

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Кафедра электроники

Лабораторная работа № 1  
«Исследование одиночных усилительных каскадов на биполярных и  
полевых транзисторах»

Проверил:

Выполнили:  
ст. гр.

Минск 202\_

### Порядок выполнения работы:

1 Ознакомиться с методическим описанием лабораторной работы. (Теоретическое описание лабораторной работы изложено в методическом пособии [1], стр. 9-26).

2 Получить у преподавателя необходимый комплект для проведения лабораторной работы.

3 Собрать схему, представленную на рисунке 1 данного отчета, для исследования транзисторного усилителя с общим эмиттером.

4 С помощью вольтметра измерить постоянные напряжения в контрольных точках  $U_э$ ,  $U_к$ ,  $U_б$  (Проводник СОМ вольтметра должен быть соединен с «землей»). Рассчитать ток покоя  $I_к$ .

5 Исследовать амплитудную характеристику усилительного каскада.

5.1 При отключенном генераторе (вынуть щупы генератора из макетной платы), с помощью осциллографа, измерить уровень шумов ( $U_{ш}$  = показания осциллографа от нижнего пика сигнала до верхнего) **на выходе** усилителя.

5.2 Включить генератор и подключить щупы генератора к исследуемой схеме. Установить минимальное значение амплитуды на генераторе. Установить частоту генератора 1 кГц. Слабо увеличивая амплитуду сигнала генератора добиться на выходе усилителя ( $U_{вых\ min}$ ) синусоидального сигнала в два раза большего, чем уровень шумов ( $U_{ш}$ ). Измерить при этом значение уровня сигнала на входе усилителя ( $U_{вх\ min}$ ) с помощью осциллографа.

5.3 Увеличить амплитуду сигнала генератора до значений 200 мВ. Убедиться, что выходной сигнал на осциллографе имеет искажения. Уменьшая сигнал генератора добиться максимально **неискаженной** формы синусоиды на выходе усилителя. Измерить при этом значение на входе усилителя ( $U_{вх\ max}$ ) и на выходе ( $U_{вых\ max}$ ) с помощью осциллографа.

6 Исследовать амплитудно-частотную характеристику усилительного каскада.

6.1 Установить уровень амплитуды генератора равный  $U_г = 0,5 * U_{вх\ max}$  (на частоте 1 кГц). Изменяя частоту генератора, как указано в таблице 1, измерить с помощью осциллографа зависимость уровня **выходного** сигнала от частоты ( $U_{вых} = f(f)$ ) и показания занести в таблицу 1.

6.2 Определить максимальное значение уровня сигнала в таблице 1 ( $U_{норм}$ ). Заполнить таблицу 2, для чего необходимо разделить каждое значение уровня сигнала в таблице 1 на  $U_{норм}$ .

7 Исследование входного и выходного сопротивлений усилителя.

7.1 Установить уровень амплитуды генератора равный  $U_г = 0,5 * U_{вх\ max}$ , а частоту генератора – 1 кГц. Измерить с помощью осциллографа уровень выходного напряжения ( $U_{вых1}$ ). Вынуть резистор нагрузки из макетной платы. Измерить с помощью осциллографа уровень выходного напряжения ( $U_{вых2}$ ). Рассчитать  $R_{вых}$ .

7.2 Перестроить схему, как показано на рисунке 3, с использованием добавочного резистора для измерения входного сопротивления усилительного каскада. Измерить с помощью осциллографа уровень сигнала генератора ( $U_г$ ) и уровень сигнала на добавочном резисторе ( $U_{доб}$ ). Рассчитать  $R_{вх}$ .

8 Предоставить измеренные данные на проверку преподавателю.

### Порядок оформления отчета:

- 1 По измеренным данным построить соответствующие графики.
- 2 Записать общие выводы по проделанной лабораторной работе.

[1] – Электронные приборы. Лабораторный практикум: учеб.-метод. пособие. В 2 частях. Часть 2: Аналоговые и импульсные устройства / А. Я. Бельский – Минск : БГУИР, 2012

## 1 Цель работы

1.1 Изучить характеристики и параметры усилительных каскадов, а также режимы работы и способы задания рабочей точки активных элементов в усилителях.

1.2 Экспериментально исследовать основные характеристики и параметры одиночных усилительных каскадов.

## 2 Ход работы

### 2.1 Измерение тока покоя усилительного каскада с ОЭ

Для измерения параметров усилительного каскада с ОЭ собрана схема, представленная на рисунке 1.

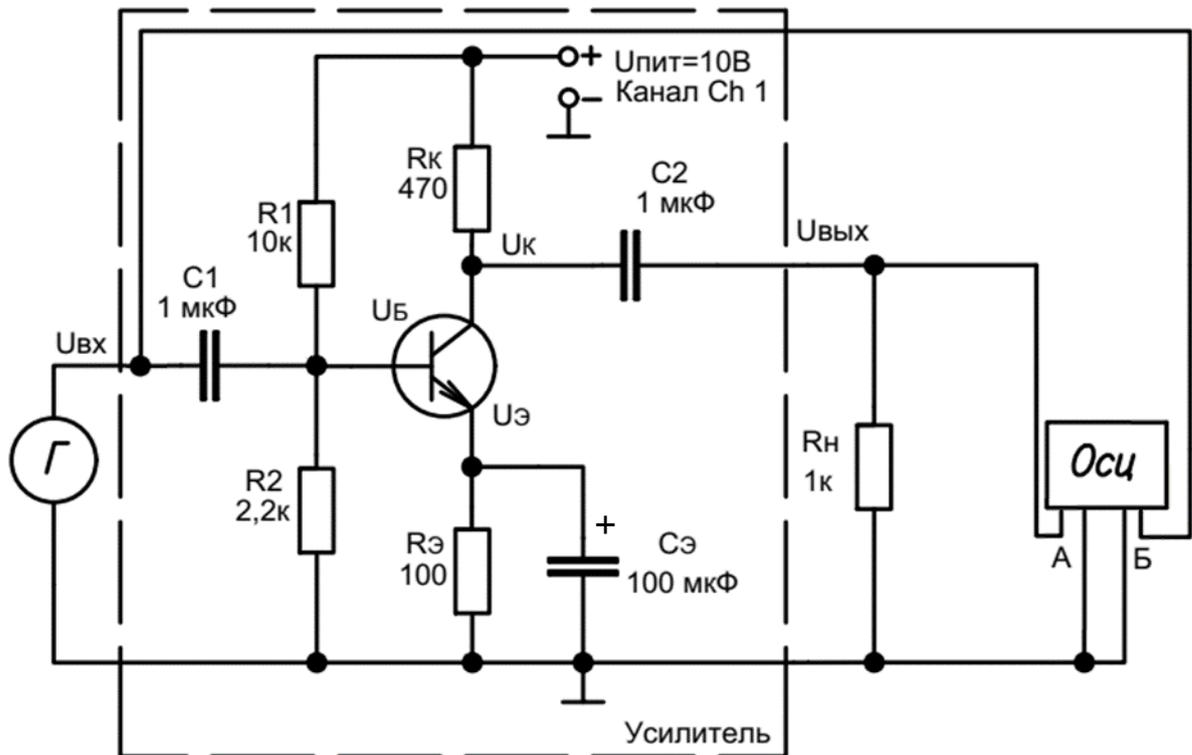


Рисунок 1 – Схема усилителя с общим эмиттером  
(Г – генератор; Осц – осциллограф с двумя каналами А и Б)

Согласно пункту 4 измерены напряжения в контрольных точках:  
 $U_k = \dots\dots\dots$  В;  $U_{\text{э}} = \dots\dots\dots$  В;  $U_{\text{б}} = \dots\dots\dots$  В.

По измеренным значениям рассчитаны:

$$I_k = \frac{U_{\text{пит}} - U_k}{R_k} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ мА};$$

$$U_{кэ} = U_{к} - U_{э} = \dots\dots\dots В; \quad U_{бэ} = U_{б} - U_{э} = \dots\dots\dots В.$$

## 2.2 Исследование амплитудной характеристики усилительного каскада

Согласно пункту 5.1 измерили уровень напряжения шумов **на выходе**:

$$U_{ш} = \dots\dots\dots мВ.$$

Согласно методике, представленной в пункте 5.2 определили:

$$U_{вых \min} = 2 * U_{ш} = \dots\dots\dots мВ; \quad U_{вх \min} = \dots\dots\dots мВ.$$

Согласно методике, представленной в пункте 5.3 определили:

$$U_{вых \max} = \dots\dots\dots В; \quad U_{вх \max} = \dots\dots\dots мВ.$$

## 2.3 Исследование амплитудно-частотной характеристики усилителя

Исследование АЧХ проводилось согласно пункту 6.1

Таблица 1 – Зависимость уровня напряжения выходного сигнала от частоты

Частота, Гц	10	20	40	70	100	200	400	700
Уровень сигнала, В								
Частота, кГц	1	2	4	7	10	20	40	70
Уровень сигнала, В								
Частота, кГц	100	200	400	700	1000	2000	4000	7000
Уровень сигнала, В								

Нормирование измеренных показаний производилось согласно пункту 6.2,  $U_{норм} = \dots\dots\dots В.$

Таблица 2 – Нормированная зависимость уровня выходного сигнала от частоты

Частота, Гц	10	20	40	70	100	200	400	700
Уровень сигнала								
Частота, кГц	1	2	4	7	10	20	40	70
Уровень сигнала								
Частота, кГц	100	200	400	700	1000	2000	4000	7000
Уровень сигнала								

## 2.4 Измерение входного и выходного сопротивлений усилителя

Согласно пункту 7.1 измерили уровни сигналов на выходе:

$U_{\text{ВЫХ1}} = \dots\dots\dots\text{В}$ ;  $U_{\text{ВЫХ2}} = \dots\dots\dots\text{В}$ .

Выходное сопротивление рассчитали по формуле:

$$R_{\text{ВЫХ}} = R_{\text{Н}} \left( \frac{U_{\text{ВЫХ2}}}{U_{\text{ВЫХ1}}} - 1 \right) = \dots\dots\dots\text{Ом.}$$

Согласно пункту 7.2 собрали схему, представленную на рисунке 3 и измерили уровни сигналов  $U_{\text{Г}}$  и  $U_{\text{Доб}}$ .

$U_{\text{Г}} = \dots\dots\dots\text{мВ}$ ,  $U_{\text{Доб}} = \dots\dots\dots\text{мВ}$ .

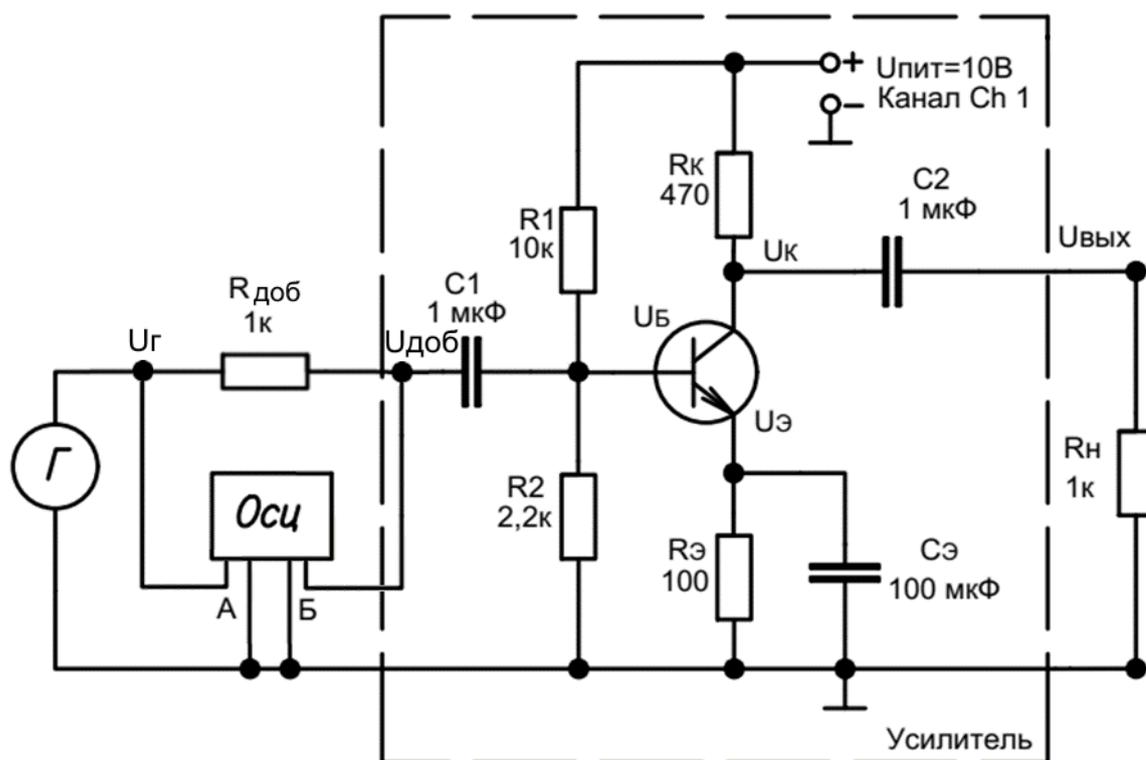


Рисунок 3 – Схема измерения входного сопротивления усилителя (Г – генератор; Осц – осциллограф с двумя каналами А и Б)

Рассчитали значение входного сопротивления по формуле:

$$R_{\text{ВХ}} = \frac{U_{\text{Доб}} R_{\text{доб}}}{U_{\text{Г}} - U_{\text{Доб}}} = \dots\dots\dots\text{кОм.}$$

## 2.5 Результаты экспериментальных исследований

По результатам измерений, проведенных в пункте 2.2, построен график амплитудной характеристики (рисунок 4).

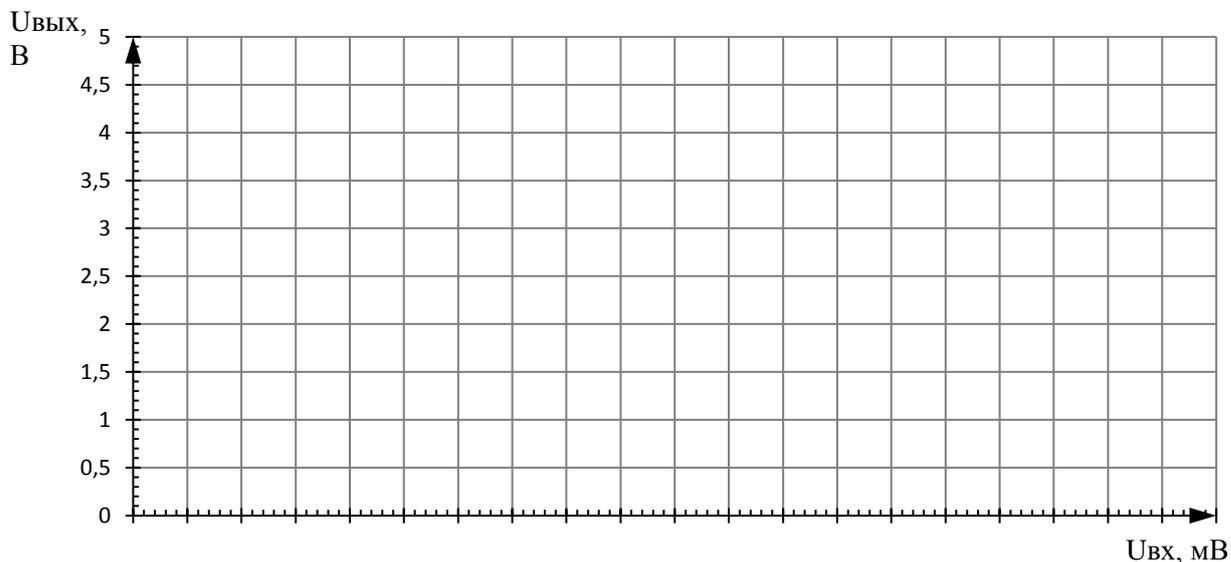


Рисунок 4 – Амплитудная характеристика усилителя

По результатам измерений, проведенных в пункте 2.3, построен график амплитудно-частотной характеристики (рисунок 5) согласно таблице 2, на графике определена полоса пропускания ( $\Delta f$ ) и ее границы ( $f_{\text{В}}$ ,  $f_{\text{Н}}$ ).

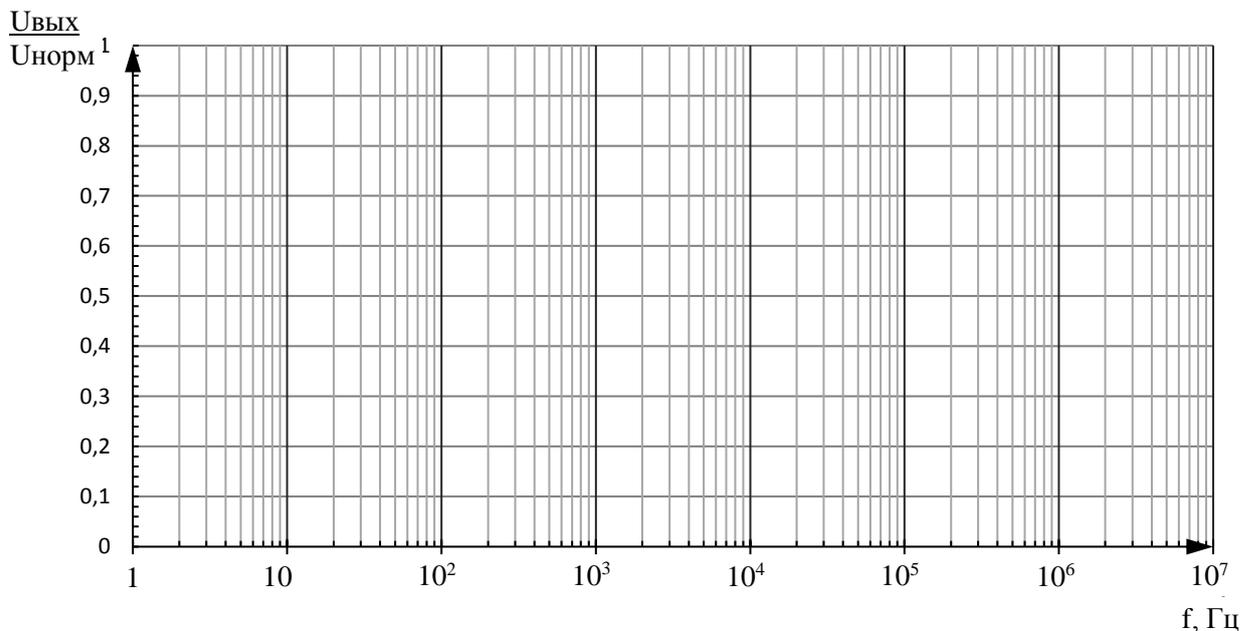


Рисунок 5 – Амплитудно-частотная характеристика усилителя

В ходе выполнения лабораторной работы были определены:

$I_k = \dots\dots\dots \text{мА}$ ,  $U_{кэ} = \dots\dots\dots \text{В}$ ,  $U_{бэ} = \dots\dots\dots \text{В}$ .

$U_{вх \text{ min}} = \dots\dots\dots \text{мВ}$ ,  $U_{вх \text{ max}} = \dots\dots\dots \text{мВ}$ .

$U_{вых \text{ min}} = \dots\dots\dots \text{мВ}$ ,  $U_{вых \text{ max}} = \dots\dots\dots \text{В}$ .

$R_{вх} = \dots\dots\dots \text{кОм}$ ,  $R_{вых} = \dots\dots\dots \text{Ом}$ .

Коэффициент усиления усилительного каскада по мощности на частоте 1кГц составил:

$$K_p = \frac{U_{\text{ВЫХ max}}^2 R_{\text{ВХ}}}{U_{\text{ВХ max}}^2 R_{\text{ВЫХ}}} = \underline{\hspace{10em}} = \dots\dots\dots$$

**3 Выводы:**