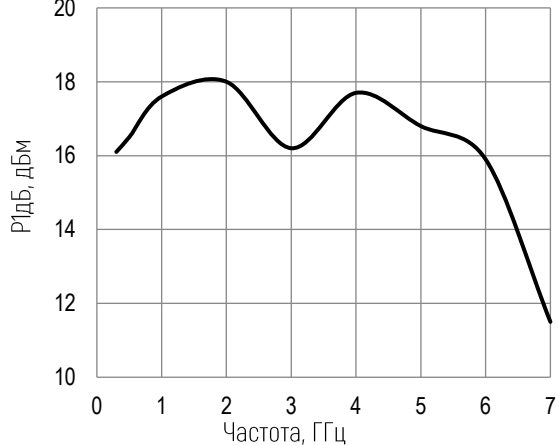
Коэффициент отражения по входу, дБ



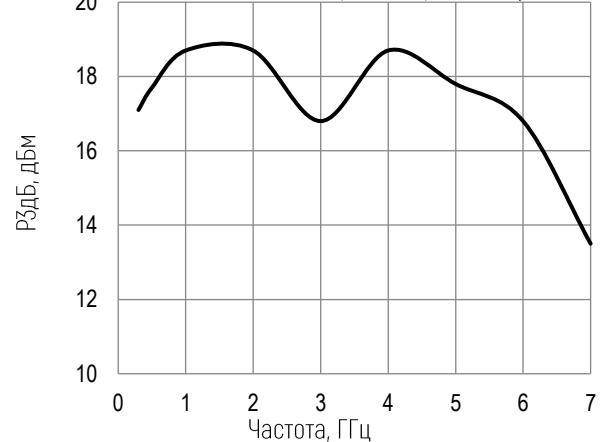
Коэффициент отражения по выходу, дБ



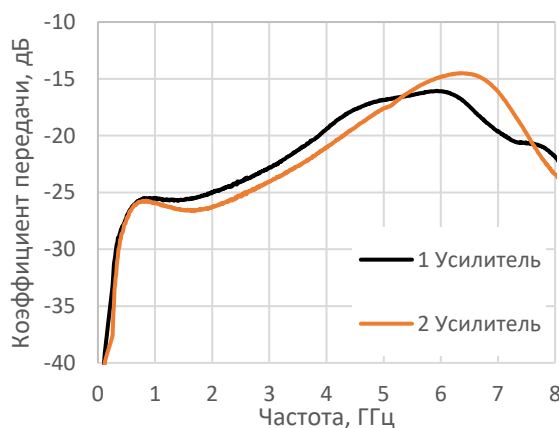
Выходная мощность при компрессии K_u на 1 дБ



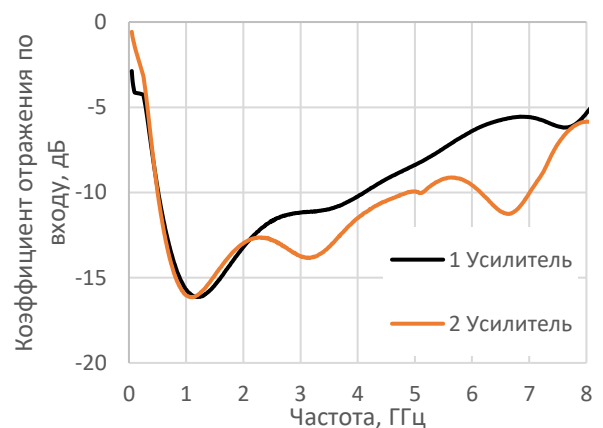
Выходная мощность при компрессии K_u на 3 дБ



Коэффициент передачи в режиме отключения, дБ



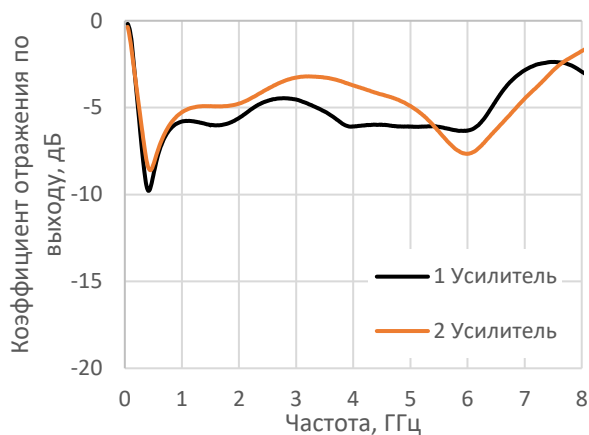
Коэффициент отражения по входу в режиме отключения, дБ



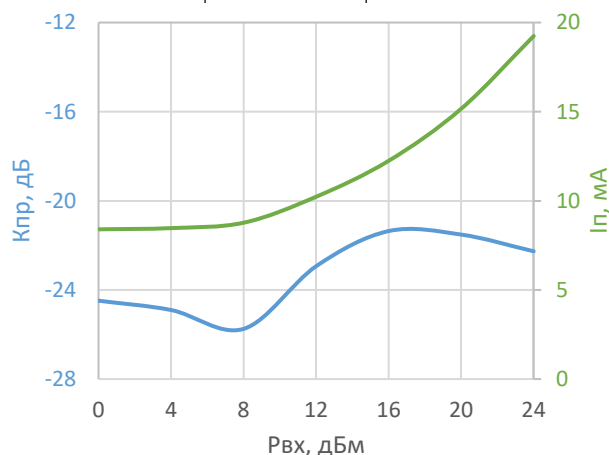
Усилитель с регулируемым коэффициентом усиления и цифровым управлением

от 0,3 до 6,0 ГГц

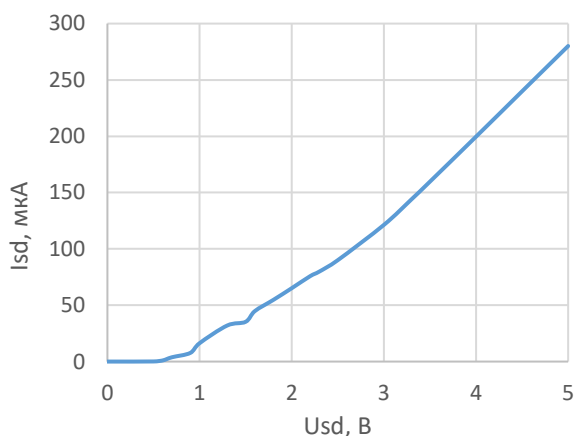
Коэффициент отражения по выходу
в режиме отключения, дБ



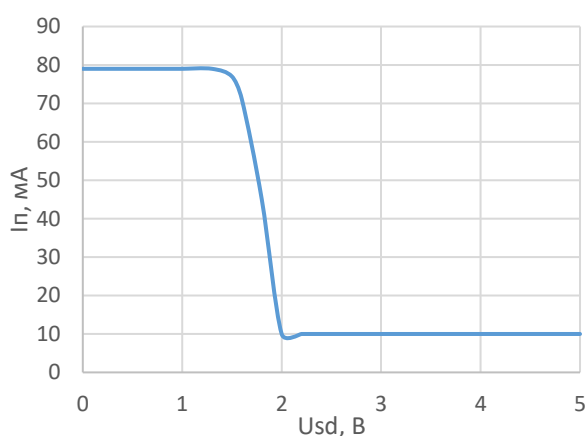
Зависимость $K_{пр}$ и I_p от $P_{вх}$ в режиме отключения



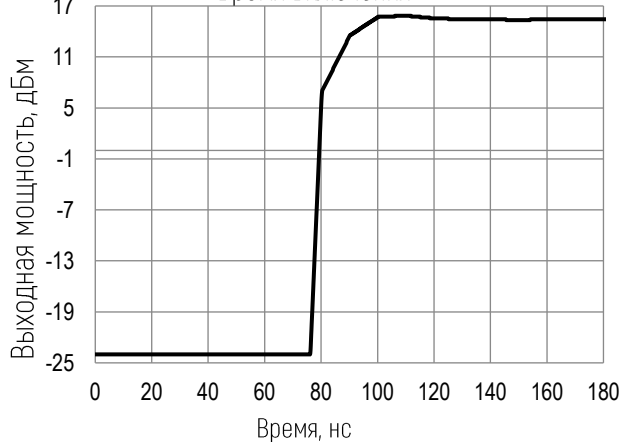
Входной ток по выводу SD от U_{sd}



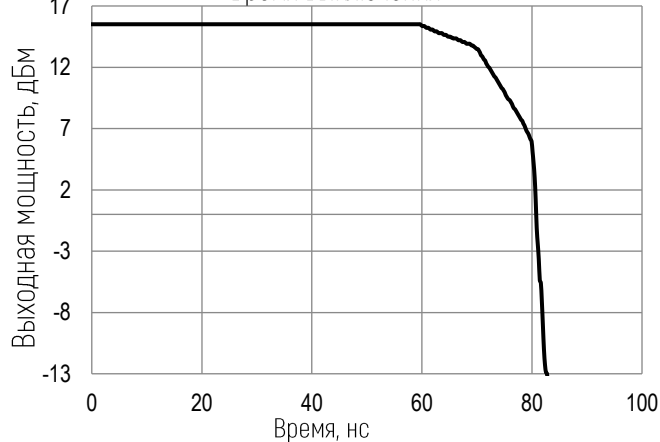
Зависимость тока потребления от U_{sd}



Время включения



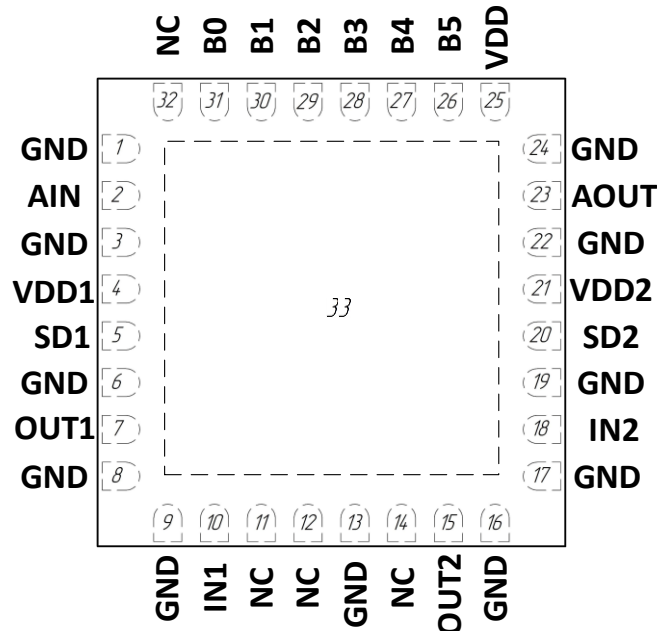
Время выключения



Усилитель с регулируемым коэффициентом усиления и цифровым управлением

от 0,3 до 6,0 ГГц

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ ВЫВОДОВ В КОРПУСЕ

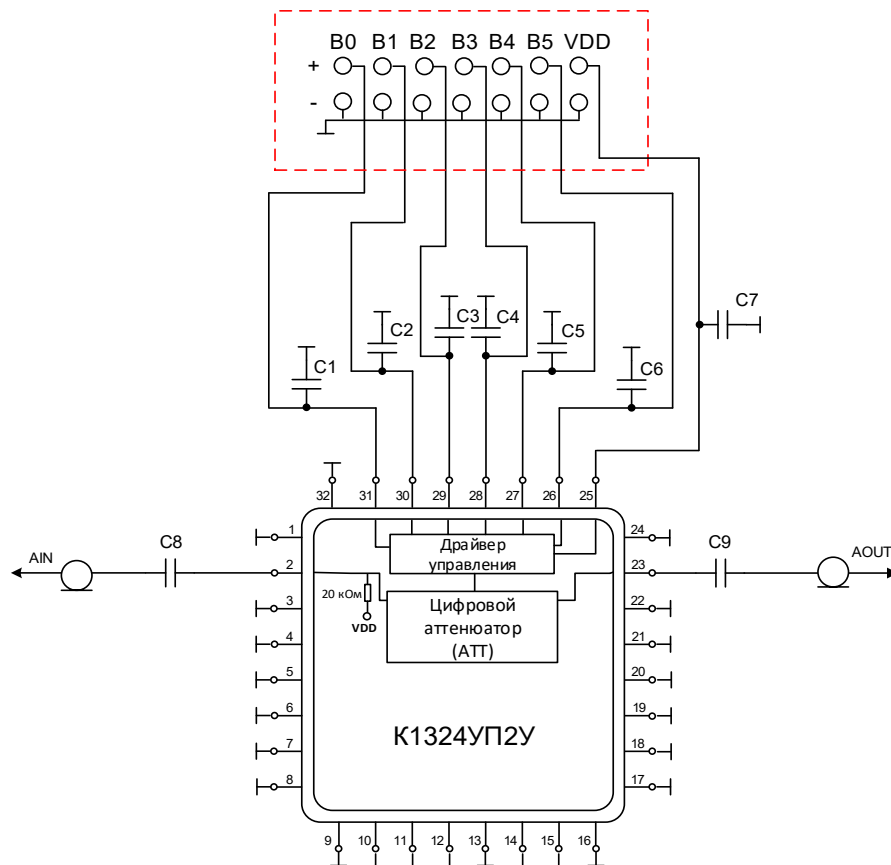


Номер вывода	Обозначение	Функциональное назначение	Номер вывода	Обозначение	Функциональное назначение
1, 3, 6, 8, 9, 13, 16, 17, 19, 22, 24.	GND	Общий	21	VDD2	Питание второго ШПУ
2	AIN	Вход аттенюатора	23	AOUT	Выход аттенюатора
4	VDD1	Питание первого ШПУ (широкополосный усилитель)	25	VDD	Положительное питание +5 В
5	SD1	Отключение первого ШПУ	26	B5	Вход управления звеном 16,0 дБ
7	OUT1	Выход первого ШПУ	27	B4	Вход управления звеном 8,0 дБ
10	IN1	Вход первого ШПУ	28	B3	Вход управления звеном 4,0 дБ
11, 12, 14, 32	NC	Свободный	29	B2	Вход управления звеном 2,0 дБ
15	OUT2	Выход второго ШПУ	30	B1	Вход управления звеном 1 дБ
18	IN2	Вход второго ШПУ	31	B0	Вход управления звеном 0,5 дБ
20	SD2	Отключение второго ШПУ	33 (Дно корпуса)	GND	Общий

Усилитель с регулируемым коэффициентом усиления и цифровым управлением

от 0,3 до 6,0 ГГц

ТИПОВАЯ СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ №1 (ТОЛЬКО АТТ)



C1 = C2 = C3 = C4 = C5 = C6 – КОНДЕНСАТОРЫ 1 нФ;

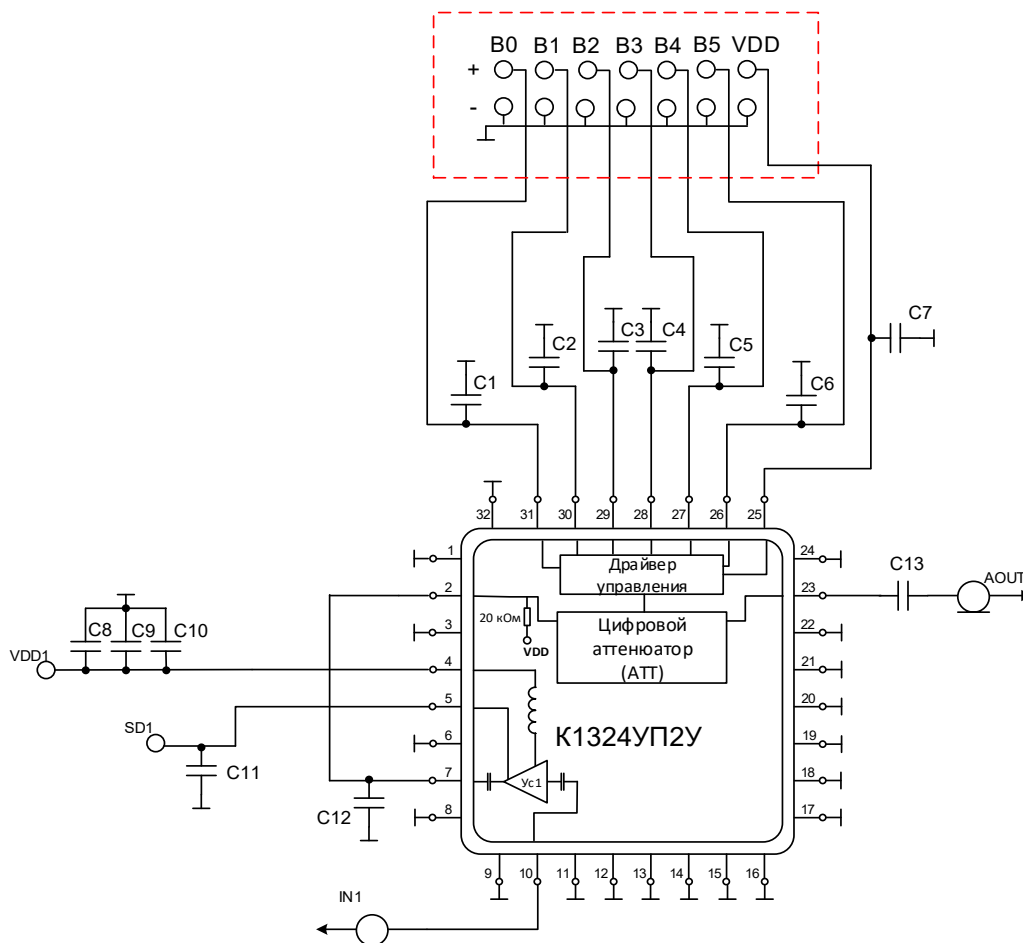
C7 – КОНДЕНСАТОР 100 нФ;

C8 = C9 – КОНДЕНСАТОРЫ 100 пФ.

Усилитель с регулируемым коэффициентом усиления и
цифровым управлением

от 0,3 до 6,0 ГГц

ТИПОВАЯ СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ №2 (Ус1 + АТТ)



C1 = C2 = C3 = C4 = C5 = C6 – КОНДЕНСАТОРЫ 1 нФ;

C7 = C9 – КОНДЕНСАТОРЫ 100 нФ;

C8 – КОНДЕНСАТОР 1 мкФ;

C10 – КОНДЕНСАТОР 10 нФ;

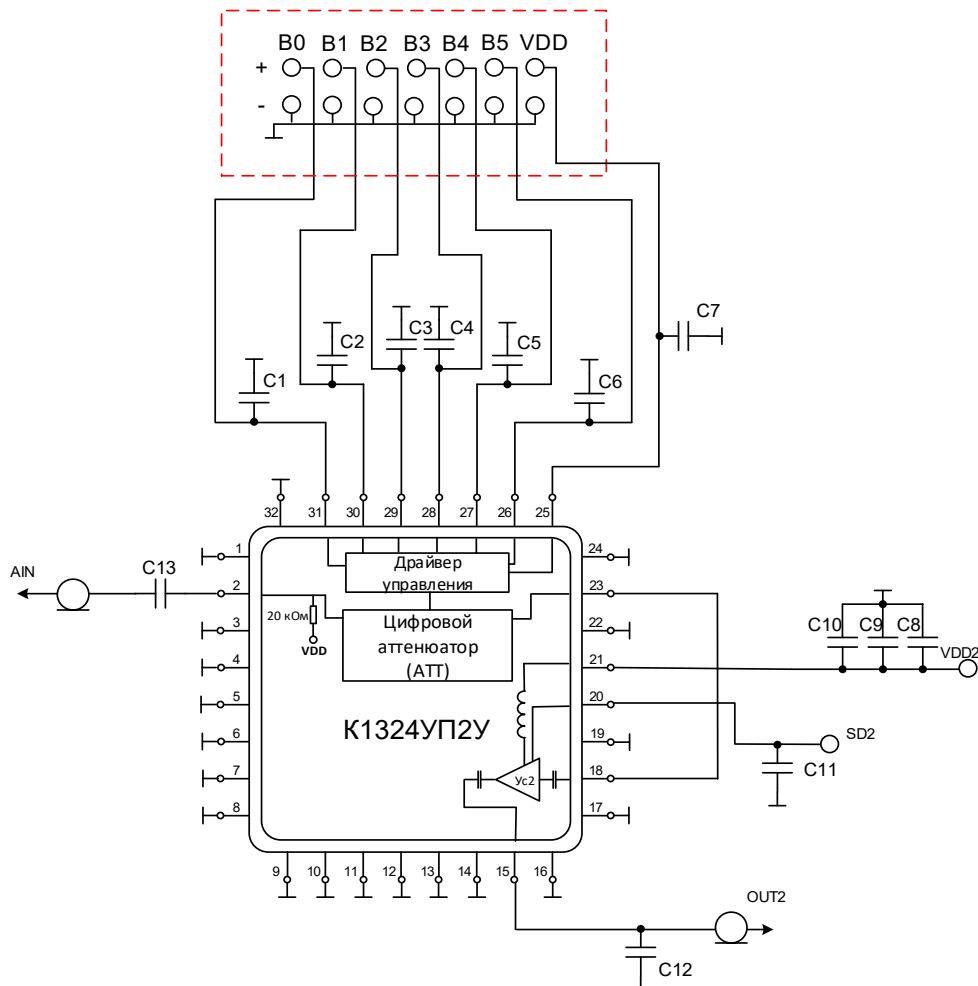
C11, C13 – КОНДЕНСАТОРЫ 100 пФ;

C12 – КОНДЕНСАТОР 0,4 пФ.

Усилитель с регулируемым коэффициентом усиления и
цифровым управлением

от 0,3 до 6,0 ГГц

ТИПОВАЯ СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ №3 (АТТ + Ус2)



C1 = C2 = C3 = C4 = C5 = C6 – КОНДЕНСАТОРЫ 1 нФ;

C7 = C9 – КОНДЕНСАТОРЫ 100 нФ;

C8 – КОНДЕНСАТОР 1 мкФ;

C10 – КОНДЕНСАТОР 10 нФ;

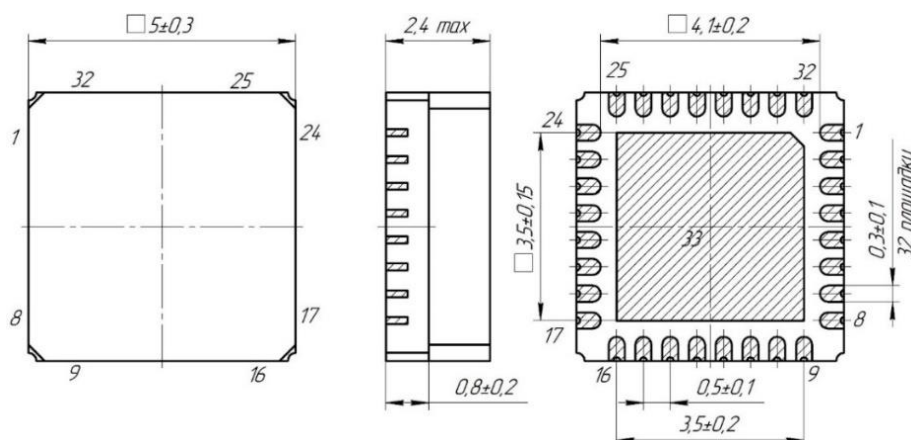
C11, C13 – КОНДЕНСАТОРЫ 100 пФ;

C12 – КОНДЕНСАТОР 0,4 пФ.

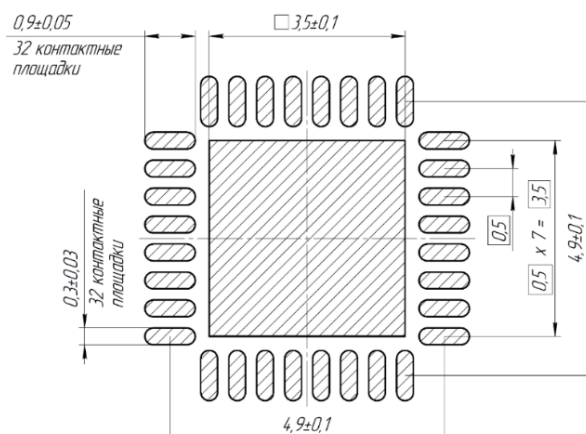
Усилитель с регулируемым коэффициентом усиления и
цифровым управлением

от 0,3 до 6,0 ГГц

ГАБАРИТНЫЙ ЧЕРТЕЖ КОРПУСА



ПЛОЩАДКА ДЛЯ МОНТАЖА КОРПУСА



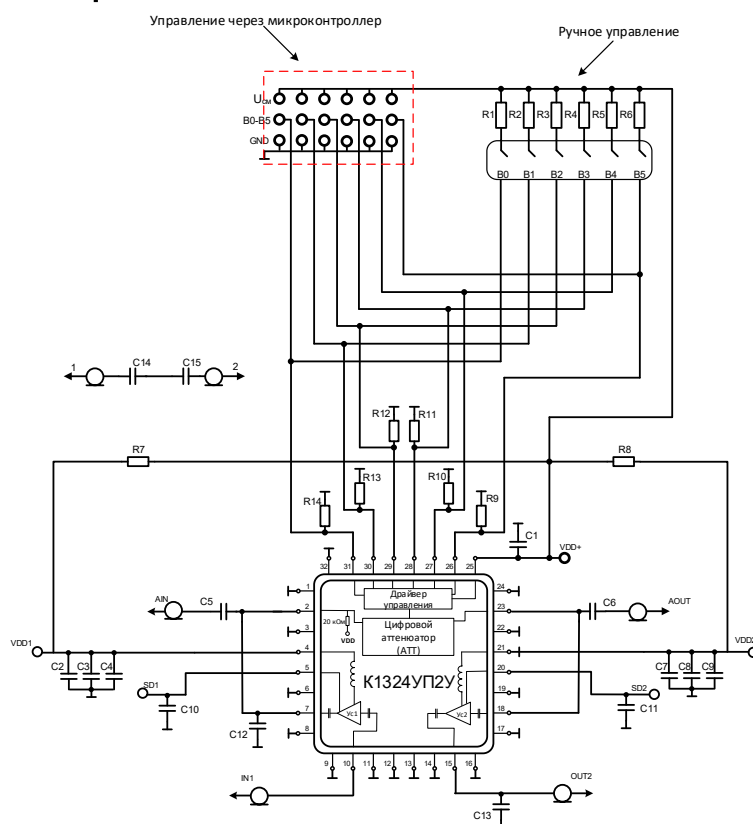
Наименование корпуса: КП32-5050-02

Материал корпуса: Керамикополимерный

Усилитель с регулируемым коэффициентом усиления и
цифровым управлением

от 0,3 до 6,0 ГГц

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА



1, 2, IN1, AOUT, AIN, OUT2 – РАЗЪЕМ SMA 50 Ом;

C1 = C3 = C8 – КОНДЕНСАТОРЫ 100 нФ;

C2 = C9 – КОНДЕНСАТОРЫ 1 мкФ;

C4 = C7 – КОНДЕНСАТОРЫ 10 нФ;

C5 = C6 = C10 = C11 = C14 = C15 – КОНДЕНСАТОРЫ 100 пФ;

C12 = C13 – КОНДЕНСАТОРЫ 0,4 пФ;

R1 = R2 = R3 = R4 = R5 = R6 – РЕЗИСТОРЫ 499 Ом;

R7 = R8 – ФЕРРИТОВЫЙ ФИЛЬТР 470 Ом FB;

R9 = R10 = R11 = R12 = R13 = R14 – РЕЗИСТОРЫ 1 кОм.

Усилитель с регулируемым коэффициентом усиления и цифровым управлением

от 0,3 до 6,0 ГГц

ДЕМОНСТРАЦИОННАЯ ПЛАТА

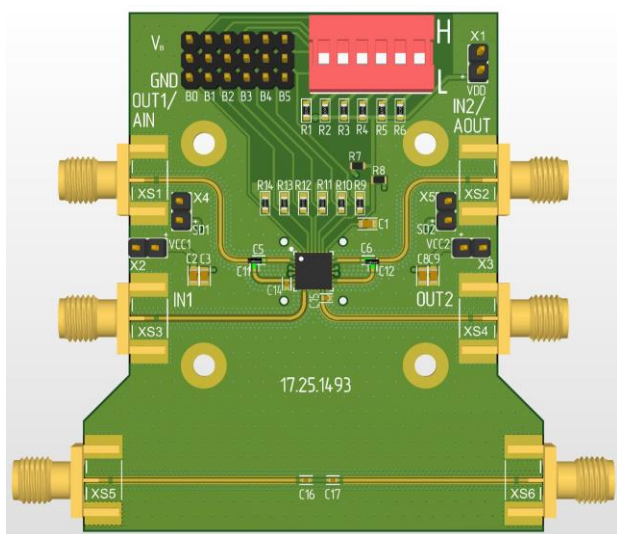


СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ №1 (ТОЛЬКО АТТ)

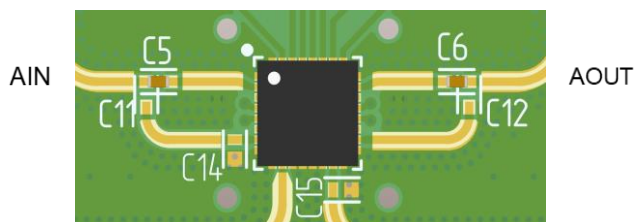
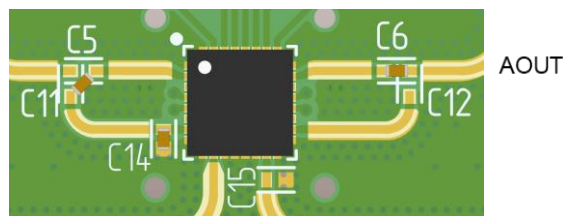
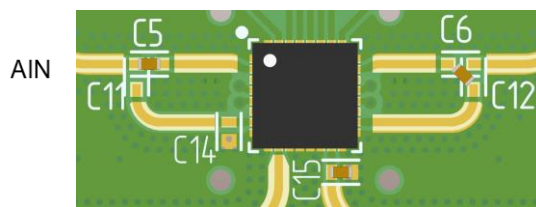


СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ №2 (УС1 + АТТ)



IN 1

СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ №3 (АТТ + Ус2)



OUT2

Для переключения состояний аттенюатора предусмотрено два режима управления: ручной – с помощью DIP-переключателя, формирующего на выводах управления В0 – В5 напряжение 0/+3,3 В, и автоматический – с помощью внешнего микроконтроллера, подключаемого к выводам PLS.

Усилитель с регулируемым коэффициентом усиления и цифровым управлением

от 0,3 до 6,0 ГГц

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ

При работе с изделием необходимо руководствоваться требованиями ОСТ 11 073.062 и ОСТ 11 073.063.

Для снижения потерь преобразования рекомендуется устанавливать на входе и выходе микросхемы цепи согласования с линией с волновым сопротивлением 50 Ом.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПАЙКЕ

Пайку микросхем рекомендуется проводить в соответствии с требованиями ОСТ 11 073.063.

Отмывку рекомендуется проводить в соответствии с требованиями ОСТ 11 073.063. Очистку выводов МИС и печатных плат с МИС следует производить после лужения и пайки жидкостями, не оказывающими влияния на покрытие, маркировку и материал корпуса. Если при пайке и лужении использовались некоррозионные или слабокоррозионные флюсы, то время между операциями пайки (лужения) и очистки должно быть не более 24 часов.

В случае применения коррозионных флюсов время между операциями пайки (лужения) и очистки не должно превышать 1 час.

Очистку от остатков флюса следует производить одним из способов, рекомендованных ГОСТ 20.39.405.

Допускается повторная очистка указанными выше способами, за исключением очистки в ВЧ-плазме, при условии полного высыхания растворителя и отсутствии нарушений целостности покрытия и маркировки на корпусах микросхем.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МОНТАЖУ КРИСТАЛЛОВ

Кристалл МИС монтируется на подложку, предварительно очищенную от органических загрязнений и обезжиренную, в следующей последовательности:

1. Нанести на подложку необходимое количество электропроводного клея с помощью иглы. Площадь клеевого пятна должна быть примерно равна $2/3$ площади кристалла.

2. Установить кристалл металлизированной стороной на участок подложки с клеем, сориентировав кристалл иглой. Слегка прижать кристалл за боковые грани таким образом, чтобы клей выступал вокруг кристалла на протяжении не менее $3/4$ его периметра.

3. Поместить подложку с кристаллом в термостат. Режим полимеризации клея должен соответствовать требованиям производителя клея. В частности, для клея ЭЧЭ-С термостат нагревается до температуры 120 °С, для клея ТОК-2 до температуры 170 °С. Кристаллы в термостате выдерживаются в течение 90 минут для клея ЭЧЭ-С и 120 минут для клея ТОК-2.