2ОУОСТ
Двухканальный быстродействующий операционный усилитель с обратной связью по току

1. **Общие положения**

2ОУОСТ – двухканальный операционный усилитель (ОУ) с обратной связью по току предназначен для использования в тракте приемопередатчика высокоскоростного мультиплексного канала передачи данных (МКПД). Оба канала ОУ используются для блока передатчика и рассчитаны на большие выходные токи (до 500 мА). Все каналы ОУ обеспечивают хорошие динамические параметры в широком диапазоне частот и коэффициентов усиления. Каналы ОУустойчиво работают на низкоомную нагрузку при коэффициентах усиления вплоть до $K_У$ = +3 и $R_Н$ = 10 Ом и имеют функцию выключения каждого канала независимо, переводящую выходы ОУ в высокоимпедансное состояние. В данных ОУ использована новая архитектура входных каскадов, основанная на несимметричной мостовой схеме с использованием комплементарных «перегнутых» каскодов, позволяющая получить хорошие динамические параметры при минимальной «электрической длине».

2. **Область применения**

- Приемопередатчики МКПД
- Приемопередатчики xDSL
- Драйверы кабельных модемов
- Драйверы видео-каналов
- Буферы АЦП и ЦАП
- Трансимпедансные усилители

3. **Устройство и состав микросхемы**

3.1. Схема электрическая структурная приведена на рис.1

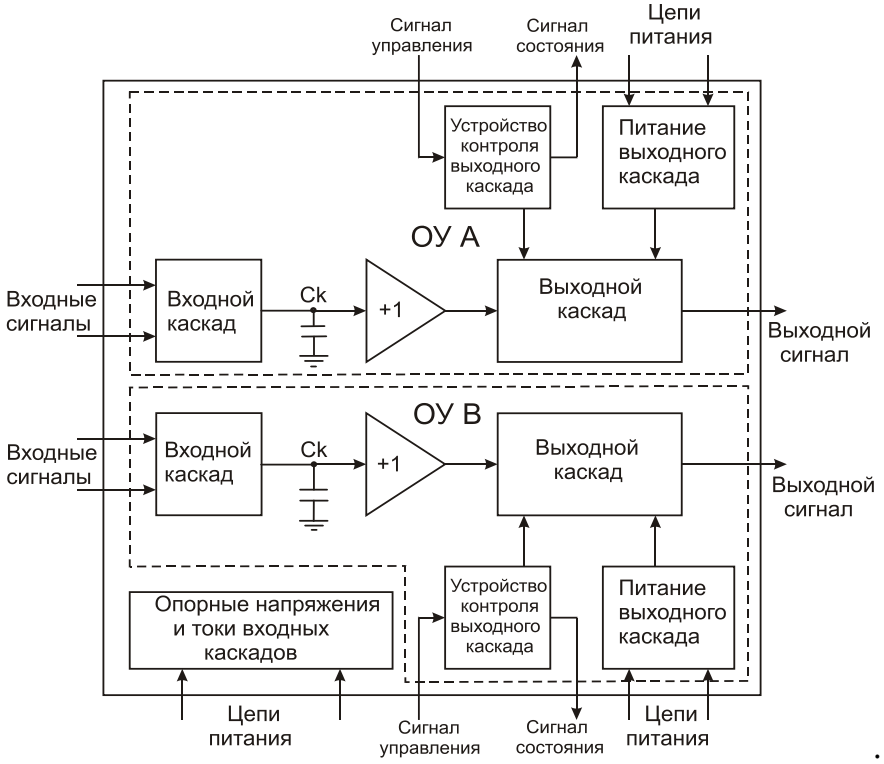
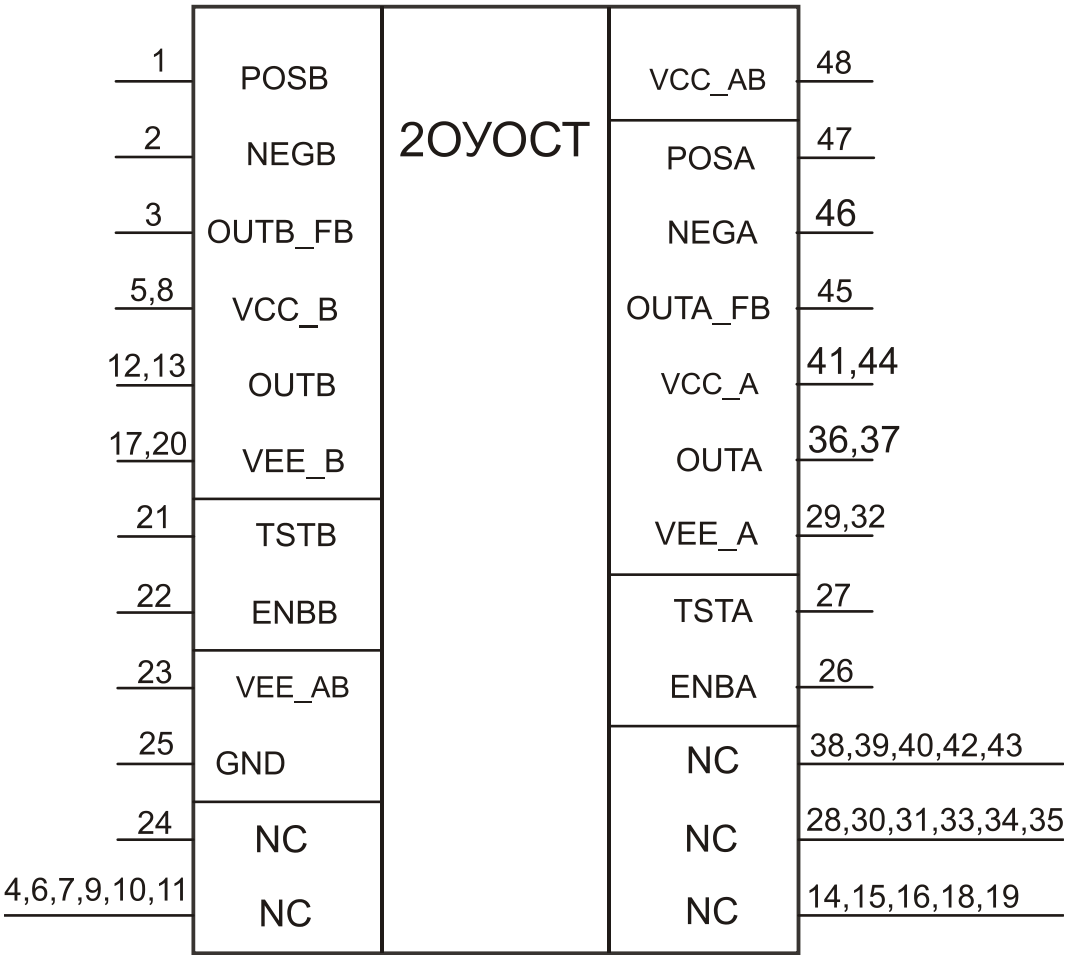


Рис.1 - **Схема электрическая структурная**

3.2. Условно графическое изображение микросхемы приведена на рис.2



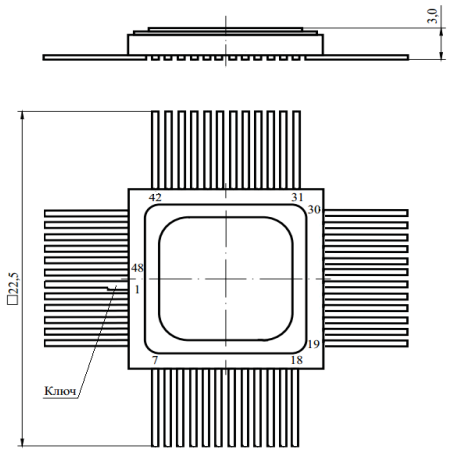
П р и м е ч а н и я

1 Нумерация, тип и наименования выводов микросхемы приведены в таблице 1.

2 Описание назначения выводов микросхемы приведено в таблице 1.

Рис. 2– **Условное графическое изображение микросхемы**

Тип корпуса – металлокерамический — 5133.48-3



Т а б л и ц а 1 – Нумерация и обозначения выводов микросхемы

Номер вывода	Тип вывода	Функциональное назначение	Условное обозначение
1	I	Не инвертирующий вход ОУ «В»	POSB
2	I	Инвертирующий вход ОУ «В»	NEGB
3	O	Выход обратной связи ОУ «В»	OUTB_FB
4,6,7	-	Не используются	-
5,8	S	Напряжение питания выходного каскада ОУ «В» (положительное)	VCC_B
9,10,11	-	Не используются	-
12,13	O	Выход ОУ «В»	OUTB
14,15,16,18,19	-	Не используются	-
17,20	S	Напряжение питания выходного каскада ОУ «В» (отрицательное)	VEE_B
21	O	Тестовый сигнал ОУ «В»	TSTB
22	I	Управляющий сигнал ОУ «В»	ENBB
23	S	Напряжение питания входных каскадов ОУ «А» и ОУ «В» (отрицательное)	VEE_AB
24	-	Не используется, соединяется с МП и Кр	-
25	S	Общий	GND
26	I	Управляющий сигнал ОУ «А»	ENBA
27	O	Тестовый сигнал ОУ «А»	TSTA
28,30,31	-	Не используются	-
29,32	S	Напряжение питания выходного каскада ОУ «А» (отрицательное)	VEE_A
33,34,35	-	Не используются	–
36,37	O	Выход ОУ «А»	OUTA
38,39,40	-	Не используются	–
41,44	S	Напряжение питания выходного каскада ОУ «А» (положительное)	VCC_A
42,43	-	Не используются	–
45	O	Выход обратной связи ОУ «А»	OUTA_FB
46	I	Инвертирующий вход ОУ «А»	NEGA
47	I	Не инвертирующий вход ОУ «А»	POSA
48	S	Напряжение питания входных каскадов ОУ «А» и ОУ «В» (положительное)	VCC_AB

П р и м е ч а н и я

Расшифровка обозначений типа выводов:

- I – вход;
- O – выход;
- S – питание;
- МП – монтажная площадка корпуса 5133.48-3;
- Кр – крышка корпуса 5133.48-3;

4. Указание по применению и эксплуатации.

4.1.Основные схемы включения микросхемы приведены на рисунках 3, 5, 7, 9.

Динамические параметры микросхем с токовой обратной связью сильно зависят от номинала резистора в цепи обратной связи Roc (R2, R3 на рис.3, 5, 7, 9), поэтому его значение необходимо выбирать оптимальным. Оптимальное значение Roc, зависящее от коэффициента передачи Ку, приведены ниже.

Таблица 2

Инвертирующее включение		Неинвертирующее включение	
Ку от 1 до 4	Roc = 1 кОм	Ку от 2 до 8	Roc = 1 кОм
Ку = 5 и более	Roc = 820 Ом	Ку = 9 и более	Roc = 820 Ом

Указанные в таблице номиналы резистора Roc обеспечивают оптимальное сочетание быстродействия и устойчивости микросхемы. Увеличение номинала Roc приводит к снижению динамических параметров микросхемы, но способствует улучшению устойчивости. Снижение номинала Roc приводит к повышению динамических характеристик, однако чрезмерное уменьшение Roc может привести к потере устойчивости микросхемы. Не допускается включение включение микросхемы с Ку = 1 в неинвертирующем включении.

Не допускается включение емкости параллельно резистору Roc и подключение емкостей к инвертирующему входу при любом включении микросхемы.

5. **Основные электрические параметры**

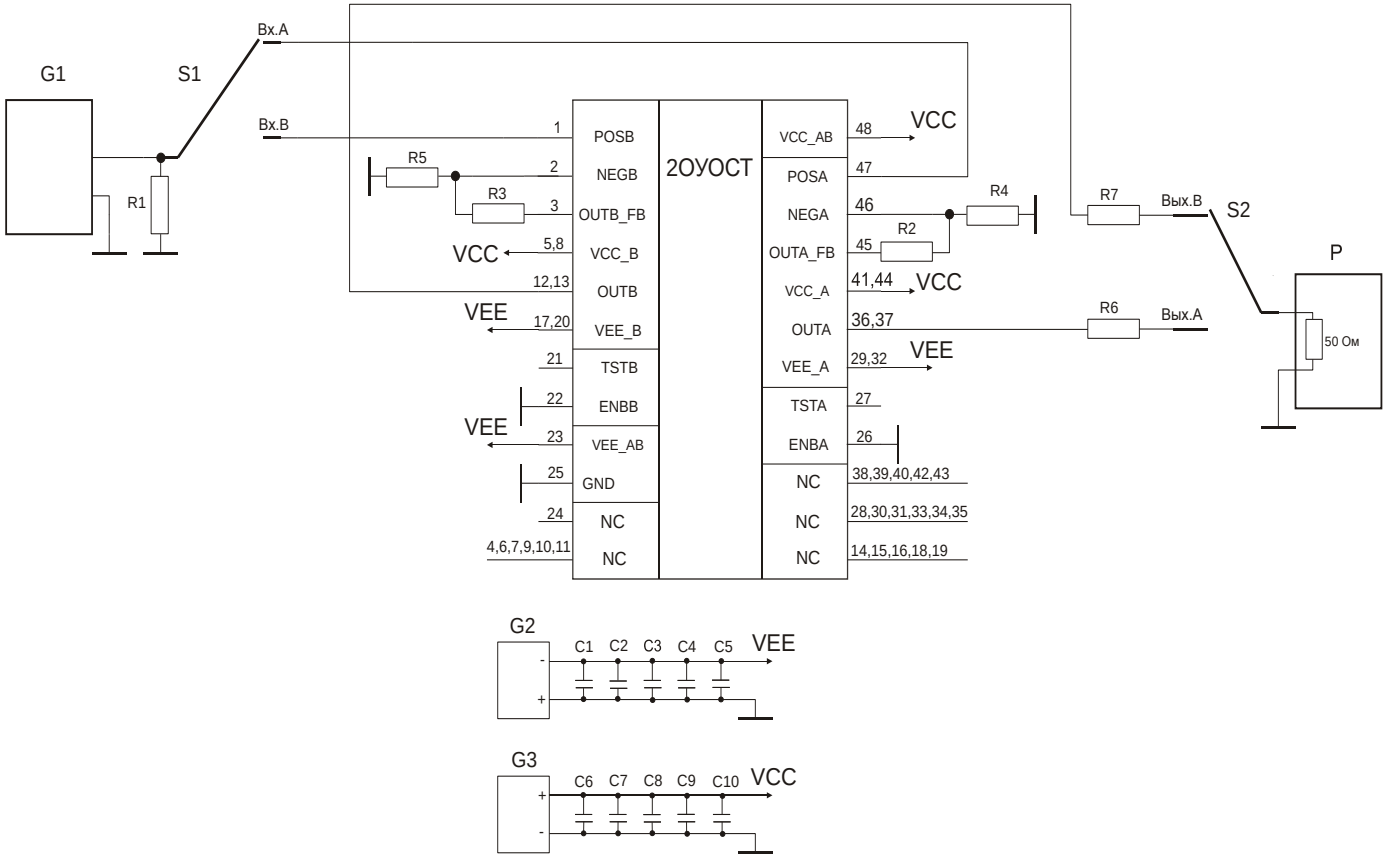
5.1 Значения электрических параметров микросхемы при номинальных значениях напряжений питания $U_П$ = ± 5В и допустимых отклонениях от номинальных значений не более ± 5 % соответствуют нормам, приведенным в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 — Электрические параметры микросхемы

Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра микросхемы		Температура среды, °С
		не менее	не более	
Напряжение смещения нуля, мВ при $U_{вх}$ = 0, $R_н$ = 100 Ом	$U_{см}$	минус 8	8	25; минус 60; 85
Входной ток неинвертирующего входа, мкА при $U_{вх}$ = 0, $R_н$ = 100 Ом	$I_{вх+}$	минус 15	15	
Входной ток инвертирующего входа, мкА при $U_{вх}$ = 0, $R_н$ = 100 Ом	$I_{вх-}$	минус 30	30	
Максимальное выходное напряжение, В при $U_{вх}$ = 2 В, $К_{yU}$ = +3, $R_н$ = 100 Ом	$U_{вых\ max}$	± 3,6	—	
Ток короткого замыкания, мА при $U_{вх}$ = 2 В, $К_{yU}$ = +3	$I_{кз}$	± 450	—	
Выходной ток, мА при $U_{вх}$ = 2 В, $К_{yU}$ = +3, $R_н$=10 Ом	$I_{вых}$	± 300	—	
Ток потребления (на один канал ОУ), мА при $U_{вх}$ = 0, $R_н$ = 100 Ом	$I_{пот}$	—	30	
Верхняя граничная частота полосы пропускания, МГц при $U_{вых}$ = 0,5 В, $К_{yU}$ = +3, $R_н$ = 100 Ом	$f_в$	160	—	25
Скорость нарастания выходного напряжения, В/мкс при $U_{вых}$ = 2 В, $К_{yU}$ = +3, $R_н$ = 100 Ом	$V_{U\ вых}$	900	—	
Нормированная электродвижущая сила шума, нВ/√Гц при $U_{вх}$ = 0, $К_{yU}$ = +21, $f_{вх}$ = 1 МГц	$E_{ш.н}$	—	8	
Коэффициент гармонических искажений, дБ ($R_н$ = 10 Ом, $F_{вх}$ = 5 МГц)	$K_г$	—	минус 55	

6. **Схемы включения микросхемы и их типовые характеристики**.

6.1 Неинвертирующее включение ОУ.



C1…C10 – керамические конденсаторы 0,1 мкФ, 10%, 25 В (устанавливаются в непосредственной близости от соответствующих выводов питания микросхемы);

D1 – микросхема;

G1 – источник синусоидального сигнала (U_{PP} = 200 мВ, F = 1 - 250 МГц);

G2, G3– источники постоянного напряжения номиналом (4,75…5,25) В;

P– анализатор спектра;

R1 – резистор 51 Ом ± 5 %, 0,125 Вт;

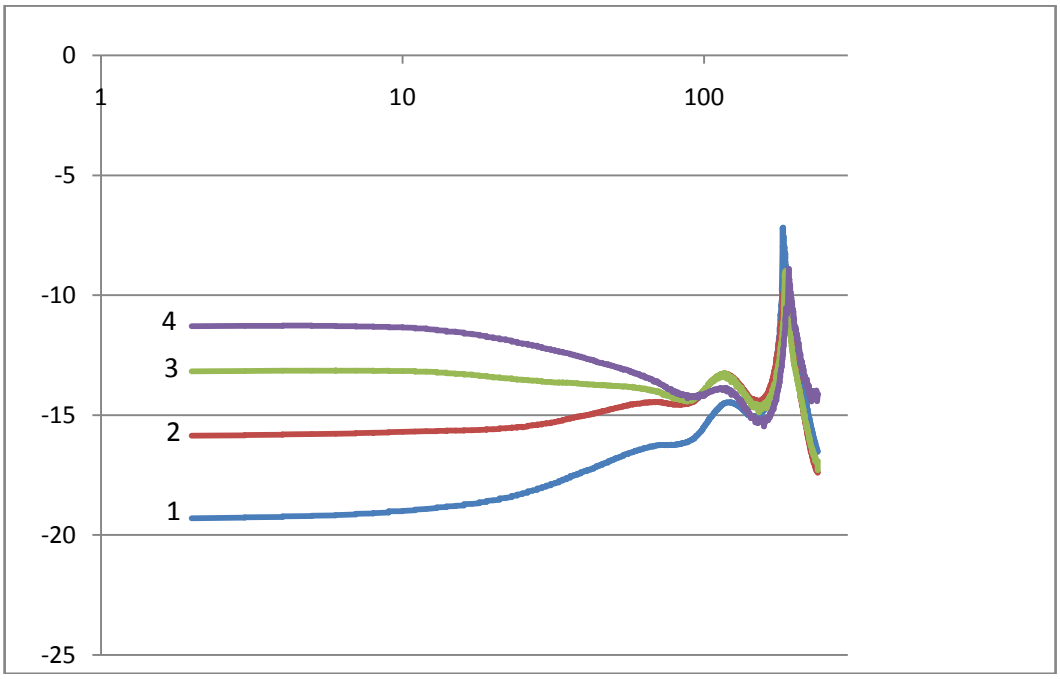
R2, R3 – резисторы 1 кОм ± 1 %, 0,125 Вт;

R4, R5 – резисторы 0,125 Вт, ± 1 %, (249 Ом для Ку=5; 332 Ом для Ку=4; 499 Ом для Ку=3; 1кОм для Ku=2);

R7, R8 – резистор 51 Ом ± 5 %, 0,125 Вт;

S1, S2 – переключатели.

Рис. 3 – **Схема неинвертирующего включения микросхемы для измерения амплитудно-частотных характеристик**

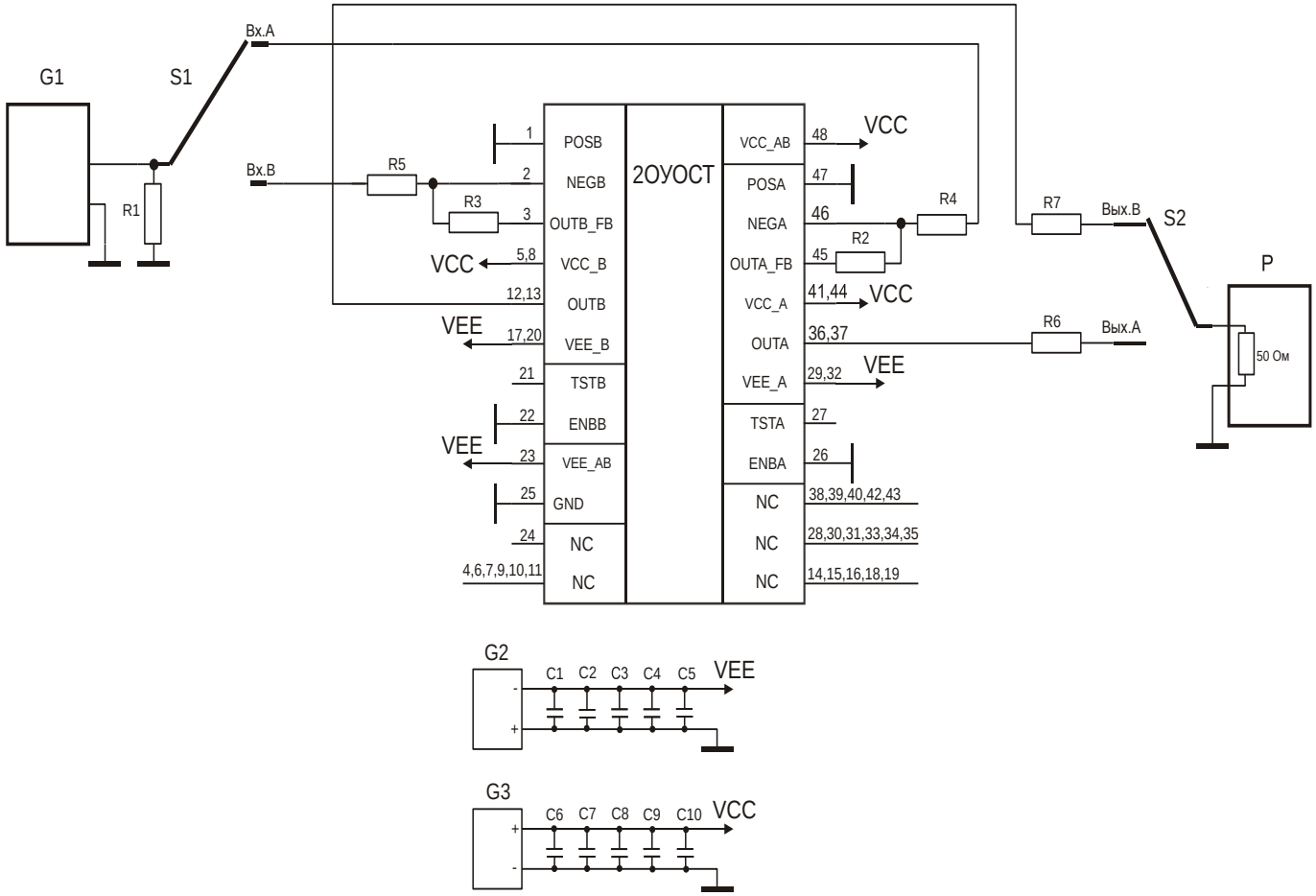


Полоса пропускания по уровню 3 дБ:

1	-	Ку = 2	Fв ≥ 240 МГц	R6 = R7 = 1 кОм
2	-	Ку = 3	Fв ≥ 240 МГц	R6 = R7 = 499 Ом
3	-	Ку = 4	Fв = 226 МГц	R6 = R7 = 332 Ом
4	-	Ку = 5	Fв = 130 МГц	R6 = R7 = 249 Ом

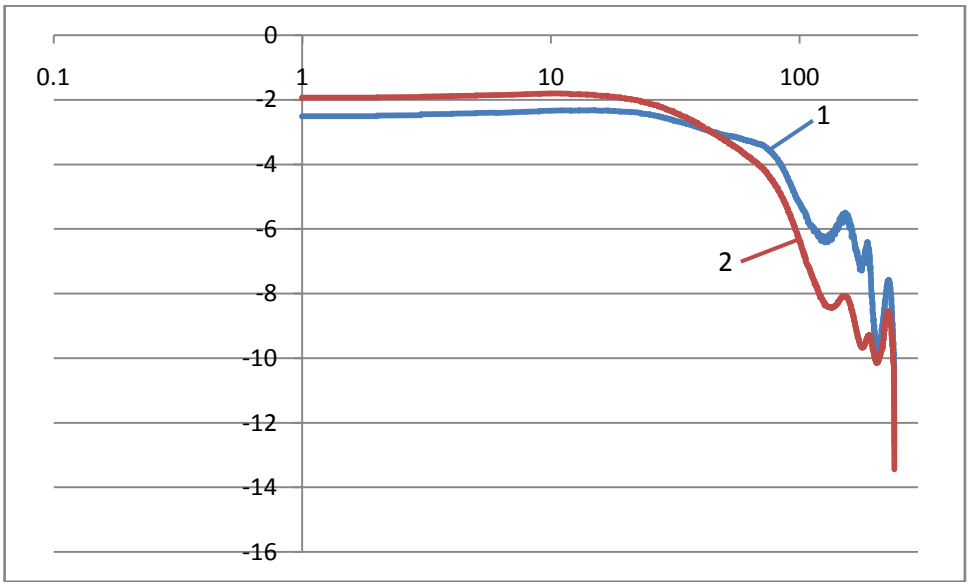
Рис. 4 – **Амплитудно-частотная характеристика каналов А, В микросхемы согласно схеме измерения рис.3 для различных Ку.**

6.2. Инвертирующее включение ОУ



C1…C10 – керамические конденсаторы 0,1 мкФ, 10%, 25 В (устанавливаются в непосредственной близости от соответствующих выводов питания микросхемы);
D1 – микросхема;
G1 – источник синусоидального сигнала (U_{PP} = 200 мВ, F = 1 - 250 МГц);
G2, G2– источники постоянного напряжения номиналом (4,75…5,25) В;
P– анализатор спектра;
R1 – резистор 51 Ом ± 5 %, 0,125 Вт;
R2, R3 – резисторы 1 кОм ± 1 %, 0,125 Вт;
R4, R5 – резисторы 0,125 Вт, ± 1 %, (332 Ом для Ку= -3; 1кОм для Ku= -1);
R7, R6 – резистор 51 Ом ± 5 %, 0,125 Вт;
S1, S2 – переключатели.

Рис. 5 – **Схема инвертирующего включения микросхемы для измерения амплитудно-частотных характеристик**

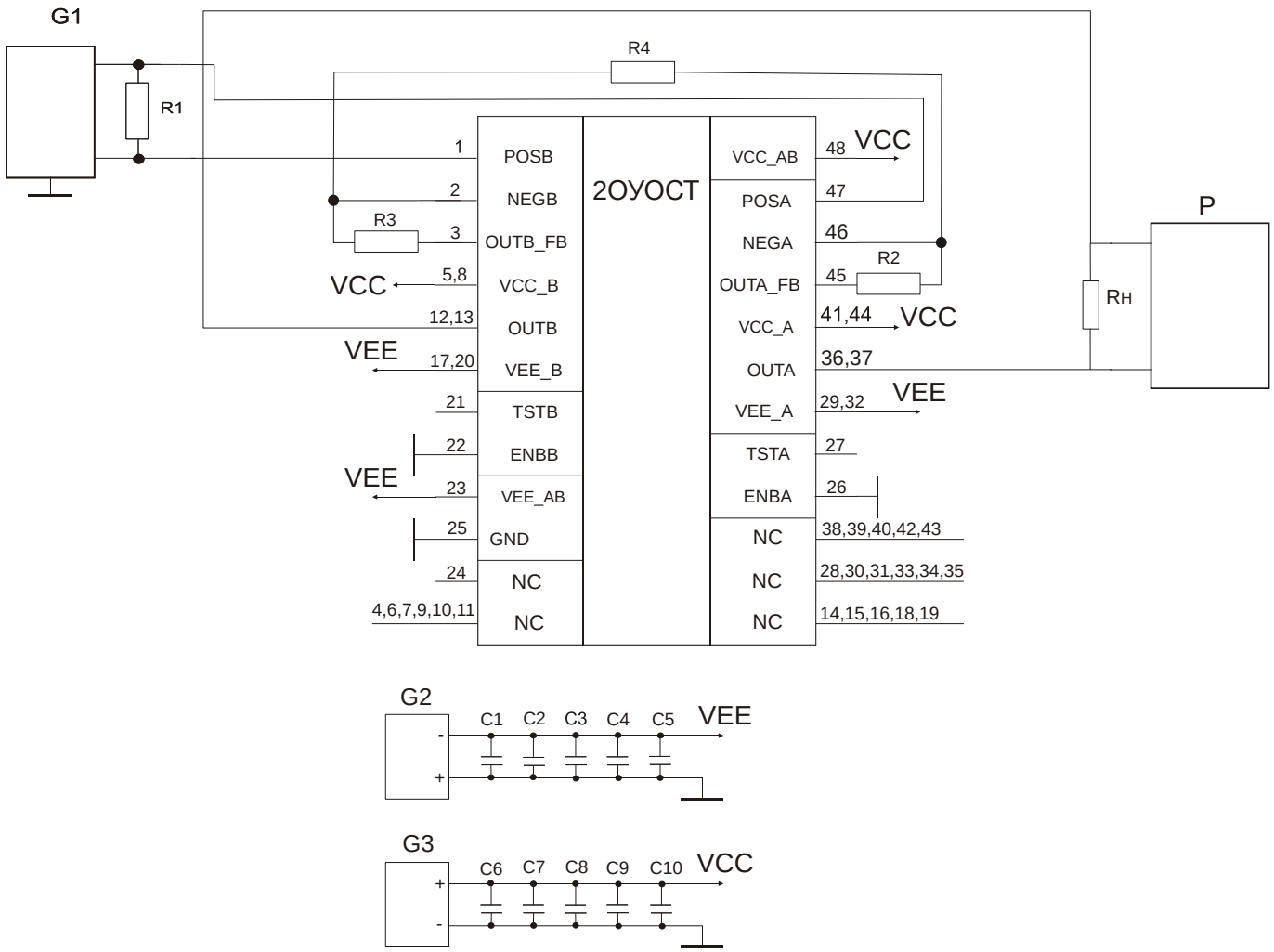


Полоса пропускания по уровню 3 дБ:

1 - Ку = -1 Fв = 110 МГц R6 = R7 = 1 кОм
2 - Ку = -3 Fв = 88 МГц R6 = R7 = 332 Ом

Рис. 6 – **Амплитудно-частотная характеристика передатчиков А, В микросхемы согласно схеме измерения рис.5 для различных Ку.**

6.3. Дифференциальное включение каналов ОУ.



C1…C10 – керамические конденсаторы 0,1 мкФ, 10%, 25 В (устанавливаются в непосредственной близости от соответствующих выводов питания микросхемы);
D1 – микросхема;
G1 – источник синусоидального сигнала (U_{PP} = 1500 мВ, F = 1 - 250 МГц);
G2, G3– источники постоянного напряжения номиналом (4,75…5,25) В;
P– двухлучевой осциллограф;
R1 – резистор 51 Ом ± 5 %, 0,125 Вт;
R2, R3 – резисторы 1 кОм ± 1 %, 0,125 Вт;
R4 – резистор 249 Ом ± 1 %, 0,125 Вт;
RH - резистор 50 Ом ± 5 %, 1Вт;
Ку.диф = 9.

Рис. 7 – **Схема дифференциального включения микросхемы для измерения амплитудно-частотных характеристик**

6.3.1 Типовые значения основных технических характеристик **усилителей А, В** согласно схеме включения под электрическую нагрузку рис.7:

– максимальный размах сигнала (при $f_{вх}$ = 5 МГц), не менее: **Uвых = 14,3 В** от пика до пика;
– гармонические искажения **(**при fвх = 5 МГц, Uвых = 14,3 В), не более: **минус 60 дБ**;
– полоса пропускания по уровню **3 дБ**, не менее: **75 МГц** (см. рис. 8).

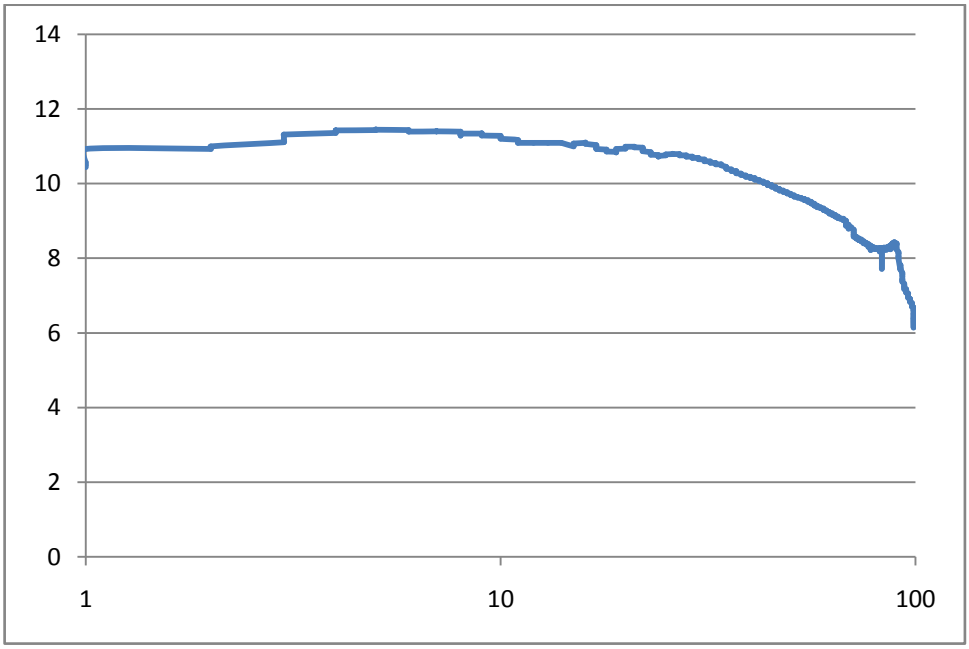
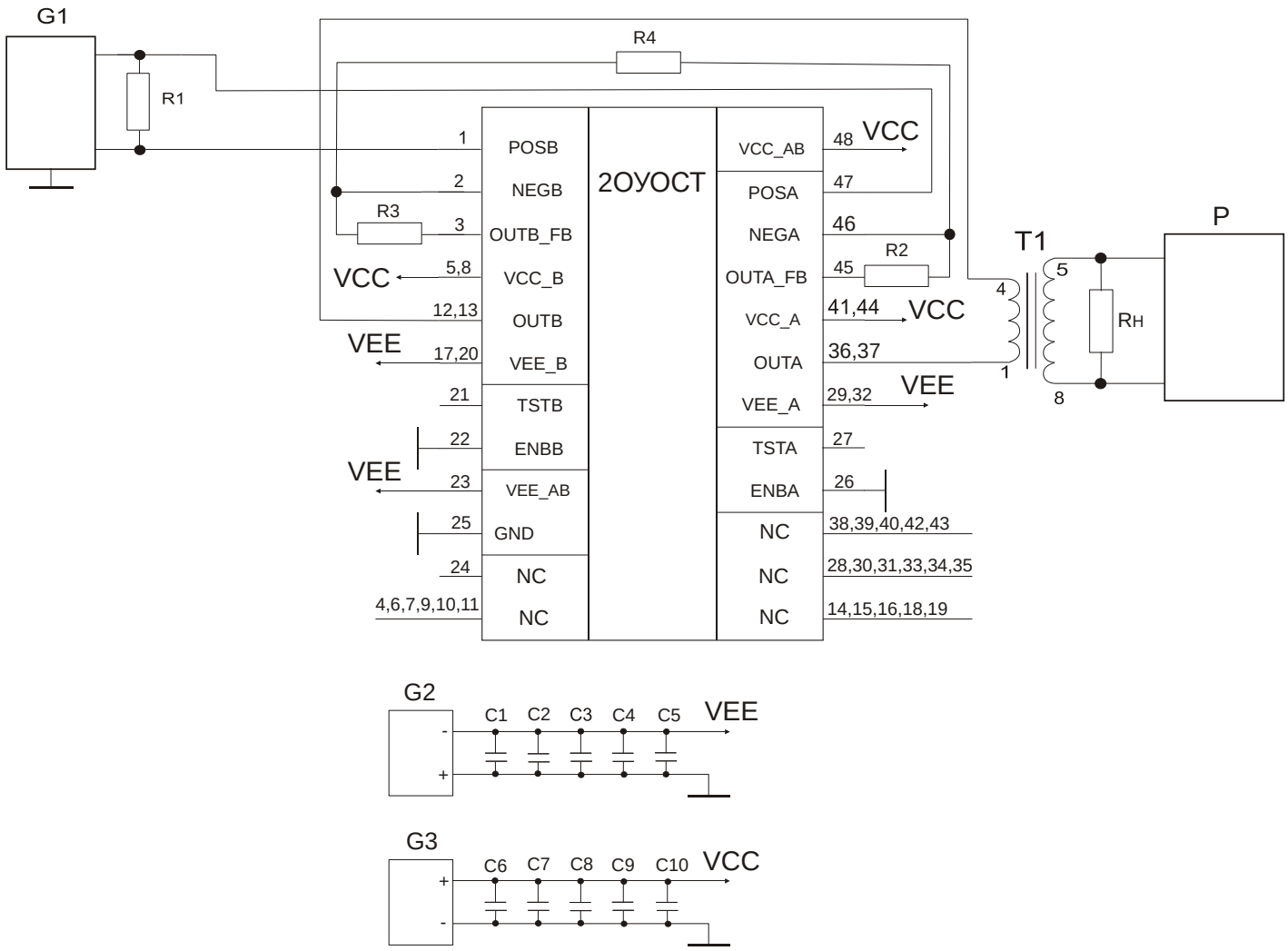


Рис. 8 – **Амплитудно-частотная характеристика усилителей А, В микросхемы согласно схеме измерения рис.7**

6.4 Нагрузка с выходным трансформатором



C1…C10 – керамические конденсаторы 0,1 мкФ, 10%, 25 В (устанавливаются в непосредственной близости от соответствующих выводов питания микросхемы);
D1 – микросхема;
G1 – источник синусоидального сигнала (U_{PP} = 1500 мВ, F = 1 - 250 МГц);
G2, G3– источники постоянного напряжения номиналом (4,75…5,25) В;
P– двухлучевой осциллограф;
R1 – резистор 51 Ом ± 5 %, 0,125 Вт;
R2, R3 – резисторы 1 кОм ± 1 %, 0,125 Вт;
R4 – резистор 240 Ом ± 1 %, 0,125 Вт;
RH – резистор 75 Ом ± 5 %, 2Вт;
T1– трансформатор ТИЛ6В;
Ку.диф = 9

Рис. 9 – **Схема совместной работы приемника и передатчика микросхемы для измерения амплитудно-частотных характеристик с выходным трансформатором**

6.4.1 Типовые значения основных технических характеристик **усилителей А, В** согласно схеме включения под электрическую нагрузку рис.9:

– максимальный размах сигнала (при $f_{вх}$ = 5 МГц), не менее: **Uвых = 22 В** от пика до пика;
– гармонические искажения **(**при fвх = 5 МГц, Uвых = 22 В), не более: **минус 60 дБ**;
– полоса пропускания по уровню 6 **дБ**, не менее: **35 МГц** (см. рис. 10).

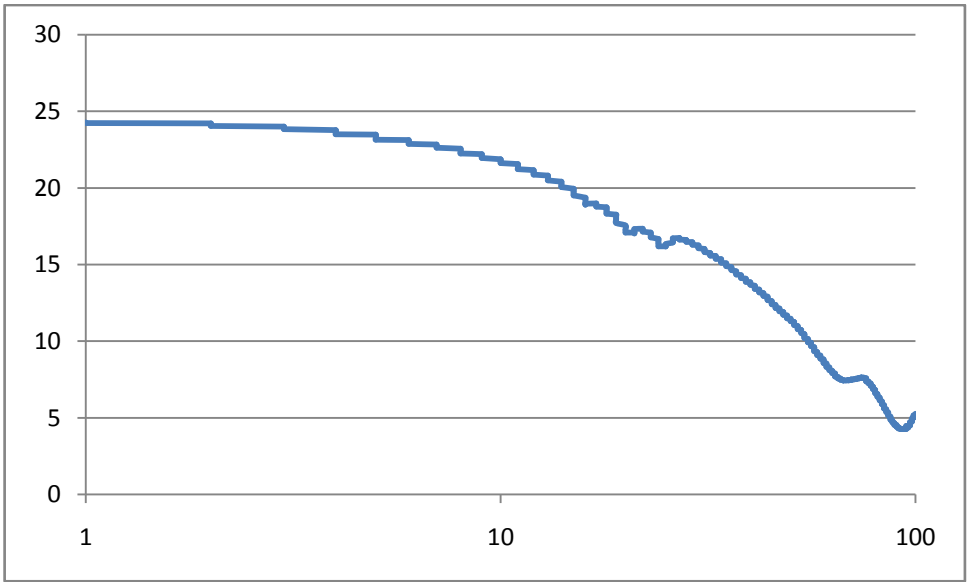


Рис. 10 – **Амплитудно-частотная характеристика усилителей А, В микросхемы согласно схеме измерения рис. 9**