

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ТЮМЕНСКИЙ  
ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ

Кафедра Кибернетических систем

ОТЧЕТ

По лабораторной работе № 4

«Исследование отрицательных обратных связей в усилителе в среде  
Мультисим»

По дисциплине «Электроника»

Вариант № 6

Выполнил:

студент группы АСОиУб-21-1

\_\_\_\_\_ Бойчук С.Р

Проверила:

Ст. преподаватель каф. КС

\_\_\_\_\_ Сидорова А.Э

**Цель работы:** Исследовать усилительный каскад на биполярном транзисторе n-p-n, включенном в схеме с ОЭ в среде Мультисим.

Определить основные параметры и характеристики усилительного каскада.

Параметры усилительного каскада, соответствующие варианту представлены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры усилительного каскада

№ вариант	Параметры усилительного каскада											
	$U_{вх}$ , мВ	VT	$E_{к}$ , В	$R_1$ , кОм	$R_2$ , кОм	$R_{к}$ , кОм	$R_{э}$ , кОм	$R_{н}$ , кОм	$C_{p1}$ , мкФ	$C_{p2}$ , нФ	$C_{э}$ , мкФ	$C_{н}$ , пФ
6	12	2N2714	20	82	16	20	1,6	56	0,91	100	1,2	22

Исходная схема усилительного каскада, схема с обратной связью по току и по напряжению представлены на рисунках 1, 2 и 3 соответственно.

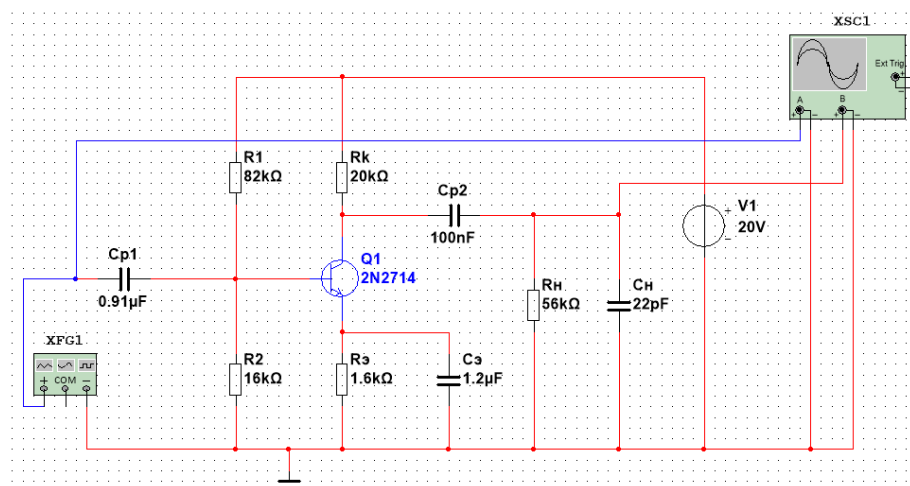


Рисунок 1. Вид исходной схемы усилительного каскада на биполярном транзисторе

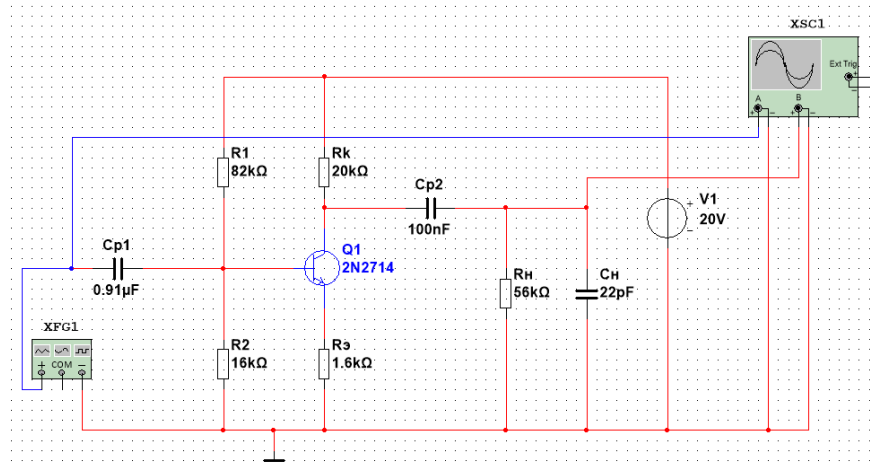


Рисунок 2. Вид схемы усилительного каскада с последовательной отрицательной обратной связью по току

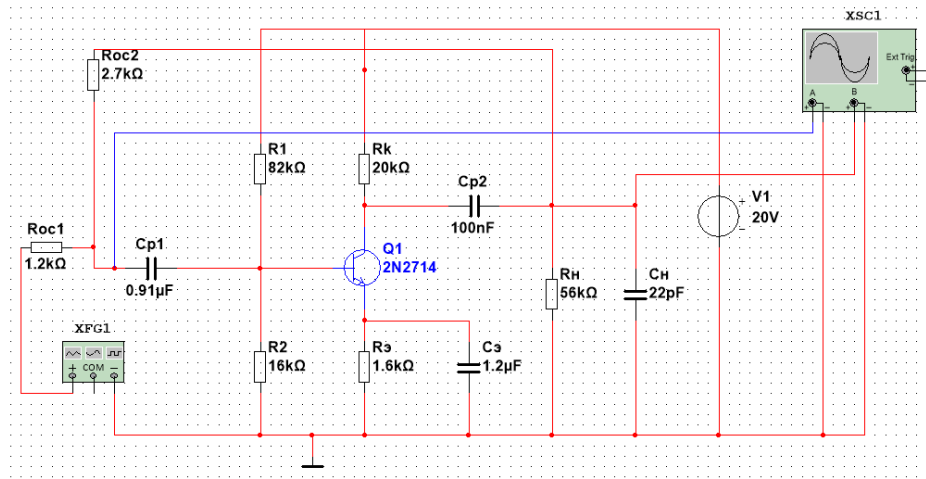


Рисунок 3. Вид схемы усилительного каскада с параллельной отрицательной обратной связью по напряжению

### Определение параметров усилительных каскадов на СЧ.

Далее определим коэффициенты усиления в области средних частот, измерим входные и выходные напряжения для всех схем. Полученные данные записаны в таблицу 2.

Таблица 2. Определение  $K_{сч}$ , входного и выходного сопротивлений, глубины обратной связи

	U <sub>вых</sub> в исходной схеме, В	U <sub>вых</sub> , при R <sub>о</sub> =510 Ом,	U <sub>вых</sub> хх, В	K/Коос
Исходная схема усилителя без обратной связи	0.436	0.385	0.633	36
Схема с ООС по току	0.065	0.061	0.078	5.5
Схема с ООС по напряжению	0.024	0.175	0.025	2

Для исходной схемы:

$$R_{ex} = \frac{U_{вых} - \Delta U'_{вых}}{\Delta U'_{вых}} \cdot R_0 = \frac{436 - (436 - 385)}{(436 - 385)} \cdot 510 = 3850 \text{ Ом}$$

$$R_{вых} = \frac{\Delta U''_{вых}}{U_{вых\text{ хх}} - \Delta U''_{вых}} \cdot R_H = \frac{(633 - 436)}{633 - (633 - 486)} \cdot 56000 = 25303 \text{ Ом}$$

Для схемы с ООС по току:

$$R_{ex} = \frac{U_{вых} - \Delta U'_{вых}}{\Delta U'_{вых}} \cdot R_0 = \frac{65 - (65 - 61)}{(65 - 61)} \cdot 510 = 7777 \text{ Ом}$$

$$R_{вых} = \frac{\Delta U''_{вых}}{U_{вых\text{ хх}} - \Delta U''_{вых}} \cdot R_H = \frac{(78 - 65)}{78 - (78 - 65)} \cdot 56000 = 11200 \text{ Ом}$$

$$F_{оос} = \frac{36}{5.5} = 6.5$$

Для схемы с ООС по напряжению:

$$R_{ex} = \frac{U_{вых} - \Delta U'_{вых}}{\Delta U'_{вых}} \cdot R_0 = \frac{24 - (24 - 17,5)}{24 - 17,5} \cdot 510 = 1373 \text{ Ом}$$

$$R_{вых} = \frac{\Delta U''_{вых}}{U_{вых.хх} - \Delta U''_{вых}} \cdot R_H = \frac{25 - 24}{25 - (25 - 24)} \cdot 56000 = 2536 \text{ Ом}$$

$$F_{оос} = \frac{36}{2} = 18$$

### Снятие и построение АЧХ усилительного каскада с определением полосы пропускания.

Полученные значения при построении АЧХ для трёх случаев представлены в таблице 3.

Таблица 3. Снятие и построение АЧХ для усилительного каскада

Частоты, Гц /амплитуда выходного сигнала, В	60	120	250	500	1000	2000	5000	10000	16000	50к	100к	500к	1м	10м	f <sub>н</sub> , Гц	f <sub>в</sub> , МГц
Исходная схема	0,063	0,07 3	0,09 7	0,13 2	0,18 4	0,22 6	0,268	0,33 4	0,37 8	0,47 1	0,45 9	0,36 8	0,19 1	0,08 9	3360	1725
Схема с ООС по току	0,046	0,05 7	0,06 0	0,06 2	0,06 2	0,06 2	0,06 2	0,06 2	0,06 2	0,06 2	0,06 1	0,04 4	0,02 7	0,00 5	49	997
Схема с ООС по напряжению	0,012	0,01 2	0,01 3	0,01 5	0,01 5	0,01 6	0,01 6	0,01 6	0,01 6	0,01 6	0,01 6	0,01 6	0,01 6	0,01 2	156	12764

Подключим ко входам и выходам схемы измеритель частотных характеристик. Полученная характеристика представлено на рисунке 4.

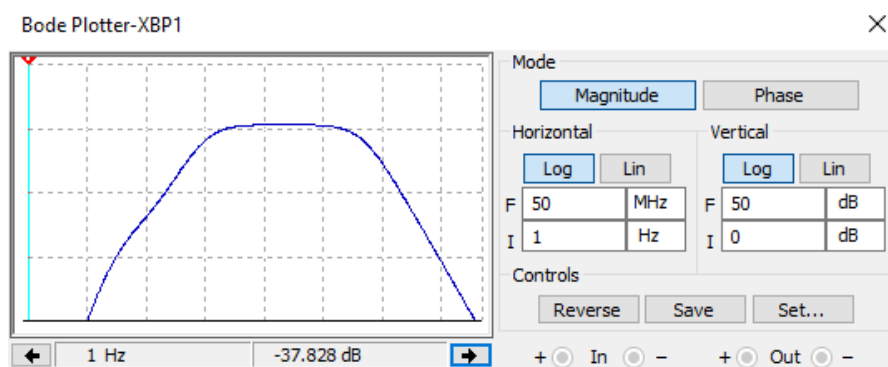


Рисунок 1. Изображения экрана плоттера Бодэ для исходной схемы.

**Снятие и построение АХ усилительного каскада с определением динамического диапазона усиления.**

Снимем АХ усилительного каскада для трёх случаев. Результаты запишем в таблица 4, 5 и 6 соответственно.

Таблица 4. Снятие и построение АХ для исходного усилительного каскада

$U_{вх}, В$	0 мВ	$U_{вх}(12 мВ)$	$U_{вх}(13 мВ)$	$U_{вх}(14 мВ)$	$U_{вхmax}(15 мВ)$
Исходная схема, $U_{вых}, В$	0	2,783	3,006	3,374	3,614

Таблица 5. Снятие и построение АХ для усилительного каскада с ООС по току

$U_{вх}, В$	0 мВ	$U_{вх}(12 мВ)$	$U_{вх}(150 мВ)$	$U_{вх}(300 мВ)$	$U_{вхmax}(400 мВ)$
Исходная схема, $U_{вых}, В$	0	0,065	1,275	2,355	3,167

Таблица 6. Снятие и построение АХ для усилительного каскада с ООС по напряжению

$U_{вх}, В$	0 мВ	$U_{вх}(12 мВ)$	$U_{вх}(300 мВ)$	$U_{вх}(500 мВ)$	$U_{вхmax}(800 мВ)$
Исходная схема, $U_{вых}, В$	0	0,024	0,383	1,007	1,611

По полученным данным построим АХ для трёх схем, представленные на рисунке 5.

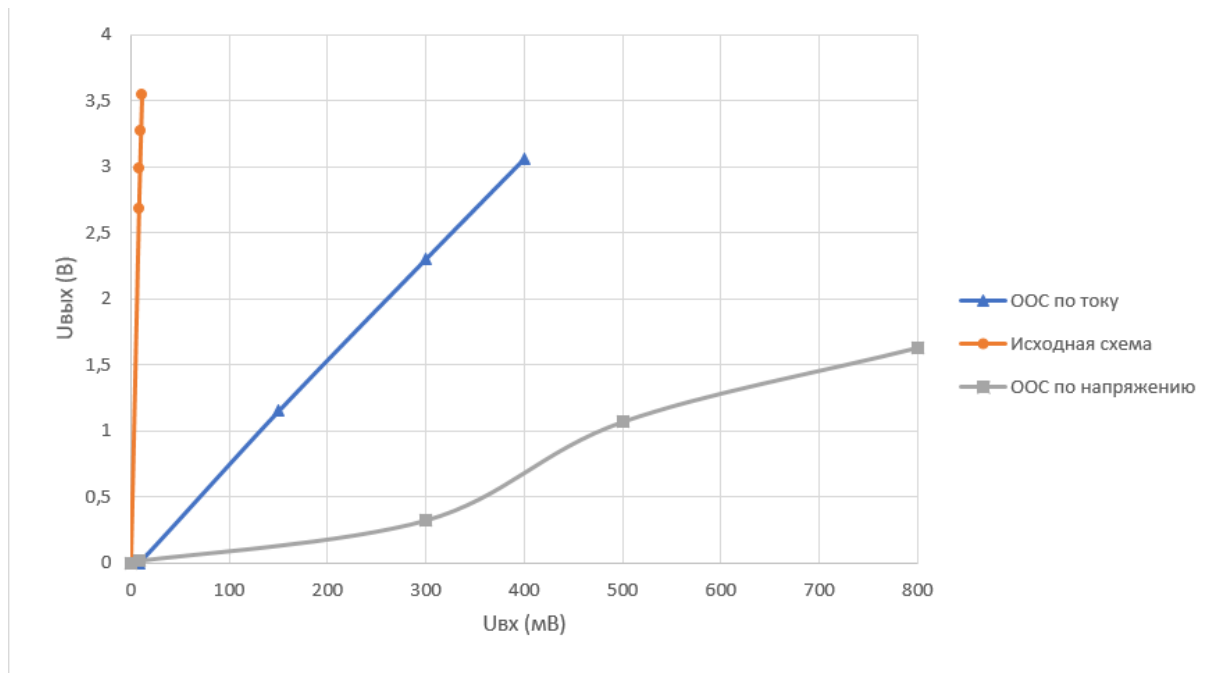


Рисунок 2. АХ усилителя

**Вывод:**

В данной лабораторной работе была проведена серия опытов для вычисления параметров и построения АХ для усилительных каскадов без ООС, с ООС по току и с ООС по напряжению. Было выявлено, что коэффициенты усиления у схем с ООС гораздо ниже, чем у исходной, однако диапазон полосы пропускания у схем с ООС шире, это объясняется тем, что площадь усиления является постоянной величиной. Также можно заметить, что в схеме с последовательной ООС выходное сопротивление выше, чем в исходной, а в схеме с параллельной ООС выходное сопротивление уменьшилось.