

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Кафедра комплексной информационной безопасности электронно-
вычислительных систем (КИБЭВС)

СПОСОБЫ ЗАДАНИЯ ОБЩЕЙ ТОЧКИ ТРАНЗИСТОРНОГО КАСКАДА

Отчет по лабораторной работе №4

По дисциплине «Электроника и смежная техника»

Выполнили

студенты гр. 728-2

_____ Геворгян Д.Р.

_____ Морошкин М.С.

Принял

Старший преподаватель

кафедры КИБЭВС

_____ Семёнов А.С.

1 Введение

Целью работы является:

1. Построение нагрузочной линии транзисторного каскада.
2. Задание рабочей точки транзисторного каскада.
3. Исследование параметров рабочей точки транзистора.
4. Исследование условий для перевода транзистора в режим насыщения и отсечки.
5. Определение статического коэффициента передачи транзистора по экспериментальным данным.

2 Ход выполнения работы

1. Исследование параметров рабочей точки при задании тока базы с помощью одного резистора

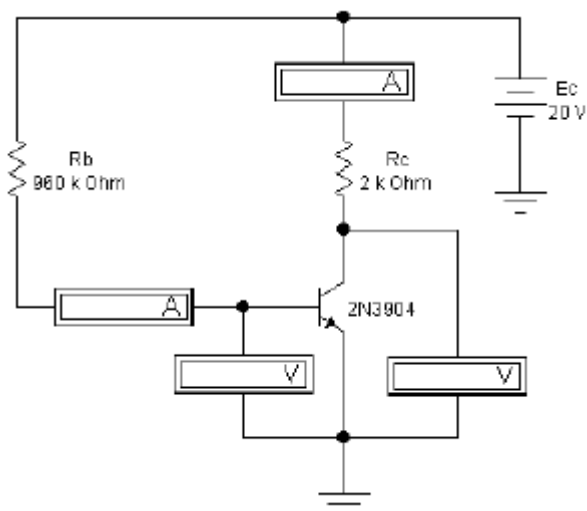


Рис. 1. - Схема для исследования параметров рабочей точки при задании тока базы с помощью одного резистора

Собрали схему как показано на рис. 1. Включили схему. Записали результаты измерений для тока базы, тока коллектора, значение β_{DC} , напряжения коллектор-эмиттер и напряжения база-эмиттер.

β_{DC}	I_B	$U_{Б-э}$	I_K	$U_{К-э}$	E_K
244,4831	0,00002012	0,6867	0,004919	10,16	20

Для схемы на рис. 1 по формулам из теоретической части вычислили базовый ток, напряжение коллектор-эмиттер. Ток коллектора вычислить, используя значение тока базы, полученное в п. а) и значение β_{DC} , подсчитанное в эксперименте 1 предыдущего раздела. Сравнили их с экспериментальными данными.

Базовый ток транзистора

$$I_B = (E_K - U_{БЭ0}) / R_B$$

Ток коллектора вычисляется по формуле:

$$I_K = \beta_{DC} I_B$$

Напряжение коллектор-эмиттер определяется из уравнения нагрузочной прямой:

$$U_{KЭ} = E_K - I_K R_K$$

$$I_B = 0,000020118 \text{ A}$$

$$U_{KЭ} = 10,162 \text{ В}$$

$$I_K = 0,004919$$

Построить нагрузочную прямую по постоянному току на выходной характеристике транзистора. Используя значения токов и напряжений, полученные в пункте а), определить рабочую точку (Q) на нагрузочной линии и отметить ее положение на графике.

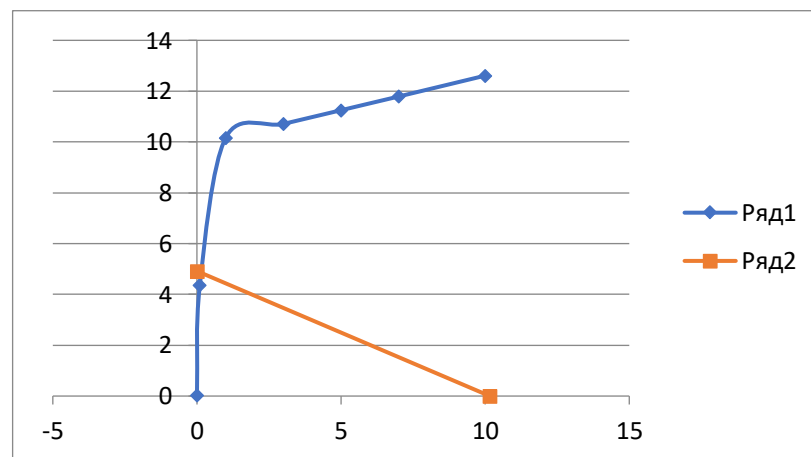


рис 2 - нагрузочная прямая.

Изменение коэффициента передачи β_{DC} привело к изменению значений тока базы, тока коллектора и напряжения коллектор-эмиттер:

β_{DC}	I_B	$U_{BЭ}$	I_K	$U_{KЭ}$	E_K
304,8	0,00002011	690,9	0,005574	8,852	20

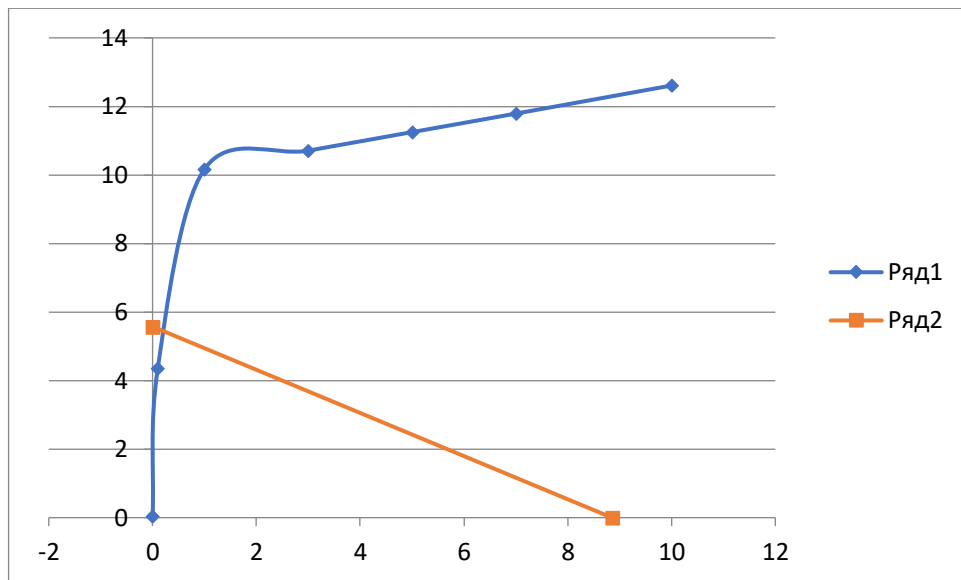


рис 3 - нагрузочная прямая.

Восстановив прежнее значение коэффициента передачи и рассчитав сопротивление R_B , необходимое для перевода транзистора в режим насыщения ($R_B \approx 472 \text{ кОм}$) результаты измерений для тока базы, тока коллектора и напряжения коллектор-эмиттер выглядят следующим образом:

$$I_B = 0,000004105 \text{ А}$$

$$I_K = 0,008717 \text{ А}$$

$$U_{K-Э} = 2,566 \text{ В}$$

Уменьшив $R_B \approx 12 \text{ кОм}$ результаты измерений для тока базы, тока коллектора и напряжения коллектор-эмиттер выглядят следующим образом:

$$I_B = 0,000004194 \text{ А}$$

$$I_K = 0,008849 \text{ А}$$

$$U_{K-Э} = 2,303 \text{ В}$$

2. Исследование параметров рабочей точки при задании тока базы с помощью делителя напряжения (NPN-транзистор)

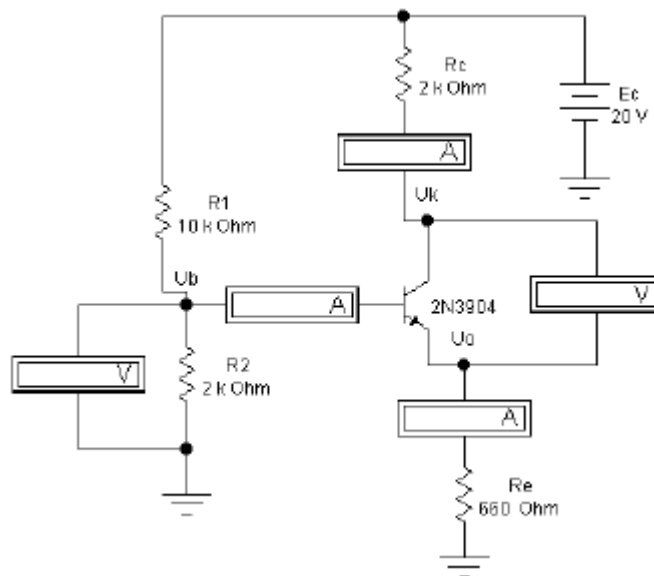


Рис. 4 – Схема для исследования параметров рабочей точки NPN-транзистора при задании тока базы с помощью делителя напряжения

Собрали схему как показано на рис. 4. Записали результаты измерений для тока базы, тока коллектора, тока эмиттера, напряжения коллектор-эмиттер и напряжения на базе. Вычислили коэффициент передачи β_{DC} .

Rэ	Ек	I _Б мкА	I _К мА	I _Э мА	U _{кэ}	U _б
660	12	9,066	1,986	1,995	6,71	1,982

$$\beta_{DC} = 219,0602.$$

Для схемы рис. 4 по формулам из теоретической части вычислили значение напряжения в точке U_B . Вычислили ток эмиттера и рассчитать ток коллектора по полученному значению тока эмиттера ($U_{БЭ0} = 0,7V$), вычислили значение напряжения коллектор-эмиттер по полученным ранее току коллектора и току эмиттера.

$$U_B = 2 \text{ В}$$

$$I_E = 0,00197 \text{ А}$$

$$I_K = 0,001995 \text{ А}$$

$$U_{кэ} = 6,71 \text{ В}$$

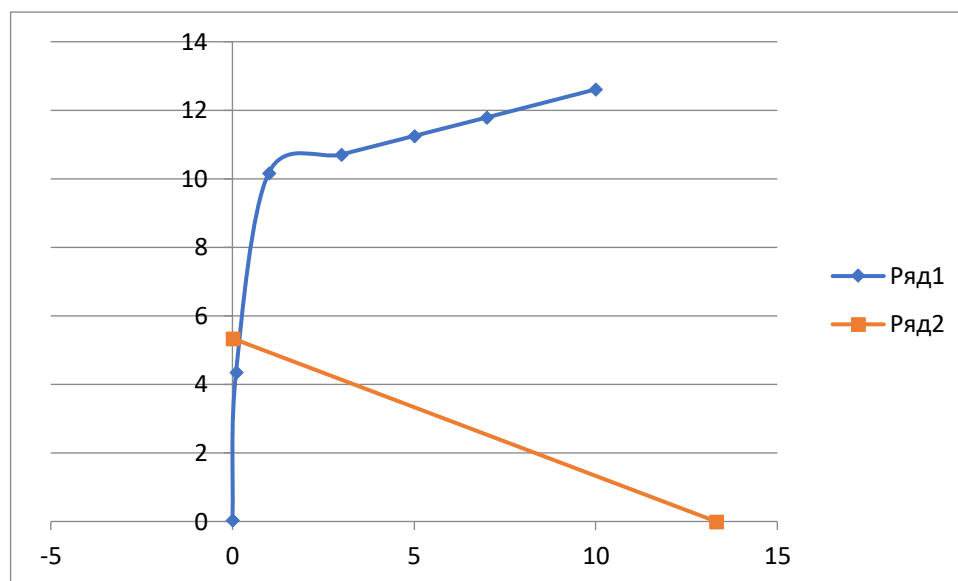


Рис 5 - нагрузочная прямая

После изменения коэффициента передачи потока на 50 единиц, результаты измерений для тока базы, тока коллектора и напряжения коллектор-эмиттер имеют следующий вид:

Ек	Іб микр	Ік мили	Іэ мили	Uкэ	Uб
12	7,967	1,99	1,998	6,701	1,983

$$\beta_{DC} = 249,7803$$

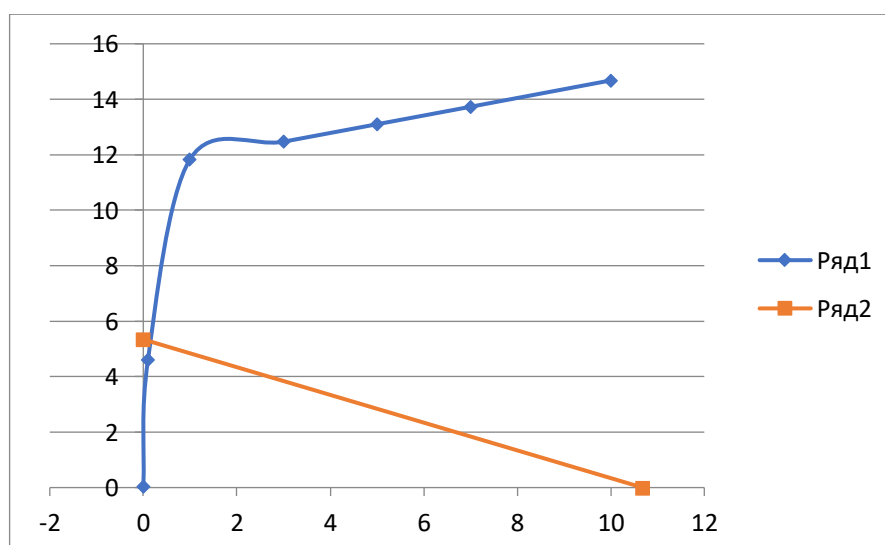


Рис 6 - нагрузочная прямая

После восстановления прежнего значения коэффициента передачи, результаты измерений для тока базы, тока коллектора, напряжения на базе и напряжения коллектор-эмиттер:

Ек	Iб микр	Iк мили	Iэ мили	Uкэ	Uб
12	621,1	4,345	4,966	0,03357	3,987

3. Задание тока базы с помощью делителя напряжения (PNP-транзистор)

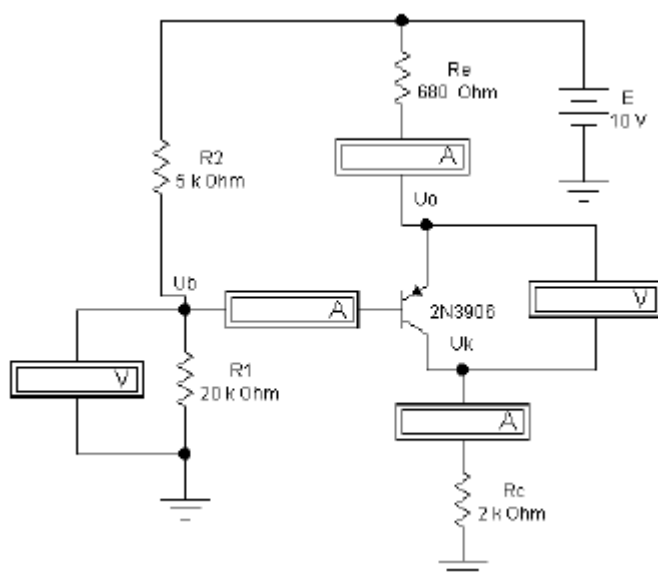


Рис. 7 Схема для задания тока базы р-п-р транзистора с помощью делителя напряжения

Собрали схему как показано на рис. 7. Записали результаты измерений для тока базы, тока коллектора, тока эмиттера, напряжения коллектор-эмиттер и напряжения на базе. Вычислили статический коэффициент передачи β_{DC} .

Rэ	Eэ	Iб микр	Iк мили	Iэ мили	Uкэ	Uб
680	10	7,652	1,881	1,888	4,955	7,999

$$\beta_{DC} = 245,8181$$

Для схемы рис. 7 по формулам теоретического раздела вычислить значение напряжения в точке U_B . Вычислили ток эмиттера и рассчитали ток коллектора по полученному значению тока эмиттера ($U_{БЭ0} = 0,7 \text{ В}$), вычислили значение напряжения коллектор-эмиттер по полученным ранее току коллектора и току эмиттера.

$$U_B = 1,28314 \text{ В}$$

$$I_E = 0,001888 \text{ А}$$

$$I_K = 0,001881 \text{ А}$$

$$U_{КЭ} = 4,955 \text{ В}$$

После увеличения коэффициента передачи току на 30 единиц результаты измерений для тока базы, тока коллектора и напряжения коллектор-эмиттер имеют следующий вид:

I_B мкА	I_K мА	I_E мА	$U_{КЭ}$
6,698	1,887	1,894	4,938

$$\beta_{DC} = 281,7259$$

4. Исследование параметров рабочей точки при задании тока базы с помощью дополнительного источника в цепи эмиттера

Соберите схему как показано на рис. 8. Записали результаты измерений для тока базы, тока коллектора, тока эмиттера, напряжения коллектор-эмиттер и напряжения на базе. Вычислили статический коэффициент передачи β_{DC} .

β_{DC}	I_B	I_K	I_E	$U_{КЭ}$
250,0213	0,00002347	0,005868	0,005892	8,228

Для схемы на рис. 8 по формулам из теоретического раздела вычислили напряжение в точке U_B по измеренному ранее значению тока базы, рассчитали

ток эмиттера и вычислили ток коллектора по величине тока эмиттера ($U_{БЭО} = 0,7 \text{ В}$). Вычислили значение напряжения коллектор-эмиттер по полученным значениям тока эмиттера и тока коллектора.

$$\beta_{DC} = 250,0213$$

$$U_6 = 8,2 \text{ В}$$

$$I_э = 0,005 \text{ А}$$

$$I_k = 0,005868 \text{ А}$$

$$U_{кэ} = 7,066 \text{ В}$$

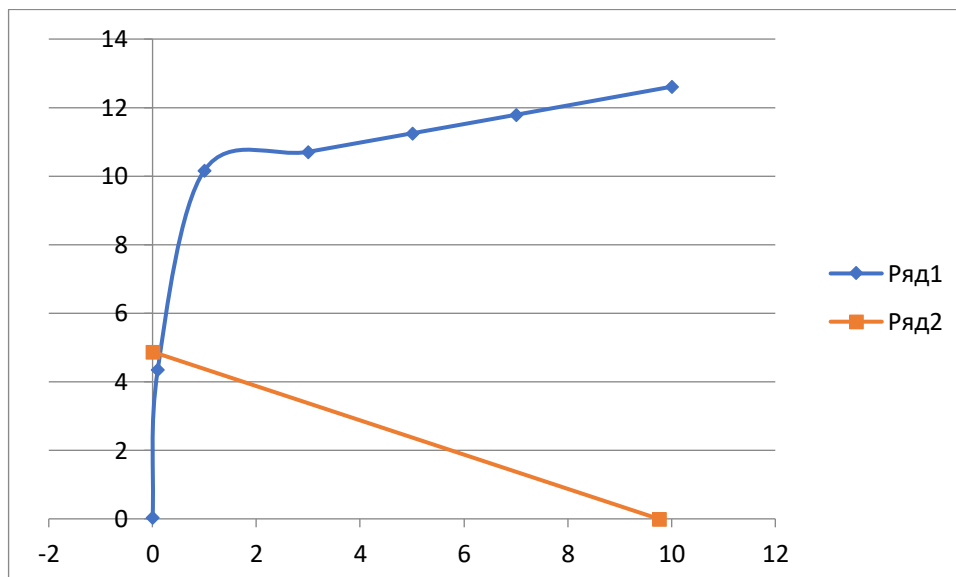


Рисунок 9 - нагрузочная прямая

После изменения коэффициента потока, получились следующие значения тока базы, тока коллектора и напряжения коллектор-эмиттер:

β_{DC}	I_6	I_k	$I_э$	$U_{кэ}$
200	0,00002789	0,005805	0,005833	8,348

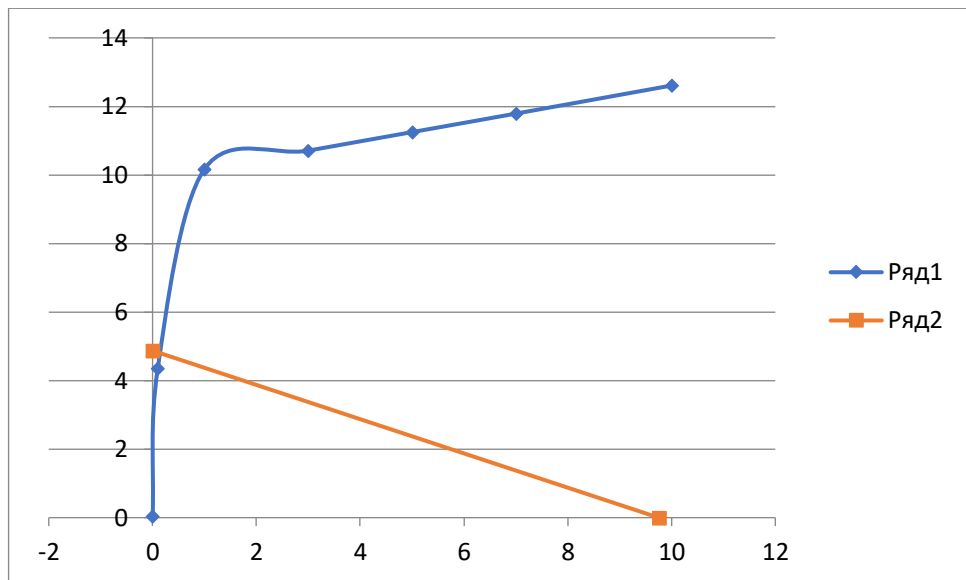
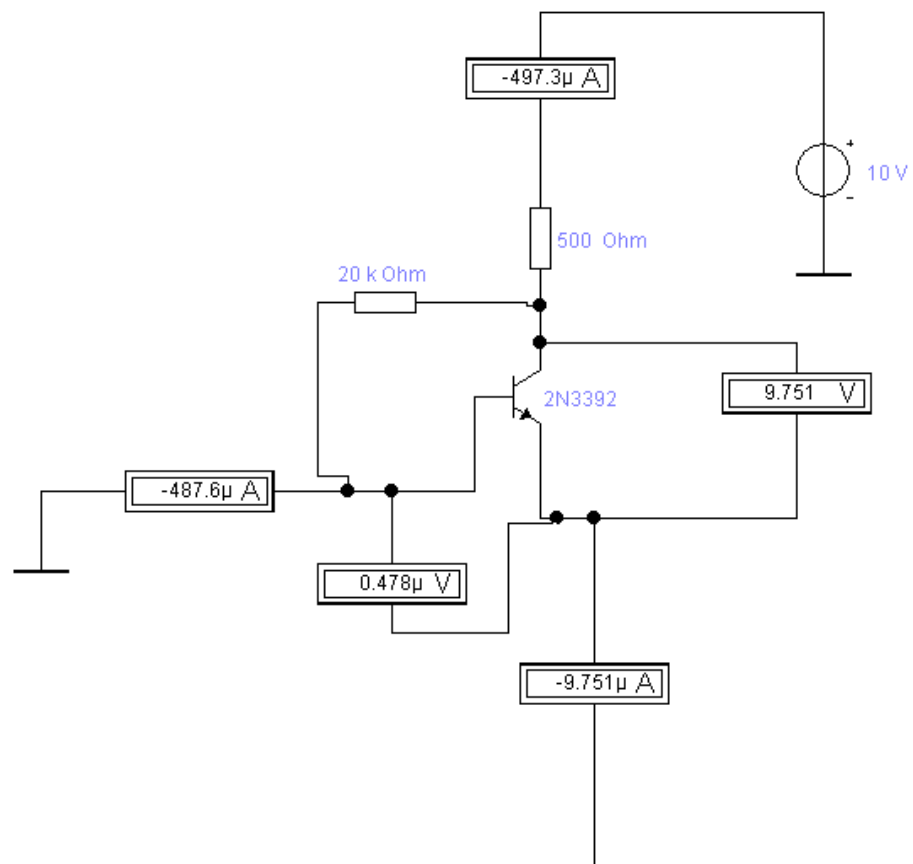


рис 10 нагрузочная прямая

5. Исследование параметров рабочей точки при задании тока базы с помощью резистора в цепи база-коллектор



Собрали схему как показано на рис. 11. Записали результаты измерений для тока базы, тока коллектора, тока эмиттера и напряжения коллектор-эмиттер. Вычислили статический коэффициент передачи β_{DC} .

β_{DC}	I_B	I_K	I_E	$U_{KЭ}$
1,019893	0,0004876	0,0004973	0,000009751	9,751

По формулам из теоретического раздела вычислили ток коллектора, используя значение β_{DC} , вычисленное ранее. $U_{БЭО} = 0,7$ В. По полученному току коллектора вычислить значение напряжения коллектор-эмиттер.

$$\beta_{DC} = 1,019893$$

$$I_K = 0,00473498$$

$$U_{KЭ} = 9,763250859$$

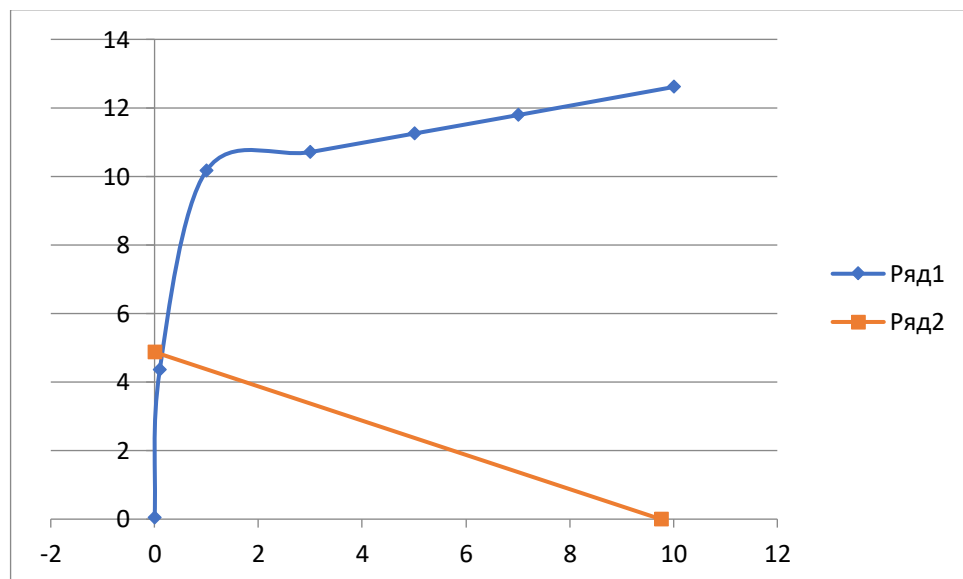


рис 12 нагрузочная прямая

Результаты измерения после изменения коэффициента для тока базы, тока коллектора и напряжения коллектор-эмиттер:

β_{DC}	I_B	I_K	I_E	$U_{KЭ}$
1,019893	0,0004876	0,0004973	0,000009751	9,751

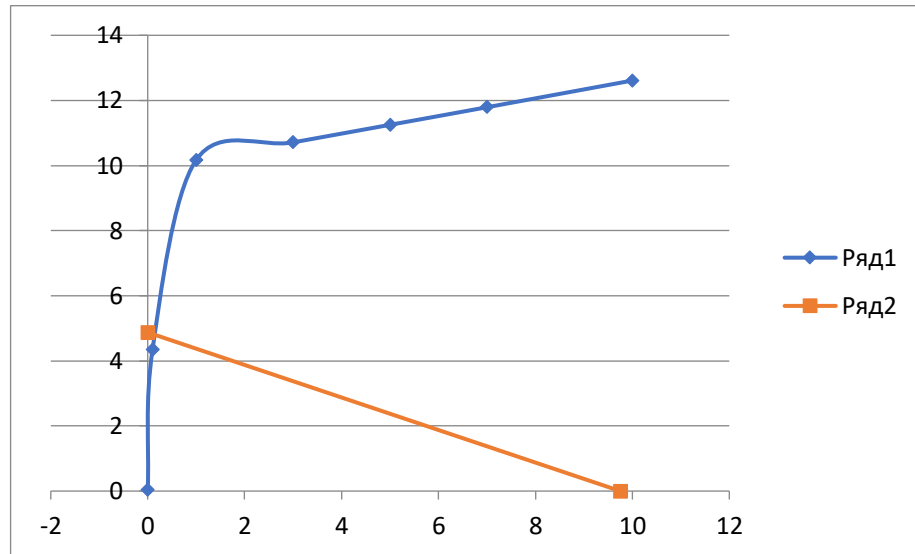


рис 13 нагрузочная прямая

3 Заключение

В ходе лабораторной работы мы научились строить нагрузочные линии транзисторного каскада и задавать рабочую точку. Исследовали параметры рабочей точки транзистора и условия для перевода транзистора в режим насыщения и отсечки. Научились определять статический коэффициент передачи транзистора по экспериментальным данным.