

Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
Институт Радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова  
Кафедра Формирования и обработки радиосигналов

ОТЧЁТ  
по лабораторной работе №1  
«Усилитель мощности класса А на полевом транзисторе»  
По курсу: Формирование радиосигналов

Группа: ЭР-13-21

Бригада: 1

Выполнили: Алдошин Е.А.

Кон Р.А.

Проверил: Удалов Н.Н.

Москва

2024

**Цель работы:** Исследование режимов работы транзисторного усилителя мощности класса А

Домашняя подготовка

Таблица 1 – Исходные данные для расчёта режима УМ

$f_0$ , МГц	$P_H$ , Вт	$P_H$ , дБм	$E_H$ , В	$\theta$ , град	$\xi_{кр}$	$S$ , А/В	$E'$ , В
10	2	33	9	180	0.96	1,5	2,25

$$r_{кр} = 0.4 \text{ Ом}$$

Выразим значение мощности, отдаваемой в нагрузку, в дБм:

$$P_{H, \text{дБм}} = 10 \lg \left( \frac{2 \text{ Вт}}{1 \text{ мВт}} \right) = 10 \lg \left( \frac{2000}{1} \right) = 10 [\lg(10^3) + \lg(2)] = 10 [3 + \lg(2)] \approx 33$$

Коэффициент использования напряжения питания рассчитаем по формуле:

$$\zeta_{кр} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{1 - 8 \frac{P_H r_{кр}}{\alpha_1 E_H^2}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{1 - 8 \frac{2 \cdot 0.4}{0.5 \cdot 9^2}} = 0.96$$

Расчёты режима УМ:

$$U_1 = \zeta_{кр} \cdot E_H = 0.96 \cdot 9 = 8.64 \text{ В}$$

$$I_{c1} = \frac{2P_H}{U_1} = \frac{2 \cdot 2}{8.64} = 0.463 \text{ А} = 463 \text{ мА}$$

$$i_{c, \max} = \frac{I_{c1}}{\alpha_1} = \frac{0.463}{0.5} = 0.926 \text{ А} = 926 \text{ мА}$$

$$I_{c0} = \alpha_0 \cdot i_{c, \max} = 0.5 \cdot 926 = 463 \text{ мА}$$

$$P_{ип} = I_{c0} \cdot E_H = 0.463 \cdot 9 = 4.167 \text{ Вт}$$

$$\eta_{кр}, \% = \frac{P_H}{P_{ип}} \cdot 100\% = \frac{2}{4.167} \cdot 100\% = 48\%$$

$$r_1 = \frac{2P_H}{I_{c1}^2} = \frac{2 \cdot 2}{0.463^2} = 18.66 \text{ Ом}$$

В соответствии с описанием лабораторной работы при значении  $r_1 = 18.66 \text{ Ом}$  в цепи связи нужно использовать следующие ёмкостные элементы:

$$C_a = C_{a0} + C_{a1} = 330 + 160 = 490 \text{ пФ}$$

$$C_b = C_{b0} + C_{b1} = 430 + 390 = 820 \text{ пФ}$$

Управление током ПТ:

$$U_{зи} = \frac{i_{с.мах}}{2 \cdot S} = \frac{0.926}{2 \cdot 1.5} = 0.309 \text{ В} = 309 \text{ мВ}$$

$$E_{зи} = E' + U_{зи} = 2.25 + 0.309 = 2.559 \text{ В}$$

Таблица 2 – Результаты расчёта режима УМ

<b>Баланс мощностей</b>	величина	$P_{ип}, \text{ Вт}$	$P_{н}, \text{ Вт}$	$\eta_{кр}, \%$
	значение	4.167	2	48
<b>Ток стока</b>	величина	$I_{с0}, \text{ мА}$	$I_{с1}, \text{ мА}$	$i_{смах}, \text{ мА}$
	значение	463	463	926
<b>Цепь связи (Рисунок 8)</b>	величина	$r_1, \text{ Ом}$	$C_a, \text{ пФ}$	$C_b, \text{ пФ}$
	значение	18.66	490	820

## Лабораторное задание

### 1. Настройка усилителя мощности

Настроим усилитель мощности на заданную мощность, измерим параметры характеризующие режим усилителя мощности и занесем в таблицу.

Таблица 3 – Режим работы УМ при настройке на заданную мощность

$E_{зи}, В$	$U_{зи}, В$	$E_{п}, В$	$I_{c0}, мА$	$P_{н}, дБм$	$P_{н}, Вт$	$\eta, \%$
2.56	0.024	8.96	468	30	1	23.8

Сохраним полученные в данном режиме осциллограммы  $u_{си\sim}(t)$  и  $i_{c\sim}(t)$ .

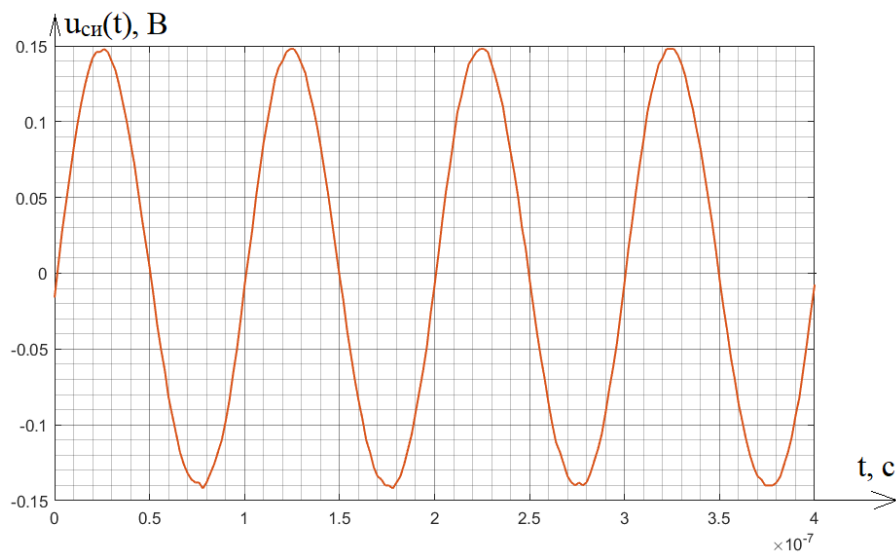


Рисунок 1 – Осциллограмма  $u_{си\sim}(t)$

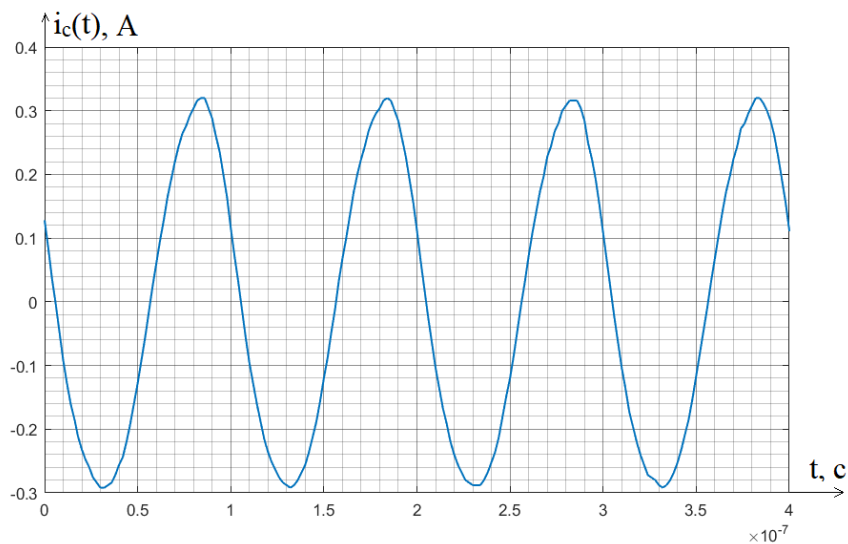


Рисунок 2 – Осциллограмма  $i_{c\sim}(t)$

## 2. Нагрузочные характеристики

При неизменном положении ручек  $E_{зи}$  и  $U_{зи}$ , будем изменять положение переключателей в поле ЦЕПЬ СВЯЗИ от 1 до 12. Измерим величины, характеризующие режим работы усилителя мощности и занесем в таблицу.

Таблица 4 – Зависимость режима УМ от состояния приведённой нагрузки

Положение переключателей	$I_{c0}$ , мА	$P_n$ , дБм	$P_n$ , Вт	$\eta$ , %
1	519	23.86	0.243	5.2
2	522	25.05	0.32	6.8
3	519	25.63	0.366	7.87
4	517	26.42	0.439	9.5
5	513	27.65	0.582	12.7
6	506	28.52	0.711	15.7
7	498	29.2	0.832	18.65
8	488	30.13	1.03	23.6
9	470	30.82	1.208	28.7
10	451	30.88	1.225	30.3
11	431	30.78	1.197	31
12	400	30.25	1.06	29.6

Построим нагрузочные характеристики для  $P_n$  [Вт],  $I_{c0}$ ,  $\eta$ .

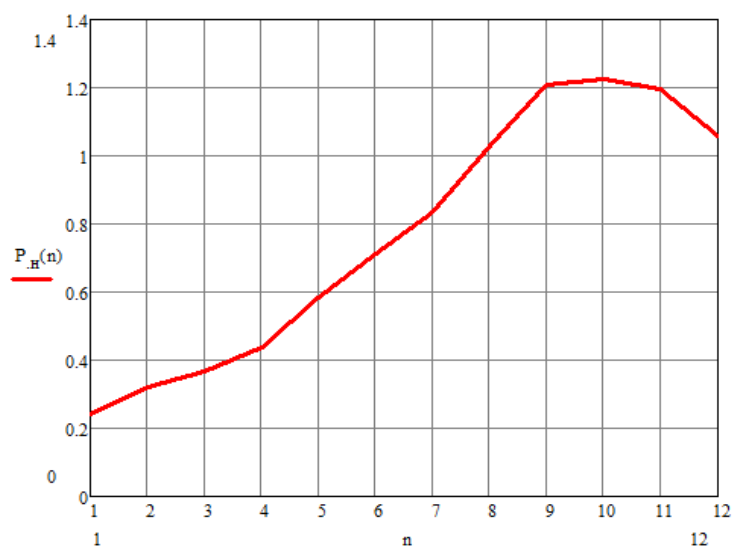


Рисунок 3 – Нагрузочная характеристика  $P_n$  [Вт]

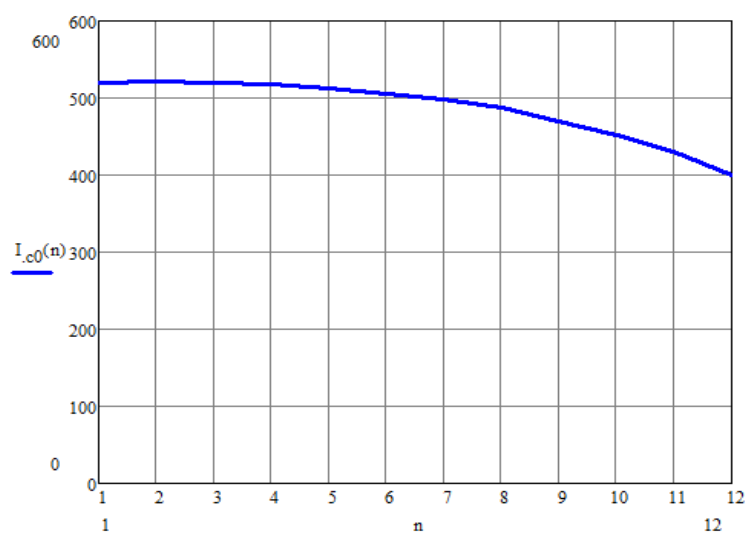


Рисунок 4 – Нагрузочная характеристика  $I_{c0}$  [мА]

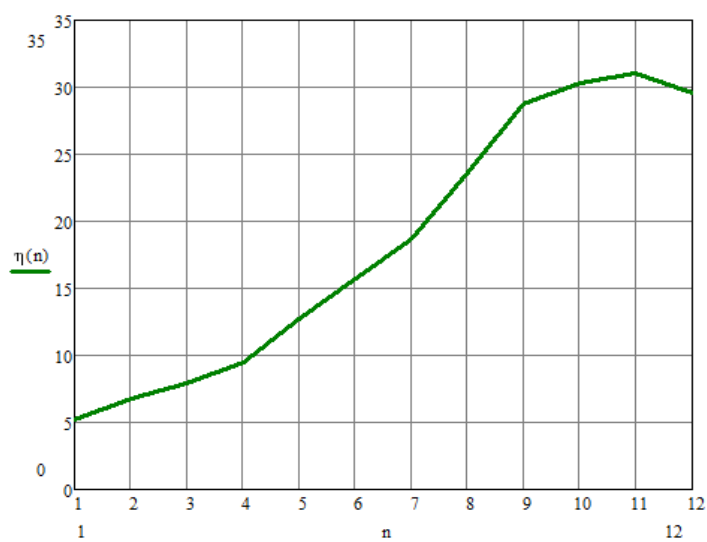


Рисунок 5 – Нагрузочная характеристика  $\eta$  [%]

Сохраним осциллограммы  $u_{\text{си}}(t)$  и  $i_{\text{с}}(t)$  в недонапряженном режиме (положение 3) и перенапряженном режиме (положение 12).

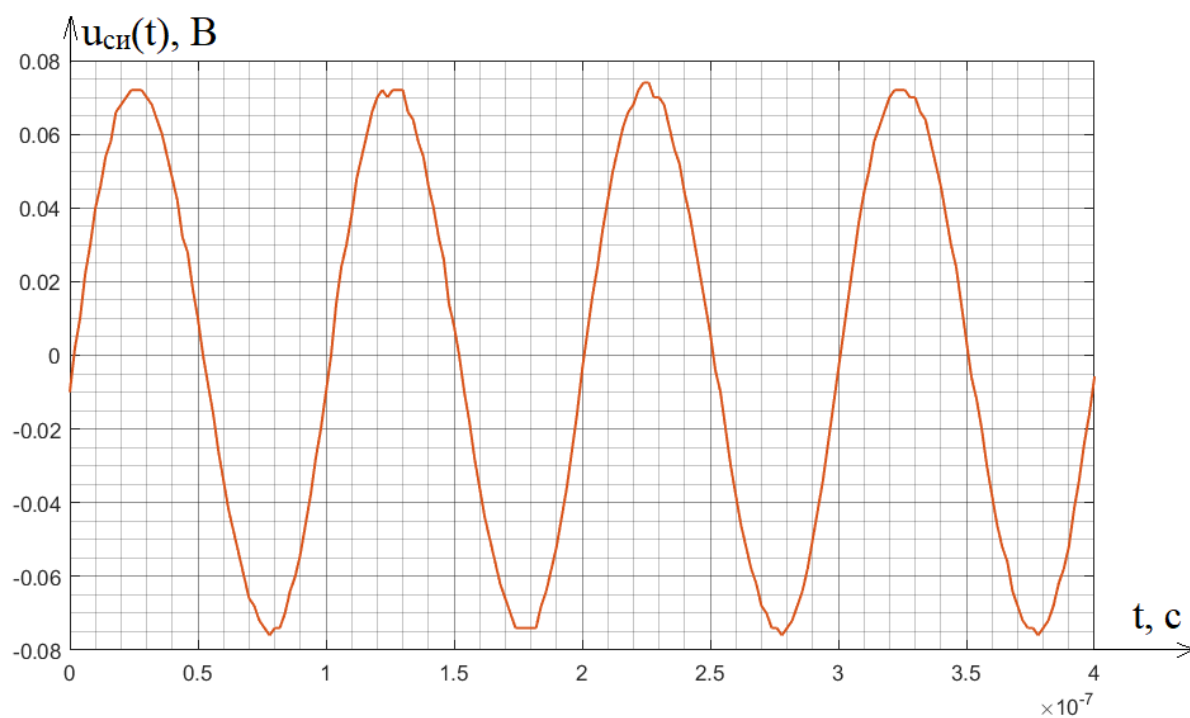


Рисунок 6 – Осциллограмма  $u_{\text{си}}(t)$  в недонапряженном режиме

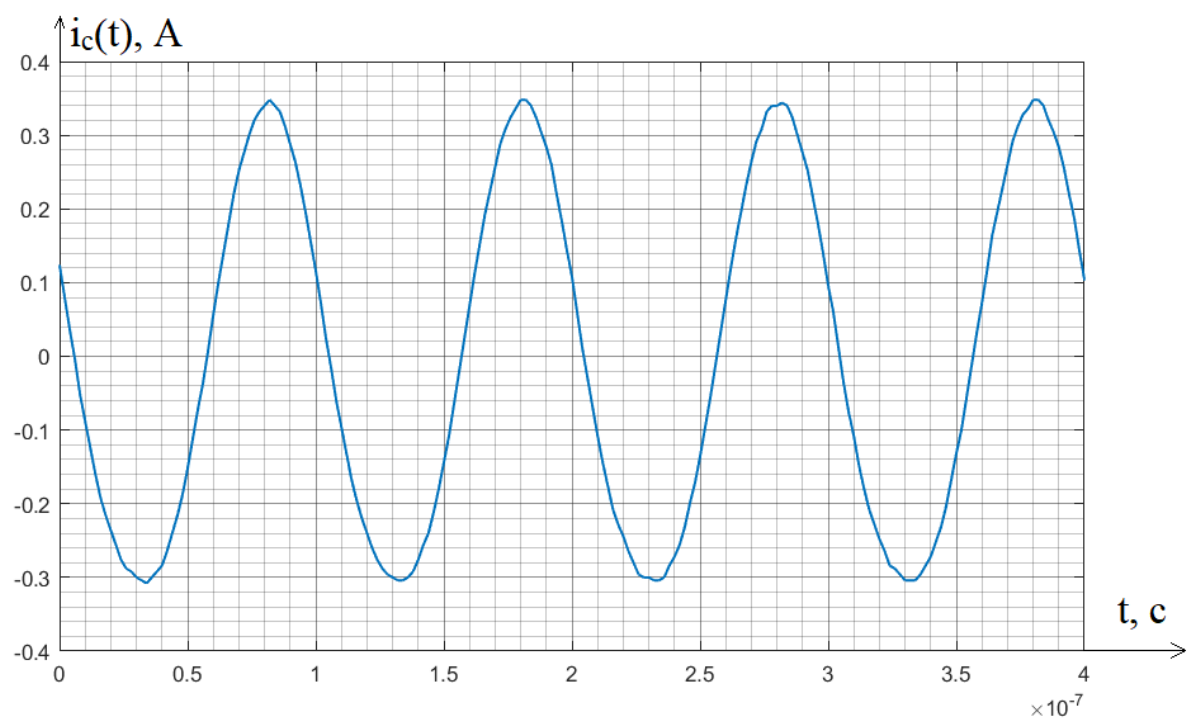


Рисунок 7 – Осциллограмма  $i_{\text{с}}(t)$  в недонапряженном режиме

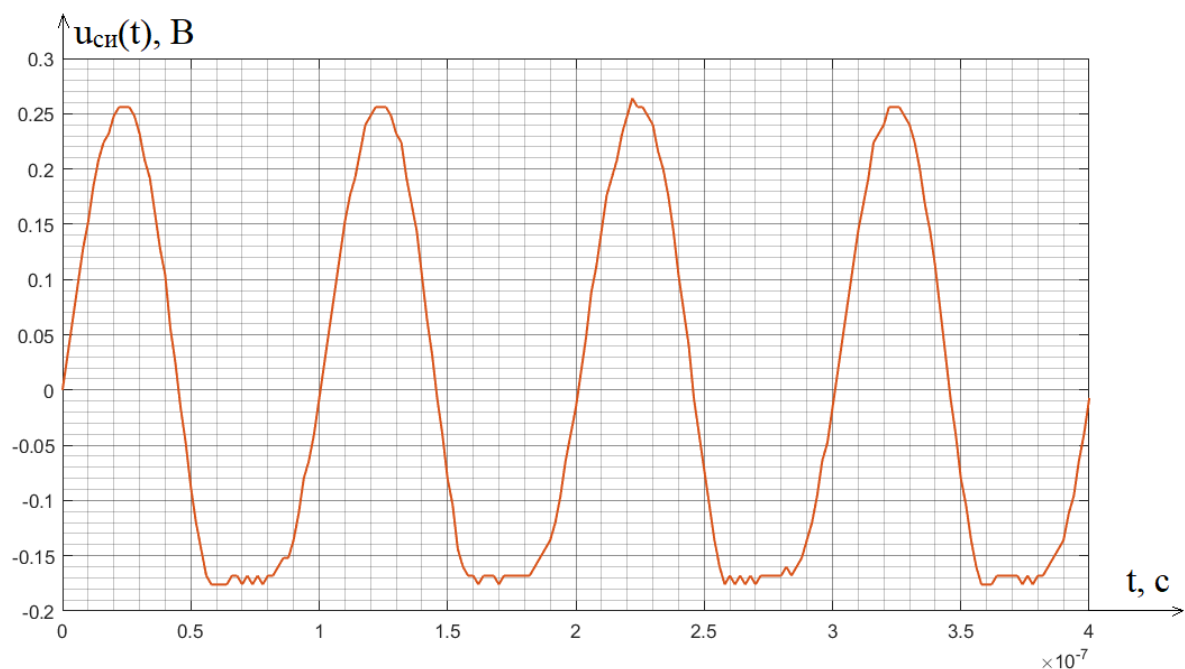


Рисунок 8 – Осциллограмма  $u_{си}(t)$  в перенапряженном режиме

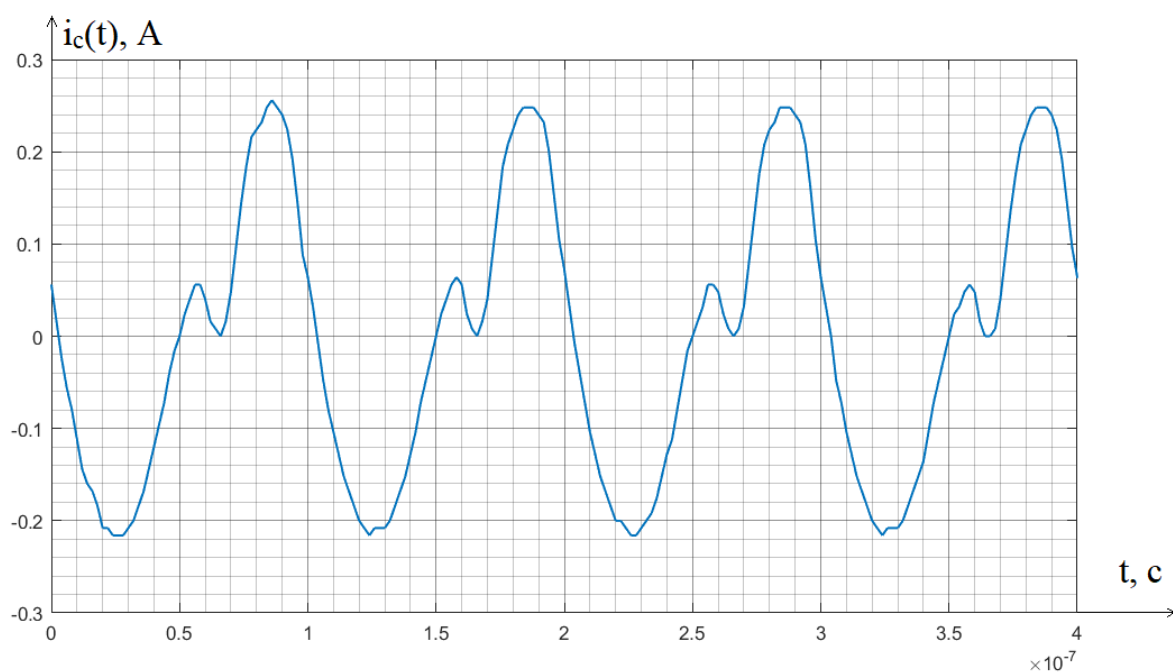


Рисунок 9 – Осциллограмма  $i_c(t)$  в перенапряженном режиме

**Выводы:** В ходе выполнения лабораторной работы исследовали усилитель мощности класса А в различных режимах работы. В ходе проведения эксперимента, со временем ПТ нагрелся и поэтому при одном и том же положении переключателя в табл.3 и табл.4 мы видим разные значения. Отметим что возможно было установить  $U_{зи}$  и  $E_{зи}$  такими, чтобы  $P_n$  соответствовала расчетам, но тогда на осциллограмме  $i_c(t)$  наблюдаются сильные нелинейные искажения.