

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

С.Г. Камзолова

ОБЩАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

Пособие по выполнению контрольных домашних заданий
для студентов II курса специальности 201300
дневного обучения

Москва

Рецензент: д-р техн. Наук, проф. В.Д. Рубцов

Камзолова С.Г.

Общая электротехника и электроника. Пособие по выполнению контрольных домашних заданий. – М.: МГТУ ГА, 2005г.

Данное пособие издается в соответствии с учебным планом для студентов II курса специальности 201300 дневного обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры 26.04.2005г. и методического совета 26.04.2005г.

I. КОНТРОЛЬНОЕ ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ №1

Всем вариантам:

1. Дать определение следующих терминов: диффузия, дрейф, генерация носителей заряда, рекомбинация, собственные полупроводники, примесные полупроводники, акцептор, донор, энергия ионизации акцептора, энергия ионизации донора, p-n-переход, переход Шоттки.

2. Нарисовать структуру и описать принцип действия заданных диодов.

3. Дать определение основных параметров, специфичных для заданных диодов.

4. Описать область применения заданных диодов.

Для заданных ниже диодов выполнить дополнительно следующее:

выпрямительный диод – привести вольтамперную характеристику любого германиевого диода, по ней рассчитать дифференциальное сопротивление диода в открытом и закрытом состояниях;

стабилитрон – привести вольтамперную характеристику (для любого диода), по ней определить напряжение стабилизации, минимальный и максимальный токи стабилизации и произвести расчет дифференциального сопротивления для середины рабочего участка;

стабистор – привести вольтамперную характеристику (любого диода), по ней определить напряжение стабилизации, минимальный и максимальный токи стабилизации; нарисовать схему последовательного соединения со стабилитроном и пояснить принцип термокомпенсации;

импульсный диод – указать на эпюрах время восстановления обратного сопротивления и время установления прямого сопротивления, объяснить, почему именно переходные процессы являются определяющими при выборе соответствующего диода;

лавинно-пролетный диод (ЛПД) – указать на вольтамперной характеристике (с пояснением) положение точки покоя, показать с помощью эпюр U и I , что ЛПД способен к генерации СВЧ - колебаний.

Вариант	Тип диода
1	Выпрямительный, переключательный
2	Стабилитрон, детекторный
3	Стабистор, импульсный
4	Импульсный, диод Шотки
5	Выпрямительный, смесительный
6	Смесительный, стабистор
7	Детекторный, стабилитрон
8	Переключательный, ЛПД
9	ЛПД, туннельный
10	Туннельный, выпрямительный

5. Решить задачи по теме "Биполярные транзисторы".

5.1. В соответствие с таблицей 2 произвести расчет соответствующих параметров усилителя (рис.1).

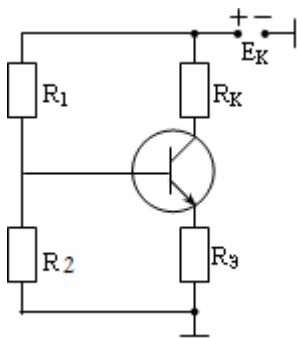


Рис. 1

Таблица 2

Вариант	β	R_1 , кОм	R_2 , кОм	R_k , кОм	R_3 , Ом	E_k , В	Рассчитать
1	50	51	51	1.0	100	10	U_k
2	49	39	39	0.91	91	15	$U_{кэ}$
3	60	100	51	1.2	100	10	I_3
4	70	110	62	0.62	150	12	I_k
5	75	91	30	0.75	200	15	I_6
6	80	100	100	1.1	210	10	I_k, I_3
7	40	82	43	1.0	300	15	U_3
8	45	47	47	1.3	330	12	I_k, I_6
9	65	100	47	1.5	91	10	$U_{кэ}$
10	70	82	51	0.72	150	15	U_3, U_k

Методические указания.

Преобразуем схему, представленную на рис. 1, в вид (рис. 2):

$$E_{\text{экв}} = \frac{E_k}{R_1 + R_2} \cdot R_2;$$

$$R_{\text{экв}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2};$$

$$I_6 = \frac{E_{\text{экв}}}{R_{\text{экв}} + (1 + \beta)R_3};$$

$$I_k = \beta \cdot I_6; \quad I_3 = (1 + \beta) \cdot I_6;$$

$$U_k = E_k - I_k R_k ; U_{э} = I_{э} R_{э} ; U_{кэ} = U_k - U_{э}$$

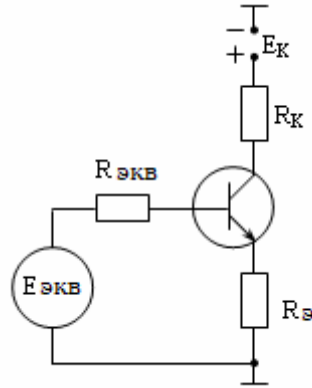


Рис. 2

5.2. В соответствии с табл.3 для схемы, изображенной на рис.3, выполнить следующее:

- а) Построить нагрузочную прямую постоянного тока и указать на ней точку покоя А.
- б) Определить ток коллектора I_k и напряжение коллектор-эмиттер $U_{кэ}$.
- в) Определить значение $R_о^*$, обеспечивающее заданную в табл. 3 степень насыщения S.
- г) Указать положение новой точки покоя A^* на входных и выходных характеристика

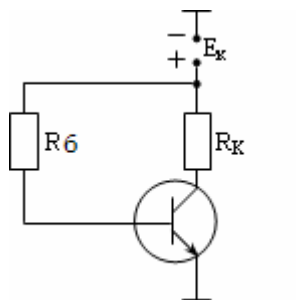


Рис. 3

Вариант	$R_{\beta} R_{\sigma}$, кОм	$R_k R_k$, Ом	$E_k E_k$, В	S
1	100	1000	10	1
2	20	200	10	1.1
3	300	910	12	1.2
4	3	30	30	1.05
5	8	120	25	1
6	0.051	720	20	1.1
7	51	510	40	1.05
8	0.82	1.3	16	1.1
9	0.39	18	100	1
10	0.25	10	100	1.2

Примечание: 1) входные и выходные характеристики транзистора и предельно- допустимые параметры указаны в приложении 1;

2) при изображении схемы (рис. 3) необходимо обратить внимание на тип БТ (n-p-n или p-n-p)

Методические указания

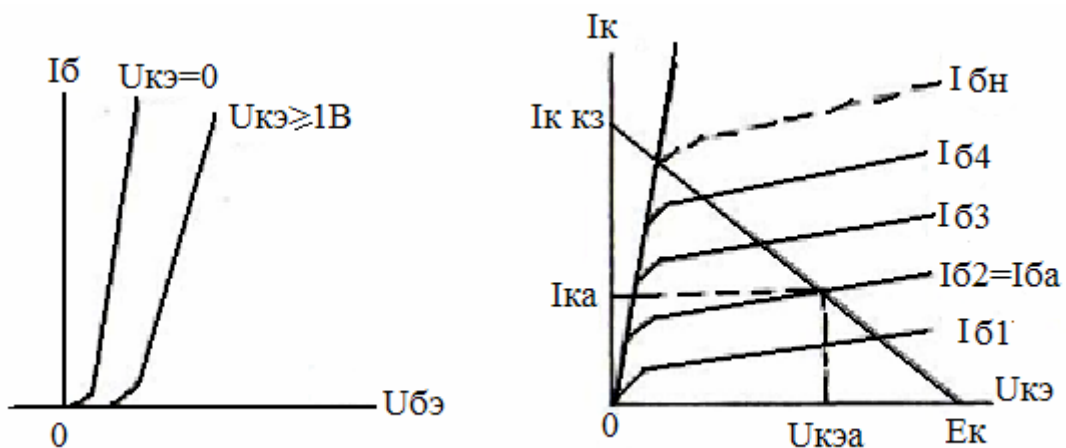


Рис. 4

Нагрузочная прямая постоянного тока строится по двум точкам: $U_{кэ} = E_k$, $I_k = 0$; $U_{кэ} = 0$, $I_{ккз} = E_k / R_k$.

Координаты точки покоя А находятся по току базы:

$$I_{бА} = E_k / R_б.$$

Ток базы насыщения $I_{бн}$ определяется как параметр кривой, исходящей из точки M_N .

Сопротивление $R_σ^*$ находится по формуле:

$$R_σ^* = \frac{E_k}{S \cdot I_{бн}}.$$

5.3. Построить нагрузочную прямую переменного тока (рис.5, табл.4).

Таблица 4

Вариант (приложение 1)	I_B , мА	R_3 , Ом	R_4 , Ом	R_5 , Ом	E_k , В
1	0.1	1000	100	1000	10
2	0.5	200	30	200	10
3	0.04	910	51	910	12
4	10	30	5	30	30
5	3	120	10	120	25
6	400	720	51	720	20
7	0.8	510	20	510	40
8	20	1.3	0.5	1.3	16
9	100	18	0.5	18	100
10	0.4	10	1.0	10	100

Примечание: сопротивление емкостей $X_c = 0$.

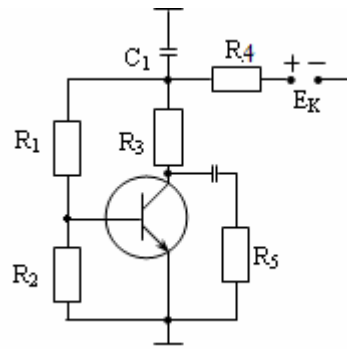


Рис. 5

Методические указания

Далее приводится последовательность действий:

- 1) Определить сопротивление постоянному току $R_{\Sigma} = R_3 + R_4$.
- 2) Построить нагрузочную прямую для R_{Σ} .
- 3) Указать точку покоя А (по току базы).
- 4) Найти сопротивление переменному току $R_{\approx} = \frac{R_3 R_5}{R_3 + R_5}$.
- 5) Построить вспомогательную прямую по координатам:

$$U_{кэ} = E_k, I_k = 0; \quad U_{кэ} = 0, I'_{ккэ} = \frac{E_k}{R_{\approx}}$$

- 6) Построить нагрузочную прямую R_{\approx} переносом вспомогательной прямой таким образом, чтобы она проходила через точку покоя.

5.4. Построить зону безопасной работы заданного транзистора. Она ограничена линиями насыщения, допустимых тока и напряжения на электродах транзистора и мощностью рассеяния на коллекторе.

5.5. Рассчитать h- параметры по характеристикам заданного в п.5.3. транзистора в точке покоя, определенной там же.

Расчеты производить по формулам:

$$h_{113} = \frac{\Delta U_{63}}{\Delta I_6} \Big|_{U_{к3}=\text{const}} ;$$

$$h_{123} = \frac{\Delta U_{63}}{\Delta U_{к3}} \Big|_{I_6=\text{const}} ;$$

$$h_{213} = \frac{\Delta I_{к}}{\Delta I_6} \Big|_{U_{к3}=\text{const}} ;$$

$$h_{223} = \Delta I_{к} / \Delta U_{к3} \Big|_{I_6=\text{const}}.$$

II. Контрольное домашнее задание №2

1. Выбрать тип включения операционного усилителя (ОУ): если "К" положителен, то выбирается схема неинвертирующего усилителя, если отрицателен, то инвертирующего. Исходные данные указаны в табл.5.

Таблица 5

№ варианта	f, кГц	$U_{вх}$, мВ	$R_{и}$, кОм	$R_{н}$, кОм	K
1	10	15	100	0.1	300
2	100	2	0.1	0.05	500
3	1000	50	0.01	1	100
4	20	30	150	2	-200
5	15	100	15	5.1	100
6	8	3	0.15	0.075	150
7	6	50	0.05	0.05	-20
8	900	120	0.1	0.1	10
9	1500	100	0.02	0.15	-5
10	1000	120	0.075	1.5	50
11	100	1.5	0.01	2	-10
12	70	30	0.1	2.7	100
13	90	3	15	0.075	-30
14	2000	50	0.1	1.5	-25
15	3000	120	0.02	3.3	5
16	1500	100	0.075	1.2	-10
17	1000	5	100	0.39	-50
18	50	6	150	0.43	15
19	1200	10	120	0.51	200
20	1700	12	130	1.5	250

Примечание: f – частота входного сигнала;

$U_{вх}$ - амплитуда входного сигнала;

R_n - сопротивление нагрузки;

$R_{ист}$ - сопротивление источника сигнала;

K – коэффициент усиления;

Знак "минус" говорит об инверсии фазы.

2. По таблице основных сведений на ОУ (приложение 2) выбрать те микросхемы, частота единичного усиления которых не менее, чем в 3 раза превышает частоту входного сигнала; при этом выбрать 2...3 самые низкочастотные.

3. Определить сопротивление нагрузки $R_{н\text{имс}}$, на которое могут работать выбранные Вами микросхемы, по отношению максимального выходного напряжения к максимальному выходному току:

$$R_{н\text{имс}} [\text{кОм}] = \frac{U_{\text{вых max}}}{I_{\text{вых max}}} \frac{[B]}{[mA]} .$$

Если $R_n < 3 R_{н\text{имс}}$, то между усилителем, обеспечивающим заданное значение K , и сопротивлением R_n необходимо поставить повторитель.

4. Определить амплитуду выходного сигнала по формуле:

$$U_{\text{вых}} = K U_{\text{вх}} ;$$

$U_{\text{вых}}$ должно быть меньше $U_{\text{вых max}}$.

5. Если сопротивление источника сигнала $R_{ист}$ на порядок меньше входного сопротивления схемы $R_{вх}$, то повторитель на входе (между источником и усилителем) не ставится.

Входное сопротивление микросхемы определяется как отношение максимального входного напряжения к входному току:

$$R_{вх\text{имс}} [\text{кОм}] = \frac{U_{\text{вх max}}}{I_{\text{вх}}} \frac{[B]}{[mA]} .$$

Для неинвертирующего усилителя $R_{\text{вх}} = R_{\text{вх имс}}$, для инвертирующего усилителя $R_{\text{вх}} = R_1$.

6. Выбрать номиналы навесных элементов. Из соображений стабильной работы схемы R_1 и R_2 выбираются из ряда 100 Ом... 100 кОм. Для обеспечения согласования инвертирующего усилителя (без дополнительного согласования) с источником сигнала нужно, чтобы

$$R_1 > 10R_{\text{ист}}.$$

При этом проверить, чтобы R_2 было не более 100 кОм.

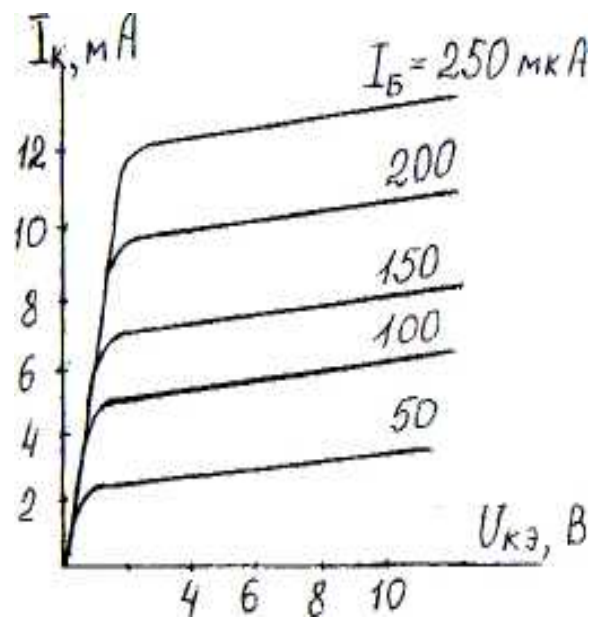
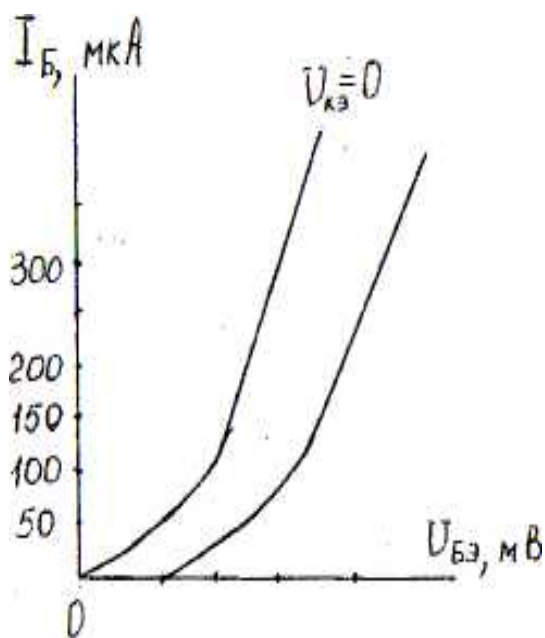
7. Если для решения поставленной задачи можно использовать несколько типов микросхем из приложения 2, то предпочтение следует отдать микросхеме с минимальными значениями специфических параметров (ООСС, напряжение синфазной помехи, скорость нарастания).

Определить окончательно тип микросхемы. Нарисовать принципиальную электрическую схему.

8. Нарисовать фрагмент разветвленной логической схемы, состоящей не менее, чем из 5 элементов (И, ИЛИ, НЕ) и имеющей не менее 5 входных сигналов. Эпюры входных сигналов задать произвольно.

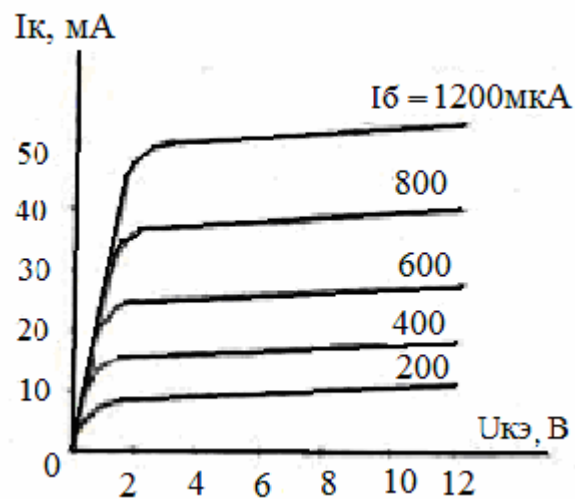
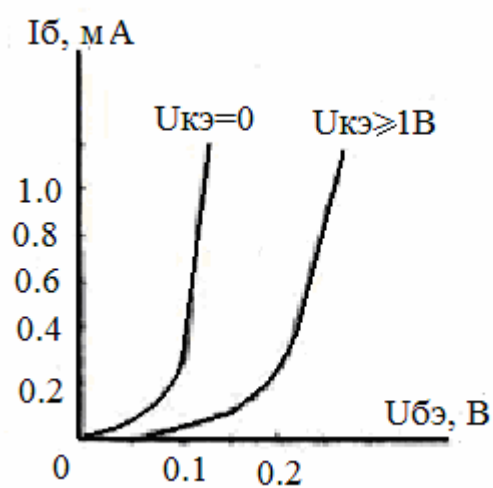
Нарисовать эпюры сигналов на входах всех элементов. Ориентироваться на систему потенциальных элементов «транзисторно-транзисторная логика».

Приложение 1



Предельные эксплуатационные данные

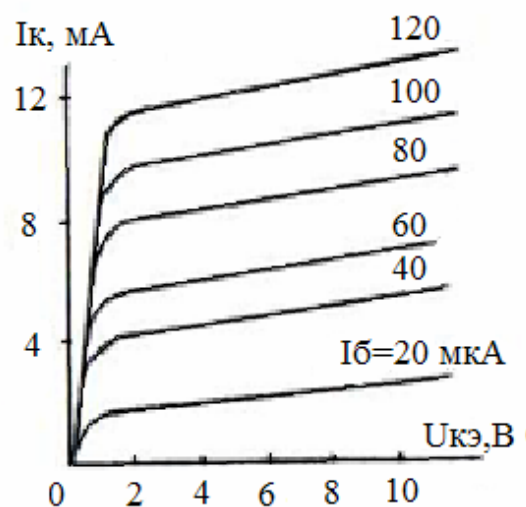
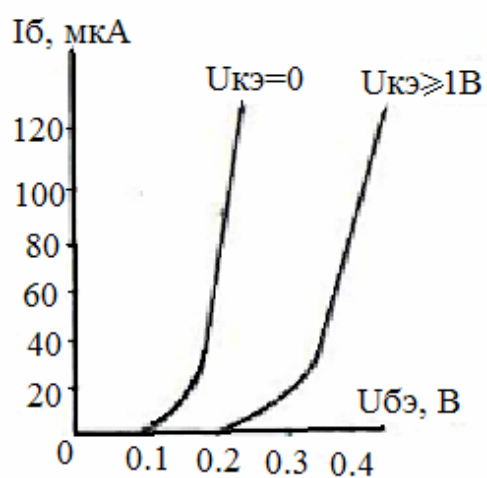
Ток коллектора, mA.....	10
Напряжение коллектор-эмиттер, В.....	10
Мощность на коллекторе, мВт.....	60



Предельные эксплуатационные данные

Ток коллектора, мА.....	55
Напряжение коллектор-эмиттер, В.....	12
Мощность на коллекторе, мВт.....	170

Транзистор малой мощности

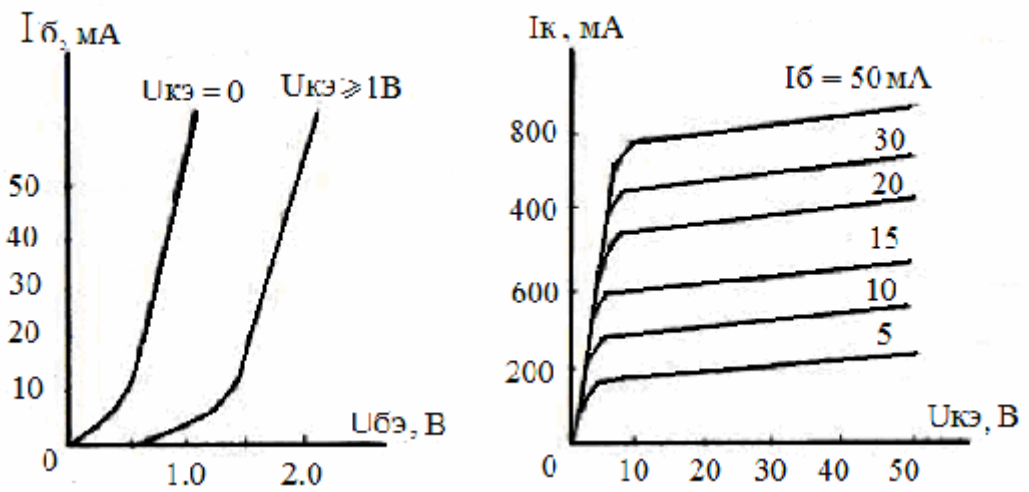


Предельные эксплуатационные данные

Ток коллектора, mA.....	15
Напряжение коллектор-эмиттер, В.....	15
Мощность на коллекторе, мВт.....	60

№ 4

Транзистор средней мощности

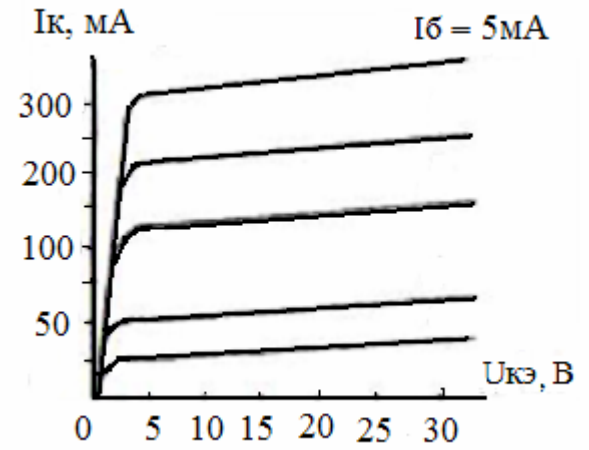
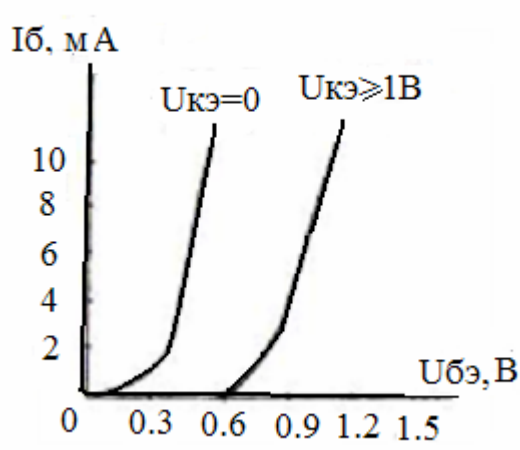


Предельные эксплуатационные данные

Ток коллектора, мА.....	1000
Напряжение коллектор-эмиттер, В.....	50
Мощность на коллекторе, Вт.....	6

№ 5

Транзистор средней мощности

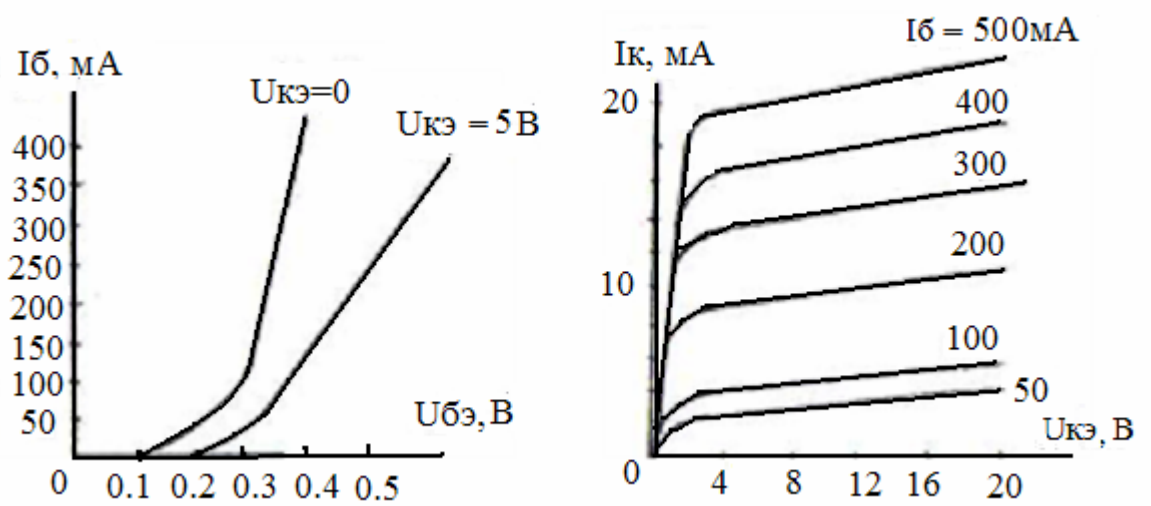


Предельные эксплуатационные данные

Ток коллектора, mA.....	250
Напряжение коллектор-эмиттер, В.....	30
Мощность на коллекторе, Вт.....	1,2

№ 6

Транзистор большой мощности

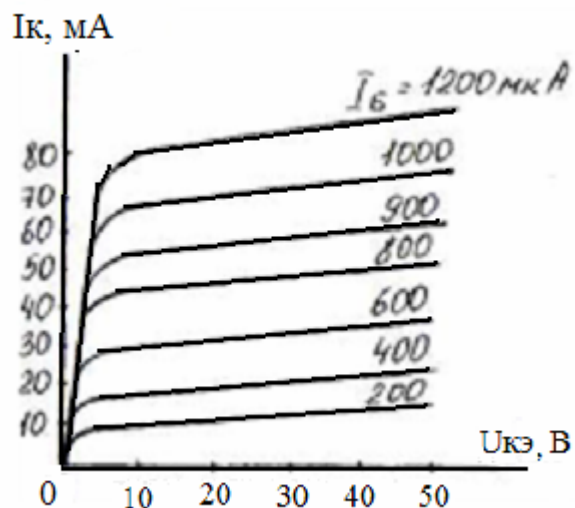
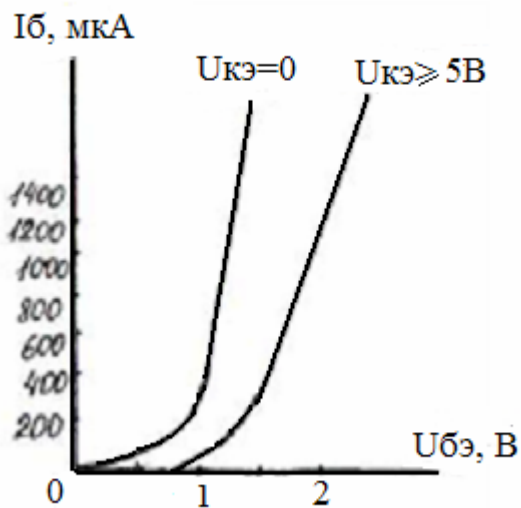


Предельные эксплуатационные данные

Ток коллектора, А.....	20
Напряжение коллектор-эмиттер, В.....	30
Мощность на коллекторе, Вт.....	50

№ 7

Транзистор средней мощности

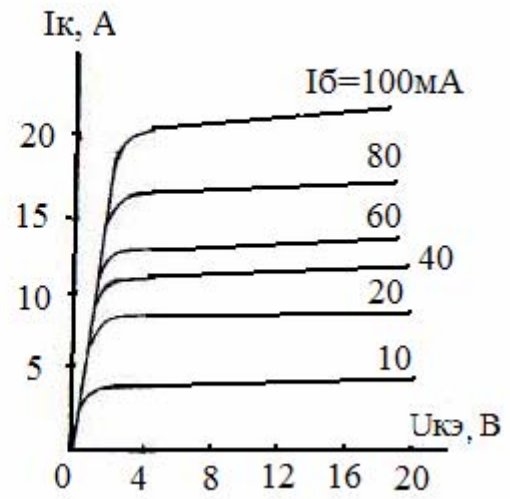
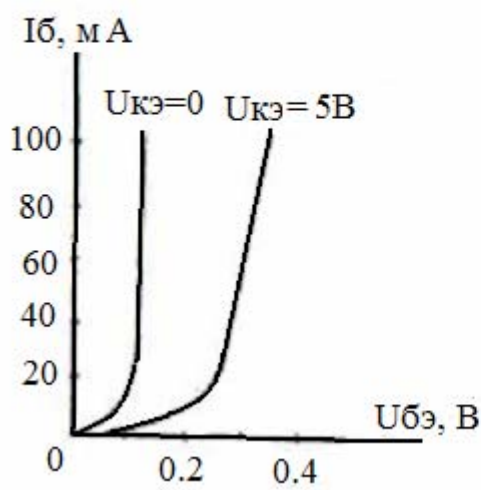


Предельные эксплуатационные данные

Ток коллектора, mA.....	70
Напряжение коллектор-эмиттер, В.....	50
Мощность на коллекторе, Вт.....	6

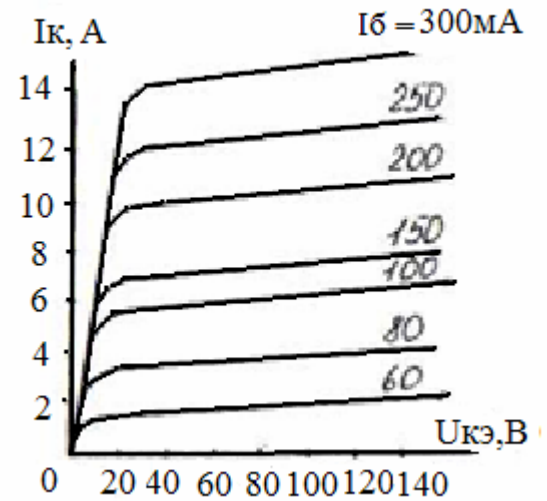
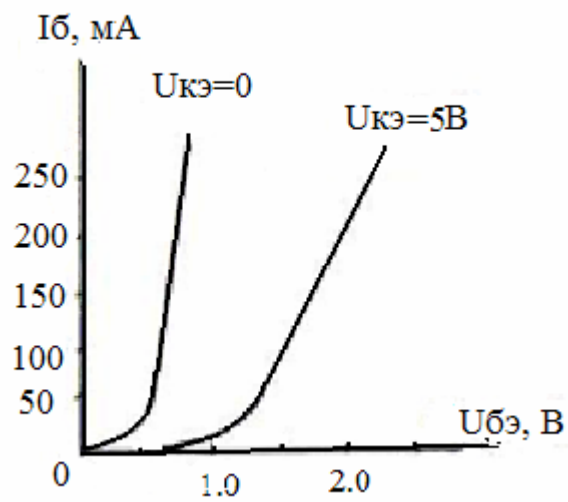
№ 8

Транзистор большой мощности



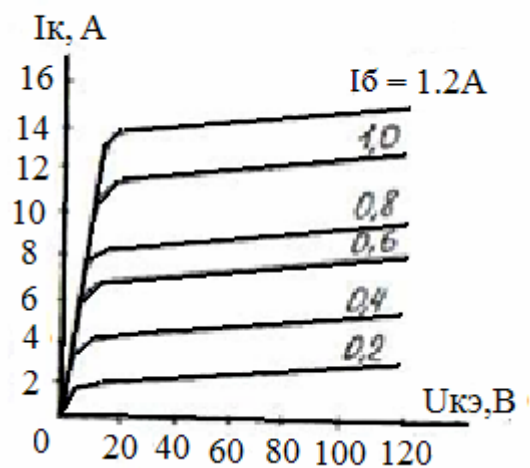
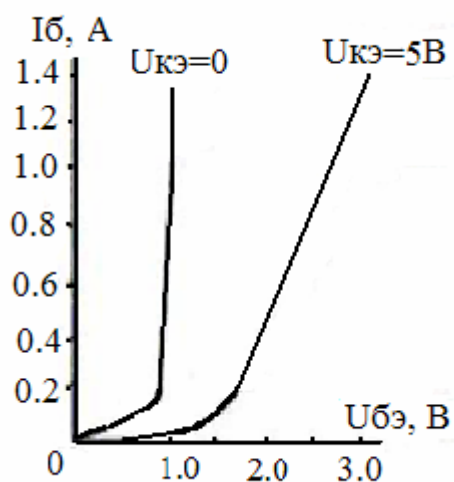
Предельные эксплуатационные данные

Ток коллектора, А.....	20
Напряжение коллектор-эмиттер, В.....	20
Мощность на коллекторе, Вт.....	70



Предельные эксплуатационные данные

Ток коллектора, А.....	7
Напряжение коллектор-эмиттер, В.....	120
Мощность на коллекторе, Вт.....	120



Предельные эксплуатационные данные

Ток коллектора, А.....	15
Напряжение коллектор-эмиттер, В.....	120
Мощность на коллекторе, Вт.....	40

Параметр	К140 УД1	К140 УД5	К140 УД6	К140 УД7	К140 УД8	К514 УД1	К553 УД2	К140 УД14
Коэффициент усиления K_0 , В/мВ	2	1	70	50	50	50	20	50
Напряжение смещения $U_{смo}$, мВ	7	5	5	4	20	15	7.5	2
Входные токи $I_{вх}$, нА	10^3	10^4	30	200	0.2	0.1	10	2
Частота единичного усиления f_1 , мГц	5	14	1	0.8	1	1	1	2.5
Скорость нарастания ρ , В/мкс	0.5	6	2.5	10	5	2	0.5	4
ООСС, дБ	60	60	80	70	64	70	70	85
Максимальный выходной ток $I_{вых_{max}}$, мА	3	3	25	20	20	20	15	20
Максимальное выходное напряжение $U_{вых_{max}}$, В	6	.5	11	11	11	10	10	13
Максимальное входное напряжение $U_{вх_{max}}$, В	1.5	3	15	12	10	10	10	10
Максимальное инфазное входное напряжение $E_{сиф_{max}}$, В	3	6	11	11	12	10	10	13
Напряжение питания $E_{к}^{\pm}$, В	± 12.6	± 12.6	± 15	± 15	15	± 15	± 15	± 15
Ток потребления $I_{потр}$, мА	8	12	2.8	2.8	5	3.5	3.5	0.6