

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**“Сибирский государственный университет науки и технологий имени
академика М.Ф. Решетнева”**

Институт космической техники

Кафедра систем автоматического управления

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Исследование усилителей на биполярных транзисторах. (Вариант 2)

Преподаватель

Обучающиеся гр.БЭМ19-01

Шкловец М.А.

Антонов И.В.

Шеремет К.В

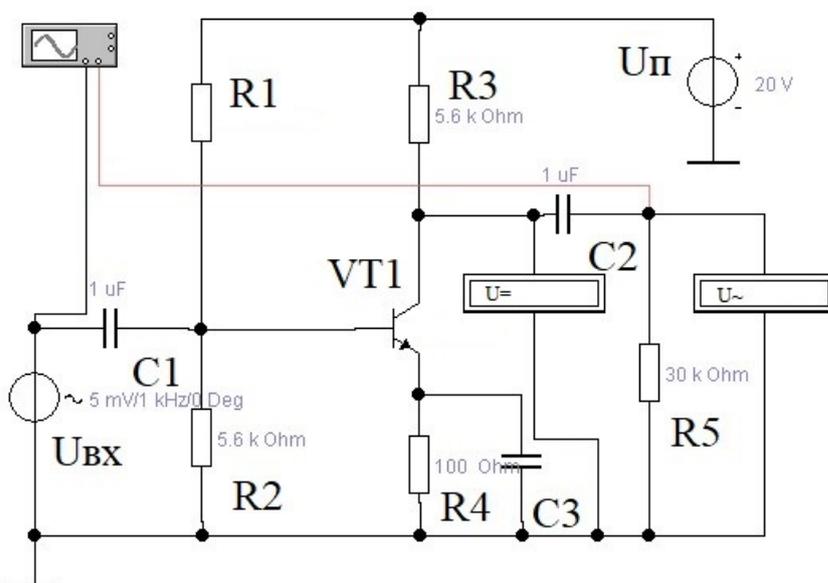
Васильев Е.С.

Буриев.Б.А.

Красноярск 2021

Часть 1. Усилитель по схеме ОЭ.

Схема 1.1 (Транзистор: motorol1-BC141-16; $U_{вх}$ (от 1кГц вниз и от 1кГц вверх); для первого исследования $C3=0$ мкФ, для второго $C3=100$ мкФ; ($U_{=}$) было равно $U_{п}/2 \pm 0.5$ В. $R1=93$ кОм.



Расчет K_U для при частоте 1 кГц схемы 1.1 ($C3=0$):

$$K_U = 20 \lg \left(\frac{U_{(1)}}{U_{вх}} \right) = 31,8 \text{ Дб}$$

Теоретический расчет K_U для схемы 1.1 ($C3=0$):

$$I_{э} = I_K = \frac{U_K}{R_K} = \frac{20}{5600} = 0,00357 \text{ A}$$

$$r_{э} = \frac{2\varphi_T}{I_{э}} = \frac{2 * 0,025}{0,00357} = 14 \text{ Ом}$$

$$K_U = \frac{R_K}{r_{э} + R_{э}} = \frac{5600}{14 + 100} = 49,1 \text{ Дб}$$

Расчет K_U для при частоте 1 кГц схемы 1.1 ($C3=100$):

$$K_U = 20 \lg \left(\frac{U_{(1)}}{U_{вх}} \right) = 48,03 \text{ Дб}$$

Теоретический расчет K_U для схемы 1.1 ($C3=100$):

$$I_{э} = I_K = \frac{U_K}{R_K} = \frac{20}{5600} = 0,00357 \text{ A}$$

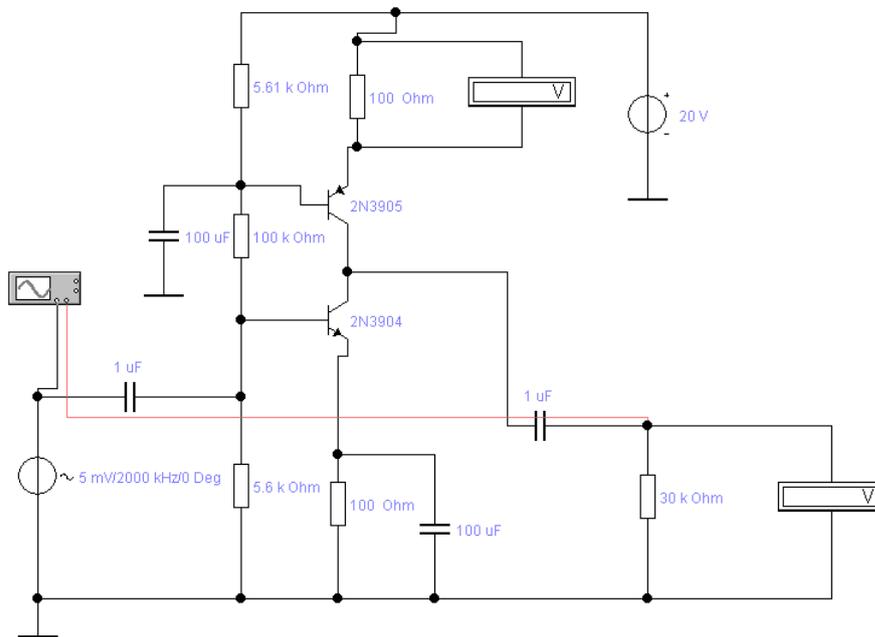
$$r_{э} = \frac{2\varphi_T}{I_{э}} = \frac{2 * 0,025}{0,00357} = 14 \text{ Ом}$$

$$K_U = \frac{R_K}{r_{э}} = \frac{5600}{14} = 400 \text{ Дб}$$

Таблица 1 для схемы 1.1.

f(kHz)	C3=0			C3=100MKΦ		
	U~	φ	Ku	U~(mV)	φ	Ku
0,001	1,062	0	-13,45	1,063	0	-13,44
0,02	86,24	108	24,7	118	78	27,45
0,05	153,3	146	29,7	335	94	36,52
0,1	182,4	170	31,24	629	120	41,99
1	196,4	180	31,8	1261	180	48,03
1000	187,5	174	31,48	1228	168	47,8
2000	166,5	162	30,44	1104	160	46,7
3000	143,1	150	29,13	962	125	45,68
4000	122,5	148	27,78	831	111	44,41
5000	105,6	142	26,4	722	105	43,14
6000	92,1	120	25,3	631	100	42,02
10000	59,38	90	21,49	414	90	38,36
30000	20,09	60	12,08	404	86	38,14
40000	15,07	40	9,58	145	80	29,24
50000	12,19	23	9,58	109	50	26,76
6000	7,24	6	3,21	87	35	24,81
10000	5	0	0	44	5	18,88
30000	1,062	0	-13,45	5,076	0	0,13

Схема 1.2



Расчет K_U для при частоте 1 кГц схемы 1.2 ($c_3=100$):

$$K_U = 20 \lg \left(\frac{U_{()}}{U_{ex}} \right) = 54,5 \text{ Дб}$$

Теоретический расчет K_U для схемы 1.2 ($c_3=100$):

$$I_{\mathcal{E}} = I_K = \frac{U_K}{R_K} = \frac{20}{5600} = 0,00357 \text{ A}$$

$$r_{\mathcal{E}} = \frac{2 \varphi_T}{I_{\mathcal{E}}} = \frac{2 * 0,025}{0,00357} = 14 \text{ Ом}$$

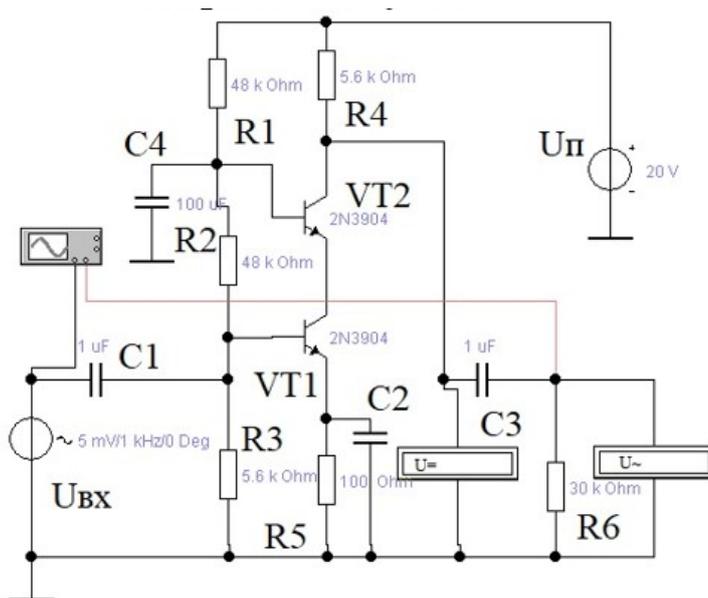
$$K_U = \frac{R_K}{r_{\mathcal{E}}} = \frac{5600}{14} = 400 \text{ Дб}$$

Таблица 2 для схемы 1.2

f	C3=100мкФ		
	U~(mV)	φ	Ku
0,001	1,4	0	-11,05
0,005	1,7	10	-9,37
0,01	2	58	-7,95
0,02	2,3	67	-6,74
0,05	2,457	90	-6,17

0,2	10,96	105	6,81
0,5	692	166	42,82
1	2655	178	54,5
100	4,175	180	-1,56
2000	2,441	90	-6,22
10000	2,1	86	-7,53
30000	2	80	-7,95
40000	1,9	65	-8,4
50000	1,6	47	-9,89
6000	1,4	27	-11,05
10000	1	4	-13,97
30000	0,87	0	-15,18

Схема 1.3.



Расчет K_U при частоте 1 кГц для схемы 1.3 ($c3=100$):

$$K_U = 20 \lg \left(\frac{U(\cdot)}{U_{\text{вх}}} \right) = 48,09 \text{ Дб}$$

Теоретический расчет K_U для схемы 1.3 ($C_3=100$):

$$I_{\text{э}} = I_K = \frac{U_K}{R_K} = \frac{20}{5600} = 0,00357 \text{ А}$$

$$r_{\text{э}} = \frac{2 \varphi_T}{I_{\text{э}}} = \frac{2 * 0,025}{0,00357} = 14 \text{ Ом}$$

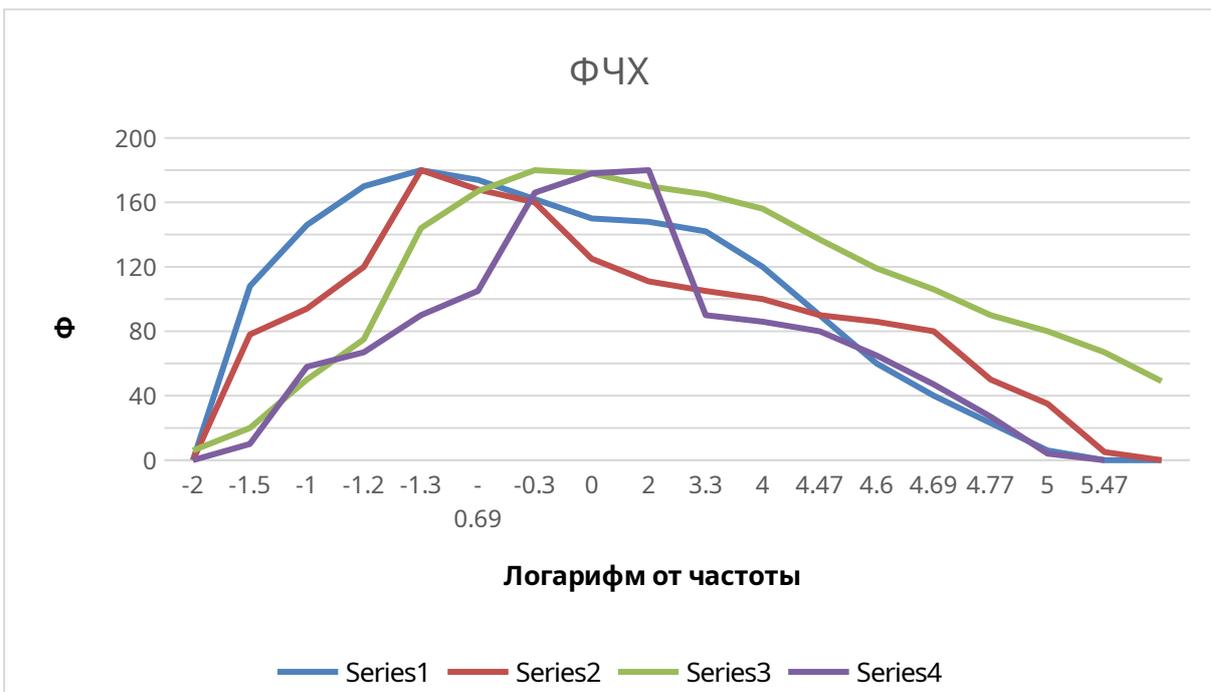
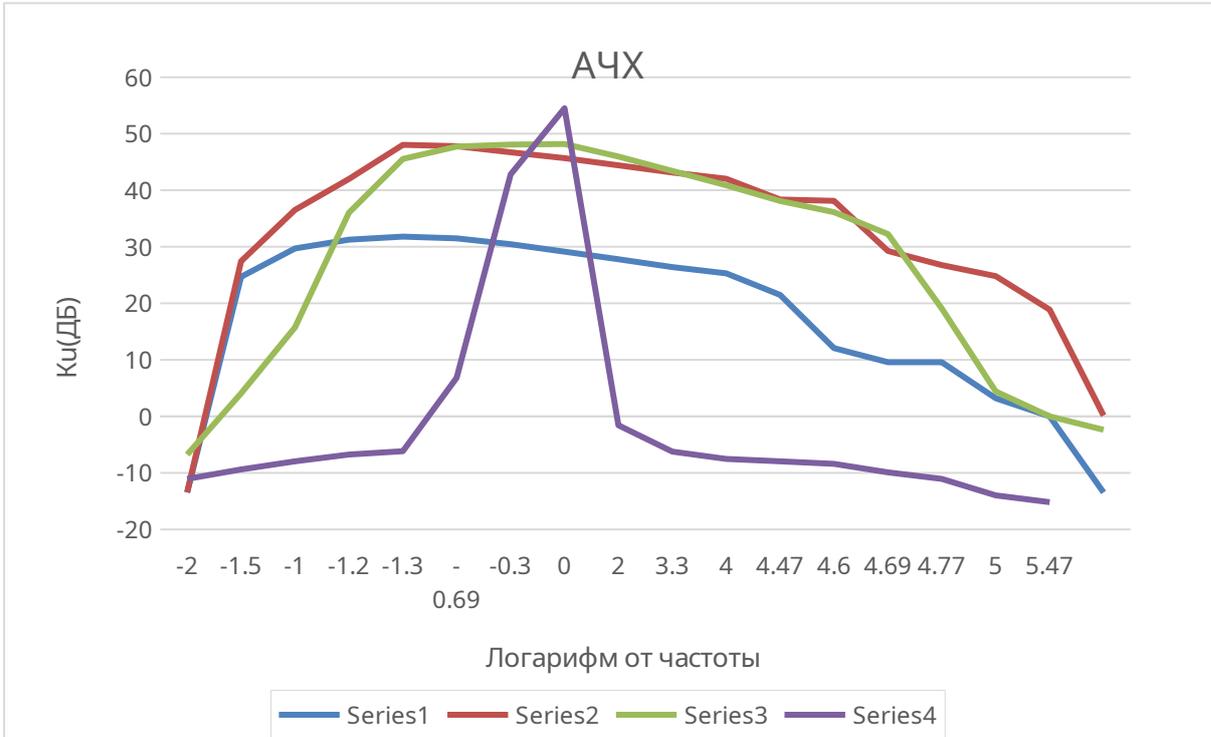
$$K_U = \frac{R_K}{r_{\text{э}}} = \frac{5600}{14} = 400 \text{ Дб}$$

Таблица 2 Для схемы 1.3.

f (кГц)	C3=100мкФ		
	U~ (mv)	φ	Ku
0,005	2,3	6	-6,74
0,01	8	20	4,08
0,02	30,7	50	15,76
0,06	316	75	36,01
0,2	952	144	45,54
0,5	1217	167	47,72
1	1270	180	48,09
10	1281	178	48,17
1000	995	170	45,97
2000	741	165	43,41
3000	554	156	40,89
4000	402	137	38,1
5000	320	119	36,12
6000	207	106	32,24
10000	45	90	19,08
20000	8,12	80	4,4
30000	5	67	0

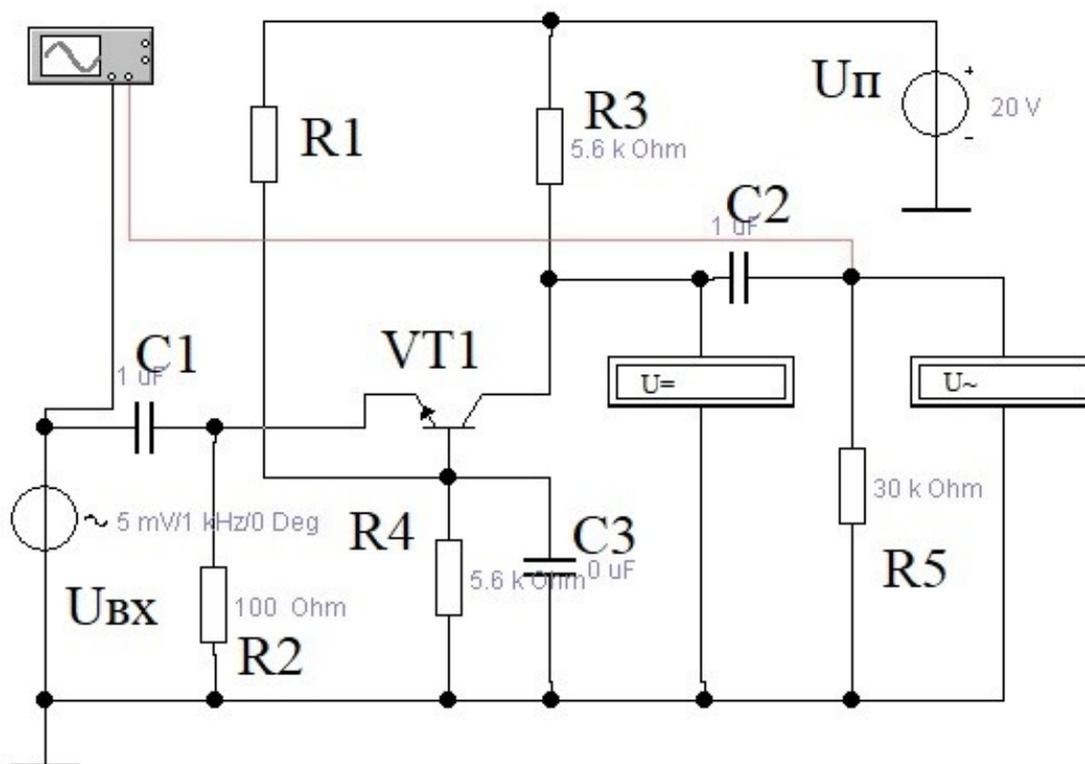
40000	3,8	49	-2,38
58500	2,3	6	-6,74

Графики для части 1.



Часть 2. Усилитель по схеме ОБ.

Схема 2. R1=90kOM



Расчет K_U при частоте 1 кГц для схемы 2 (с3=0):

$$K_U = 20 \lg \left(\frac{U(\cdot)}{U_{ax}} \right) = 25,27$$

Теоретический расчет K_U для схемы 2 (с3=0):

$$I_{\text{э}} = I_K = \frac{U_K}{R_K} = \frac{20}{5600} = 0,00357 \text{ A}$$

$$r_{\text{э}} = \frac{2\varphi_T}{I_{\text{э}}} = \frac{2 * 0,025}{0,00357} = 14 \text{ Ом}$$

$$K_U = \frac{R_K}{r_{\text{э}}} = \frac{5600}{14} = 400 \text{ Дб}$$

Расчет K_U при частоте 1 кГц для схемы 2 (с3=100):

$$K_U = 20 \lg \left(\frac{U(\cdot)}{U_{ax}} \right) = 27,93$$

Теоретический расчет K_U для схемы 2 (с3=100):

$$I_{\text{э}} = I_K = \frac{U_K}{R_K} = \frac{20}{5600} = 0,00357 \text{ A}$$

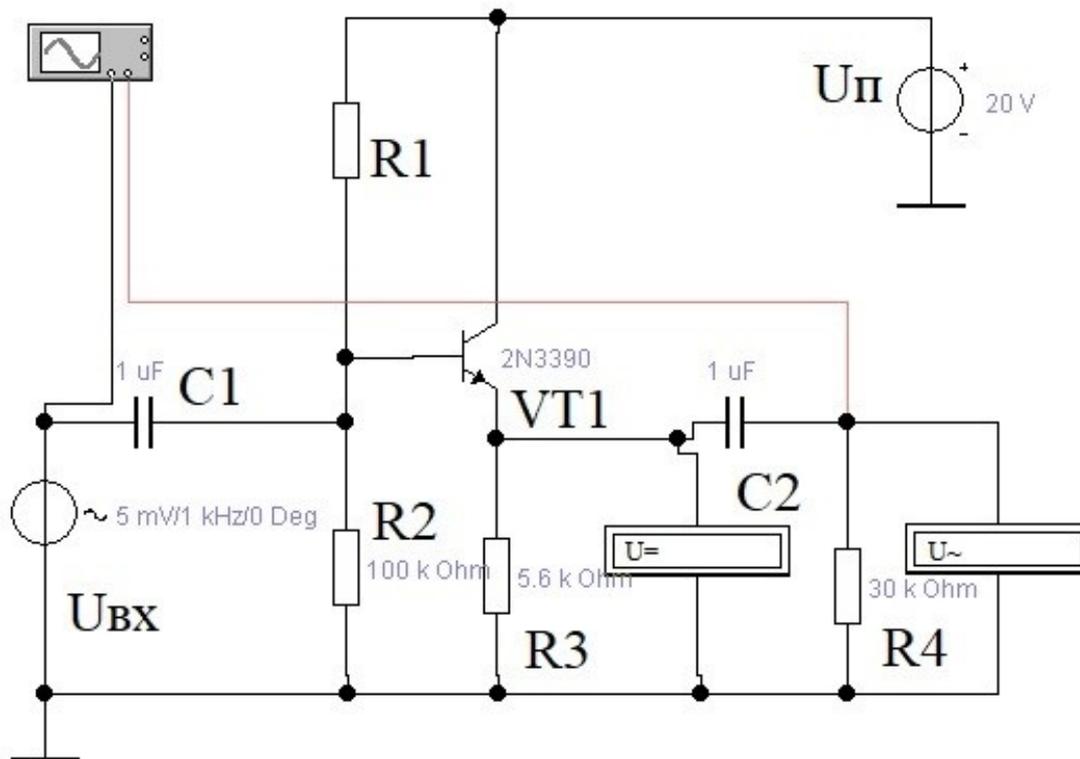
$$r_{\text{э}} = \frac{2\varphi_T}{I_{\text{э}}} = \frac{2 * 0,025}{0,00357} = 14 \text{ Ом}$$

$$K_U = \frac{R_K}{r_{\text{э}}} = \frac{5600}{14} = 400 \text{ Дб}$$

Таблица 1 для части 2.

f(kHz)	C3=0			C3=100мкФ		
	U~	φ	Ku	U~(mV)	φ	Ku
0,02	2,2	70	-7,13	2,3	78	-6,74
0,05	4,672	74	-0,589	6,233	79	1,91
0,1	9,3	76	5,39	12,5	84	7,95
0,2	18,47	79	11,34	25,02	86	13,98
0,5	46,65	82	19,39	62,5	88	21,93
0,8	74,01	87	23,4	99,83	89	26,005
1	91,78	90	25,27	124,6	90	27,93
2	172,7	67	30,76	245,7	88	33,82
3	237,2	50	33,52	360,5	89	37,15
4	285,3	30	35,12	466,7	78	39,4
5	319,5	26	36,11	562,8	24	41,02
10	381,9	0	37,65	896,8	75	45,07
100	121,6	40	27,71	1270	26	48,09
200	62,7	57	21,96	1281	18	48,17
300	42,15	64	18,51	1279	5	48,15
400	31,8	76	16,06	1276	0	48,13
500	25,59	90	14,18	1271	0	48,1
2000	7,57	10	3,6	1107	16	47,65
3000	5,9	6	1,43	963	26	45,7

Схема 3.



Расчет K_U при частоте 1 кГц для схемы 3 ($C_3=100$):

$$K_U = 20 \lg \left(\frac{U(\sim)}{U_{BX}} \right) = -0,02$$

Теоретический расчет K_U для схемы 3 (C_3 отсутствует):

$$I_{\text{Э}} = I_{\text{К}} = \frac{U_{\text{К}}}{R_{\text{К}}} = \frac{20}{5600} = 0,00357 \text{ A}$$

$$r_{\text{Э}} = \frac{2\varphi_{\text{T}}}{I_{\text{Э}}} = \frac{2 * 0,025}{0,00357} = 14 \text{ Ом}$$

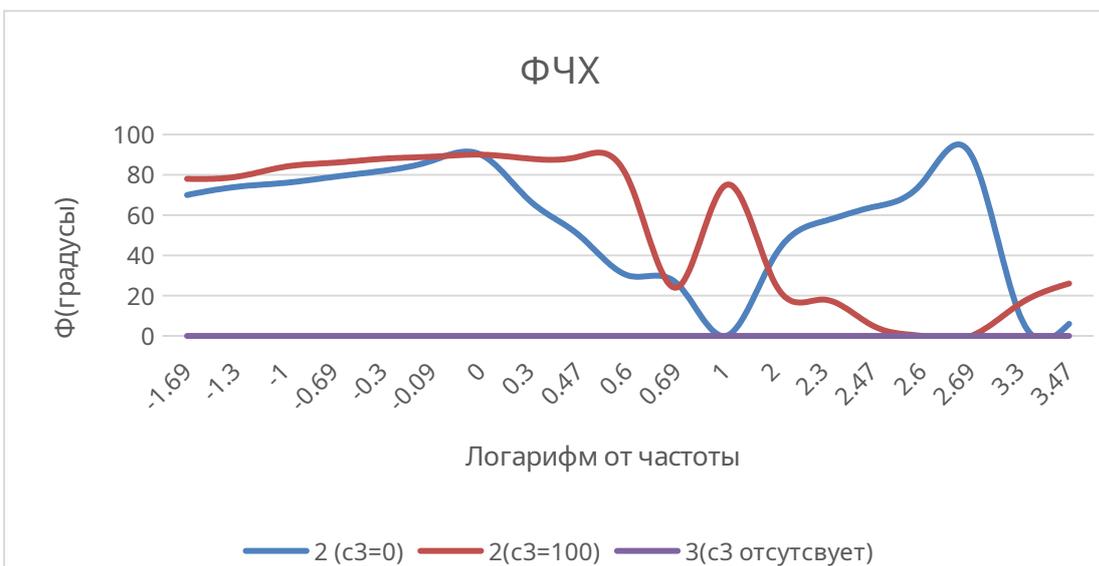
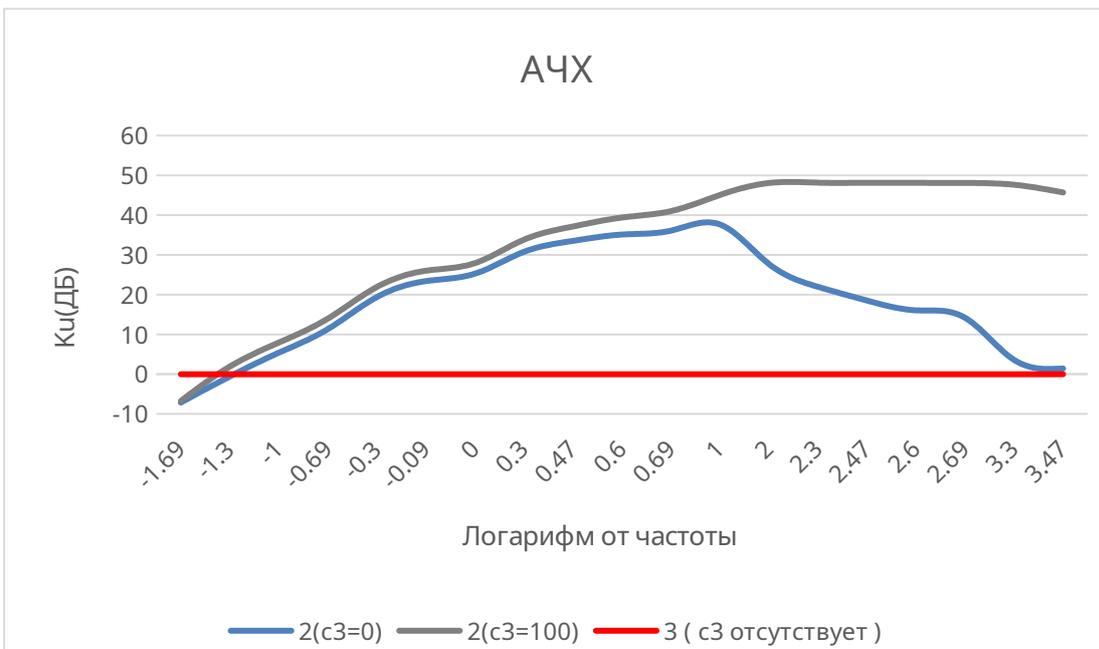
$$K_U = \frac{R_{\text{Э}}}{R_{\text{Э}} + r_{\text{Э}}} = \frac{5600}{5600 + 14} = 0,997 \text{ Дб}$$

Таблица 2 для части 3.

Таблица 2

f	C3 отсутствует		
	U~	φ	Ku
1	4,985	0	-0,02

Графики для части 2



Вывод (сравнение по коэффициенту усиления и диапазону частот):
 По графикам видно, что схемы ОБ и ОЭ обладают коэффициентом усиления по напряжению. Так же можно сделать вывод, что конденсатор (С3 для схемы 1,1 и 2; С2 для схемы 1,2 и 1,3) уменьшает отрицательную обратную связь по переменному току и тем самым увеличивает коэффициент усиления. Используя динамическую нагрузку мы можем не только повышать коэффициент усиления, но и увеличивать полосу пропускания

(область частот входного сигнала в которой коэффициент усиления изменяется не больше чем допустимо по техническим условиям).