

СОДЕРЖАНИЕ

Содержание.....	3
1. Основные понятия.....	4
2. Назначение элементов и принцип работы усилительного каскада по схеме с ОЭ.....	6
3. Задание на контрольную работу.....	12
4. Порядок расчета транзисторного усилителя по схеме с ОЭ.....	14
Библиографический список.....	19
Приложение 1.....	20
Приложение 2.....	21
Приложение 3.....	26

1. Основные понятия.

Усилители являются одним из самых распространенных электронных устройств, применяемых в системах автоматики и радиосхемах. Усилители подразделяются на усилители предварительные (усилители напряжения) и усилители мощности. Предварительные транзисторные усилители состоят из одного или нескольких каскадов усиления. При этом все каскады усилителя обладают общими свойствами, различие между ними может быть только количественное: разные токи, напряжения, различные значения резисторов, конденсаторов и т. п.

Для каскадов предварительного усилителя наиболее распространены резистивные схемы (с реостатно-емкостной связью). В зависимости от способа подачи входного сигнала и получения выходного сигнала усилительные схемы получили следующие названия:

- 1) с общей базой ОБ (рис. 1, а);
- 2) с общим коллектором ОК (эмиттерный повторитель) (рис. 1, б);
- 3) с общим эмиттером - ОЭ (рис. 1, в).

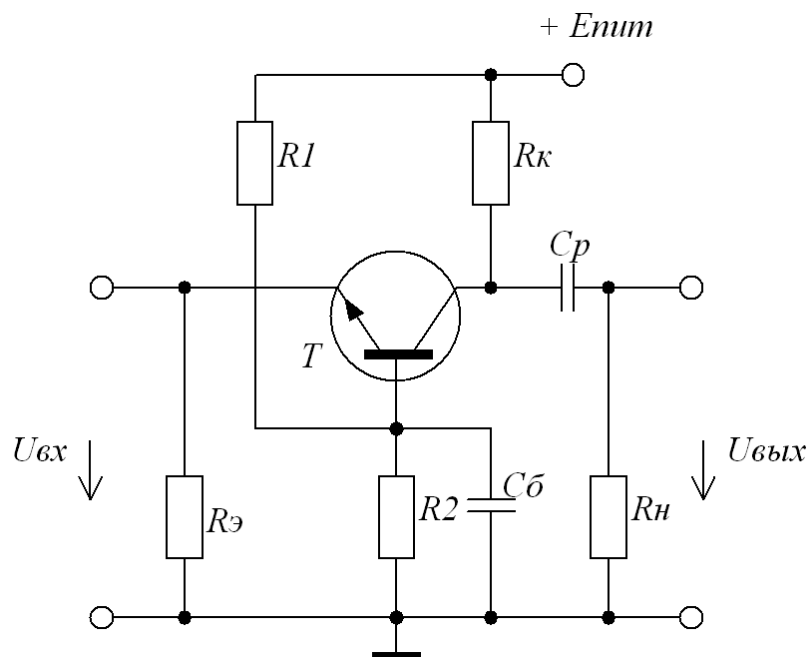


Рис. 1, а

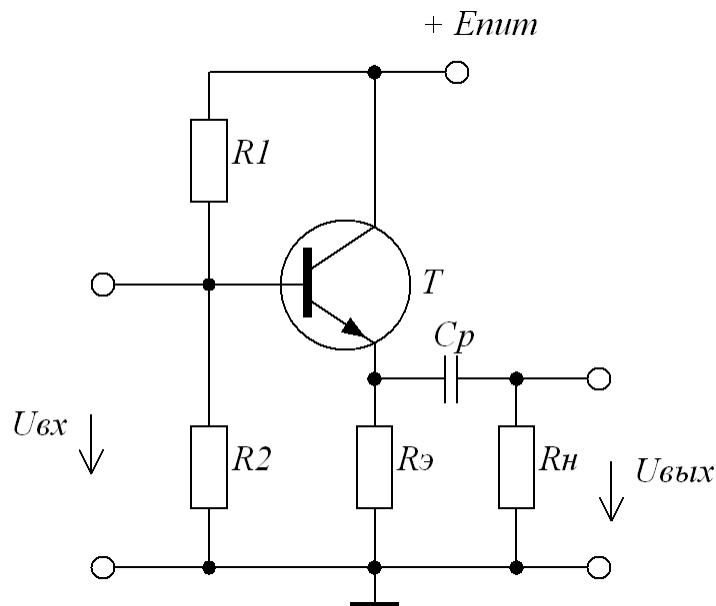


Рис. 1, б

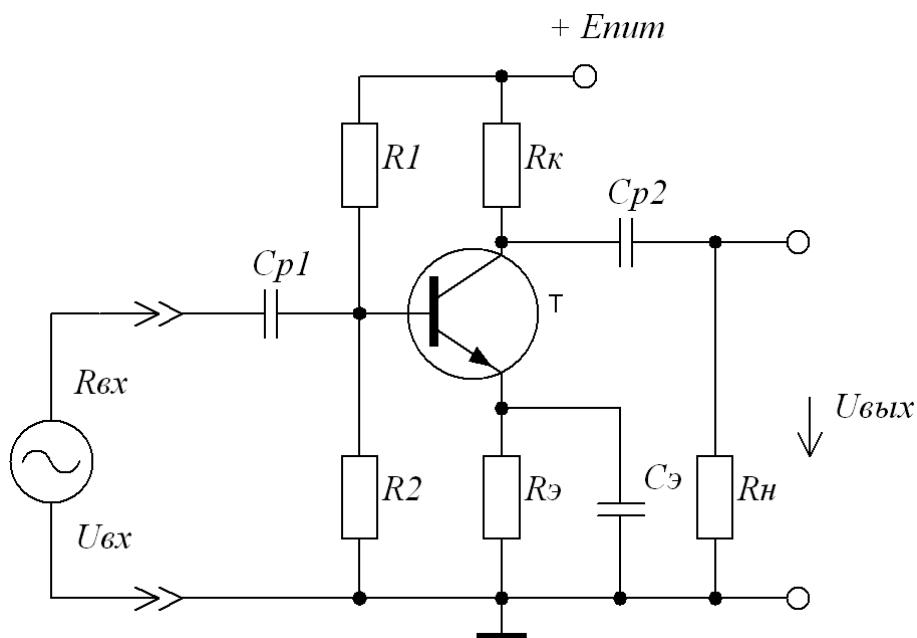


Рис. 1, в

Схема с ОБ в предварительных усилителях встречается редко из-за малого входного сопротивления (табл. 1). Эмиттерный повторитель, схема с ОК, обладает наибольшим из всех трех схем входным и наименьшим выходным сопротивлениями. Поэтому его применяют при работе с высокоомными преобразователями и датчиками в качестве первого каскада усилителя, а также для согласования с низкоомным нагрузочным резистором на выходе усилителя. В табл. 1 дается сопоставление различных схем включения транзисторов. Наибольшее распространение в усилителях получила схема с ОЭ.

Параметры	с общей базой (ОБ)	с общим эмиттером (ОЭ)	с общим коллектором (ОК)
Коэффициент усиления по напряжению	30—400	30—1000	<1
Коэффициент усиления по току	<1	10—200	10-200
Коэффициент усиления по мощности	30—400	3000—30000	10—200
Входное сопротивление	50—100 Ом	200—2000 Ом	10—500 кОм
Выходное сопротивление	0,1—0,5 мОм	30—70 кОм	50—100 Ом

2. Назначение элементов и принцип работы усилительного каскада по схеме с ОЭ

Существует множество вариантов выполнения схемы усилительного каскада на транзисторе ОЭ. Это обусловлено главным образом особенностями задания режима покоя каскада. Особенности усилительных каскадов и рассмотрим на примере схемы рис. 2, получившей наибольшее применение при реализации каскада на дискретных компонентах.

Основными элементами схемы являются источник питания E_K , управляемый элемент - транзистор T и резистор R_K . Эти элементы образуют главную цепь усилительного каскада, в которой за счет протекания управляемого по цепи базы коллекторного тока создается усиленное переменное напряжение на выходе схемы. Остальные элементы каскада выполняют вспомогательную роль. Конденсаторы C_{p1} , C_{p2} являются разделительными. Конденсатор C_{p1} исключает протекание по входной цепи каскада от цепи источника входного сигнала постоянной составляющей тока, что позволяет, во-первых, исключить протекание постоянного тока через источник входного сигнала по цепи $E_K \rightarrow R_1 \rightarrow R_G$ и, во-вторых, обеспечить независимость от внутреннего сопротивления этого источника R_G напряжения на базе U_{bn} в режиме покоя. Функция конденсатора C_{p2} сводится к пропусканию в цепь нагрузки переменной составляющей напряжения и задержанию постоянной составляющей.

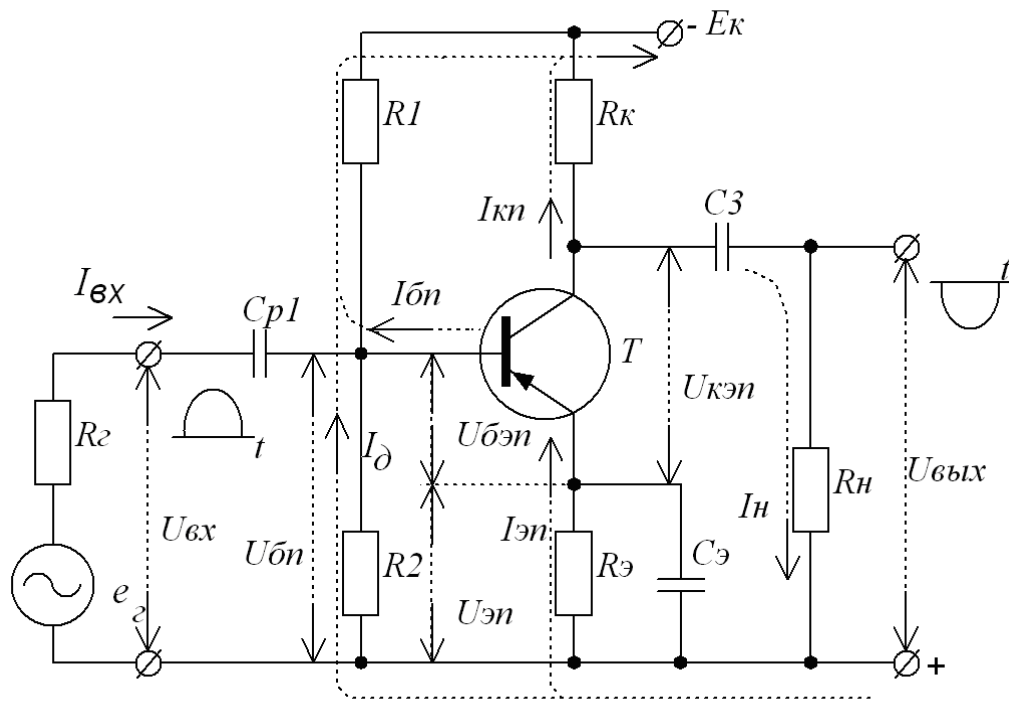


Рис.2

Резисторы R_1 и R_2 используются для задания режима покоя каскада. Поскольку биполярный транзистор управляется током, ток покоя управляемого элемента создается заданием соответствующей величины тока базы покоя $I_{бп}$. Резистор R_1 предназначен для создания цепи протекания тока $I_{бп}$. Совместно с R_2 резистор R_1 обеспечивает исходное напряжение на базе $U_{бп}$ относительно зажима ”+” источника питания.

Резистор $R_э$ является элементом отрицательной обратной связи, предназначенным для стабилизации режима покоя каскада при изменении температуры. Температурная зависимость параметров режима покоя обуславливается зависимостью коллекторного тока покоя $I_{кп}$ от температуры. Основными причинами такой зависимости являются изменения от температуры начального тока коллектора $I_{к0(э)}$, напряжения $U_{бэ}$ и коэффициента усиления по току транзистора β . Температурная нестабильность указанных параметров приводит к прямой зависимости тока $I_{кп}$ от температуры. При отсутствии мер по стабилизации тока $I_{кп}$, его температурные изменения вызывают изменение режима покоя каскада, что может привести, как будет показано далее, к ре-

жиму работы каскада в нелинейной области характеристик транзистора и искажению формы кривой выходного сигнала. Вероятность появления искажений повышается с увеличением амплитуды выходного сигнала.

Проявление отрицательной обратной связи и ее стабилизирующего действия на ток $I_{кп}$ нетрудно показать непосредственно на схеме рис. 2. Предположим, что под влиянием температуры ток $I_{кп}$ увеличился. Это отражается на увеличении тока $I_{эн}$, повышении напряжения $U_{эн} = I_{эн} \cdot R_э$ и соответственно снижении напряжения $U_{бэн} = U_{бн} - U_{эн}$. Ток базы $I_{бн}$ уменьшается, вызывая уменьшение тока $I_{кп}$, чем создается препятствие наметившемуся увеличению тока $I_{кп}$. Иными словами, стабилизирующее действие отрицательной обратной связи, создаваемой резистором $R_э$, проявляется в том, что температурные изменения параметров режима покоя передаются цепью обратной связи в противофазе на вход каскада, препятствуя тем самым изменению тока $I_{кп}$, а, следовательно, и напряжения $U_{кэн}$.

Конденсатор $C_э$ шунтирует резистор $R_э$ по переменному току, исключая тем самым проявление отрицательной обратной связи в каскаде по переменным составляющим. Отсутствие конденсатора $C_э$ привело бы к уменьшению коэффициентов усиления схемы.

Название схемы «с общим эмиттером» означает, что вывод эмиттера транзистора по переменному току является общим для входной и выходной цепи каскада.

Принцип действия каскада ОЭ заключается в следующем. При наличии постоянных составляющих токов и напряжений в схеме подача на вход каскада переменного напряжения приводит к появлению переменной составляющей тока базы транзистора, а, следовательно, переменной составляющей тока в выходной цепи каскада (в коллекторном токе транзистора). За счет падения напряжения на резисторе $R_к$ создается переменная составляющая напряжения на коллекторе, которая через конденсатор $C_{р2}$ передается на выход каскада - в цепь нагрузки.

Анализ каскада по постоянному току проводят *графоаналитическим* методом, основанным на использовании графических построений и расчетных соотношений. Графические построения проводятся с помощью выходных (коллекторных) характеристик транзистора (рис. 3, а). Удобство метода заключается в наглядности нахождения связи параметров режима покоя каскада $U_{кэп}$ и $I_{кп}$ амплитудными значениями его переменных составляющих (выходного напряжения $U_{выхт}$ и тока $I_{кп}$), являющимися исходными при расчете каскада.

На выходных характеристиках рис. 3, а проводят так называемую линию нагрузки каскада по постоянному току ($a-b$), представляющую собой геометрические места точек, координаты $U_{кэ}$ и $I_{к}$ которых соответствуют возможным значениям точки (режима) покоя каскада.

В связи с этим построение линии нагрузки каскада по постоянному току удобно провести по двум точкам, характеризующим режим холостого хода (точка "а") и режим покоя (точка "П") выходной цепи каскада (рис. 3, а). Для точки "а" $I_{кп} = 0$, $U_{кэп} = -E_{к}$ и для точки "П" $I_{кп} > I_{кп} + I_{к\min}$, $U_{кэп} > U_{выхт} + \Delta U_{кэ} = U_{кп} + \Delta U_{кэ}$, где $I_{к\min}$ выбирают из условия работы транзистора в режиме отсечки ($I_{б\min}$), $\Delta U_{кэ}$ — напряжение на коллекторе, соответствующее области нелинейных начальных участков выходных характеристик транзистора. Определив координаты точки "П" находим значение тока базы $I_{б} = I_{бп}$, соответствующего режиму покоя, и определяем координаты точки "П" на входной характеристике (рис. 3, б).

При определении переменных составляющих выходного напряжения каскада и коллекторного тока транзистора используют линию нагрузки каскада по переменному току. При этом необходимо учесть, что по переменному току сопротивление в цепи эмиттера транзистора равно нулю, так как резистор $R_э$ шунтируется конденсатором $C_э$, а к коллекторной цепи подключается нагрузка, поскольку сопротивление конденсатора $C_{р2}$ по переменному току мало. Если к тому же учесть, что сопротивление источника питания $E_{к}$ по переменному току также

близко к нулю, то окажется, что задача определения этих показателей решается при расчете усилительного каскада по переменному току. Метод расчета основан на замене транзистора и всего каскада его схемой замещения по переменному току. Схема замещения каскада ОЭ приведена на рис. 4, где транзистор представлен его схемой замещения в физических параметрах. Сопротивление каскада по переменному току определяется сопротивлениями резисторов R_K и R_H , включенных параллельно, т. е. $R_{H\sim} = R_K \parallel R_H$. Сопротивление нагрузки каскада по постоянному току $R_{H-} = R_K + R_3$ больше, чем по переменному току $R_{H\sim} = R_K \parallel R_H$.

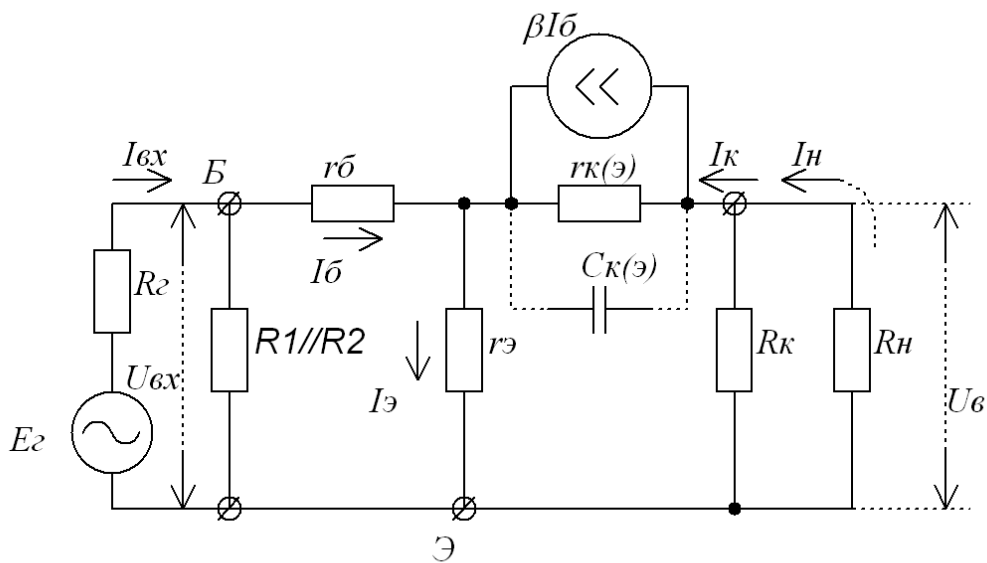


Рис.4

Поскольку при наличии входного сигнала напряжение и ток транзистора представляют собой суммы постоянных и переменных составляющих, линия нагрузки по переменному току проходит через точку покоя "П" (рис. 3, а). Наклон линии нагрузки по переменному току будет больше, чем по постоянному току. Линию нагрузки по переменному току строят по отношению приращений напряжения к току: $\Delta U_{кэ} / \Delta I_{к} = U_{выхт} / I_{кт}$.

3. Задание на контрольную работу.

Рассчитать каскад транзисторного усилителя напряжения, принципиальная схема которого изображена на рис. 3. Данные для расчета приведены в табл. 2.

Исходные данные: 1) напряжение на выходе каскада $U_{\text{вых. max}}$ (напряжение на нагрузке); 2) сопротивление нагрузки R_n ; 3) нижняя граничная частота f_n ; 4) допустимое значение коэффициента частотных искажений каскада в области нижних частот M_n .

Примечание. Считать, что каскад работает в стационарных условиях ($T_{\text{min}} = +15C^o$; $T_{\text{max}} = +25C^o$). При расчете влиянием температуры на режим транзистора пренебрегаем.

Определить: 1) тип транзистора; 2) режим работы транзистора; 3) сопротивление коллекторной нагрузки R_k ; 4) сопротивление в цепи эмиттера R_3 ; 5) напряжение источника питания A_E ; 6) сопротивления делителя напряжения R_1 и R_2 стабилизирующие режим работы транзистора; 7) емкость разделительного конденсатора C_p ; 8) емкость конденсатора в цепи эмиттера C_3 ; 9) коэффициент усиления каскада по напряжению.

таблица 2

Номер варианта	Данные для расчета			
	$U_{\text{былт}}$, В	R_H , Ом	f_H , Гц	M_H
0	1,0	600	100	1,20
1	1,2	400	90	1,20
2	1,6	250	120	1,25
3	2,0	450	200	1,30
4	3,0	350	150	1,30
5	2,4	600	180	1,25
6	1,4	550	140	1,25
7	1,6	280	160	1,20
8	2,0	590	170	1,20
9	1,2	440	110	1,40
10	1,4	600	150	1,40
11	1,5	200	60	1,30
12	1,7	250	70	1,30
13	1,8	300	80	1,30
14	2,5	350	90	1,20
15	2,1	400	120	1,20
16	2,3	450	140	1,20
17	2,5	480	150	1,40
18	1,7	500	160	1,40
19	2,2	520	170	1,40
20	3,0	540	180	1,35
21	2,1	550	200	1,35
22	3,2	580	220	1,25
23	1,5	560	230	1,25
24	1,6	480	250	1,20
25	1,8	320	270	1,30
26	2,0	600	300	1,20

4. Порядок расчета транзисторного усилителя по схеме с ОЭ:

1. Определяем значение сопротивления $R_{\hat{E}}$.

Задаемся начальным значением R_K , которое обычно принимают для повышения коэффициента усиления большим, чем R_H в 3–5 раз.

2. Определяем значение сопротивления $R_{\hat{Y}}$.

Для обеспечения термостабилизации режима покоя транзистора значение сопротивления $R_{\hat{Y}}$ должно быть как можно больше. Но его увеличение приводит к уменьшению падения напряжения на сопротивлении R_K , а следовательно к уменьшению коэффициента усиления транзисторного усилителя. Поэтому принято выбирать значение $R_{\hat{Y}}$ в пределах $(0,15 \div 0,25)R_{\hat{E}}$.

Примечание. Полученные значения сопротивлений $R_{\hat{E}}$ и $R_{\hat{Y}}$ уточняем из параметрического ряда сопротивлений E24 (приложение 1).

3. Выбираем тип транзистора.

При выборе транзистора руководствуются следующими соображениями:

а) Определяем предельно-допустимый ток.

$$I_{\text{кдоп}} > 2 \cdot I_{im} = 2 \cdot \frac{U_{\hat{a}\hat{u}\hat{o}m}}{R_{\hat{I}}},$$

где I_{im} – наибольшая возможная амплитуда тока нагрузки; $I_{\text{кдоп}}$ – наибольший допустимый ток коллектора, приводится в справочниках, $U_{\hat{a}\hat{u}\hat{o}m}$ – амплитуда выходного напряжения.

б) Определяем предельно-допустимое напряжение коллектор-эмиттер.

Выбор предельно-допустимого напряжения коллектор-эмиттер производится по напряжению питания усилителя.

$$U_{\hat{e}\hat{y}\hat{a}\hat{i}\hat{i}} \geq (1,1 \div 1,3) \cdot E_{\hat{e}}.$$

где $U_{\hat{e}\hat{y}\hat{a}\hat{i}\hat{i}}$ – наибольшее допустимое напряжение между коллектором и эмиттером приводится в справочниках.

Но поскольку напряжение питания нам предстоит еще определить, то воспользуемся приближенной формулой его расчета:

$$\hat{A}_{\hat{e}} = (1 + U_{\hat{a}\hat{u}\hat{o}m} + 1,2I_{im} \cdot R_{\hat{e}})$$

в) Для выбранного типа транзистора необходимо выписать из справочных данных (приложение 3) значения коэффициентов усиления по току для ОЭ β_{\min} и β_{\max} (или $h_{21\min}$ и $h_{21\max}$). В некоторых справочниках дается коэффициент усиления α по току для схемы ОБ и начальный ток коллектора $I_{кн}$. Тогда $\beta = \alpha / (1 - \alpha)$ (при выборе режима работы транзистора необходимо выполнить условие $I_{к\min} \geq I_{кн}$).

г) Для каскадов усилителей напряжения обычно применяют маломощные транзисторы.

д) К заданному диапазону температур удовлетворяет любой транзистор.

Выбор конкретного типа транзистора производится по справочной литературе (приложение 3).

Примечание. Произведенный выбор транзистора носит ориентировочный характер и в процессе расчета требует проверки.

4. Определяем параметры режима покоя транзистора.

Приняв сопротивление конденсатора C_{p2} равным нулю, то можно использовать для расчета тока $I_{кт}$ эквивалентную схему замещения рис. 4.

Определяем амплитуду тока коллектора транзистора:

$$I_{кт} = U_{вых\max} / R_{к} \parallel R_{н},$$

$$\text{где } R_{к} \parallel R_{н} = \frac{R_{к} \cdot R_{н}}{R_{к} + R_{н}}.$$

Выбираем $I_{кн} > I_{кт} + I_{к\min}$, где $I_{к\min}$ должно превышать область нелинейных искажений в режиме отсечки (на рисунке 3,б - начальный нелинейный участок на входной характеристике $I_{а\min} \leq I_{а2}$).

Напряжение покоя определяем неравенства

$$U_{кэп} > U_{выхт} + \Delta U_{кэ} = U_{кт} + \Delta U_{кэ},$$

где $\Delta U_{кэ}$ - напряжение на коллекторе, соответствующее области нелинейных начальных участков выходных характеристик транзистора.

5. Определяем напряжение питания $\dot{A}_{\dot{E}}$.

По второму закону Кирхгофа для основной цепи транзисторного усилителя

(рис. 2) для режима покоя составим уравнение:

$$E_{\hat{E}} = U_{\hat{e}y\hat{i}} + U_{Ry\hat{i}} + U_{R\hat{e}i} ,$$

где $U_{Ry\hat{i}}$ - падение напряжения на сопротивлении $R_{\hat{y}}$ в режиме покоя,

$U_{R\hat{e}i}$ - падение напряжения на сопротивлении $R_{\hat{E}}$ в режиме покоя,

$U_{\hat{e}y\hat{i}}$ - падение напряжения на электродах транзистора коллектор – эмиттер в режиме покоя.

Падение напряжения на сопротивлениях $R_{\hat{E}}$ и $R_{\hat{y}}$ определяются из уравнений:

$$U_{Ry\hat{i}} = I_{y\hat{i}} \cdot R_{\hat{y}} ,$$

$$U_{R\hat{e}i} = I_{\hat{e}i} \cdot R_{\hat{E}} .$$

Ток эмиттера в режиме покоя равен:

$$I_{y\hat{i}} = I_{\hat{a}i} + I_{\hat{e}i} .$$

Поскольку ток базы $I_{\hat{a}i}$ в десятки раз меньше $I_{\hat{e}i}$, то для упрощения расчетов примем $I_{y\hat{i}} \approx I_{\hat{e}i}$.

Тогда уравнение для определения напряжения источника питания примет вид:

$$E_{\hat{E}} = U_{\hat{e}y\hat{i}} + I_{\hat{e}i} \cdot (R_{\hat{E}} + R_{\hat{y}}) .$$

По полученному значению напряжения питания $\hat{A}_{\hat{E}}$ выбираем стабилизированный источник питания на базе микросхемы (приложение 2). Стабилизированный источник питания целесообразно выбирать с фиксированным напряжением питания, а указанным допуском отклонения можно пренебречь.

Например. К142ЕН9В имеет $U_{\hat{n}\hat{o}} = 26,46...27,59$ В. Принимаем $E_{\hat{e}} = 27$ В.

6. Строим линию нагрузки и определяем режим работы транзистора.

Режим работы транзистора по постоянному току определяется по нагрузочной прямой ($a - b$), построенной на семействе выходных статических (коллекторных) характеристик для схемы с ОЭ. Построение нагрузочной прямой показано на рис.4. Нагрузочная прямая строится по двум точкам: "П" – точка покоя (рабочая) и "а", определяемая значением напряжения источника питания $\hat{A}_{\hat{e}}$. Координатами "П" являются ток покоя $I_{кп}$ и напряжения покоя $U_{кэп}$ (т. е. ток и на-

пряжение, соответствующие нулевому входному сигналу $U_{вх} = 0$).

7. Определяем положение рабочей точки "П'" по значению тока базы $I_{бн}$, полученной для рабочей точки "П" на выходной характеристике.

8. Строим линию нагрузки по переменному току $(\omega - \varepsilon)$, которая проходит через точку "П" и точки 1, 2, полученные на пересечении прямых $I_{кп} - I_{кт}$ и $U_{кэп} + U_{выхт}$ (точка 2) и прямых $I_{кп} + I_{кт}$ и $U_{кэп} - U_{выхт}$ (точка 1).

9. На входной статической характеристике для схем ОЭ (рис. 3, б) откладываем точки 1' и 2' по значениям $I_{б1}$ и $I_{б2}$, найденных на выходной характеристике. Определяем значение $I_{вхт} = I_{бт}$ и наибольшие амплитудные значения входного напряжения $U_{вхт} = U_{бэт}$, необходимые для обеспечения заданного значения $U_{выхт}$.

Примечание. После построения линий нагрузок необходимо проверить, чтобы выполнялись следующие условия:

– рабочая точка при изменении выходного напряжения не заходила в области недопустимых значений определяемых предельно – допустимой мощностью $P_{кдоп}$. Линия $P_{кдоп}$ строится по зависимости $I_{к} = P_{кдоп} / U_{кэ}$, где $P_{кдоп}$ определяется из справочной литературы;

– точки 1' и 2' на входной характеристике должны находиться на линейном участке.

Если не выполняются эти условия, то необходимо изменить положение точки покоя "П" или сменить транзистор.

10. Определяем входное сопротивление $R_{вх}$ транзисторного каскада переменному току (без учета делителя напряжения $R1$ и $R2$): $R_{вх} \sim = 2 \cdot U_{вхт} / 2 \cdot I_{вхт}$.

11. Рассчитываем сопротивления делителя $R1$ и $R2$. Для уменьшения шунтирующего действия делителя на входную цепь каскада по переменному току принимают $R_{1-2} \geq (8 \div 12) \cdot R_{вх}$, где $R_{1-2} = R1 \cdot R2 / (R1 + R2)$. Тогда

$$R1 = \frac{E_{num} \cdot R_{1-2}}{R_9 \cdot I_9}, \quad = \frac{E_{num} \cdot R_{1-2}}{R_9 \cdot I_{кп}}, \quad R2 = \frac{R1 \cdot R_{1-2}}{R1 - R_{1-2}}.$$

Примечание. Значения всех полученных сопротивлений необходимо вы-

бирать из параметрического ряда номиналов сопротивлений E24 (приложение 1).

12. Коэффициент нестабильности работы каскада

$$S = \frac{R_3 \cdot (R1 + R2) + R1 \cdot R2}{R_3 \cdot (R1 + R2) + \frac{R1 \cdot R2}{1 + \beta_{\max}}}$$

где β_{\max} – наибольший возможный коэффициент усиления по току выбранного типа транзистора.

Для нормальной работы каскада коэффициент нестабильности не должен превышать нескольких единиц.

13. Определяем емкость разделительного конденсатора C_p :

$$C_p = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f_H \cdot R_{\text{вых}} \cdot \sqrt{M_H^2 - 1}}; R_{\text{вых}} = \frac{R_{\text{выхТ}} \cdot R_K}{(R_{\text{выхТ}} + R_K) + R_K},$$

$R_{\text{выхТ}}$ – выходное сопротивление транзистора, определяемое по выходным статическим характеристикам для схемы ОЭ. В большинстве случаев $R_{\text{выхТ}} \gg R_K$, поэтому можно принять $R_{\text{вых}} = R_H + R_K$.

14. Находим емкость конденсатора $C_3 \geq 10/2 \cdot \pi \cdot f_H \cdot R_3$.

15. Выбираем из параметрического ряда для емкостей номиналы конденсаторов C_3 и C_p (приложение 1).

16. Рассчитываем коэффициент усиления каскада по напряжению $K_u = U_{\text{выхт}}/U_{\text{вхт}}$.

Примечание. Приведенный порядок расчета не учитывает требований на стабильность работы каскада.

Библиографический список

1. Полупроводниковые приборы: транзисторы. Справочник/Под ред. Н. Н. Горюнова,-М.: Энергоатомиздат, 1983.
2. Лавриненко В. Ю. Справочник по полупроводниковым приборам. Киев: Техника, 1980.
3. Справочник радиолюбителя-конструктора, – М.: Энергия, 1977.
4. Транзисторы для аппаратуры широкого применения. Справочник/Под ред. Б, Л. Перельмана, – М.: Радио и связь, 1981.

Номинальное сопротивление. Номинальное сопротивление (R_n) – электрическое сопротивление, значение которого обозначено на резисторе или указано в нормативной документации и является исходным для отсчета отклонений от этого значения.

Номинальные сопротивления резисторов стандартизованы. Для постоянных резисторов согласно ГОСТ 2825-67 установлено шесть рядов E6, E12, E24, E48, E96, E192, а для переменных резисторов в соответствии с ГОСТ 10318-80 установлен ряд E6. Цифра после буквы E указывает число номинальных значений в каждом десятичном интервале.

Наиболее употребляемые ряды номинальных значений сопротивлений:

E6 – 1; 1,5; 2,2; 3,3; 4,7; 6,8.

E12 – 1; 1,2; 1,5; 1,8; 2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7; 5,6; 6,8; 8,2.

E24 – 1; 1,1; 1,2; 1,3; 1,5; 1,6; 1,8; 2; 2,2; 2,4; 2,7; 3; 3,3; 3,6; 3,9; 4,3; 4,7; 5,1; 5,6; 6,2; 6,8; 7,5; 8,2; 9,1.

Номинальные сопротивления в каждой декаде соответствуют указанным в таблице числам или числам, полученным умножением либо делением их на 10^n , где n – целое положительное или отрицательное число.

Номинальная емкость. Номинальная емкость (C_n) – емкость, значение которой обозначено на конденсаторе или указано в сопроводительной документации. Фактическое значение емкости может отличаться от номинальной на величину допускаемого отклонения. Номинальные значения емкости стандартизованы и выбираются из определенных рядов чисел путем умножения или деления их на 10^n , где n – целое положительное или отрицательное число.

Наиболее употребляемые ряды номинальных значений емкостей:

E3 – 1; 2,2; 4,7.

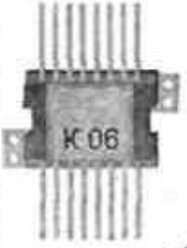



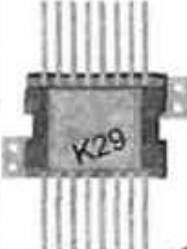
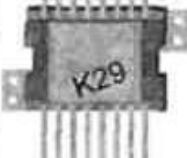


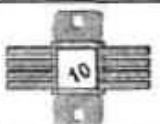
E6 – 1; 1,5; 2,2; 3,3; 4,7; 6,8.


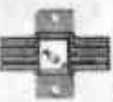
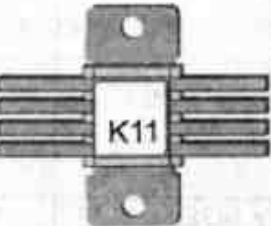
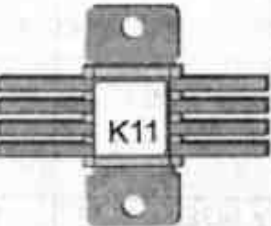
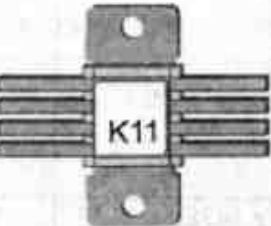
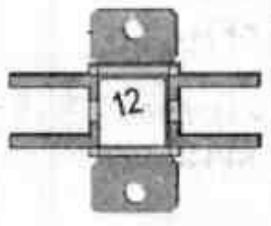
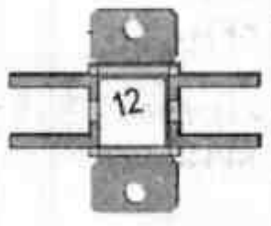
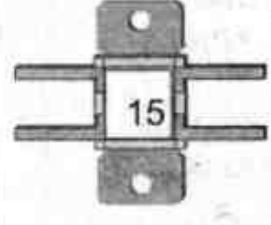
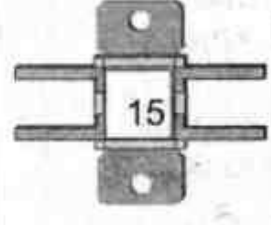
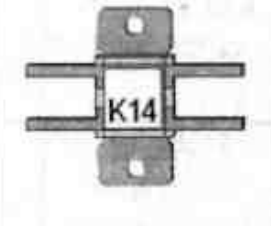
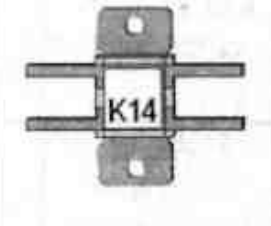
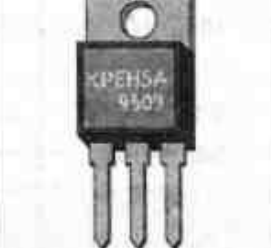
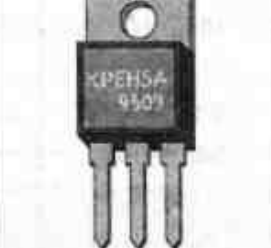
E12 – 1; 1,2; 1,5; 1,8; 2,2; 2,7; 3,3; 3,9; 4,7; 5,6; 6,8; 8,2.

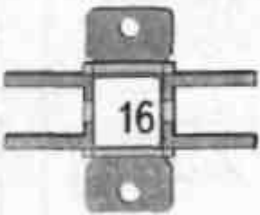
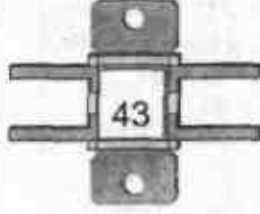
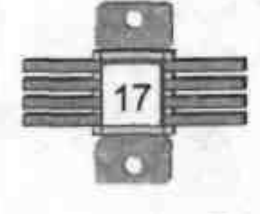

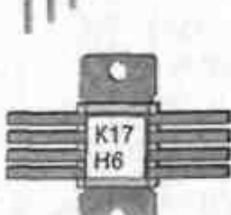
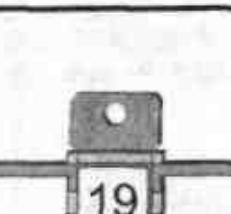



E24 – 1; 1,1; 1,2; 1,3; 1,5; 1,6; 1,8; 2; 2,2; 2,4; 2,7; 3; 3,3; 3,6; 3,9; 4,3; 4,7; 5,1; 5,6; 6,2; 6,8; 7,5; 8,2; 9,1.

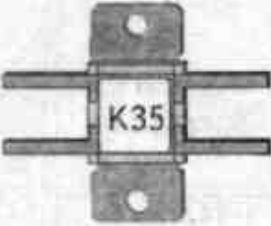





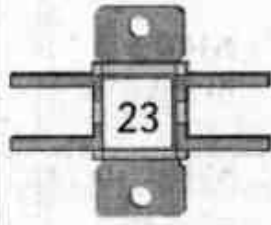


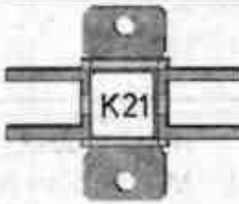
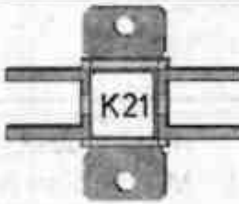


Справочные данные стабилизаторов напряжения в интегральном исполнении.

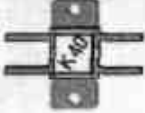




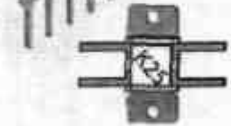


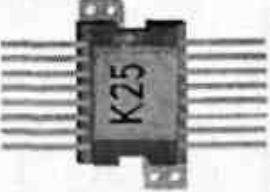
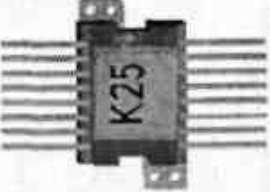
Обозначение стабилизатора наносят на корпус МС типа 402.16-7 (4116.4-3; 4116.8-2; 201.14-1; 2102.14-1) полным наименованием. Однако, в последнее время заводы-изготовители ставят сокращенное обозначение (номер серии МС опускают). На металлокерамические (пластмассовые) корпуса наносят кодовую маркировку, состоящую из буквы К и двух цифр для серии К142 или двух цифр для серии 142. Все последующие знаки несут служебную информацию. Коды маркировки представлены в таблице.

тип микросхемы	Uст, В	Iст, А	кодовое обозначение	внешний вид
K142EH1A KP142EH1A	3 ... 12±0,3	0,15	K06	
K142EH1Б KP142EH1Б	3 ... 12±0,1	0,15	K07	
K142EH1В KP142EH1В	3 ... 12±0,5	0,15	K27	
K142EH1Г KP142EH1Г	3 ... 12±0,5	0,15	K28	
K142EH2A KP142EH2A	3 ... 12±0,3	0,15	K08	
K142EH2Б KP142EH2Б	3 ... 12±0,1	0,15	K09	
K142EH2В KP142EH2В	3 ... 12±0,5	0,15	K29	
K142EH2Г KP142EH2Г	3 ... 12±0,5	0,15	K30	
142EH3	3 ... 30±0,05	1±0,25	10	

тип микросхемы	Уст, В	Iст, А	кодированное обозначение	внешний вид
K142EH3A	3 ... 30±0,05	1±0,25	K10	
K142EH3B	3 ... 30±0,05	0,75±0,33	K31	
142EH4	1,2 ... 15±0,1	0,3±0,1	11	
K142EH4A	1,2 ... 15±0,1	0,3±0,1	K11	
K142EH4B	3 ... 15±0,1	0,3±0,27	K32	
142EH5A K142EH5A KP142EH5A	4,9 ... 5,1	1,5±1	12	
142EH5B K142EH5B KP142EH5B	5,88 ... 6,12	1,5±1	13	
142EH5B K142EH5B KP142EH5B	4,9 ... 5,1	1,0±1	14	
142EH5Г K142EH5Г KP142EH5Г	5,88 ... 6,12	1,0±1	15	
K142EH5A KP142EH5A	4,9 ... 5,1	1,5±1	K12	
K142EH5B KP142EH5B	5,88 ... 6,12	1,5±1	K13	
K142EH5B KP142EH5B	4,9 ... 5,1	1,0±1	K14	
K142EH5Г KP142EH5Г	5,88 ... 6,12	1,0±1	K15	

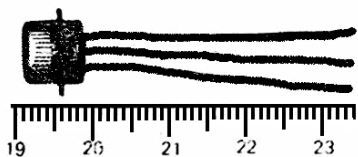
тип микросхемы	Uст, В	Iст, А	кодовое обозначение	внешний вид
142ЕН6А *	14,985 ... 15,015	0,2±0,08	16	
142ЕН6Б *	14,95 ... 15,05	0,2±0,08	17	
142ЕН6В *	14,975 ... 15,025	0,2±0,3	42	
142ЕН6Г *	14,925 ... 15,075	0,2±0,3	43	
K142ЕН6А * КР142ЕН6А	14,7 ... 15,3	0,2±0,2	К16	
K142ЕН6Б * КР142ЕН6Б	14,7 ... 15,3	0,2±0,2	К17	
K142ЕН6В * КР142ЕН6В	14,5 ... 15,5	0,2±0,3	К33	
K142ЕН6Г * КР142ЕН6Г	14,5 ... 15,5	0,2±0,3	К34	
K142ЕН6Д * КР142ЕН6Д	14,0 ... 16,0	0,2±0,2	К48	
K142ЕН6Е * КР142ЕН6Е	14,0 ... 16,0	0,2±0,2	К49	
142ЕН8А	8,73 ... 9,27	1,5±0,67	18	
142ЕН8Б	11,64 ... 12,36	1,5±0,67	19	
142ЕН8В	14,55 ... 15,45	1,5±0,67	20	

тип микросхемы	Uст, В	Iст, А	кодovое обозначение	внешний вид
K142EH8A KP42EH8A	8,73 ... 9,27	1,5±0,67	K18	
K142EH8Б KP42EH8Б	11,64 ... 12,36	1,5±0,67	K19	
K142EH8B KP42EH8B	14,55 ... 15,45	1,5±0,67	K20	
K142EH8Г KP42EH8Г	8,64 ... 9,36	1,0±0,67	K35	
K142EH8Д KP42EH8Д	11,52 ... 12,48	1,0±0,67	K36	
K142EH8E KP42EH8E	14,40 ... 15,60	1,0±0,67	K37	
142EH9A	19,6 ... 20,45	1,5±0,67	21	
142EH9Б	23,52 ... 24,49	1,5±0,67	22	
142EH9B	26,46 ... 27,59	1,5±0,67	23	
K142EH9A KP42EH9A	19,6 ... 20,45	1,5±0,67	K21	
K142EH9Б KP42EH9Б	23,52 ... 24,49	1,5±0,67	K22	
K142EH9B KP42EH9B	26,46 ... 27,59	1,5±0,67	K23	
K142EH9Г KP42EH9Г	19,4 ... 20,6	1,0±0,67	K38	

тип микросхемы	Uст, В	Iст, А	кодovое обозначение	внешний вид
K142EH9Д KP42EH9Д	23,28 ... 24,73	1,0±0,67	K39	
K142EH9E KP42EH9E	26,19 ... 27,82	1,0±0,67	K40	
142EH10	3 ... 30	1,0±0,02	24	
K142EH10 KP42EH10	3 ... 30	1,0±0,1	K24	
142EH11	1,2 ... 37	1,5±0,5	25	
K142EH11 KP42EH11	1,2 ... 37	1,5±1,0	K25	
142EH12	1,2 ... 37	1,5±1,0	47	
K142EH12 KP42EH12	1,2 ... 37	1,5±2,0	K47	
K142EP1A	-	-	K24	
K142EP1Б	-	-	K25	

ПРИМЕЧАНИЕ: знаком (*) обозначены двухполярные интегральные стабилизаторы.

Справочные данные транзисторов:



МП25, МП25А, МП25Б, МП26, МП26А, МП26Б

Общие сведения. Германиевые сплавные высоковольтные $p-n-p$ -транзисторы предназначены для ра-

боты в усилителях, генераторах и переключающих схемах.

Корпус металлический, герметичный, с гибкими выводами (рис. П1.1, а).

Масса транзистора не более 2 г.

Условия эксплуатации – в соответствии с табл. П2.2.

Электрические параметры. Классификационные параметры: $h_{21э}$, $f_{h_{21б}}$.

наименование	обозначение	значения		режимы измерений					
		номинальное	максимальное	U_K В	$U_э$ В	I_K мА	$I_б$ мА	$I_э$ мА	f кГц
Обратный ток коллектора, мкА: МП25, МП25А, МП25Б МП26, МП26А, МП26Б	$I_{КБО}$	5 5	75 75	40 70					
Обратный ток эмиттера, мкА: МП25, МП25А, МП25Б МП26, МП26А, МП26Б	$I_{ЭБО}$	2 2	75 75		40 70				
Напряжение насыщения коллектор – эмиттер, В:	$U_{КЭнас}$		0,25			100	50		
Напряжение насыщения база – эмиттер, В: МП25, МП26 МП25А, МП25Б МП26А МП26Б	$U_{БЭнас}$		1,2 1,0			100 100	50 50		
Входное сопротивление транзистора в режиме малого сигнала, Ом:	$h_{11б}$	25	35	20				2,5	1
Входное сопротивление транзистора в режиме малого сигнала, Ом: МП25, МП25А, МП26 МП25Б, МП26Б МП26А	$h_{11э}$	500 600 500	1000 1600 1200	20 20 20				2,5 2,5 2,5	1 1 1

Коэффициент обратной связи по напряжению транзистора в режиме малого сигнала	$h_{12б}$	$0,8 \times 10^{-3}$	4×10^{-3}	20				2,5	1
Коэффициент обратной связи по напряжению транзистора в режиме малого сигнала	$h_{12э}$	$1,5 \times 10^{-3}$	10×10^{-3}	20				2,5	1
Коэффициент передачи тока в режиме малого сигнала в схеме с ОЭ: МП25 МП25А МП25Б МП26 МП26А МП26Б	$h_{21э}$	10 20 30 10 20 30	25 50 80 25 50 80	20 20 20 35 35 35				2,5 2,5 2,5 1,5 1,5 1,5	1 1 1 1 1 1
Выходная проводимость в режиме малого сигнала при х.х., мкСм: МП25, МП25А, МП25Б МП26, МП26А, МП26Б	$h_{22б}$	0,7	1,5 1	20 35				2,5 1,5	1 1
Предельная частота коэффициента передачи тока, кГц: МП25, МП25А М25Б МП26, МП26А МП26Б	$h_{21б}$	200 500 200 500	600 1000 600 2000	20 20 35 35				2,5 2,5 1,5 1,5	
Граничная частота коэффициента передачи тока в схеме с ОЭ, МГц: МП25, МП25А, МП26 МП26А МП25Б, МП26Б	$f_{гр}$								
		0,166 0,42	0,5 0,84	20 20				2,5 2,5	
Время переключения, мкс	$t_{пер}$		1,5		30			2,5	2
Емкость коллекторного перехода пФ: МП25, МП25А, МП25Б МП26, МП26А, МП26Б	C_k		20 15		20 35				500 500
Сопротивление базы, Ом: МП25, МП25А, МП25Б МП26, МП26А, МП26Б	$r'_б$		160 160		20 35			2,5 1,5	500 500

Максимально допустимые параметры. Гарантируются при температуре окружающей среды $T_c = -60... + 70^\circ C$.

$I_{K \max}$ – постоянный ток коллектора в режиме насыщения, мА:

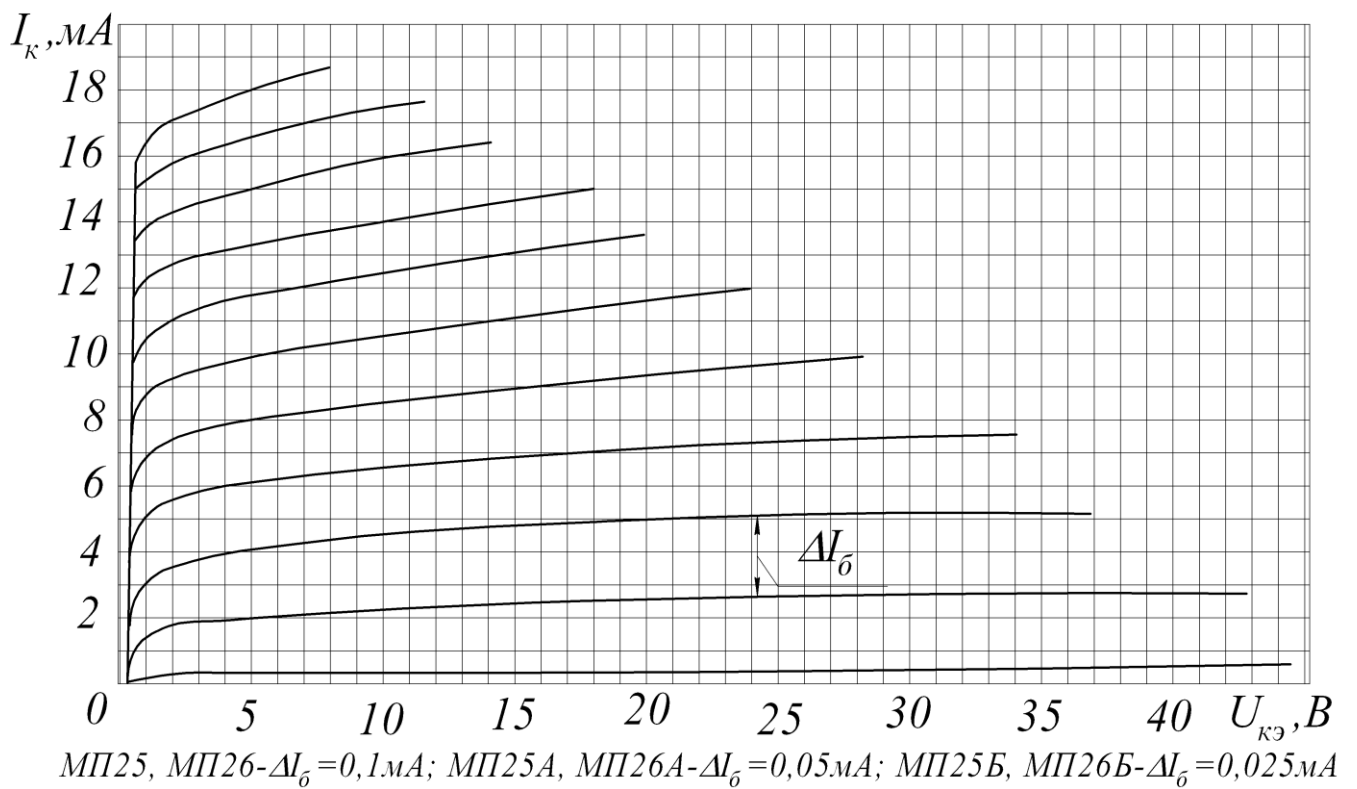
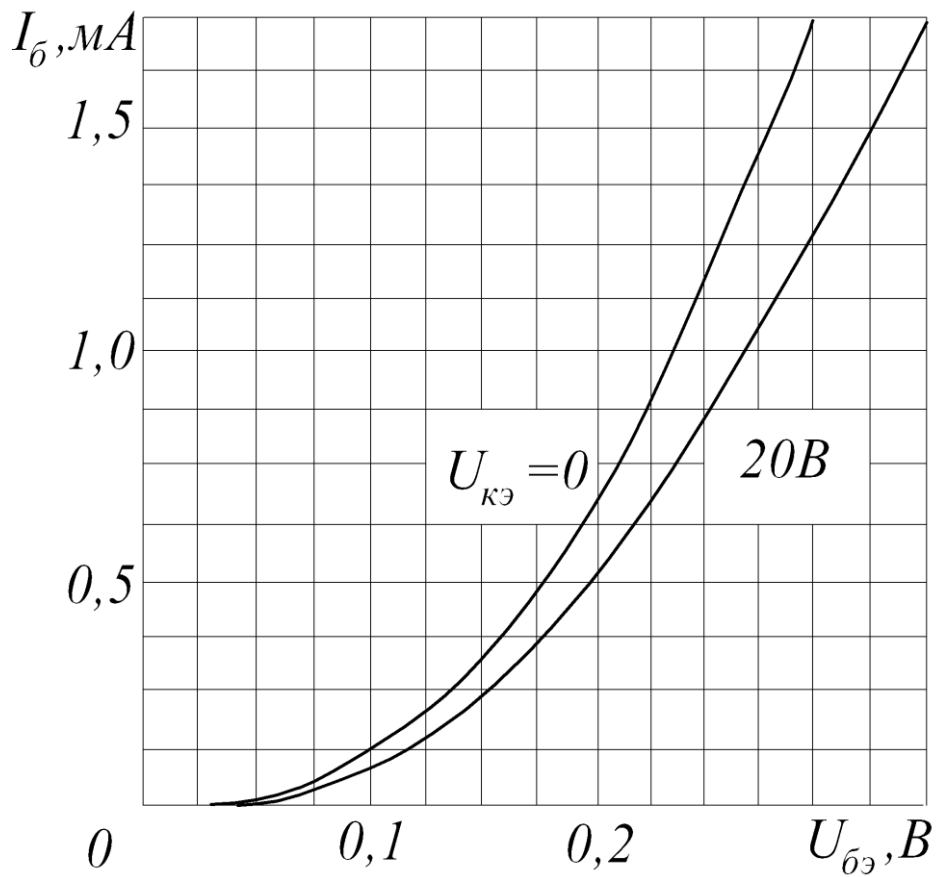
МП25, МП26.....300

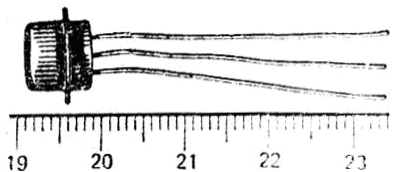
МП25А, МП25Б, МП26А, МП26Б.....400

$I_{Э \max}$ – постоянный ток эмиттера в режиме насыщения, мА:

МП25, МП26.....	300
МП25А, МП25Б, МП26А, МП26Б.....	400
$U_{ЭБ\max}$ – постоянное напряжение эмиттер – база, В:	
МП25, МП25А, МП25Б.....	40
МП26, МП26А, МП26Б.....	70
$U_{БК\max}$ – постоянное напряжение коллектор – база, В:	
МП25, МП25А, МП25Б.....	40
при $T_c \leq 50^\circ\text{C}$ и $P_k \leq 100$ мВт.....	60
МП26, МП26А, МП26Б.....	70
при $T_c \leq 50^\circ\text{C}$ и $P_k \leq 100$ мВт.....	100
$U_{КЭR\max}$ – постоянное напряжение коллектор – эмиттер ($R_B \leq 200\text{Ом}$), В:	
МП25, МП25А, МП25Б.....	40
при $T_c \leq 50^\circ\text{C}$ и $P_k \leq 100$ мВт.....	60
МП26, МП26А, МП26Б.....	70
при $T_c \leq 50^\circ\text{C}$ и $P_k \leq 100$ мВт.....	100
$P_{K\max}^{1)}$ – постоянная рассеиваемая мощность коллектора, мВт.....	200
$T_{II\max}$ – температура перехода, $^\circ\text{C}$	75
$R_{T,п-с}$ – тепловое сопротивление переход – среда $^\circ\text{C}/\text{мВт}$	0,2
Допустимая температура окружающей среды, $^\circ\text{C}$	-60 ... +70

¹⁾ При $T_c > 50^\circ\text{C}$ $P_{K\max}[\text{мВт}] = (T_{II\max} - T_c) / R_{T,п-с}$.





МП35, МП36А, МП37, МП37А,

МП37Б, МП38, МП38А

Общие сведения. Германиевые сплавные

$n-p-n$ -транзисторы предназначены для усиления и генерирования низкочастотных колебаний, а также для работы в других схемах.

Корпус металлический, герметичный, с гибкими выводами (рис. П1.1,а).

Масса транзистора не более 2 г.

Условия эксплуатации – в соответствии с табл. П2.2.

Электрические параметры. Классификационные параметры: $h_{21э}$, $U_{БК\max}$.

наименование	обозначение	значения		режимы измерений				
		номинальное	максимальное	$U_{к}$ В	$U_{э}$ В	$I_{э}$ мА	f кГц	
Обратный ток коллектора, мкА: При $T_c = +70^{\circ}C$	$I_{КБО}$		30 400	5 5				
Обратный ток эмиттера, мкА:	$I_{ЭБО}$		15		5			
Коэффициент передачи тока в режиме малого сигнала в схеме с ОЭ:	$h_{21э}$							
МП35		13	125	5		1	1	
МП36А		15	45	5		1	1	
МП37, МП37А		15	30	5		1	1	
МП37Б		25	50	5		1	1	
МП38		25	55	5		1	1	
МП38А		45	100	5		1	1	
при $T_c = +70^{\circ}C$:								
МП35		13	280	5		1	1	
МП36А		15	130	5		1	1	
МП37, МП37А		15	85	5		1	1	
МП37Б		25	140	5		1	1	
МП38.		25	150	5		1	1	
МП38А		45	250	5		1	1	
при $T_c = +70^{\circ}C$:								
МП35		5	125	5		1	1	
МП36А		6	45	5		1	1	
МП37, МП37А		6	30	5		1	1	
МП37Б	8	50	5		1	1		
МП38	8	55	5		1	1		
МП38А	17	100	5		1	1		

Предельная частота коэффициента передачи тока, МГц: МП35 МП36А, МП37, МП37А, МП37Б МП38, МП38А	$h_{21б}$	0,5 1,0 2,0		5 5 5		1 1 1	
Выходная проводимость в режиме малого сигнала при х.х, мкСм	$h_{22б}$		2,5	5		1	1
Коэффициент шума, дБ МП36А	$K_{ш}$		1	1,5		0,5	1
Емкость коллекторного перехода, пФ	C_k		60	5			465
Сопротивление базы. Ом	$r'_б$		200	5			465

Максимально допустимые параметры. Гарантируются при температуре окружающей среды $T_c = -60... + 70^\circ C$.

$I_{K\max}$ – постоянный ток коллектора, мА:.....20

$I_{K\text{нас}\max}, I^1_{Э\text{нас}\max}$ – постоянный ток коллектора (эмиттера) в режиме насыщения, мА:.....150

МП37А, МП37Б.....30

при $T_c > +40^\circ C$: МП35, МП36А, МП37, МП38, МП38А.....15

МП37А, МП37Б.....30

$U_{KЭR\max}$ – постоянное напряжение коллектор – эмиттер ($R_B \leq 200\text{Ом}$), В:

при $T_c = -60... + 40^\circ C$: МП35, МП36А, МП37, МП38, МП38А.....15

при $T_c > +40^\circ C$: МП35, МП36А, МП37, МП38, МП38А.....10

$P^2_{K\max}$ – постоянная рассеиваемая мощность коллектора, мВт

при $T_c = -60... + 40^\circ C$ 150

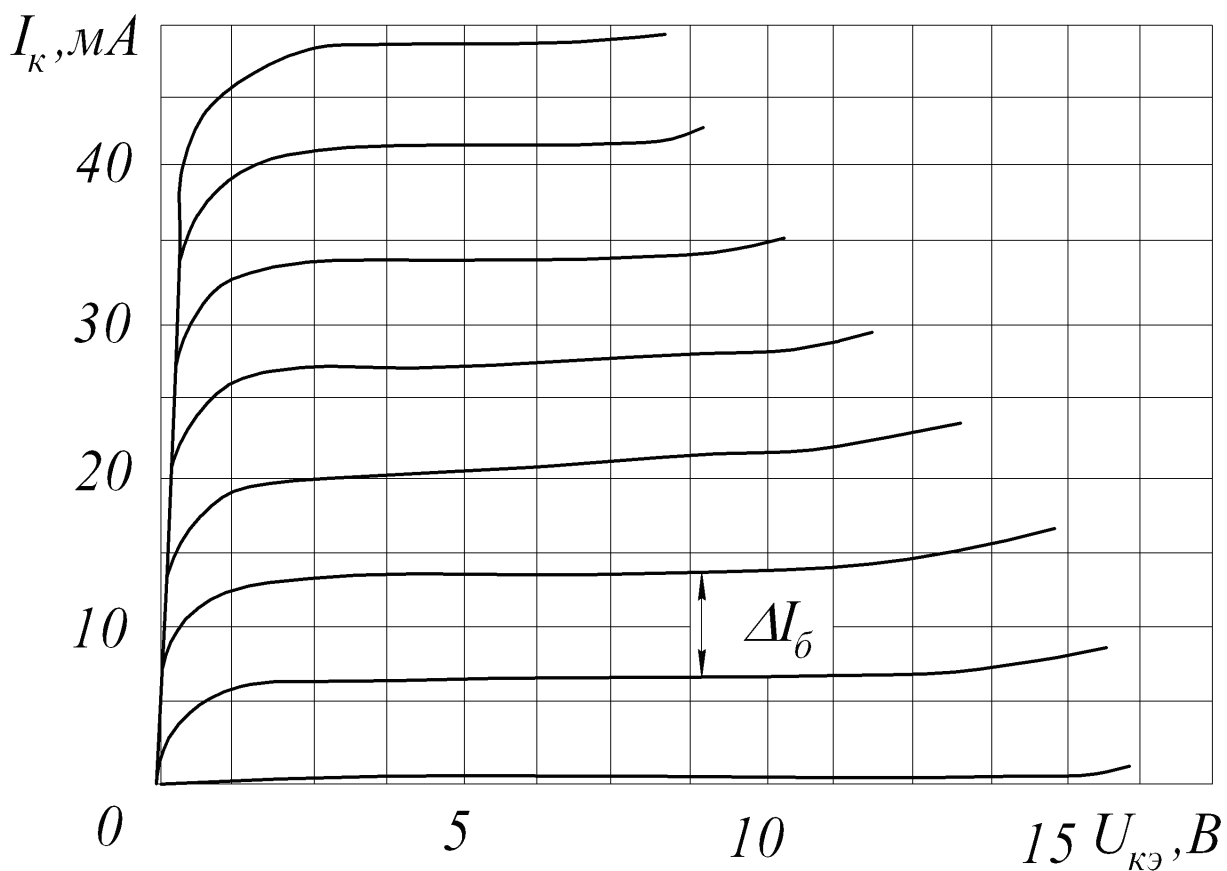
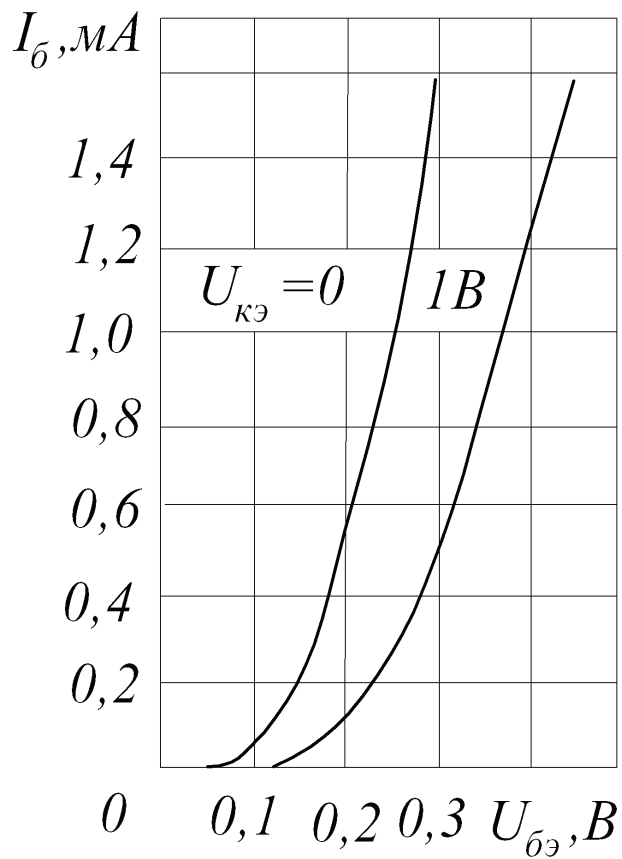
Допустимая температура окружающей среды, $^{\circ}N$ $-60... + 70$

¹⁾ Среднее значение тока эмиттера за 1 с не должно превышать 30 мА. Значение $h_{21Э}$ не нормируется.

²⁾ При $T_c > +55^\circ C$ $P_{K\max}[\text{мВт}] = (T_{\Pi} - T_c) / R_{T,\Pi-C}$, где $R_{T,\Pi-C} = 0,2^\circ C/\text{мВт}$,

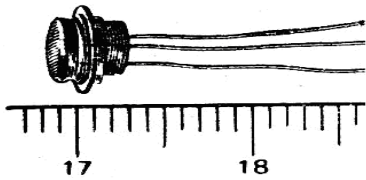
$T_{\Pi} = 85^\circ C$. При давлении окружающей среды 50 мм рт. ст. (6650 Па)

$R_{T,\Pi-C} = 0,3^\circ C/\text{мВт}$.



$МП35, МП35А, МП37Б, МП38 - \Delta I_{\text{с}} = 200 \mu\text{кА}$

$МП37, МП37А - \Delta I_{\text{с}} = 300 \mu\text{кА}; МП38А - \Delta I_{\text{с}} = 50 \mu\text{кА}$



ГТ108А, ГТ108Б, ГТ108В, ГТ108Г

Общие сведения. Германиевые сплавные

$p-n-p$ -транзисторы предназначены для работы в схе-

мах усиления и генерирования.

Корпус металлический, герметичный (рис. П1.2,а и П1.3). Масса транзистора не более 0,5 г.

Условия эксплуатации – в соответствии с табл. П2.1.

Электрические параметры. Классификационные параметры: $h_{21э}$.

наименование	обозначение	значения		режимы измерений			
		номинальное	максимальное	U_K В	$U_э$ В	$I_э$ мА	f кГц
Обратный ток коллектора, мкА:	$I_{КБО}$		10	5			
Обратный ток эмиттера, мкА:	$I_{ЭБО}$		15		5		
Коэффициент передачи тока в режиме малого сигнала:	$h_{21э}$						
ГТ108А		20	50	5		1	1
ГТ108Б		35	80	5		1	1
ГТ108В		60	130	5		1	1
ГТ108Г		110	250	5		1	1
Предельная частота коэффициента передачи тока, МГц:	$f h_{21э}$						
ГТ108А		0,5		5		1	
ГТ108Б, ГТ108В, ГТ108Г		1,0		5		1	
Выходная проводимость в режиме малого сигнала при х.х, мкСм	$h_{22э}$		3,3	5		1	1
Емкость коллекторного перехода, пФ	C_K		50	5			465
Постоянная времени цепи обратной связи на высокой частоте, пс	τ_K		5000	5			465

Максимально допустимые параметры.

$I_{K \max}$ – постоянный ток коллектора, мА при $T_c = 55^\circ C$:50

$U_{БК \max}$ – постоянное напряжение база – коллектор, В:10

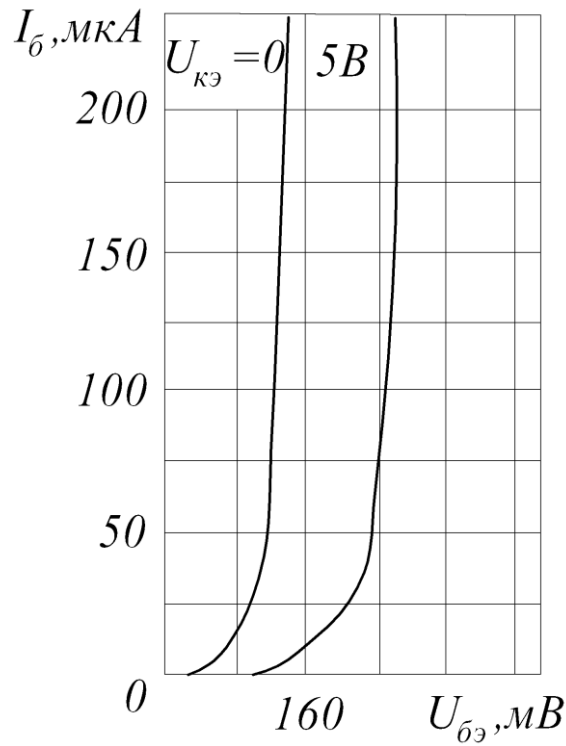
$U_{БК,и \max}$ – импульсное напряжение база – коллектор, В:18

$P_{K \max}^{1)}$ – постоянная рассеиваемая мощность коллектора, мВт при $T_c = 20^\circ C$...75

$T_{II\max}$ – температура перехода, °C +80

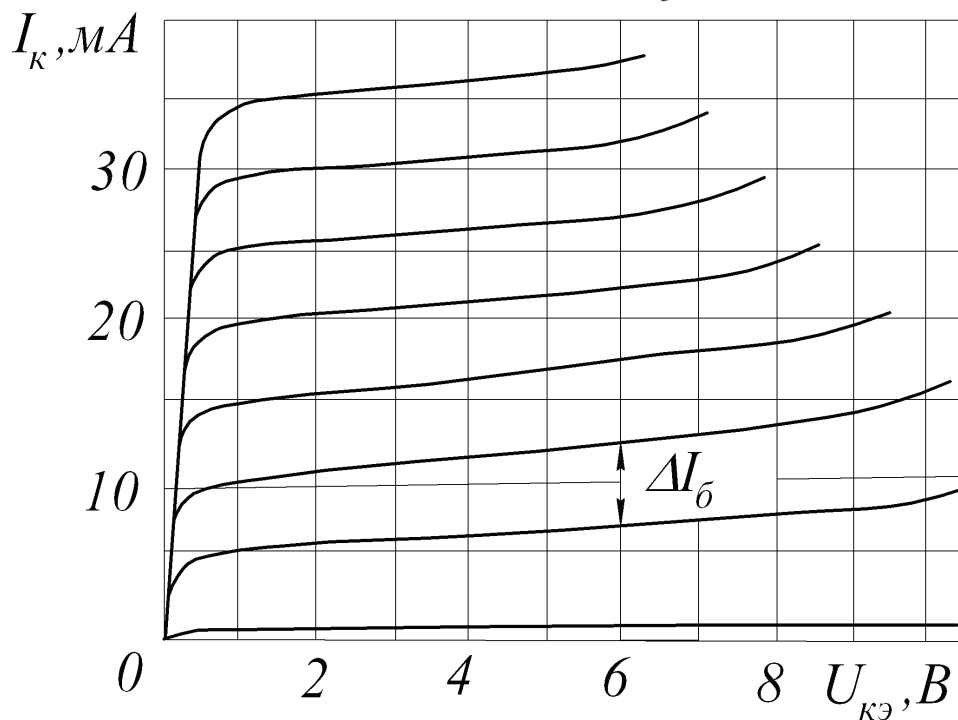
$R_{T,п-с}$ – тепловое сопротивление переход – среда °C/мВт 0,8

Допустимая температура окружающей среды, °C -45... +55

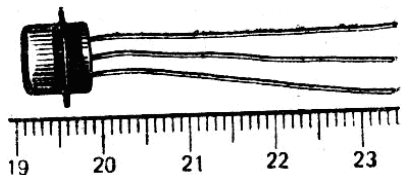


$ГТ108Г, ГТ108В - \Delta I_{\delta} = 50 \mu A$

$ГТ108А, ГТ108Б - \Delta I_{\delta} = 100 \mu A$



1) При $T_c > +55^\circ\text{C}$ $P_{K\text{max}} [\text{мВт}] = (T_{\text{П}} - T_c) / R_{\text{T,п-с}}$. При давлении окружающей среды менее 50 мм рт. ст. значение $P_{K\text{max}}$ рассчитываются по той же формуле при $R_{\text{T,п-с}} = 1,0^\circ\text{C/мВт}$. Для выходного каскада приемника временно допускаются $P_{K\text{max}} = 70 \text{ мВт}$ при $T_c \leq 40^\circ\text{C}$.



ГТ122А, ГТ122Б, ГТ122В, IT122Г

Общие сведения. Германиевые сплавные низко-

частотные $n-p-n$ -транзисторы предназначены для усиления и генерирования низкочастотных колебаний.

Корпус металлический, герметичный (рис П1.1,а). Масса транзистора не более 2 г.

Условия эксплуатации – в соответствии с табл. П2.3.

Электрические параметры. Классификационные параметры: $h_{21э}$, $fh_{21б}$, $U_{KЭ\text{max}}$

наименование	обозначение	значения		режимы измерений		
		номинальное	максимальное	U_K В	$I_э$ мА	f кГц
Обратный ток коллектора, мкА:	$I_{КБО}$		20	5		
Обратный ток эмиттера, мкА:	$I_{ЭБО}$		15	5		
Статический коэффициент передачи тока в схеме с ОЭ: ГТ122А, ГТ122Б ГТ122В ГТ122Г	$h_{21э}$	15 30 40	45 60 100	5 5 5	1 1 1	1 1 1
Предельная частота коэффициента передачи тока, МГц: ГТ122А, ГТ122Б ГТ122В, ГТ122Г	$fh_{21э}$	1,0 2,0		5 5	1 1	
Сопротивление базы. Ом	$r'_б$		200	5	1	500

Максимально допустимые параметры.

$U_{KЭ\max}$ – постоянное напряжение коллектор – эмиттер ($R_B = 0$ и $T_c = -60... + 40^\circ\text{C}$), В:

ГТ122А.....	35
ГТ122Б, ГТ122В, ГТ122Г.....	20
при $T_c > +40^\circ\text{C}$	10

$U_{БК\max}$ – постоянное напряжение база – коллектор, В:

ГТ122А.....	35
ГТ122Б, ГТ122В, ГТ122Г.....	20
при $T_c > +40^\circ\text{C}$	10

$I_{K\max}$ – постоянный ток коллектора, мА при $T_c = -60... + 70^\circ\text{C}$

$I_{K,u\max}$ – импульсный ток коллектора в режиме переключения, мА

при $T_c = -60... + 70^\circ\text{C}$

$P_{K\max}^{1)}$ – постоянная рассеиваемая мощность коллектора, мВт

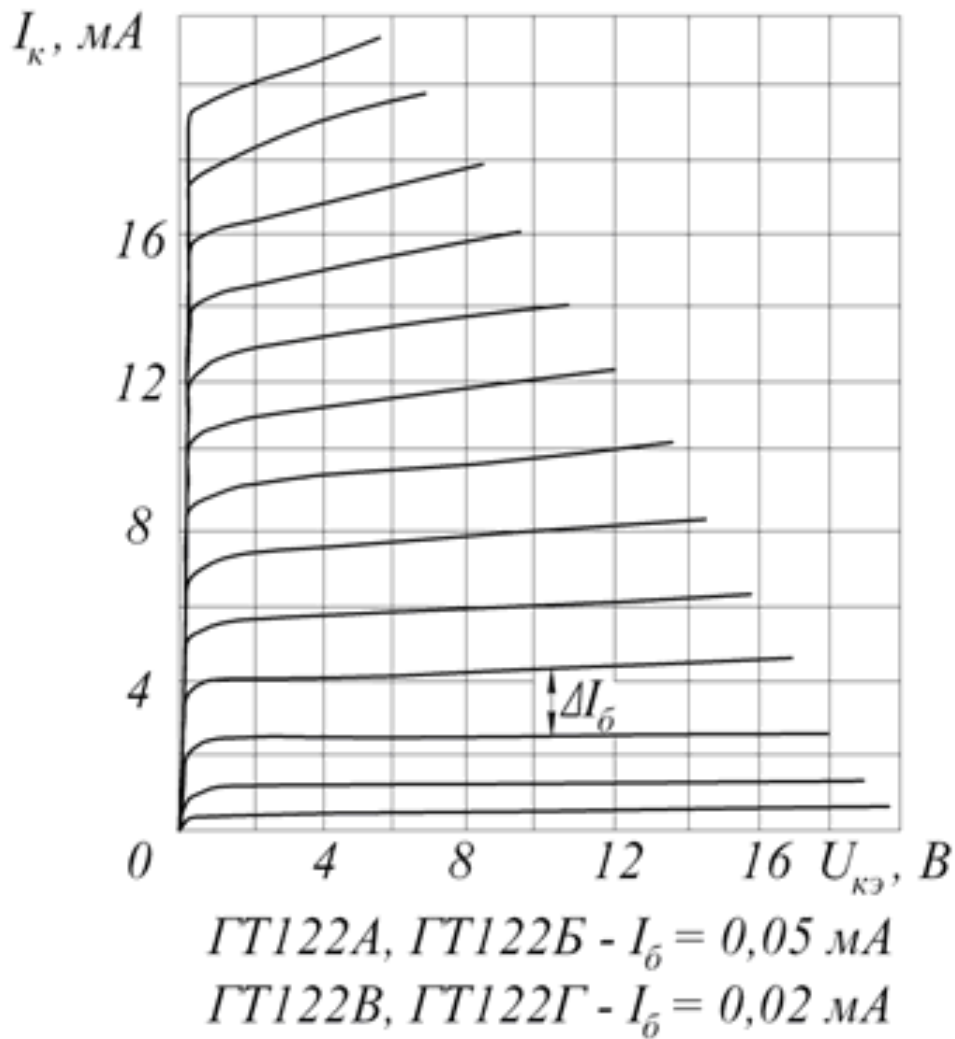
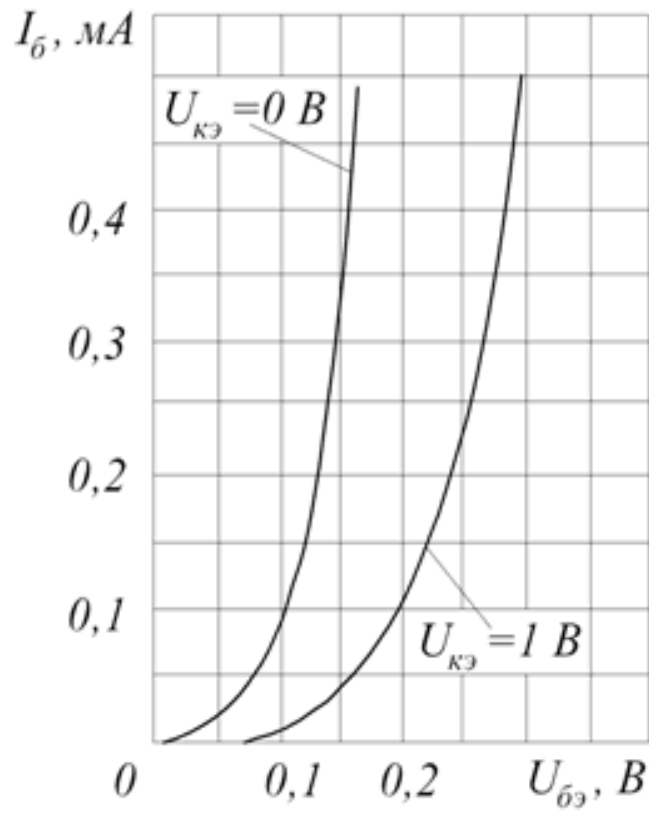
при $T_c = -60... + 55^\circ\text{C}$

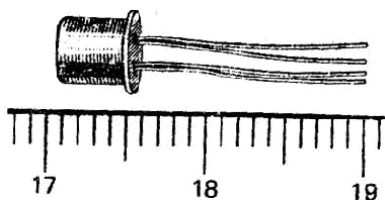
$T_{П\max}$ – температура перехода, $^\circ\text{C}$

$R_{Т,п-с}$ – тепловое сопротивление переход – среда $^\circ\text{C}/\text{мВт}$

Допустимая температура окружающей среды, $^\circ\text{C}$

¹⁾ При $T_c > +55^\circ\text{C}$ $P_{K\max} [\text{мВт}] = (T_{П\max} - T_c) / R_{Т,п-с}$.





КТ208А, КТ208Б, КТ208В, КТ208Г,
 КТ208Д, КТ208Е, КТ208Ж, КТ208И,
 КТ208К, КТ208Л, КТ208М

Общие сведения. Кремниевые эпитаксиально-планарные $p-n-p$ -транзисторы предназначены для использования в импульсных, усилительных и других схемах.

Корпус металлический, герметичный, с гибкими выводами (рис. П1.15). Масса транзистора не более 0,7 г.

Условия эксплуатации – в соответствии с табл. П2.2.

Электрические параметры. Классификационные параметры: $h_{21э}, U_{КЭР\max}$:

наименование	обозначение	значения			режимы измерений			
		номинальное	типовое	максимальное	$U_K, В$	$I_K, мА$	$I_B, мА$	$f, кГц$
Обратный ток коллектора, мкА:	$I_{КБО}$			1	$U_{БК\max}$			
Обратный ток эмиттера, мкА: (при $U_э = U_{эб\max}$)	$I_{ЭБО}$			1				
Напряжение насыщения коллектор – эмиттер, В	$U_{КЭнас}$			0,4		300	60	
Напряжение насыщения база – эмиттер, В	$U_{БЭнас}$			1,5		300	60	
Коэффициент передачи тока в режиме малого сигнала в схеме с ОЭ: КТ208А, КТ208Г, КТ208Ж, КТ208Л КТ208Б, КТ208Д, КТ208И, КТ208М КТ208В, КТ208Е, КТ208К При $T_c = +125^\circ C$: КТ208А, КТ208Г, КТ208Ж, КТ208Л КТ208Б, КТ208Д, КТ208И, КТ208М КТ208В, КТ208Е, КТ208К При $T_c = -60^\circ C$: КТ208А, КТ208Г, КТ208Ж, КТ208Л КТ208Б, КТ208Д, КТ208И, КТ208М КТ208В, КТ208Е, КТ208К	$h_{21э}$	20	40	60	1	30		0,27
		40	80	120	1	30		0,27
		80	140	240	1	30		0,27
		20		120	1	30		0,27
		40		240	1	30		0,27
		80		480	1	30		0,27
		10		60	1	30		0,27
		20		120	1	30		0,27
		40		240	1	30		0,27
Отношение статического коэффициента передачи тока в прямом и инверсном включении	$\frac{h_{21э}}{h_{21э\text{инв}}}$	2,0	4,5	12,0	1	30		0,27

Входное сопротивление в режиме малого сигнала в схеме с ОЭ, Ом (при $I_{\text{э}} = 5$ мА)	$h_{11\text{э}}$	130	800	2500	5			0,27
Выходная проводимость в режиме малого сигнала при х.х., 10^{-4} См (при $I_{\text{э}} = 1$ мА)	$h_{22\text{э}}$	0,15	0,3	0,55	5			0,27
Коэффициент шума ($R_{\Gamma} = 3$ кОм), дБ: КТ208В, КТ208Е, КТ208К	$K_{\text{ш}}$		2	4	3	0,2		1
Емкость коллекторного перехода, пФ	$C_{\text{к}}$			50	10			500
Емкость эмиттерного перехода, пФ (при $U = 0,5$ В)	$C_{\text{э}}$			100				500
Граничная частота коэффициента передачи тока в схеме с ОЭ, МГц	$f_{\text{гр}}$		2	4	3	0,2		1

Максимально допустимые параметры. Гарантируются при температуре окружающей среды $T_c = 25...125^{\circ}\text{C}$.

$I_{K \text{ max}}$ – постоянный ток коллектора, мА:.....0,3

$I_{K, \text{ и max}}^{1)}$ – импульсный ток коллектора, мА:.....0,5

$I_{\text{б max}}$ – постоянный ток базы, А:.....0,1

$U_{KB \text{ max}}^{2)}$ – постоянное напряжение коллектор – база, В:

КТ208А – КТ208В.....15

КТ208Г – КТ208Е.....30

КТ208Ж – КТ208К.....45

КТ208Л – КТ208М.....60

$U_{KЭР \text{ max}}^{2)}$ – постоянное напряжение коллектор – эмиттер (при $R_B \leq 10$ кОм), В:

КТ208А – КТ208В.....15

КТ208Г – КТ208Е.....30

КТ208Ж – КТ208К.....45

КТ208Л – КТ208М.....60

$U_{ЭБ \text{ max}}^{2)}$ – постоянное напряжение эмиттер – база, В:

КТ208А – КТ208Е.....10

КТ208Ж – КТ208М.....20

$P_{K \text{ max}}^{3)}$ – постоянная рассеиваемая мощность коллектора, мВт.....200

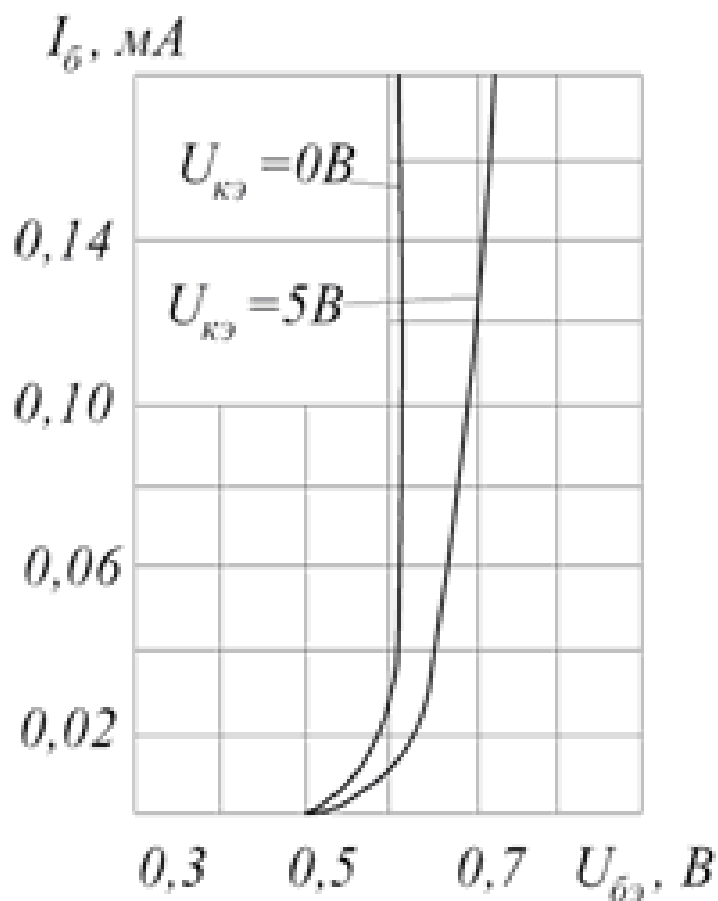
$T_{II\max}$ – температура перехода, °С.....150

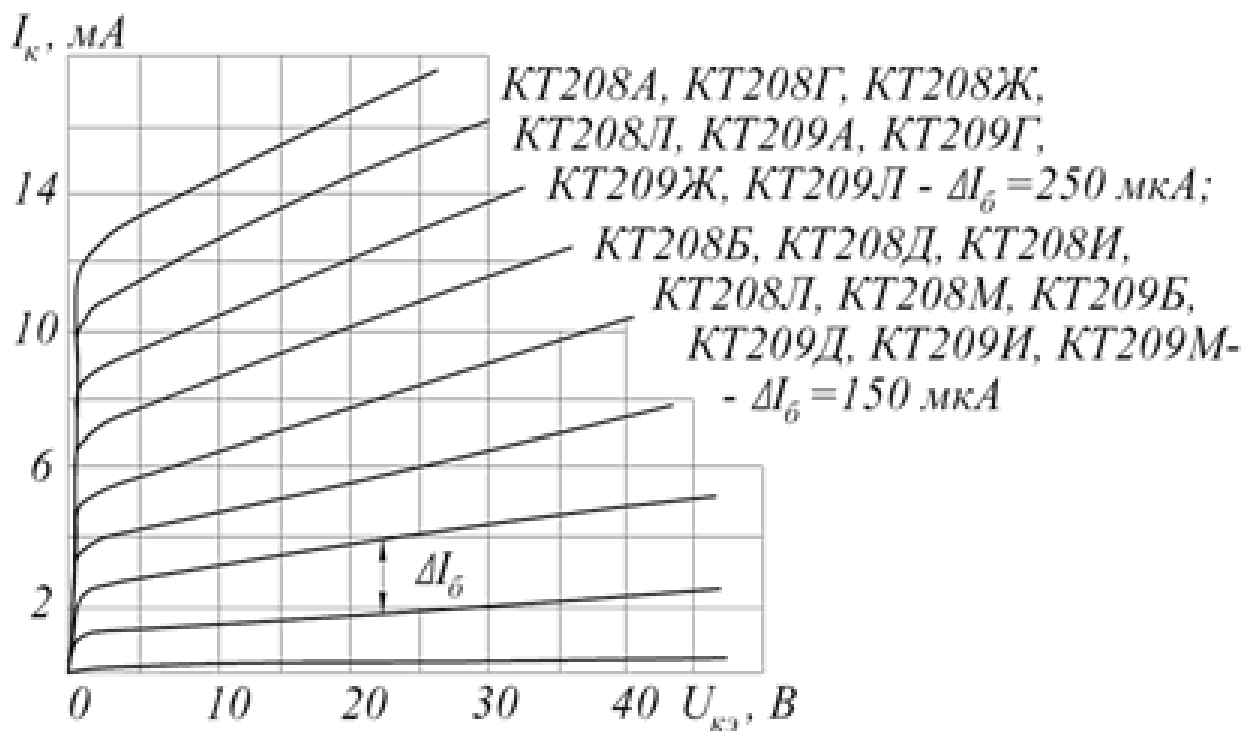
Допустимая температура окружающей среды, °С..... –60...+125

1) гарантируется $h_{21э} \geq 6$, $U_{КЭнас} \leq 0,7В$, $I_{б} \geq 0,1 А$.

2) При понижении T_c от +15 до -60°С значения $U_{КБ\max}$, $U_{КЭР\max}$ уменьшаются по линейному закону до 10 В для групп А – В; до 25 В для групп Г – Е; до 40 В для групп Ж – К; до 55 В для групп Л, М. $U_{ЭБ\max}$ уменьшается линейно до 15 В для групп Ж – М.

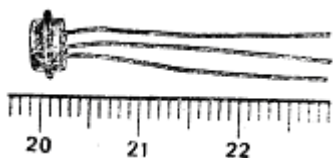
3) В диапазоне – 60...+ 60°С. При $T_c = 60^{\circ}С...125^{\circ}С$ мощность линейно уменьшается до 50 мВт.





*KT208B, KT208E, KT208K,
KT209B, KT209E, KT209K - $\Delta I_b = 100 \text{ мкА}$*

КТ312А, КТ312Б, КТ312В



Общие сведения. Кремниевые эпитаксиально-планарные $n-p-n$ -транзисторы предназначены для усиления и генерирования колебаний высокой частоты, для работы в быстродействующих импульсных схемах.

Корпус металлический, герметичный, со стеклянными изоляторами и гибкими выводами (рис. П1.21,а). Масса транзистора не более 1 г.

Условия эксплуатации — в соответствии с табл. П2.3.

Электрические параметры. Классификационные параметры:

$$U_{KЭнас}, U_{БЭнас}, h_{21Э}, |h_{21Э}|.$$

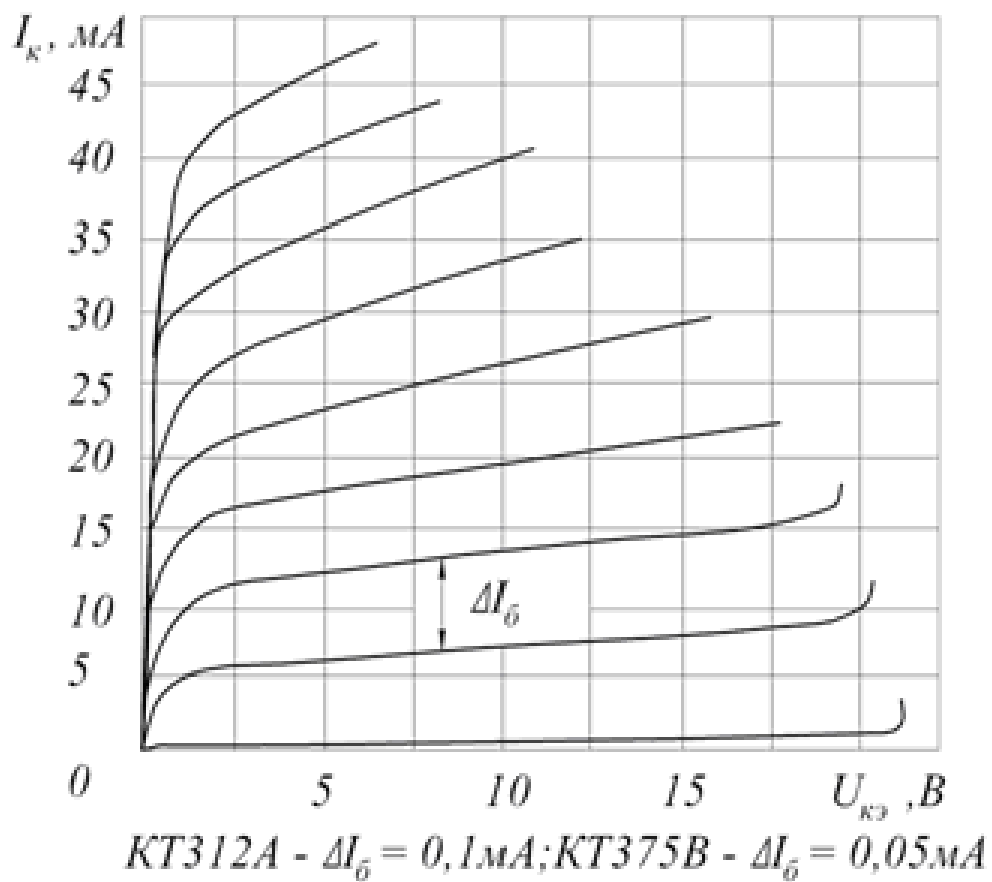
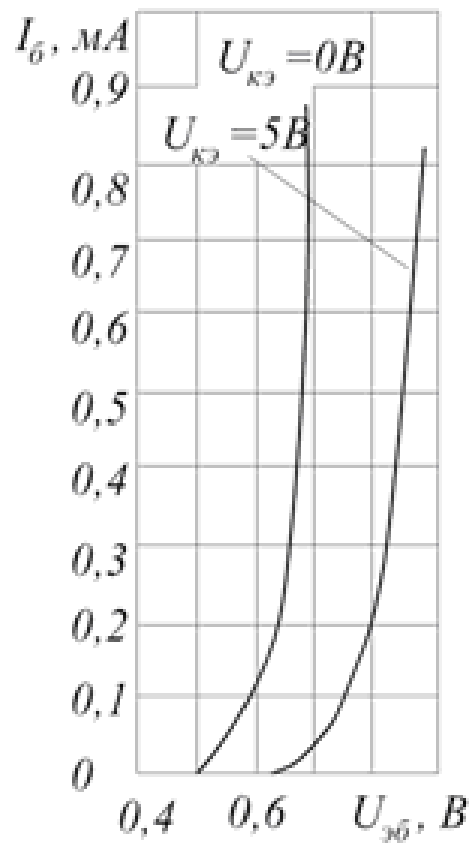
наименование	обозначение	значения			режимы измерений					
		номинальное	типовое	максимальное	$U_K, В$	$U_Э, В$	$I_K, мА$	$I_B, мА$	$I_Э, мА$	$f, МГц$
Обратный ток коллектора, мкА КТ312А, КТ312В КТ312Б При $T_c = +85^{\circ}C$: КТ312А, КТ312В КТ312Б При $T_c = -40^{\circ}C$: КТ312А, КТ312В КТ312Б	$I_{КБО}$		0,2 0,2 5 5 0,01 0,01	10 10 30 30 10 10	20 35 20 35 20 35					
Обратный ток эмиттера, мкА:	$I_{ЭБО}$		0,1	10		4				
Граничное напряжение транзистора, В: КТ312А, КТ312В КТ312Б	$U_{КЭОгр}$	20 35							7,5 7,5	
Напряжение насыщения коллектор – эмиттер, В	$U_{КЭнас}$		0,18	0,8			20	2		
Напряжение насыщения база – эмиттер, В	$U_{БЭнас}$		0,83	1,12			20	2		
Модуль коэффициента передачи тока на высокой частоте: КТ312А КТ312В, КТ312Б	$ h_{21Э} $	4 6	8 9		10 10				5 5	20 20
Статический коэффициент передачи тока в схеме с ОЭ: КТ312А КТ312В КТ312Б При $T_c = +85^{\circ}C$: КТ312А КТ312В КТ312Б При $T_c = -40^{\circ}C$: КТ312А КТ312В КТ312Б	$h_{21Э}$	10 25 50 10 25 50 8 15 25	30 30 30 35 35 35 18 18 18	100 100 280 200 200 560 100 100 280	2 2 2 2 2 2 2 2 2 2				20 20 20 20 20 20 20 20 20	
Емкость эмиттерного перехода, пФ	$C_Э$			20		1				2
Емкость коллекторного перехода, пФ (при $U = 0,5В$)	C_K		3,5	5	10					2
Постоянная времени цепи обратной связи на высокой частоте, пс	τ_K			500	10				5	2

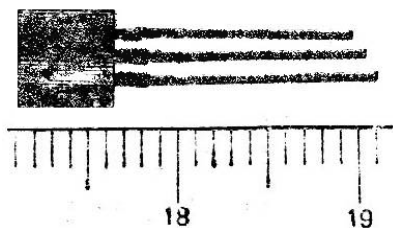
Максимально допустимые параметры. Гарантируются при температуре

окружающей среды $T_c = -40... + 85^\circ \text{C}$.

$I_{K \max}$ – постоянный ток коллектора, мА:.....	30
$I_{K, \text{и} \max}$ – импульсный ток коллектора, мА:.....	60
$U_{KB \max}$ – постоянное напряжение коллектор – база, В:	
КТ312А, КТ312В.....	20
КТ312Б.....	35
$U_{KЭР \max}$ – постоянное напряжение коллектор – эмиттер (при $R_B \leq 100 \text{ Ом}$), В:	
КТ312А, КТ312В.....	20
КТ312Б.....	35
$U_{ЭБ \max}$ – постоянное напряжение эмиттер – база, В:.....	4
$P_{K \max}^{1)}$ – постоянная рассеиваемая мощность коллектора (при $T_c \leq 25^\circ \text{C}$), мВт.....	225
$P_{\text{и} \max}$ – импульсная рассеиваемая мощность транзистора (при $\tau_{\text{и}} \leq 1 \text{ мкс}$), мВт.....	450
$R_{T, \text{п-с}}$ – тепловое сопротивление переход – окружающая среда, $^\circ \text{C}/\text{мВт}$	0,4
Допустимая температура окружающей среды, $^\circ \text{C}$	- 60... + 120

¹⁾ При $T_c = -40... + 25^\circ \text{C}$, $T_c = 25... + 85^\circ \text{C}$ $P_{K \max} [\text{мВт}] = 75 + (85 - T_c) / R_{T, \text{п-с}}$.





КТ375А, КТ375Б

Общие сведения. Кремниевые эпитаксиально-планарные $n-p-n$ -транзисторы предназначены для работы в импульсных и других схемах радиотехнических устройств.

Корпус пластмассовый, с гибкими выводами (рис. П1.32). Масса транзистора не более 0,25 г.

Условия эксплуатации — в соответствии с табл. П2.4.

Электрические параметры. Классификационные параметры:

$$h_{21Э}, U_{КБ\max}, U_{КЭОгр}, U_{КЭR\max}.$$

наименование	обозначение	значения			Режимы измерения				
		номинальное	типовое	максимальное	$U_K, В$	$I_K, мА$	$I_B, мА$	$I_E, мА$	$f, МГц$
Обратный ток коллектора, мкА	$I_{КБО}$								
КТ375А		0,1	0,3	1	60				
КТ375Б		0,1	0,3	1	30				
При $T_c = +85^\circ C$:									
КТ375А		0,3	1,0	10	60				
КТ375Б		0,3	1,0	10	30				
При $T_c = -40^\circ C$:									
КТ375А	0,05	0,3	1	60					
КТ375Б	0,05	0,3	1	30					
Граничное напряжение транзистора, В:	$U_{КЭОгр}$								
КТ375А		60						5	
КТ375Б	30						5		
Напряжение насыщения коллектор – эмиттер, В	$U_{КЭнас}$	0,12	0,2	0,4		10	1		
Напряжение насыщения база – эмиттер, В	$U_{БЭнас}$	0,72	0,8	1		10	1		
Модуль коэффициента передачи тока на высокой частоте:	$ h_{21Э} $	2,5			10			5	10^6
Статический коэффициент передачи тока в схеме с ОЭ (при $Q = 10...100$):	$h_{21Э}$								
КТ375А		10	40	100	2			20	50
КТ375Б		50	140	280	2			20	50
При $T_c = +85^\circ C$:									
КТ375А	10		200	2			20	50	

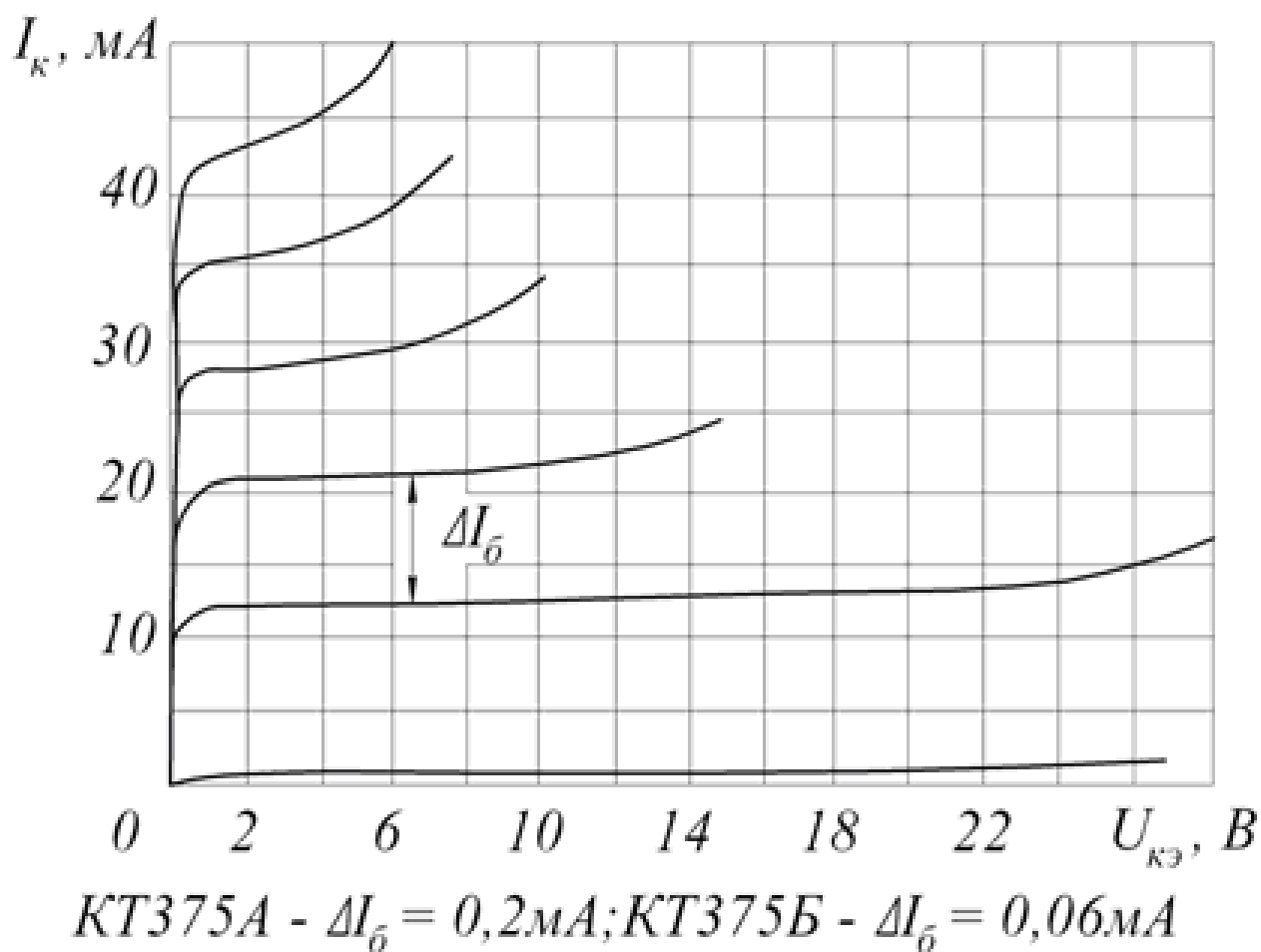
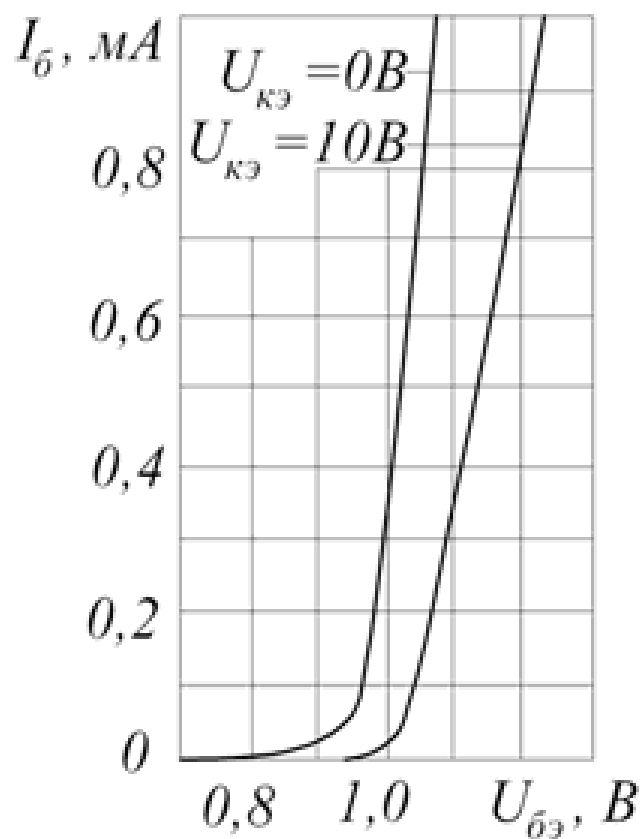
КТ375Б		50		560	2			20	50
При $T_c = -40^\circ\text{C}$:									
КТ375А		8		100	2			20	50
КТ375Б		25		280	2			20	50
Постоянная времени цепи обратной связи на высокой частоте, пс	τ_k			300	10			5	2×10^6

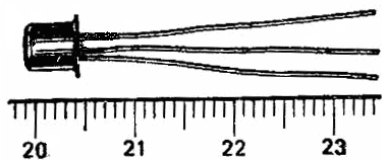
Максимально допустимые параметры. Гарантируются при температуре окружающей среды $T_c = -45... + 85^\circ\text{C}$.

$I_{K \max}$ – постоянный ток коллектора, мА.....	100
$I_{K, \text{и max}}^{2)}$ – импульсный ток коллектора, мА.....	200
$U_{ЭБ \max}$ – постоянное напряжение эмиттер – база, В:.....	5
$U_{КБ \max}$ – постоянное напряжение коллектор – база, В:	
КТ375А.....	60
КТ375Б.....	30
$U_{КЭР \max}$ – постоянное напряжение коллектор – эмиттер (при $R_B \leq 100 \text{ Ом}$), В:	
КТ375А.....	60
КТ375Б.....	30
$P_{K \max}^{1)}$ – постоянная рассеиваемая мощность коллектора мВт.....	200
$P_{K, \text{и max}}^{2)}$ – импульсная рассеиваемая мощность коллектора, (при $\tau_{\text{и}} \leq 1 \text{ мкс}$), мВт.....	400
$T_{II \max}$ – температура перехода, $^\circ\text{C}$	150
$R_{T, \text{п-с}}$ – тепловое сопротивление переход – окружающая среда, $^\circ\text{C}/\text{мВт}$	0,5
Допустимая температура окружающей среды, $^\circ\text{C}$	$-45... + 85$

¹⁾ При $T_c = -40... + 25^\circ\text{C}$, $T_c = 25... + 85^\circ\text{C}$ $P_{K \max} [\text{мВт}] = (125 - T_c) / R_{T, \text{п-с}}$.

²⁾ При этом средняя мощность за период не должна превышать $P_{K \max}$.





КТ3102А, КТ3102Б, КТ3102В,
КТ3102Г, КТ3102Д, КТ3102Е

Общие сведения. Кремниевые эпитаксиально-планарные $n-p-n$ -транзисторы предназначены для усиления электрических колебаний.

Корпус металлический, герметичный, с гибкими выводами (рис. П1.11), Масса транзистора не более 0,5 г.

Условия эксплуатации – в соответствии с табл. П2.3.

Электрические параметры. Классификационные параметры:

$$h_{21Э}, |h_{21э}|, I_{КБО}, K_{ш}.$$

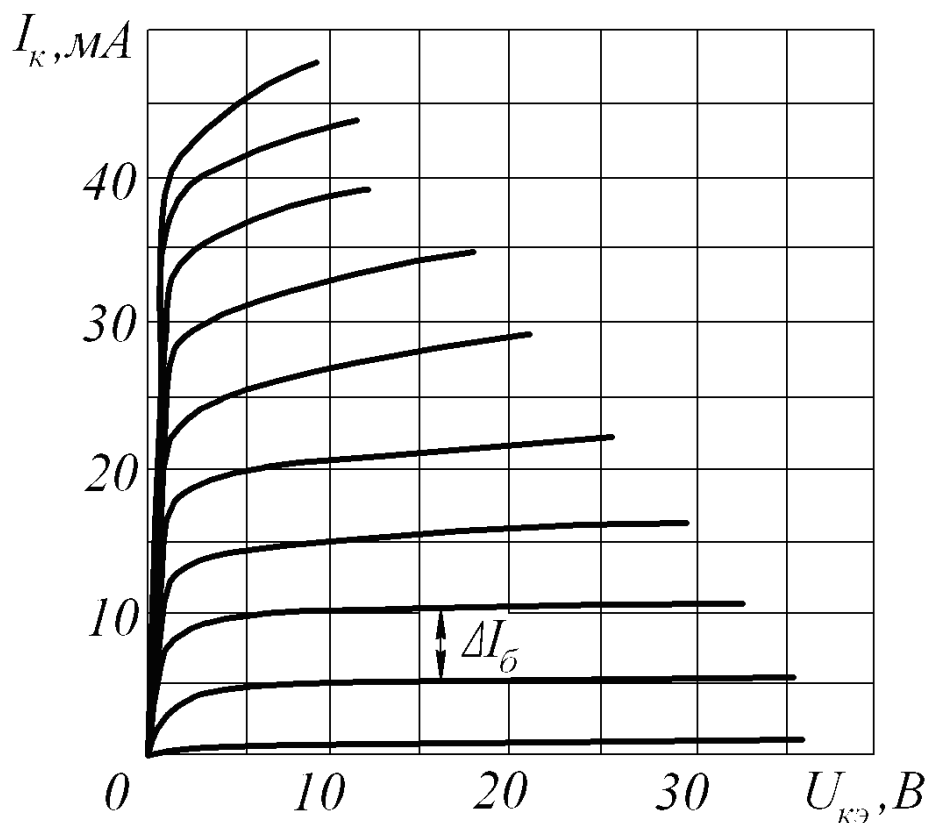
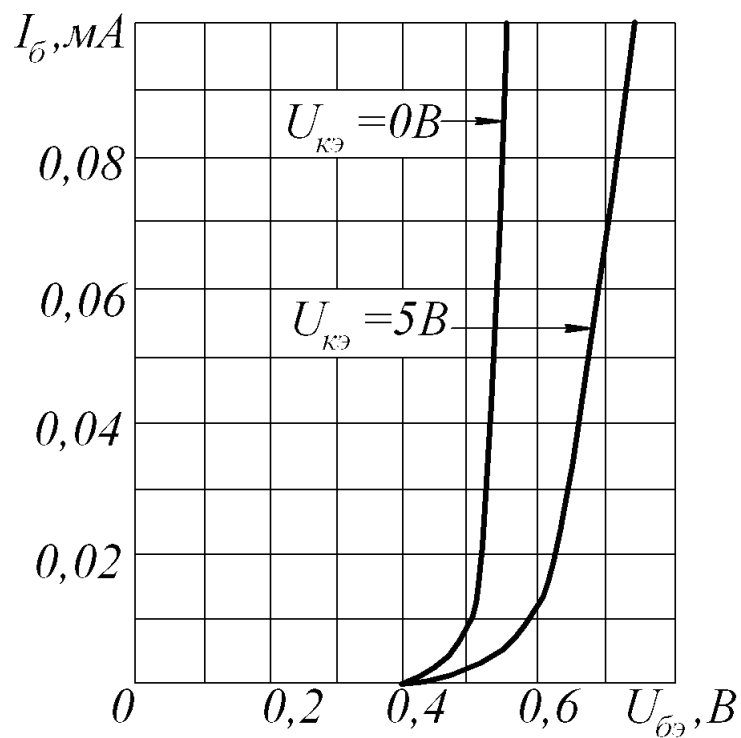
наименование	обозначение	значения		Режимы измерения				
		номинальное	максимальное	U_K В	$U_э$ В	I_K мА	$I_э$ мА	f кГц
Обратный ток коллектора, мкА КТ3102А, КТ3102Б КТ3102В, КТ3102Д КТ3102Г, КТ3102Е	$I_{КБО}$	0,003 0,003 0,003	0,05 0,015 0,015	50 30 20				
Обратный ток эмиттера, мкА:	$I_{ЭБО}$		10		5			
Граничное напряжение транзистора, В: КТ3102А, КТ3102Б КТ3102В, КТ3102Д КТ3102Г, КТ3102Е	$U_{КЭОгр}$	30 20 15					10 10 10	
Модуль коэффициента передачи тока на высокой частоте: КТ3102А - КТ3102В, КТ3102Д КТ3102Г, КТ3102Е	$ h_{21э} $	1,5 3,0		5 5			10 10	10^5 10^5
Статический коэффициент передачи тока в схеме с ОЭ: КТ3102А КТ3102А - КТ3102В, КТ3102Д КТ3102Г, КТ3102Е	$h_{21Э}$	100 200 400	250 500 1000	5 5 5			2 2 2	
Коэффициент шума, дБ КТ3102А - КТ3102Г КТ3102Г, КТ3102Е	$K_{ш}$		10 4	5 5			0,2 0,2	1 1
Емкость коллекторного перехода, пФ	C_K		6	5				10^4
Постоянная времени цепи обратной связи на высокой частоте, пс	τ_K		100	5			10	$3 \cdot 10^4$

Максимально допустимые параметры. Гарантируются при температуре

окружающей среды $T_c = -40... + 85^\circ \text{C}$.

$I_{K \max}$ – постоянный ток коллектора в режиме насыщения, мА.....	100
$I_{K, \text{ и } \max}$ – импульсный ток коллектора ($Q \geq 500$, $\tau_u \leq 40$ мск), мА.....	200
$U_{\text{ЭБ} \max}$ – постоянное напряжение эмиттер – база, В.....	5
$U_{\text{БК} \max}$ – постоянное напряжение коллектор – база, В:	
КТ3102А, КТ3102Б.....	50
КТ3102В, КТ3102Д.....	30
КТ3102Г, КТ3102Е.....	20
$U_{\text{КЭ} \max}$ – постоянное напряжение коллектор – эмиттер В:	
КТ3102А, КТ3102Б.....	50
КТ3102В, КТ3102Д.....	30
КТ3102Г, КТ3102Е.....	20
$P_{K \max}^{1)}$ – постоянная рассеиваемая мощность коллектора, мВт.....	250
$T_{\text{П} \max}$ – температура перехода, $^\circ \text{C}$	125
$R_{\text{Т, п-с}}$ – тепловое сопротивление переход – среда $^\circ \text{C}/\text{мВт}$	0,4
Допустимая температура окружающей среды, $^\circ \text{C}$	-40... + 85

¹⁾ При повышении температуры более $+25^\circ \text{C}$ $P_{K \max} [\text{мВт}] = (125 - T_c) / R_{\text{Т, п-с}}$.



KT3102A- $\Delta I_{с} = 25 \mu A$; KT3102Б, KT3102В,
 KT3102Д- $\Delta I_{с} = 15 \mu A$; KT3102Е, KT3102Г- $\Delta I_{с} = 10 \mu A$;