

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра технической эксплуатации и ремонта автомобилей

А.В. Пузаков

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ БИПОЛЯРНОГО ТРАНЗИСТОРА

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов и специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Оренбург
2020

УДК 629.33(075.8)

ББК 39.33-04я73

П 88

Рецензент – доцент, кандидат технических наук Р.Х. Хасанов

Пузаков, А.В.

П 88

Исследование работы биполярного транзистора: методические указания / А.В. Пузаков; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2020. – 16 с.

Методические указания содержат описание лабораторной работы и методику ее выполнения.

Методические указания предназначены для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов при изучении дисциплины «Электротехника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования»; по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства при изучении дисциплины и «Электротехника и электрооборудование автомобилей».

УДК 629.33(075.8)

ББК 39.33-04я73

© Пузаков А.В., 2020

© ОГУ, 2020

Содержание

1 Цель работы	4
2 Содержание работы.....	4
3 Оборудование	4
4 Порядок выполнения работы	5
4.1 Исследование входных вольтамперных характеристик биполярного транзистора	5
4.2 Исследование семейства выходных вольтамперных характеристик биполярного транзистора	7
4.3 Расчет H-параметров биполярного транзистора.....	8
5 Контрольные вопросы	11
Список использованных источников	12
Приложение А	13

1 Цель работы

Приобрести практические навыки исследования работы полупроводникового диода. Исследовать прямую и обратную ветви вольтамперной характеристики полупроводникового диода.

2 Содержание работы

1. Собрать схему исследования входных вольтамперных характеристик биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером. Записать показания приборов при изменении входного и выходного напряжения.

2. Построить входные вольтамперные характеристики биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером.

3. Собрать схему исследования семейства выходных вольтамперных характеристик биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером. Записать показания приборов при изменении входного тока и выходного напряжения.

4. Построить семейство выходных вольтамперных характеристик биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером.

5. Рассчитать H-параметры биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером.

6. Сделать вывод.

3 Оборудование

Биполярный транзистор КТ704А, амперметры Э539, лабораторный источник питания постоянного тока Maisheng 3020А, лабораторный стенд ЛЭС5, лабораторный автотрансформатор ЛАТР-2М, соединительные провода, мультиметры М890G.

4 Порядок выполнения работы

4.1 Исследование входных вольтамперных характеристик биполярного транзистора

Соберите схему исследования входных вольтамперных характеристик биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, присоединив положительный вывод источника питания постоянного тока к коллектору, а отрицательный – к эмиттеру. На вход биполярного транзистора также подают постоянное напряжение от другого источника питания (плюс источника соединяют с базой транзистора, минус источника – с эмиттером). Схема исследования приведена на рисунке 1.

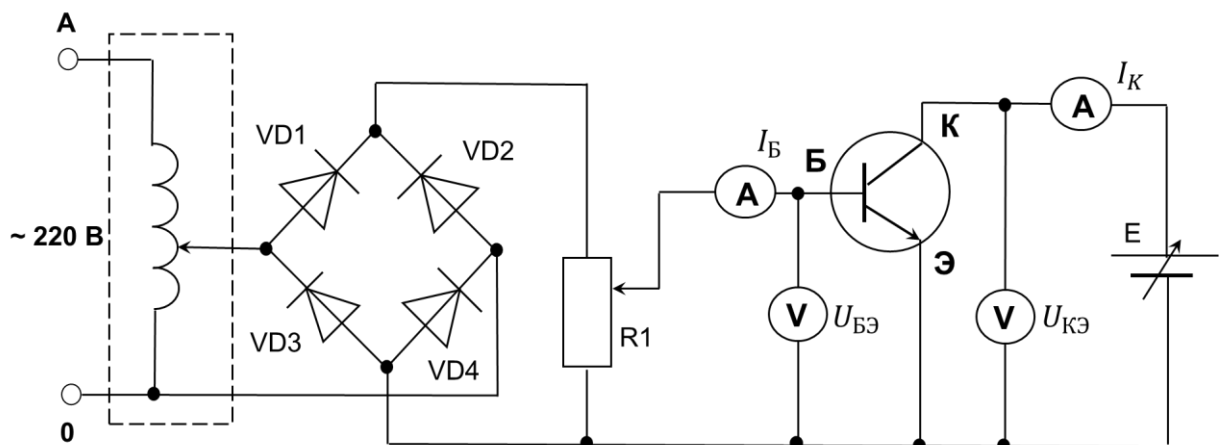


Рисунок 1 – Схема исследования вольтамперных характеристик биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером

Исследование входных вольтамперных характеристик биполярного транзистора выполняется в следующей последовательности. Включают источник питания, подключенный ко входу транзистора (между базой и эмиттером). Увеличивают напряжение на источнике до тех пор, пока показания амперметра на входе транзистора (ток базы) станут отличными от нуля. Записывают показания приборов в таблицу по форме таблицы 1. Затем увеличивают напряжение источника и через каждые 0,05 В заносят показания в таблицу 1.

Затем включают источник питания, подключенный к выходу биполярного транзистора (между коллектором и эмиттером). Устанавливают напряжения $U_{кэ}$ отличным от нуля (значение задает преподаватель), контролируя его величину при помощи мультиметра. Далее продолжают заполнять таблицу 1 согласно предыдущим указаниям.

Таблица 1 – Входные вольтамперные характеристики биполярного транзистора

$U_{кэ} =$		$U_{кэ} =$	
I_b, A	$U_{бэ}, B$	I_b, A	$U_{бэ}, B$

По данным таблицы 1 строятся входные вольтамперные характеристики биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером. Примерный вид характеристик представлен на рисунке 2.

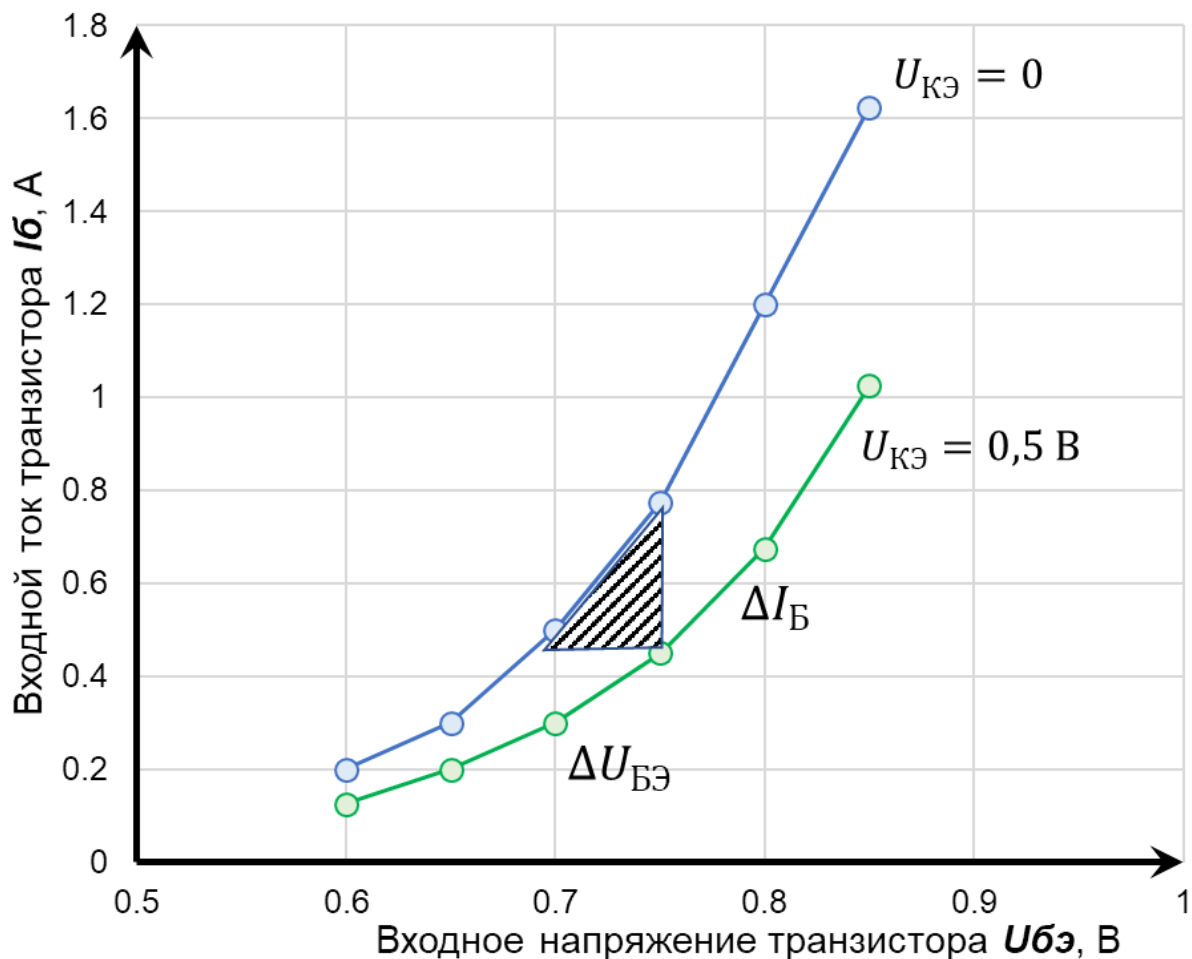


Рисунок 2 – Входные вольтамперные характеристики биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером

4.2 Исследование семейства выходных вольтамперных характеристик биполярного транзистора

Схема исследования характеристик приведена на рисунке 1. Исследование семейства выходных вольтамперных характеристик биполярного транзистора выполняется в следующей последовательности. Включают источники питания, подключенные ко входу транзистора (между базой и эмиттером) и к выходу транзистора (между коллектором и эмиттером).

Устанавливают определенную величину входного тока (тока базы, задается преподавателем). Увеличивают напряжение на источнике и через каждые 0,25 В заносят показания приборов в таблицу по форме таблицы 2.

Затем увеличивают входной ток продолжают заполнять таблицу 2 согласно предыдущим указаниям.

Таблица 2 – Выходные вольтамперные характеристики биполярного транзистора

I _Б =		I _Б =		I _Б =		I _Б =	
I _к , А	U _{кэ} , В	I _к , А	U _{кэ} , В	I _к , А	U _{кэ} , В	I _к , А	U _{кэ} , В

По данным таблицы 2 строится семейство выходных вольтамперных характеристик биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером. Примерный вид характеристик представлен на рисунке 3.

4.3 Расчет Н-параметров биполярного транзистора

Входное сопротивление транзистора h_{11} , Ом

$$h_{11} = \Delta U_{бэ} / \Delta I_{б} \quad \text{при } U_{кэ} = const, \quad (1)$$

где $\Delta U_{бэ}$, $\Delta I_б$ – приращения напряжения база-эмиттер и тока базы, определяемые по входным вольтамперным характеристикам.

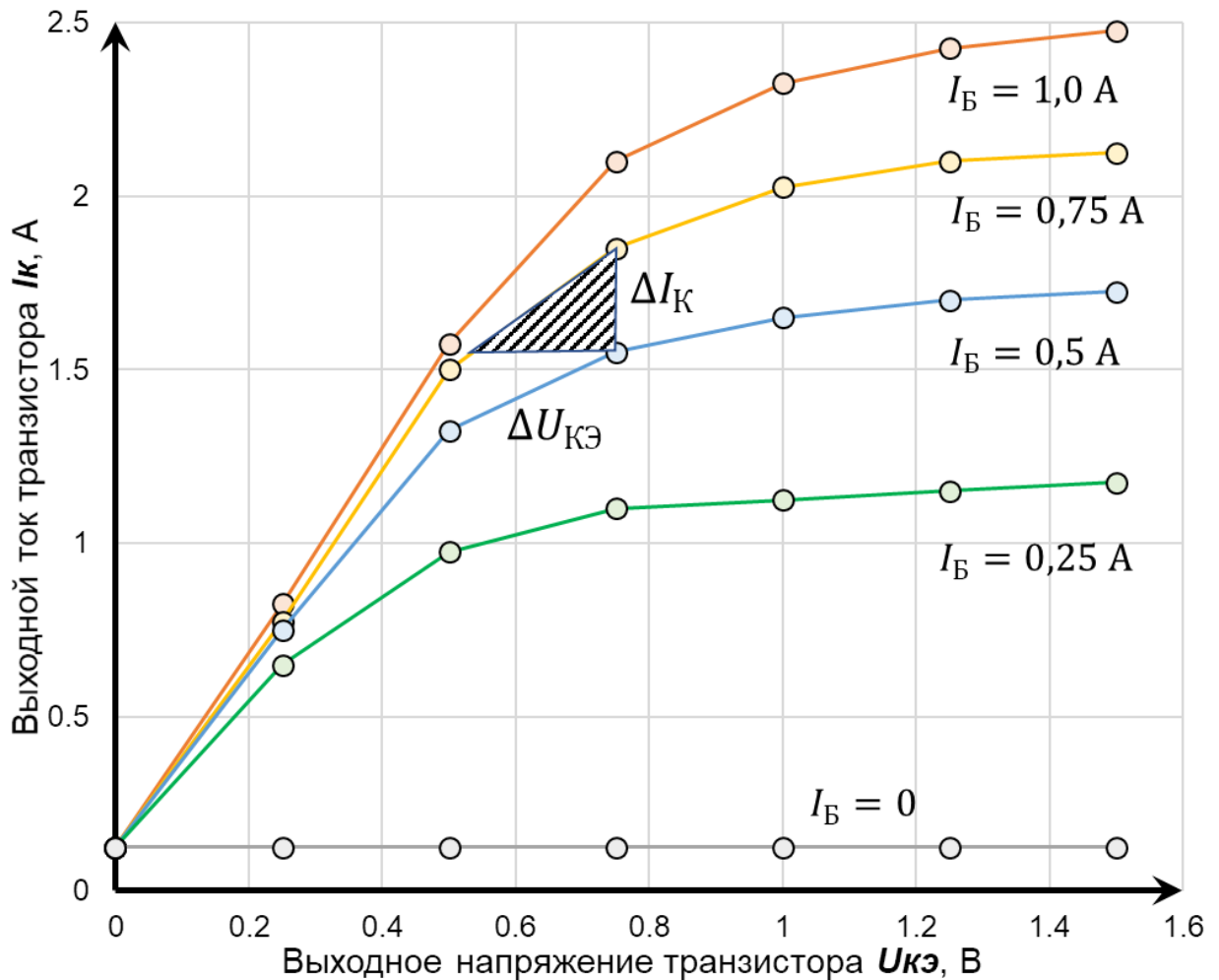


Рисунок 3 – Выходные вольтамперные характеристики биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером

Коэффициент обратной связи по напряжению h_{12}

$$h_{12} = \Delta U_{бэ} / \Delta U_{кэ} \quad \text{при } I_б = const, \quad (2)$$

где $\Delta U_{бэ}$, $\Delta U_{кэ}$ – приращения напряжения база-эмиттер и коллектор-эмиттер, определяемые по входным вольтамперным характеристикам

Коэффициент передачи тока h_{21}

$$h_{21} = \Delta I_K / \Delta I_6 \quad \text{при } U_{KЭ} = \text{const} , \quad (3)$$

где ΔI_K , ΔI_6 – приращения токов коллектора и базы, определяемые по выходным вольтамперным характеристикам

Выходная проводимость транзистора h_{22} , См

$$h_{22} = \Delta I_K / \Delta U_{KЭ} \quad \text{при } I_6 = \text{const} , \quad (4)$$

где ΔI_K , $\Delta U_{KЭ}$ – приращения тока коллектора и напряжения коллектор-эмиттер, определяемые по выходным вольтамперным характеристикам

По входным статическим характеристикам проверить соблюдение уравнения

$$U1 = h_{11} \cdot I1 + h_{12} \cdot U2 , \quad (5)$$

где $U1$ – входное напряжение, В;

$I1$ – входной ток, А;

$U2$ – выходное напряжение, В.

По выходным статическим характеристикам проверить соблюдение уравнения

$$I2 = h_{21} \cdot I1 + h_{22} \cdot U2 , \quad (6)$$

где $I2$ – выходной ток, А.

5 Контрольные вопросы

1. Что называется биполярным транзистором?
2. Как устроен биполярный транзистор?
3. Объясните назначение основных частей транзистора?
4. В чем заключается принцип действия биполярного транзистора?
5. Каково отличие эмиттерного и коллекторного переходов транзистора?
6. Схемы включения биполярных транзисторов.
7. Статические характеристики биполярных транзисторов.
8. Режимы работы биполярных транзисторов.
9. Назначение H – параметров транзистора.
10. Как маркируются и обозначаются на схемах биполярные транзисторы?
11. В каких устройствах (применительно к специальности) используются биполярные транзисторы?

Список использованных источников

1. Основы промышленной электроники / Под ред. В.Г. Герасимова. – М.: Высшая школа, 1986. – 364 с.
2. Лачин, В.И. Электроника: учебное пособие для вузов / В.И. Лачин, Н.С. Савелов. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2004. – 432 с.
3. Горбачев, Г.Н. Промышленная электроника / Г.Н. Горбачев, Е.Е. Чаплыгин. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 412 с.
4. Прянишников, В.А. Электроника: курс лекций / В.А. Прянишников – СПб.: КОРОНА принт, 2000. – 456 с.
5. Wyatt, D. Aircraft Electrical and Electronic Systems / D. Wyatt, M. Tooley. – Second Edition – NY, Routledge, 2018. – 439 p.
6. Bell, J.A. Modern Diesel Technology: Electricity & Electronics / J.A. Bell - Second Edition – NY, Delmar, 2014. – 546 p.

Приложение А (рекомендуемое)

Бланк лабораторной работы

Исследование работы биполярного транзистора

А.1 Цель работы: _____

А.3 Входные статические характеристики биполярного транзистора

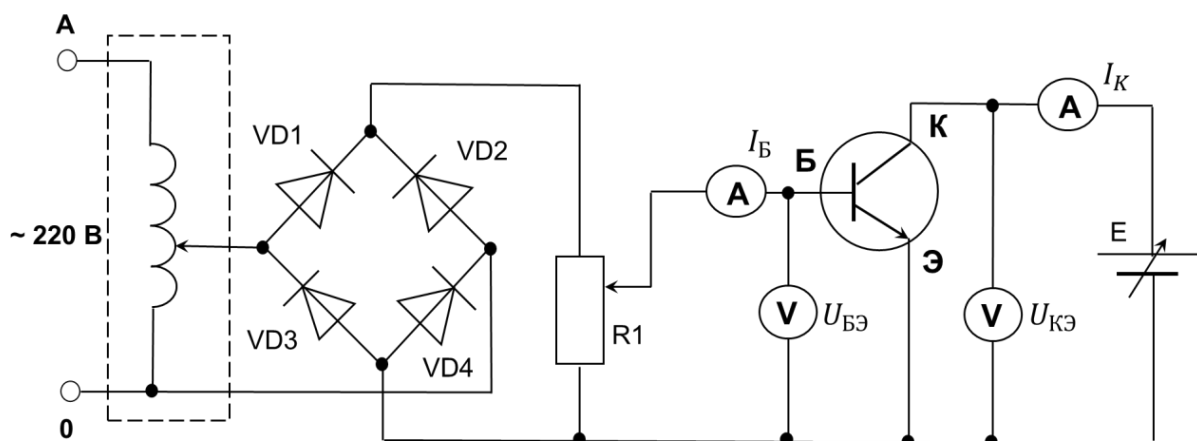


Рисунок А.1 – Схема исследования входных статических характеристик биполярного транзистора

Таблица А.1 – Входные статические характеристики биполярного транзистора

$U_{КЭ} =$		$U_{КЭ} =$	
$I_Б, A$	$U_{БЭ}, B$	$I_Б, A$	$U_{БЭ}, B$

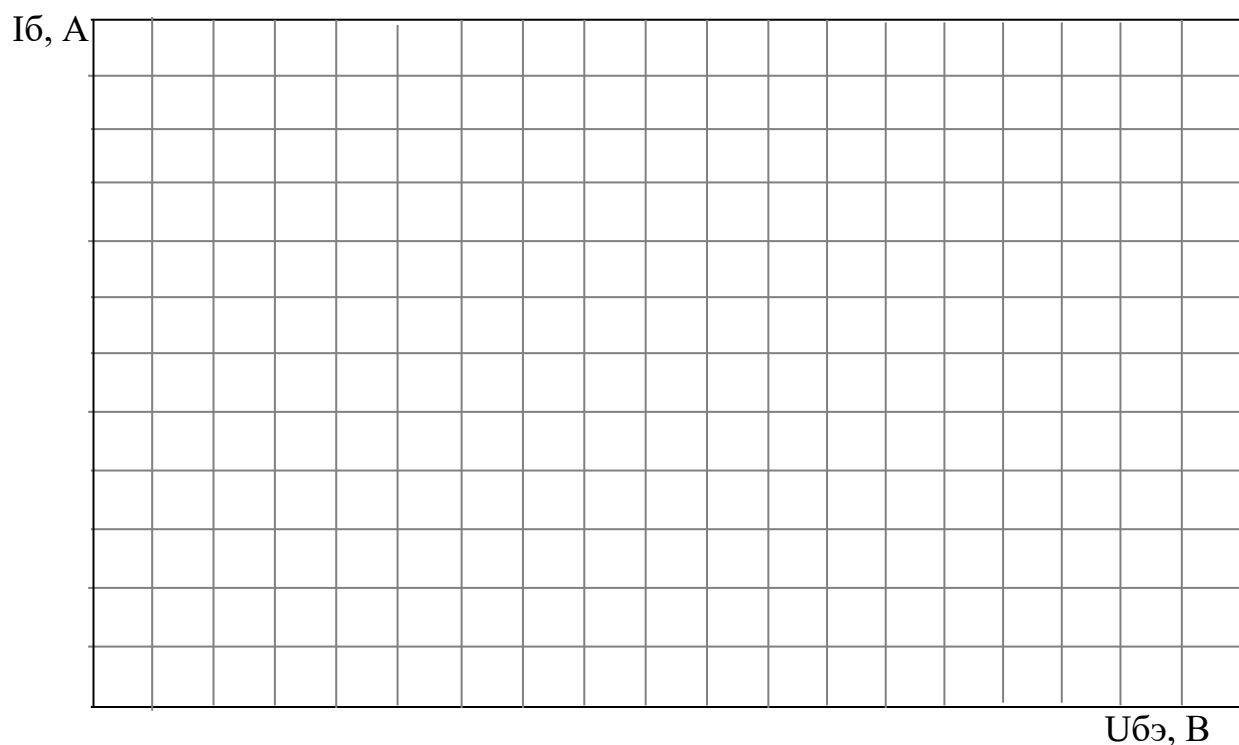


Рисунок А.2 – Входные статические характеристики биполярного транзистора

А.4 Выходные статические характеристики биполярного транзистора

Таблица А.2 – Выходные статические характеристики биполярного транзистора

Iб =		Iб =		Iб =		Iб =	
Iк, А	Uкэ, В	Iк, А	Uкэ, В	Iк, А	Uкэ, В	Iк, А	Uкэ, В

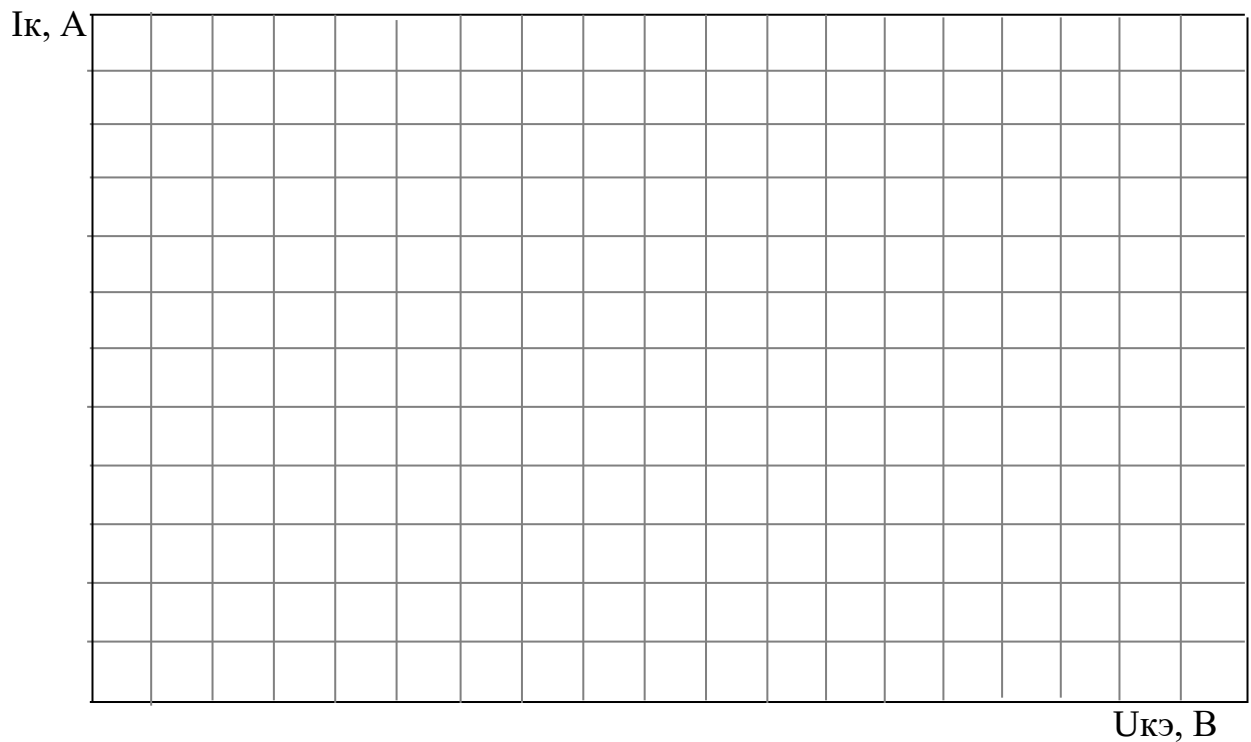


Рисунок А.4 – Выходные статические характеристики биполярного транзистора

А.5 Расчет H-параметров транзистора

Входное сопротивление транзистора

$$h_{11} = \Delta U_{бэ} / \Delta I_{б} \quad \text{при } U_{кэ} = \text{const}, \quad (\text{A.1})$$

где $\Delta U_{бэ}$, $\Delta I_{б}$ – приращения напряжения база-эмиттер и тока базы, определяемые по рисунку А.2.

Коэффициент обратной связи по напряжению

$$h_{12} = \Delta U_{бэ} / \Delta U_{кэ} \quad \text{при } I_{б} = \text{const}, \quad (\text{A.2})$$

где $\Delta U_{кэ}$ – приращение напряжения коллектор-эмиттер, определяемое по рисунку А.2

Коэффициент передачи тока

$$h_{21} = \Delta I_{к} / \Delta I_{б} \quad \text{при } U_{кэ} = \text{const}, \quad (\text{A.3})$$

где ΔI_k , ΔI_b – приращения токов коллектора и базы, определяемые по рисунку А.4

Выходная проводимость транзистора

$$h_{22} = \Delta I_k / \Delta U_{кэ} \quad \text{при } I_b = \text{const} , \quad (\text{А.4})$$

где $\Delta U_{кэ}$ – приращение напряжения коллектор-эмиттер, определяемое по рисунку А.4

А.6 Вывод
