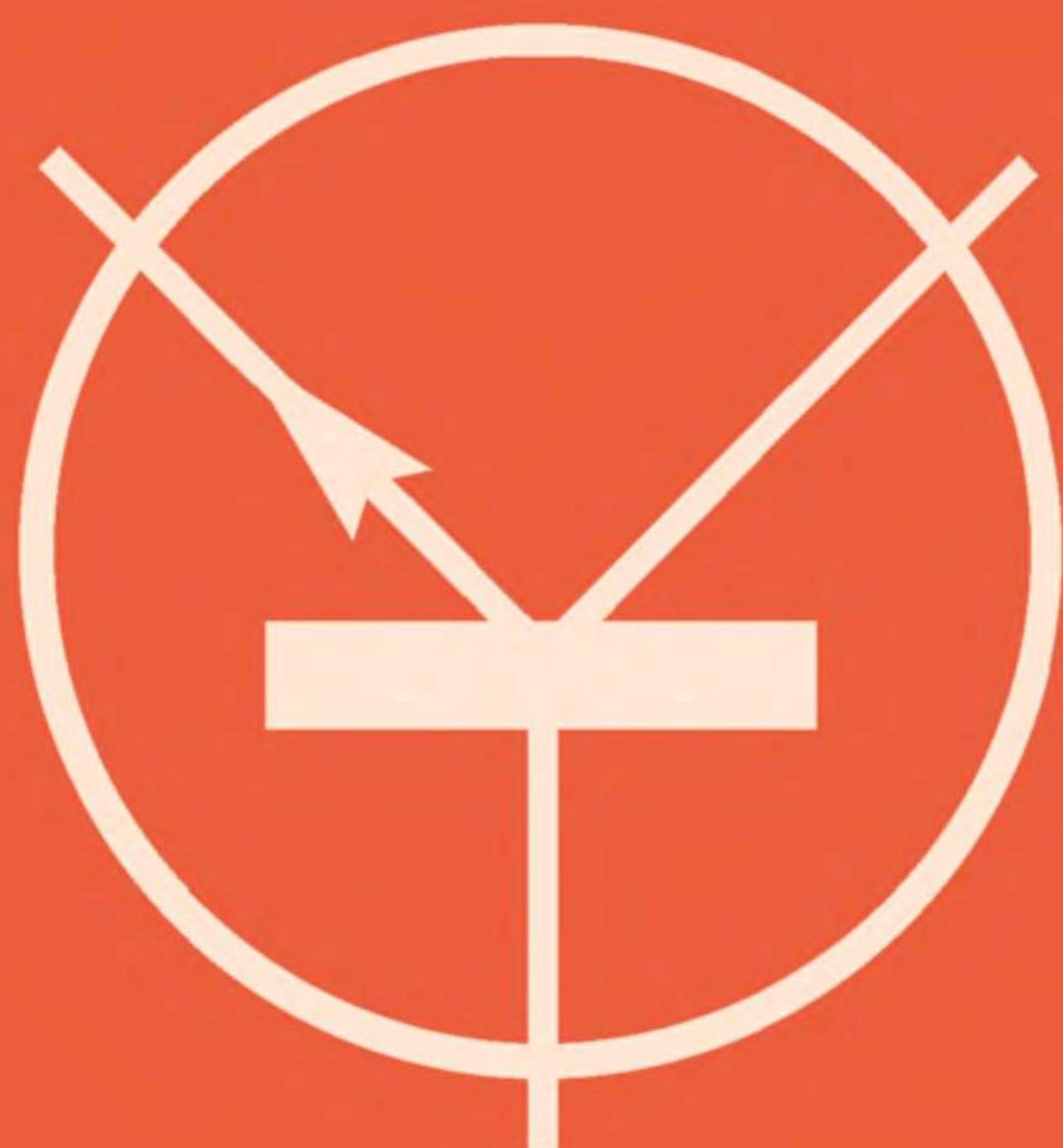


$n-p-n$



$p-n-p$



В. К. ЛАБУТИН

ТРАНЗИСТОРЫ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»



МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

СПРАВОЧНАЯ СЕРИЯ

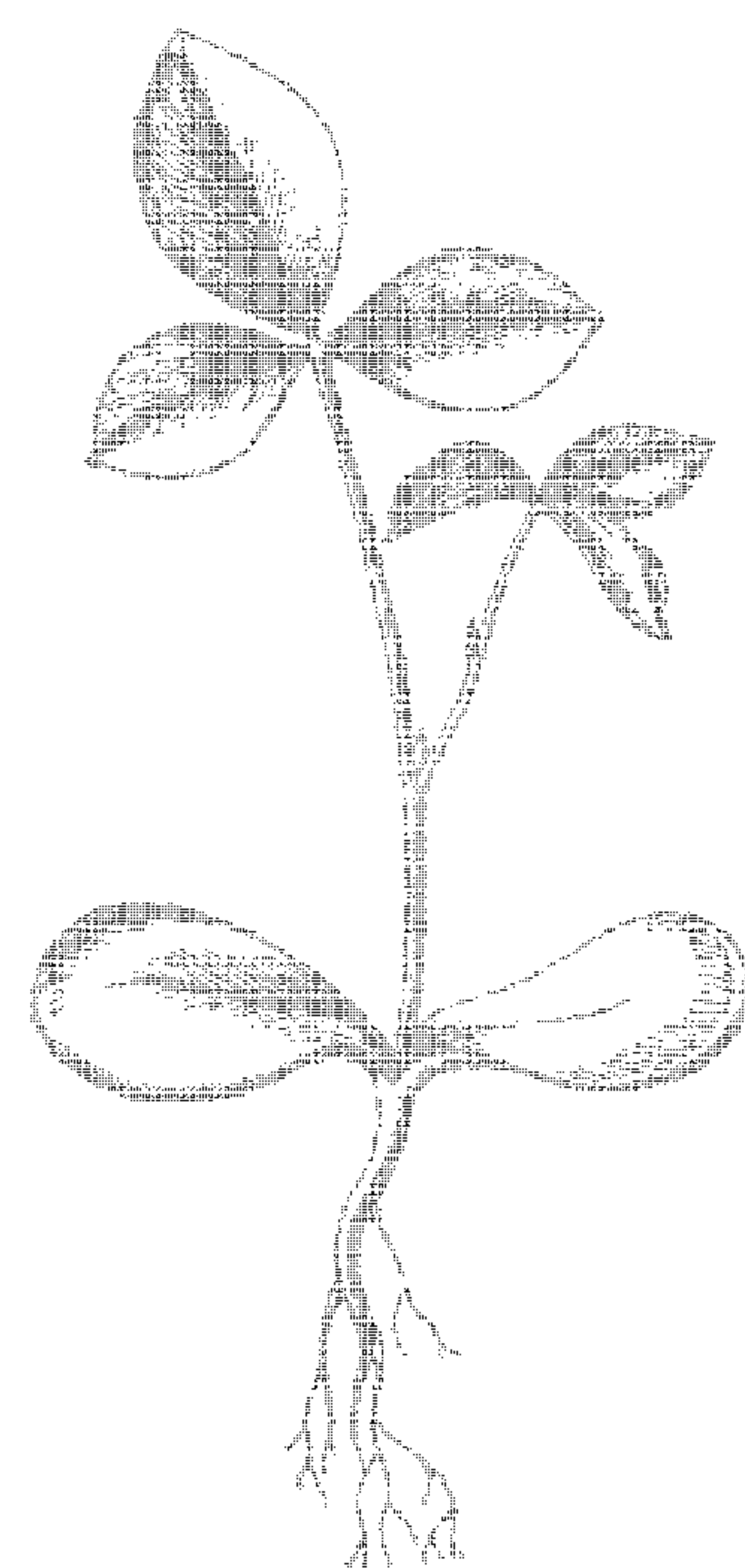
Выпуск 526

В. К. ЛАБУТИН

ТРАНЗИСТОРЫ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»
МОСКВА 1964 ЛЕНИНГРАД



Редакционная коллегия:

Берг А. И., Бурдейный Ф. И., Бурлянд В. А., Ванеев В. И.,
Геништа Е. Н., Жеребцов И. П., Канаева А. М., Корольков В. Г.,
Кренкель Э. Т., Куликовский А. А., Смирнов А. Д., Тарасов Ф. И.,
Шамшур В. И.

УДК 621.382.3 (032)

Л 12

Брошюра содержит справочные данные по наиболее распространенным типам маломощных низкочастотных германиевых и кремниевых транзисторов общего назначения.

Приводятся таблицы параметров, включающие в себя гарантируемые, типичные и предельные значения, выходные и входные статические характеристики для всех типов транзисторов в схеме с общим эмиттером, предельно допустимые эксплуатационные режимы, а также важнейшие температурные и режимные зависимости.

Помимо электрических и конструктивных характеристик, приводятся примеры схем применения транзисторов из различных областей электроники. В справочник включены рекомендации по конструированию аппаратуры с транзисторами и приведена номограмма h -параметров для перехода от схемы с общей базой к схеме с общим эмиттером.

Лабутин Вадим Константинович

Транзисторы общего назначения, издательство «Энергия»,
1964 г., 32 стр. с илл. (Массовая радиобиблиотека, вып. 526).
Тематический план 1963 г. № 362.

Редактор *В. А. Бурлянд*

Техн. редактор *Н. И. Борунов*

Сдано в набор 8/IV 1963 г.

Подписано к печати 12/XI 1964 г.

Т-13410 Бумага 84×108¹/₃₂

1,64 печ. л.

Уч.-изд. л. 1,6

Тираж 100 000 экз.

Цена 06 коп.

Зак. 174

Московская типография № 10 Главполиграфпрома
Государственного комитета Совета Министров СССР по печати,
Шлюзовая наб., 10

ГЕРМАНИЕВЫЙ *n-p-n* ТРАНЗИСТОР ДЛЯ УСИЛЕНИЯ СИГНАЛОВ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Основные параметры	Миним. значе- ние	Типич- ное зна- чение	Максим. значе- ние
h_{11} , ом	24	28	34
h_{12}	10^{-4}	10^{-3}	$5 \cdot 10^{-3}$
h_{21}	-0,9	-0,92	-0,96
h_{22} , мкмо	0,5	1,5	3,3
C_K , пф	35	45	65
f_α , Мгц	0,1	0,5	1,0
K_m , дб	32	36	40
$F_{ш}$, дб	8	15	33
$I_{к.о.}$, мка	1	5	30

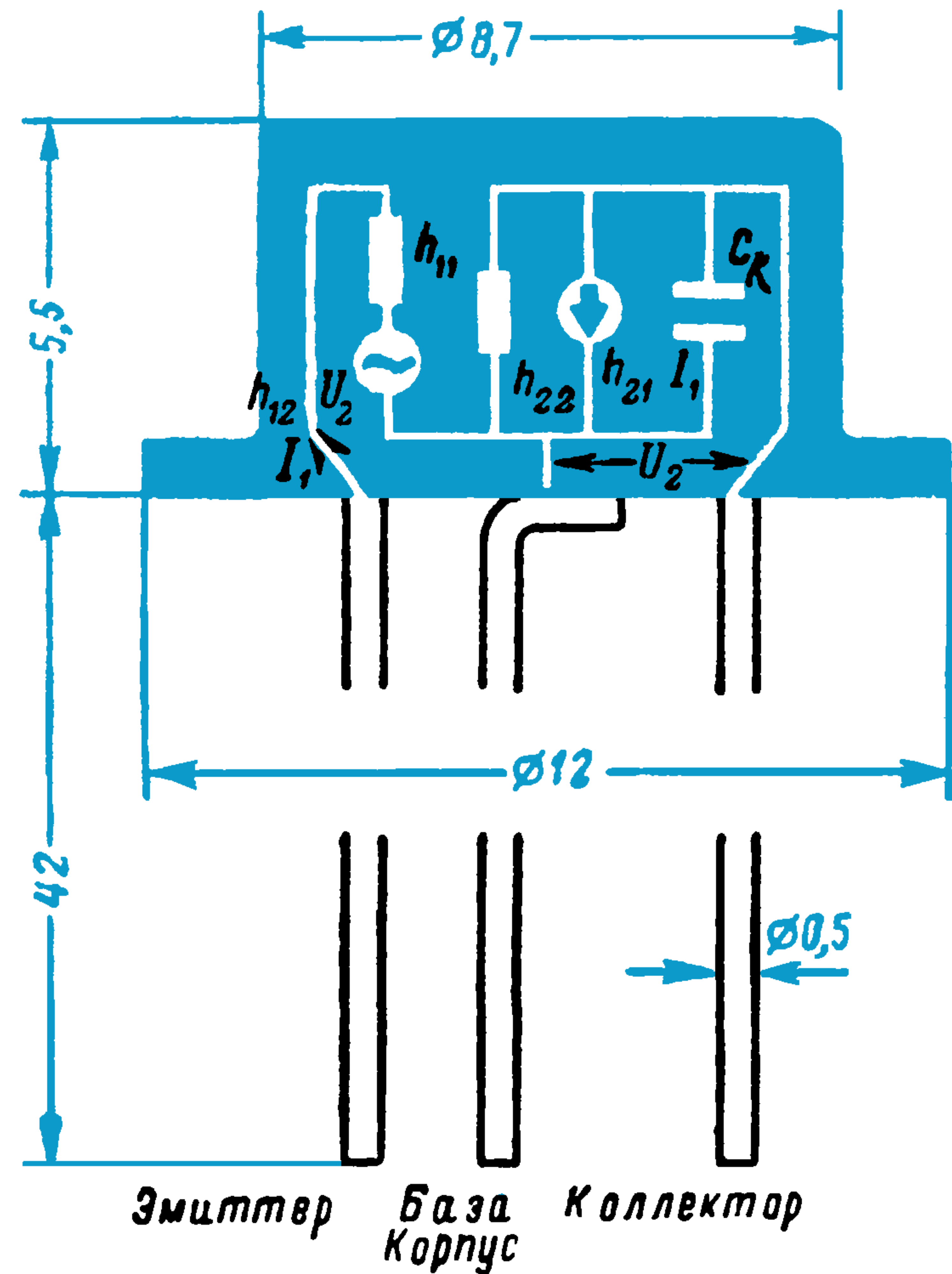
Коэффициент усиления по мощ-ности K_m измеряется в схеме с об-щим эмиттером при $R_r = 600$ ом и $R_n = 30$ ком. Шумфактор $F_{ш}$ изме-ряется в схеме с общим эмиттером при $I_b = 0,5$ ма и $U_k = +1,5$ в на частоте 1 000 гц. Остальные пара-метры измеряются при $I_b = 1$ ма и $U_k = 5$ в. Цветом отмечены гаранти-руемые значения параметров.

Предельно допустимые эксплуатационные режимы (одинаковые для транзисторов типов П8—П11)

Ток эмиттера и кол-лектора:
 в режиме усиления 20 ма
 в режиме переключе-ния 150 ма
 Напряжение коллек-тор—база +15 в (10)
 Напряжение коллек-тор—эмиттер . . . +15 в (10)

Напряжение эмит-тер—база +15 в (10)
 Рассеиваемая мощность 150 мвт (75)
 Температура кол-лектора +85° С
 Низшая рабочая температура . . —60°С
 Тепловое сопро-тивление 0,2 °С/мвт

В скобках указаны значения для температур от + 50 до + 70° С



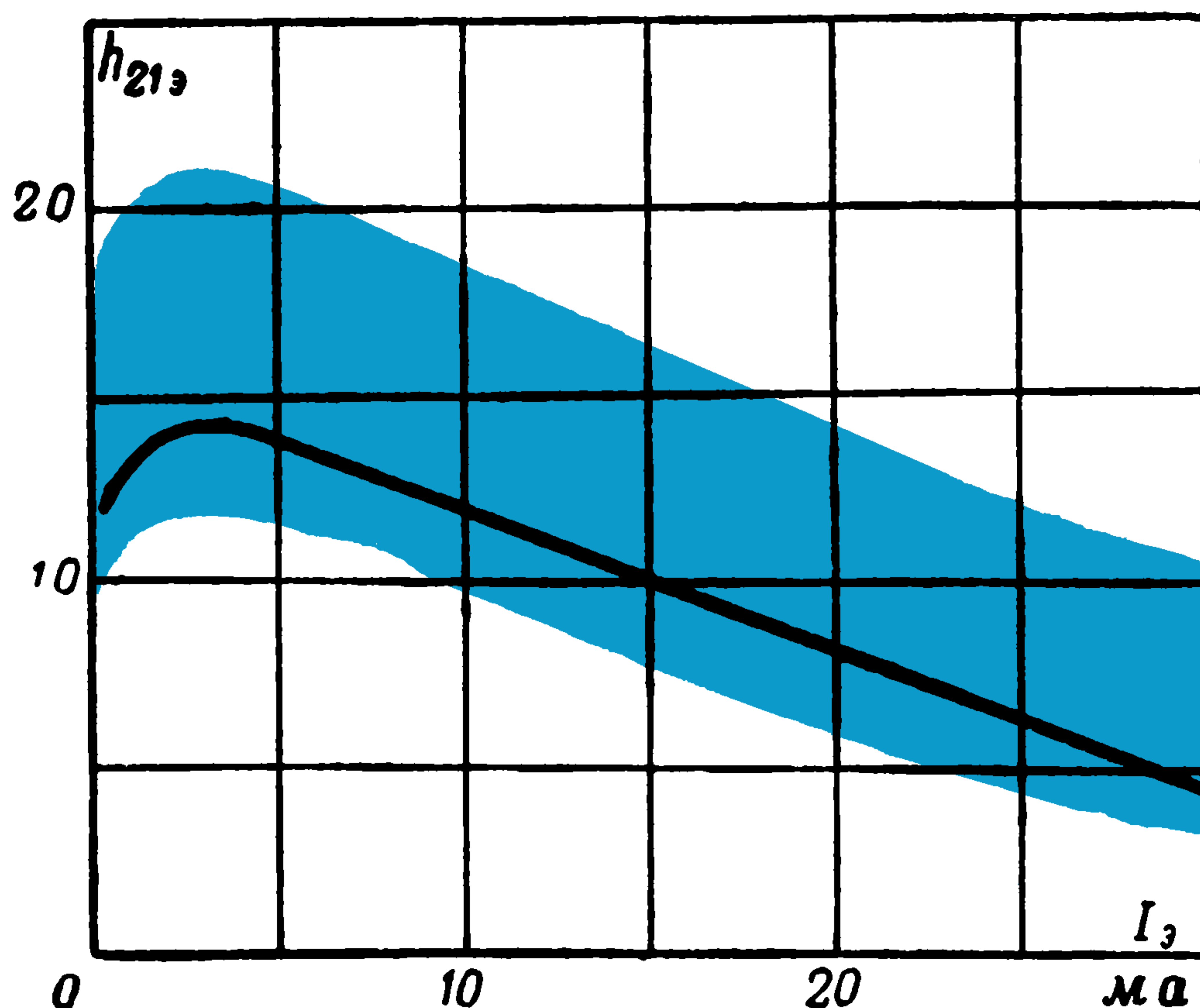
Размеры, расположение вы-водов и эквивалентная схе-ма для малого сигнала.

ГЕРМАНИЕВЫЙ *n-p-n* ТРАНЗИСТОР ДЛЯ УСИЛЕНИЯ СИГНАЛОВ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Размеры, расположение выводов, эквивалентная схема, режимы измерения всех параметров и предельно допустимые эксплуатационные режимы такие же, как у транзистора типа П8.

Основные параметры	Миним. значение	Типичное значение	Максим. значение
h_{11} , ом	24	28	32
h_{12}	10^{-4}	$2 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-4}$
h_{21}	—0,9	—0,93	—0,95
h_{22} , мкмо	0,5	1,0	2,0
C_k , пф	30	40	60
f_α , Мгц	0,5	1,0	1,5
K_m , дб	32	36	40
$F_{ш}$, дб	7	12	20
$I_{к.о.}$, мка	1	5	15

Цветом выделены гарантируемые значения параметров.



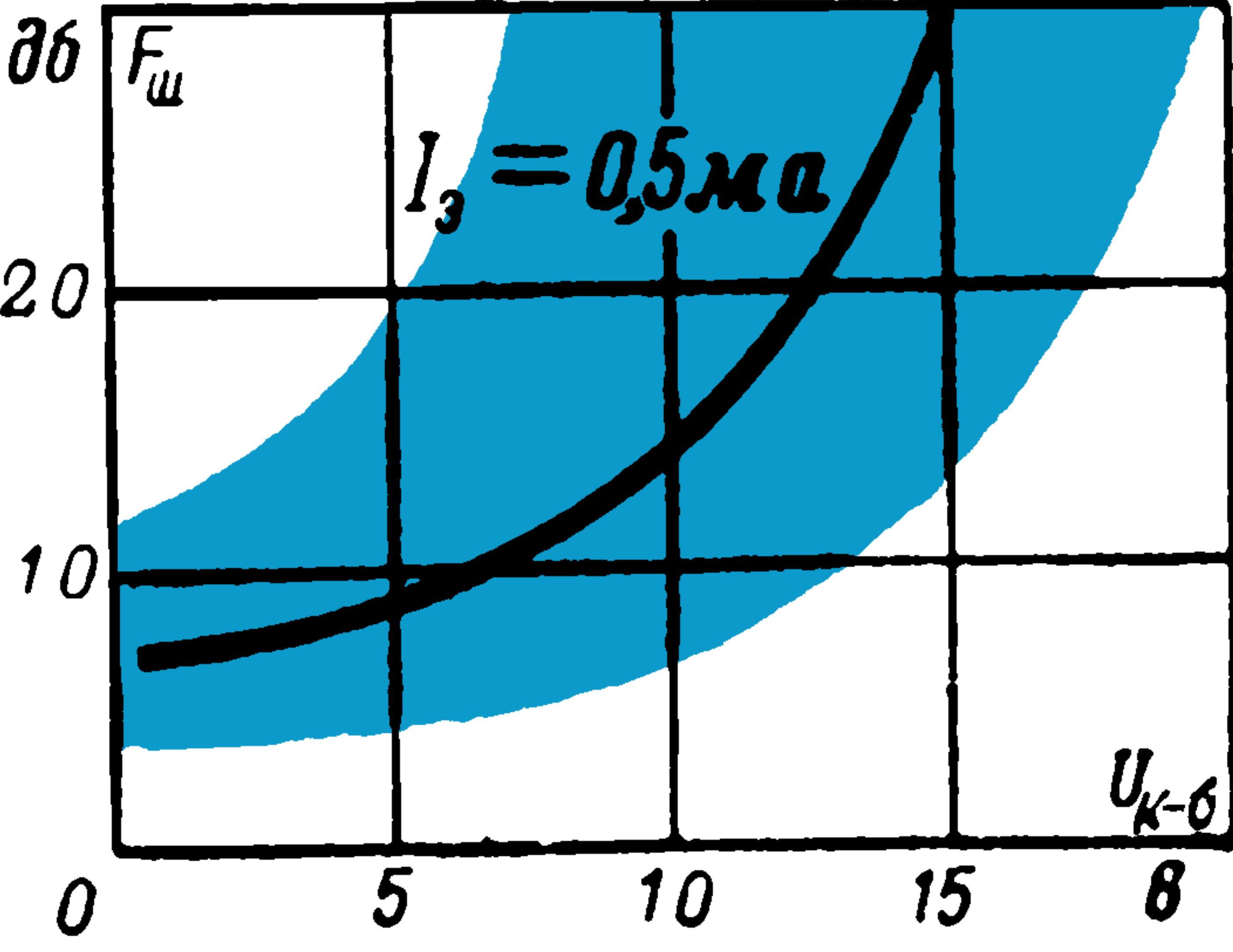
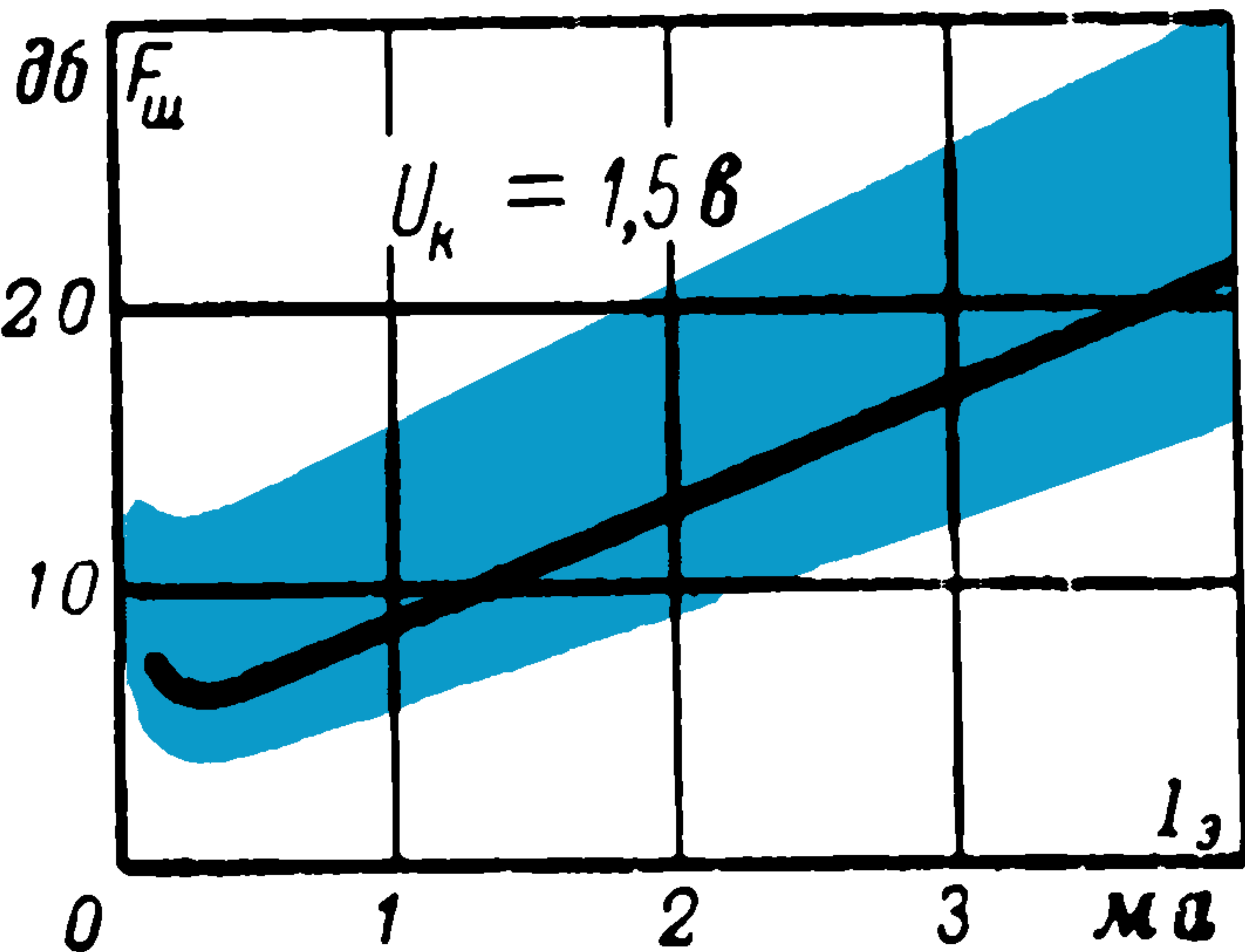
Зависимость коэффициента усиления по току в схеме с общим эмиттером от тока эмиттера.

ГЕРМАНИЕВЫЙ *n-p-n* ТРАНЗИСТОР
ДЛЯ УСИЛЕНИЯ СЛАБЫХ СИГНАЛОВ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Основные параметры	Миним. значе- ние	Типич- ное зна- чение	Максим. значе- ние
h_{11} , ом	24	28	32
h_{12}	10^{-4}	$2 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-4}$
h_{21}	$-0,92$	$-0,94$	$-0,97$
h_{22} , мкмо	0,5	1,0	2,0
C_k , пф	30	40	60
f_α , Мгц	0,5	1,0	2,0
K_m , дб	32	36	40
$F_{ш}$, дб	4	7	12
$I_{к.о.}$, мка	1	5	15

Размеры, расположение выводов, эквивалентная схема, режимы измерения всех параметров и предельно допустимые эксплуатационные режимы такие же, как у транзистора типа П8.

Цветом выделены гарантируемые значения параметров.



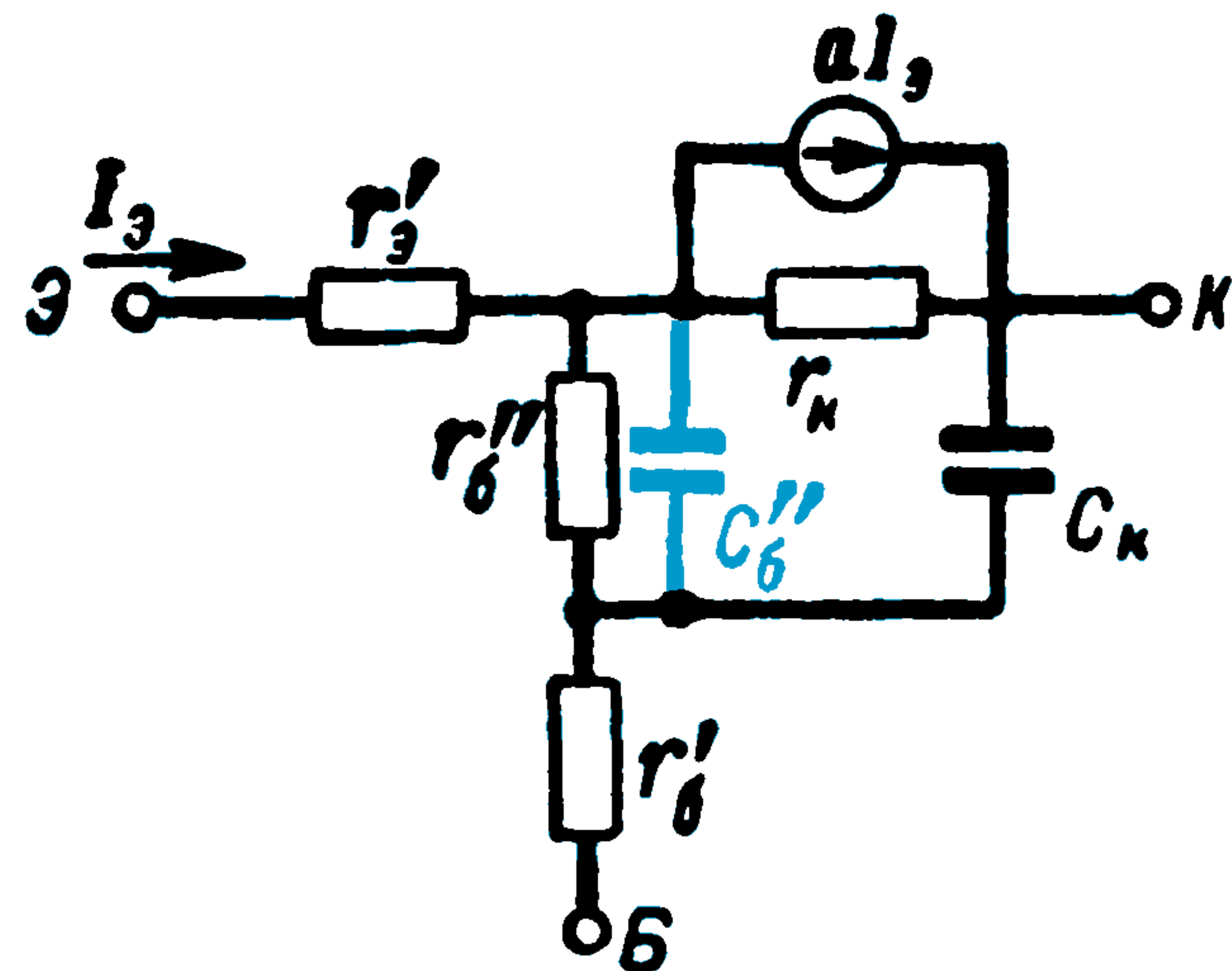
Зависимость шумфактора $F_{ш}$ от тока эмиттера и от напряжения коллектора.

ГЕРМАНИЕВЫЙ *n-p-n* ТРАНЗИСТОР
УНИВЕРСАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Размеры, расположение выводов, низкочастотная эквивалентная схема, режимы измерения всех параметров и предельно допустимые эксплуатационные режимы такие же, как у транзистора типа П8.

Основные параметры	Миним. значение	Типичное значение	Максим. значение
$h_{11}, \text{ ом}$	24	28	32
h_{12}	10^{-4}	$2 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-4}$
h_{21}	$-0,94$	$-0,96$	$-0,97$
$h_{22}, \text{ мкмо}$	0,5	1,0	2,0
$C_{\kappa}, \text{ пф}$	30	40	60
$f_{\alpha}, \text{ Мгц}$	1,0	1,3	1,8
$K_{\text{м}}, \text{ дб}$	32	35	40
$F_{\text{ш}}, \text{ дб}$	5	12	20
$I_{\text{к.о}}, \text{ мка}$	1	5	15

Цветом выделены гарантируемые значения параметров.



- $r'_3 = 15 \text{ ом}$
- $r'_6 = 50 \text{ ом}$
- $r''_6 = 300 \text{ ом}$
- $r_{\kappa} = 1 \text{ Мом}$
- $C_{\kappa} = 40 \text{ пф}$
- $C''_6 = 10\,000 \text{ пф}$
- $a = 0,96$

Среднечастотная эквивалентная схема и типичные значения ее элементов. На частотах ниже 20 кгц элемент C''_6 можно не учитывать.

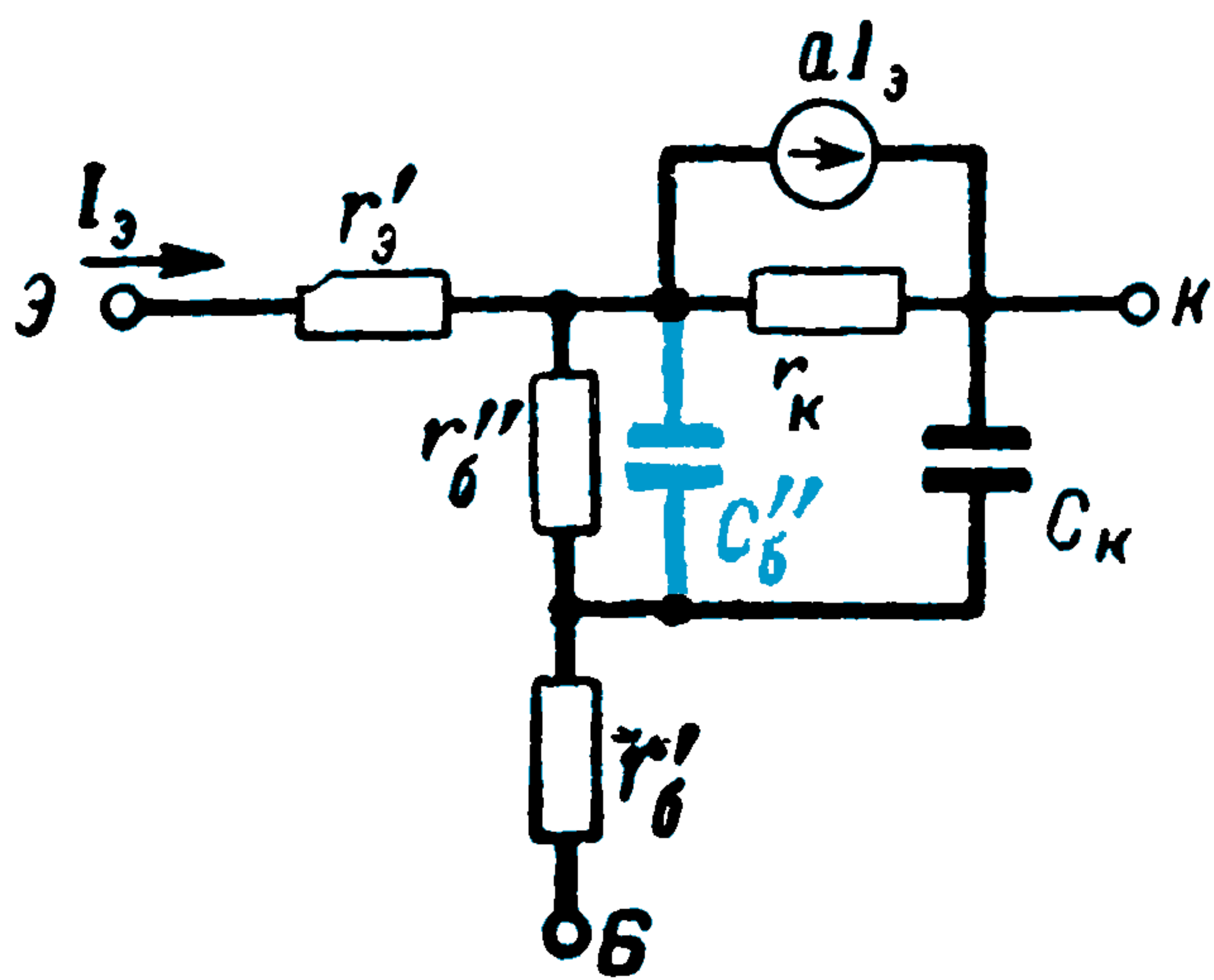


ГЕРМАНИЕВЫЙ *n-p-n* ТРАНЗИСТОР
ДЛЯ УСИЛЕНИЯ СИГНАЛОВ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Основные параметры	Миним. значение	Типичное значение	Максим. значение
h_{11} , Ом	24	28	34
h_{12}	10^{-4}	$2 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-4}$
h_{21}	$-0,94$	$-0,97$	$-0,98$
h_{22} , мкмо	0,5	1,0	2,0
C_k , пф	30	40	60
f_a , Мгц	1,6	2,0	3,0
K_m , дБ	32	35	40
$F_{ш}$, дБ	7	12	20
$I_{к.о}$, мка	1	5	15

Размеры, расположение выводов, низкочастотная эквивалентная схема, режимы измерения всех параметров и предельно допустимые режимы такие же, как у транзистора типа П8.

Цветом выделены гарантируемые значения параметров.

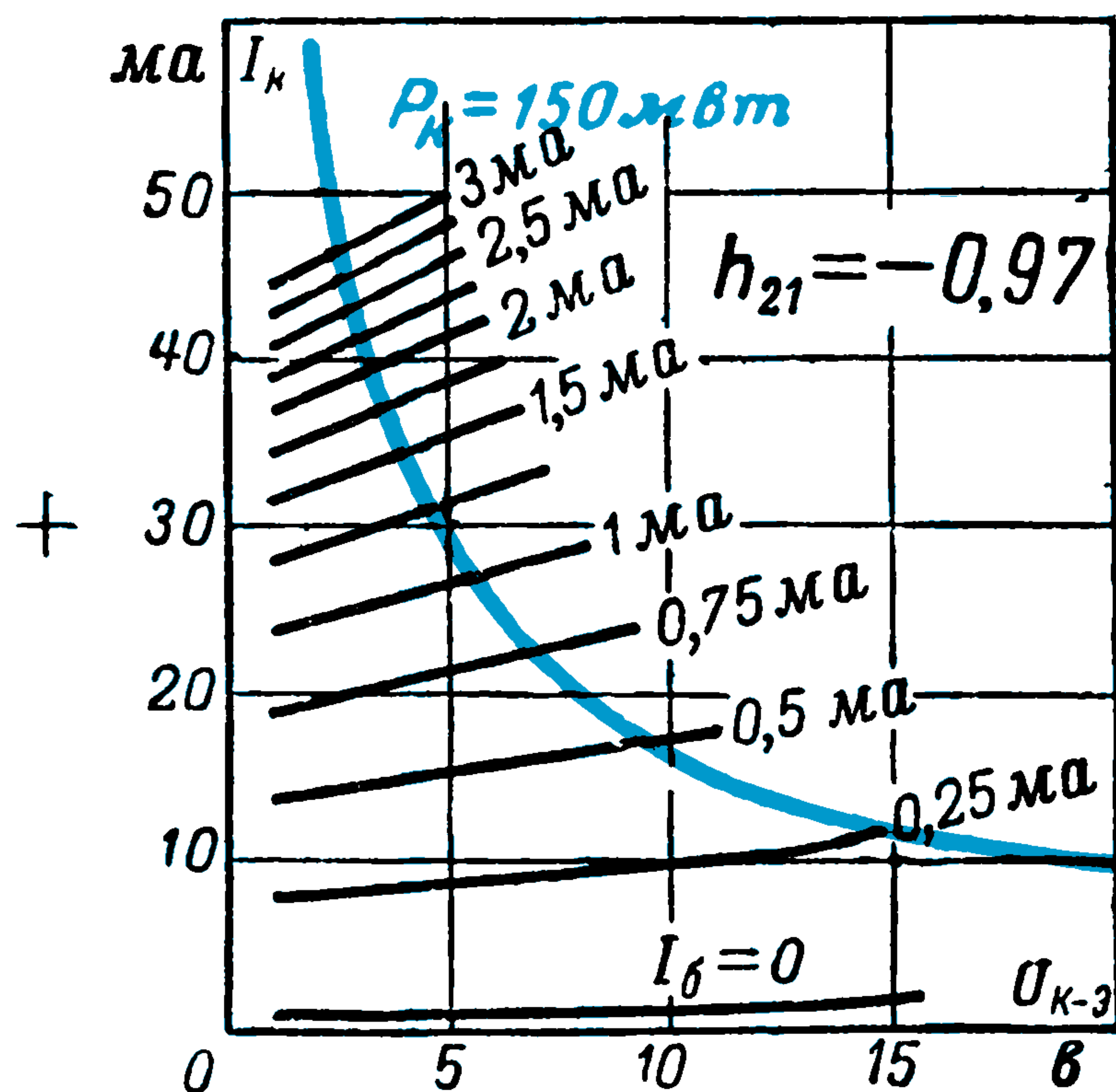
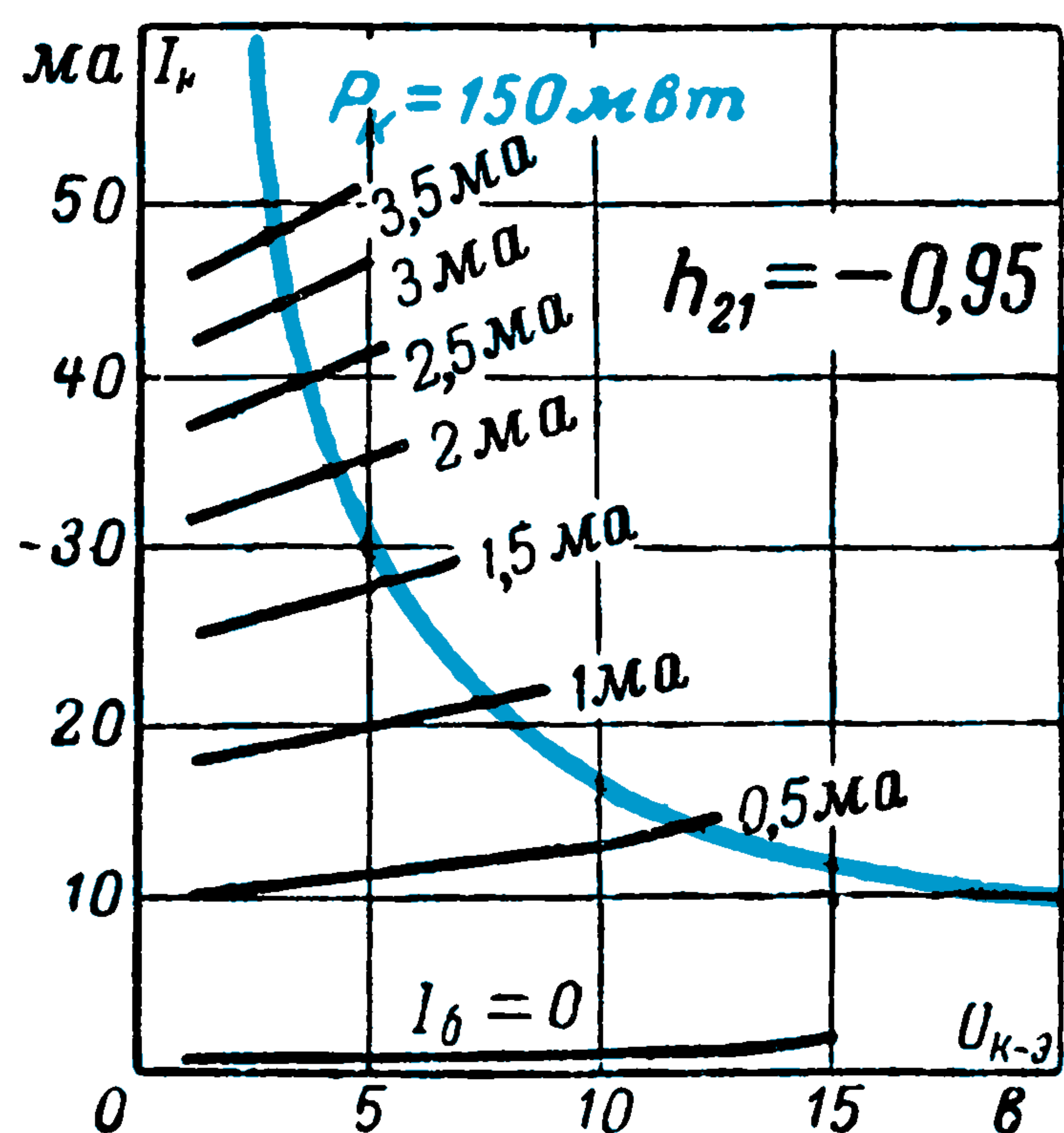
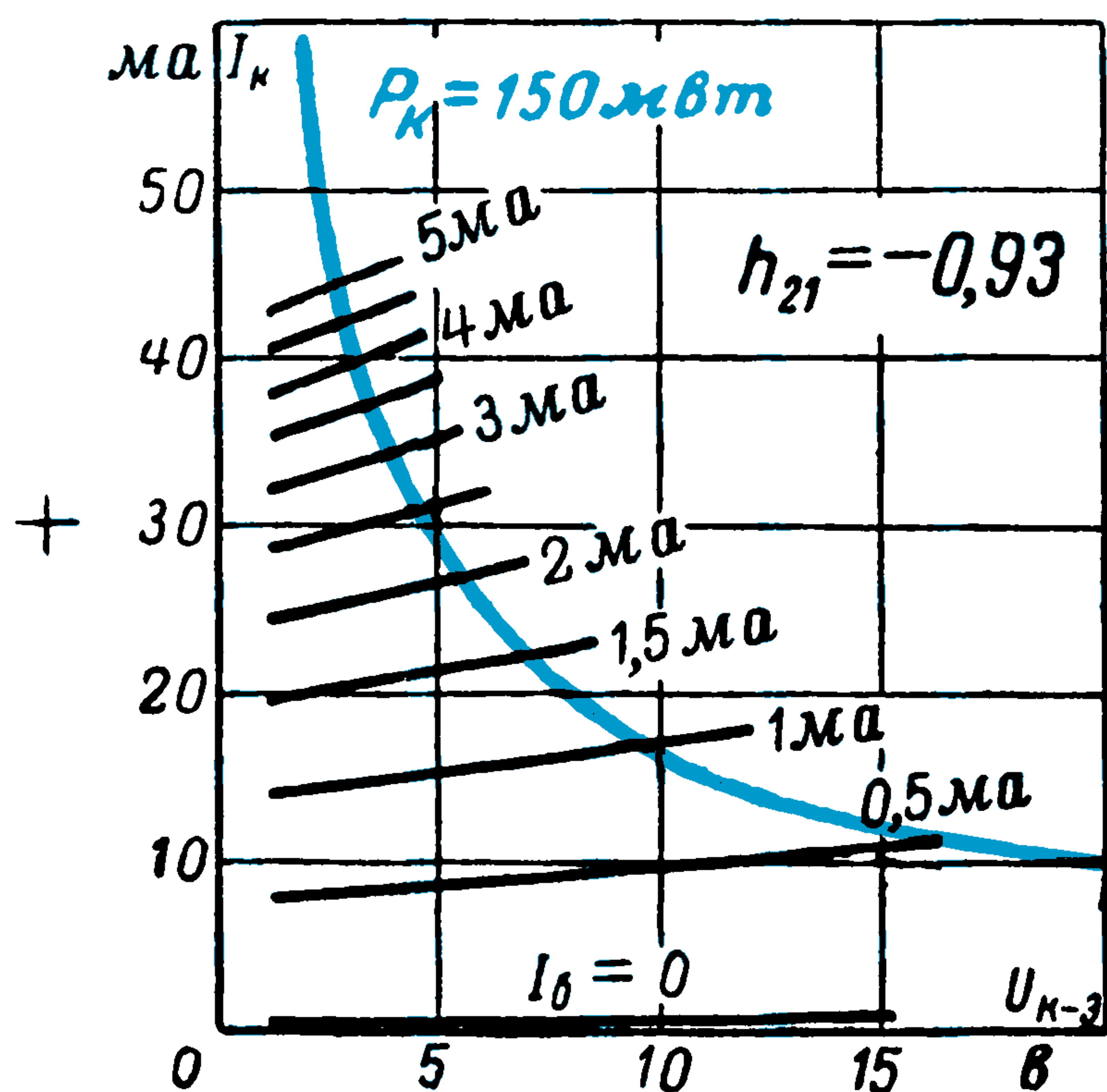
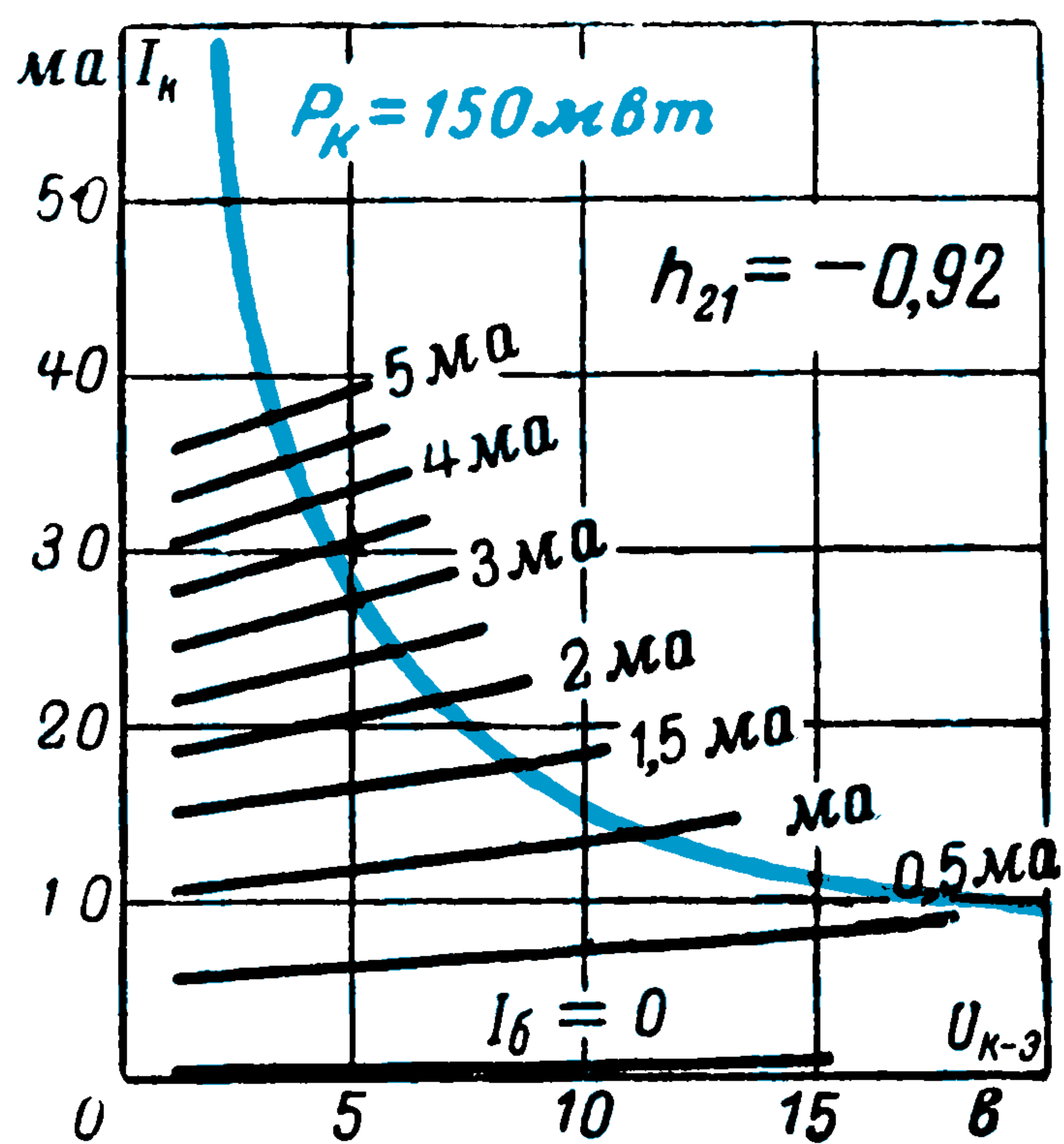
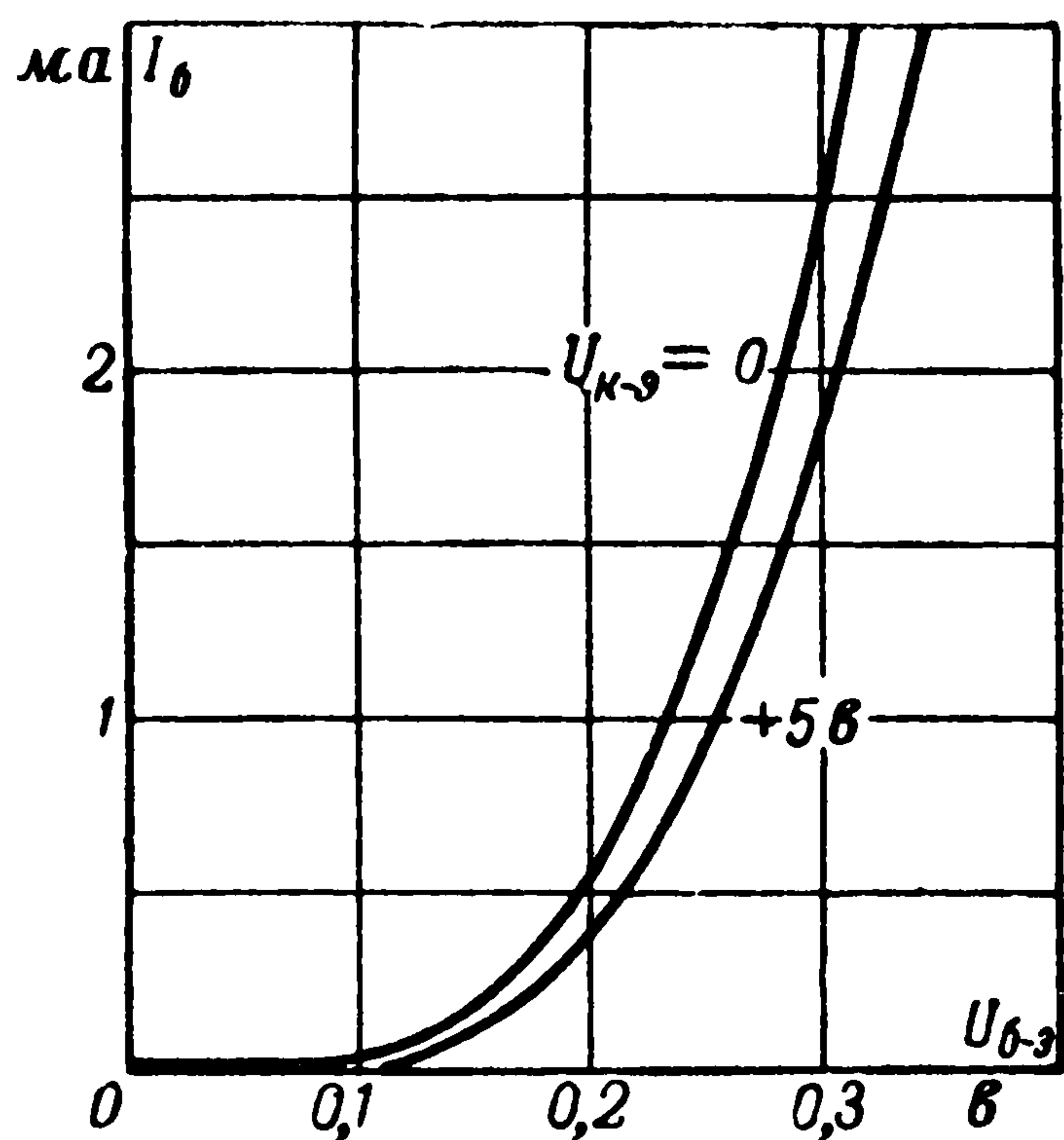


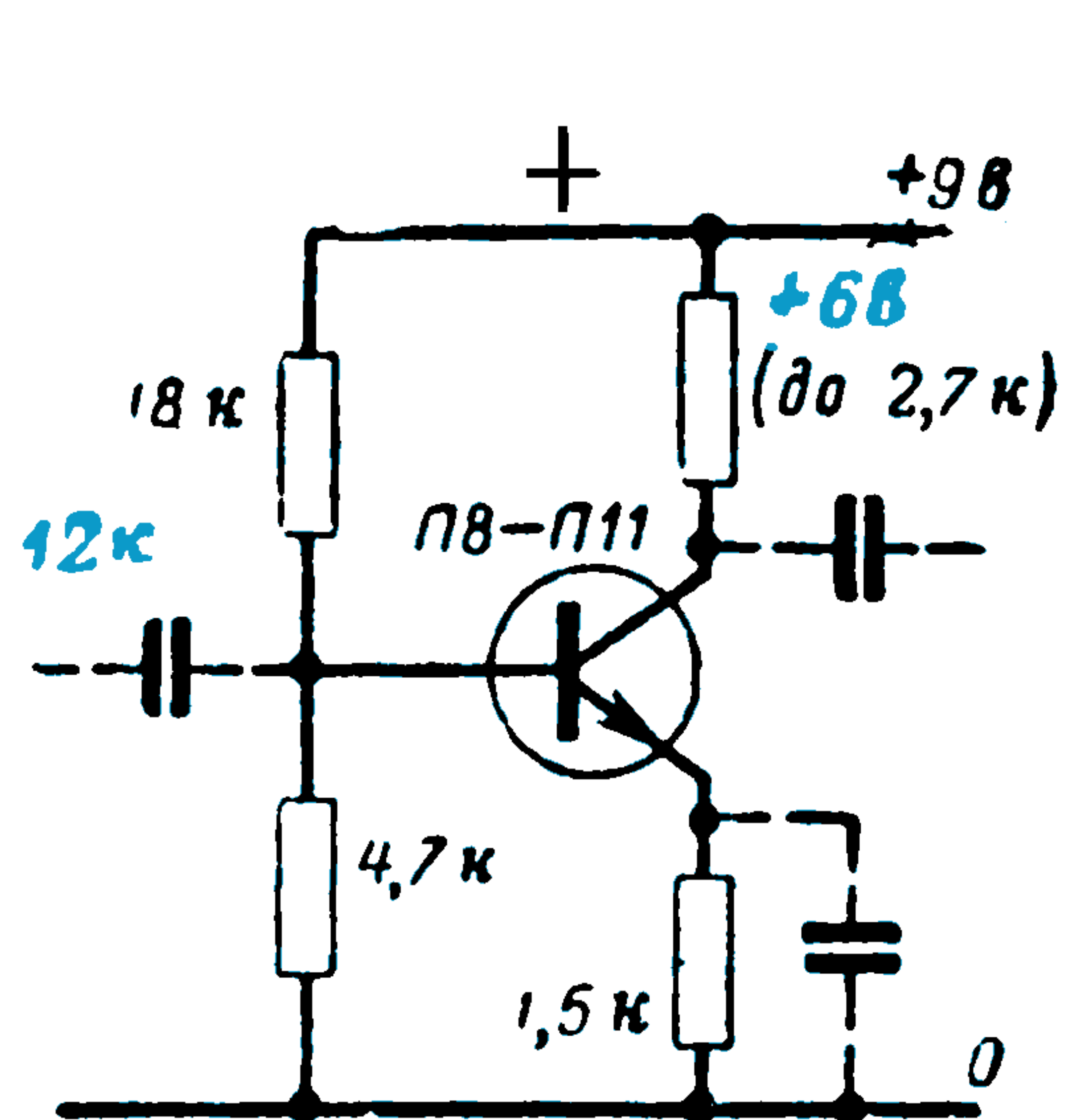
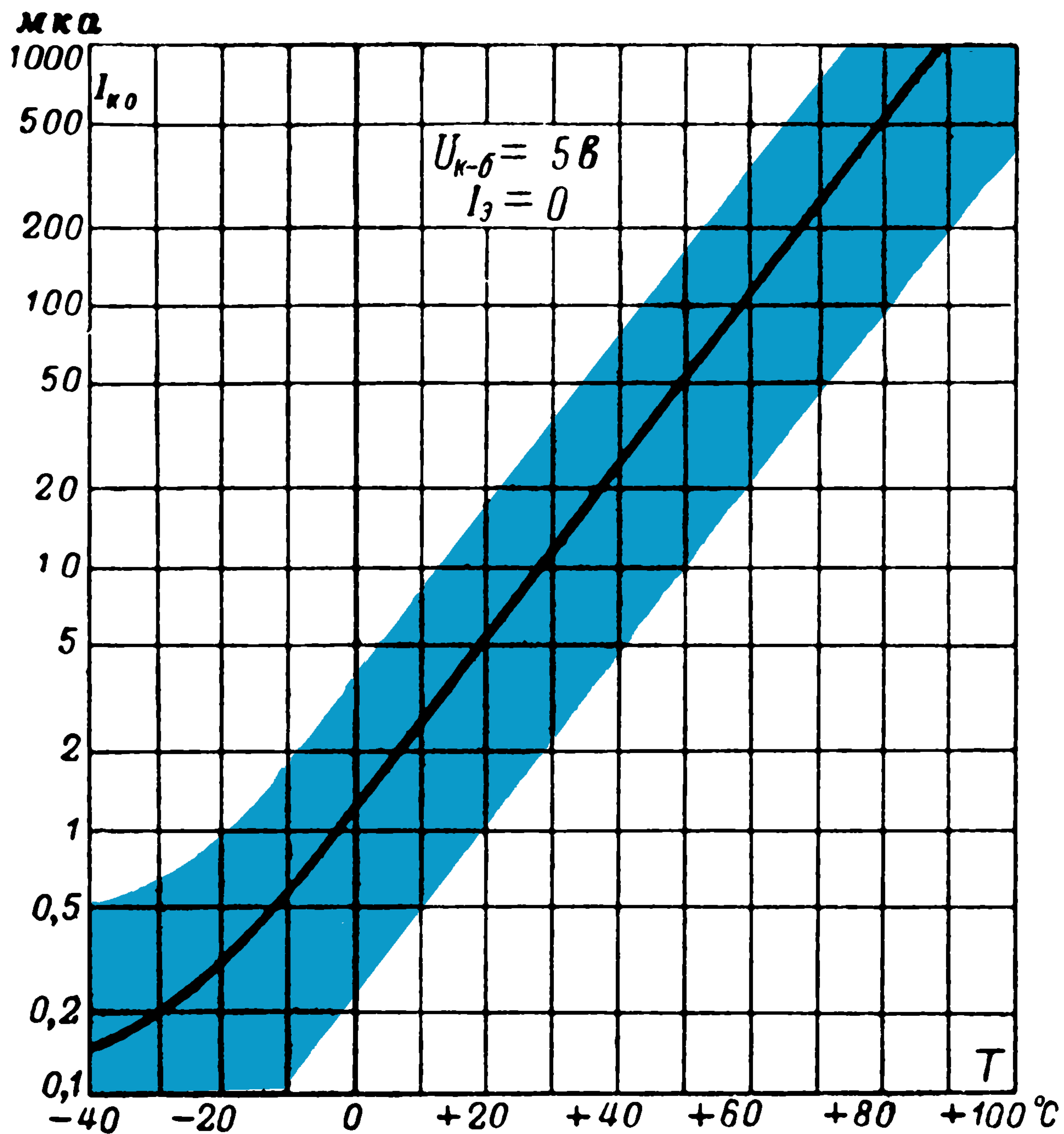
$$\begin{aligned}r'_3 &= 15 \text{ Ом} \\ r'_6 &= 70 \text{ Ом} \\ r''_6 &= 400 \text{ Ом} \\ r_k &= 1 \text{ Мом} \\ C_k &= 40 \text{ пф} \\ C''_6 &= 7000 \text{ пф} \\ a &= 0,97\end{aligned}$$

Среднечастотная эквивалентная схема и типичные значения ее параметров. На частотах ниже 20 кГц элемент C''_6 можно не учитывать.

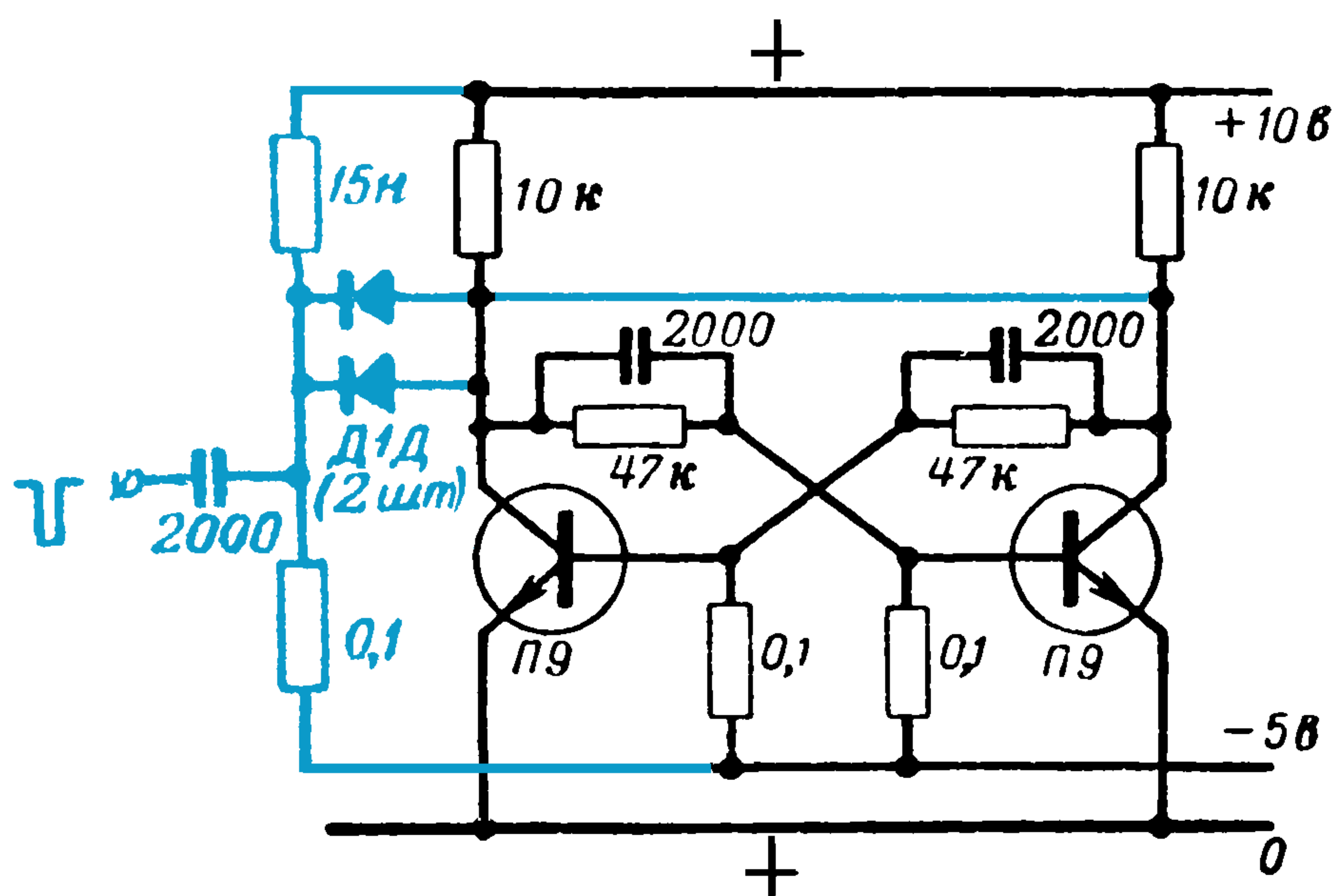
ГЕРМАНИЕВЫЕ *n-p-n* ТРАНЗИСТОРЫ ТИПОВ П8—П11

Типовые статические характеристики в схеме с общим эмиттером.





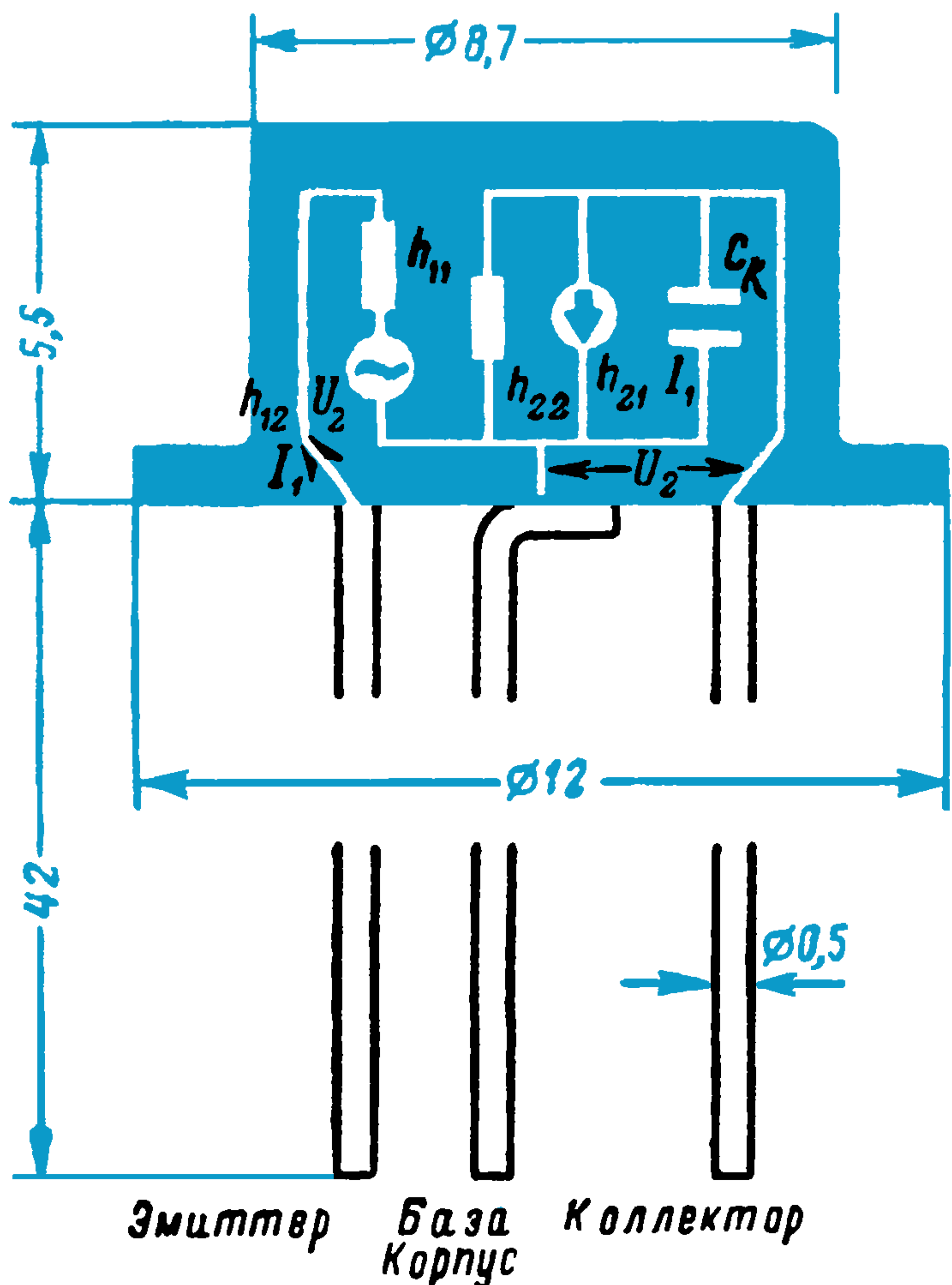
Классическая схема стабилизации рабочей точки в усилительном каскаде. Величины сопротивлений указаны для тока эмиттера 1 ма. Для получения тока эмиттера 0,5 ма их надо увеличить вдвое.



Принципиальная схема потенциального триггера. Цветом выделена цепь общего запуска (счетный вход). Раздельный запуск осуществляется подачей отрицательных импульсов непосредственно на коллектор каждого транзистора.

П13

ГЕРМАНИЕВЫЙ *p-n-p* ТРАНЗИСТОР
ДЛЯ УСИЛЕНИЯ СИГНАЛОВ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ



Размеры, расположение выводов и эквивалентная схема для малого сигнала.

Основные параметры	Миним. значение	Типичное значение	Максим. значение
$h_{11}, \text{ом}$	24	28	32
h_{12}	10^{-4}	10^{-3}	$5 \cdot 10^{-3}$
h_{21}	$-0,92$	$-0,94$	$-0,98$
$h_{22}, \text{мкмо}$	0,3	1,0	3,3
$C_k, \text{пф}$	25	35	50
$f_{\alpha}, \text{Мгц}$	0,5	1,0	2,0
$F_{ш}, \text{дб}$	8	15	33
$I_{к.о}, \text{мка}$	0,5	3	15
$I_{э.о}, \text{мка}$	0,5	3	15

Шумфактор $F_{ш}$ измеряется в схеме с общим эмиттером при $I_{э} = 0,5 \text{ ма}$ и $U_{к} = -1,5 \text{ в}$ на частоте 1 000 гц. Остальные параметры измеряются при $I_{э} = 1 \text{ ма}$ и $U_{к} = -5 \text{ в}$. Цветом отмечены гарантируемые значения параметров.

Предельно допустимые эксплуатационные режимы
(одинаковые для транзисторов типов П13 — П15)

Ток эмиттера и коллектора:
в режиме усиления 20 ма
в режиме переключения 150 ма
Напряжение коллектор—база —30 в (20)
Напряжение коллектор—эмиттер —15 в (10)

Напряжение эмиттер—база —15 в (10)
Рассеиваемая мощность 150 мвт (75)
Температура коллектора +85° С
Низшая рабочая температура —60° С
Тепловое сопротивление 0,2°С/мвт

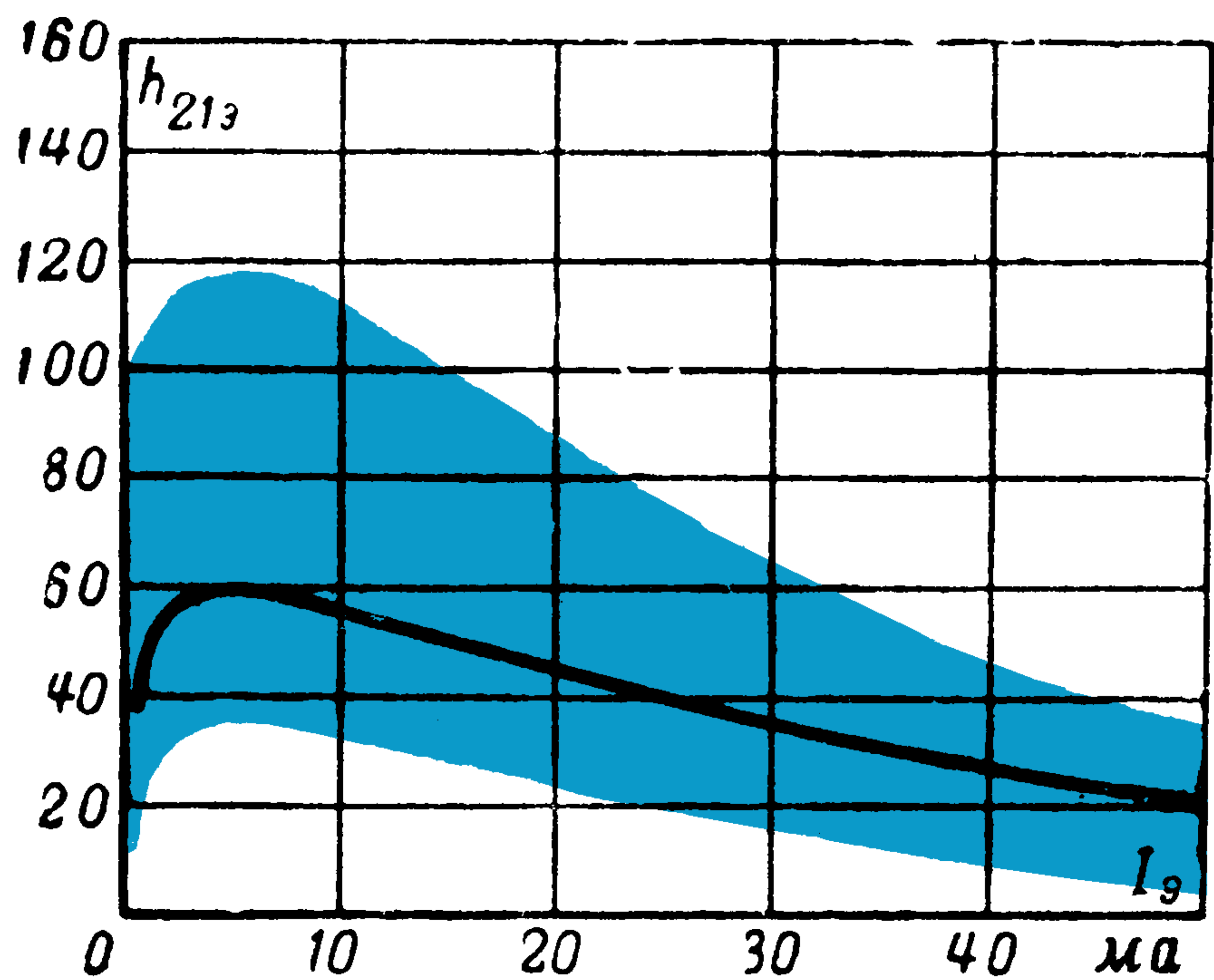
В скобках указаны значения для температур от +50 до +70°С

ГЕРМАНИЕВЫЙ *p-n-p* ТРАНЗИСТОР
ДЛЯ УСИЛЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Основные параметры	Миним. значе- ние	Типич- ное зна- чение	Максим. значе- ние
h_{11} , ом	24	28	32
h_{12}	$2 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-4}$
h_{21}	-0,97	-0,93	-0,99
h_{22} , мкмо	0,3	0,8	2,0
C_k , пф	25	35	50
f_α , Мгц	0,5	0,8	3,0
$F_{ш}$, дб	8	15	33
$I_{к.о.}$, мка	0,5	3	15
$I_{э.о.}$, мка	0,5	3	15

Размеры, расположение выводов, эквивалентная схема, режимы измерения всех параметров и предельно допустимые эксплуатационные режимы такие же, как у транзистора типа П13.

Цветом выделены гарантируемые значения параметров.



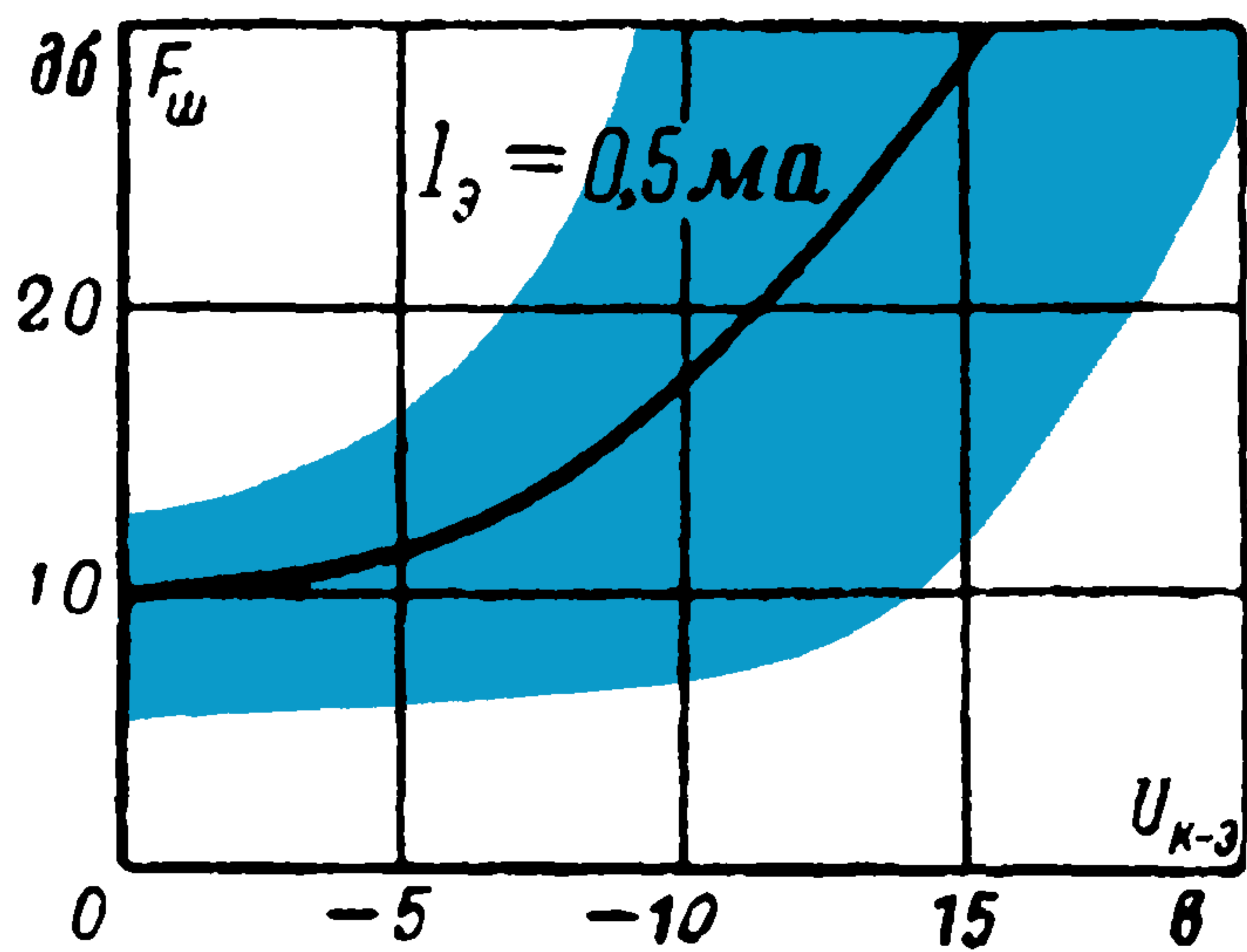
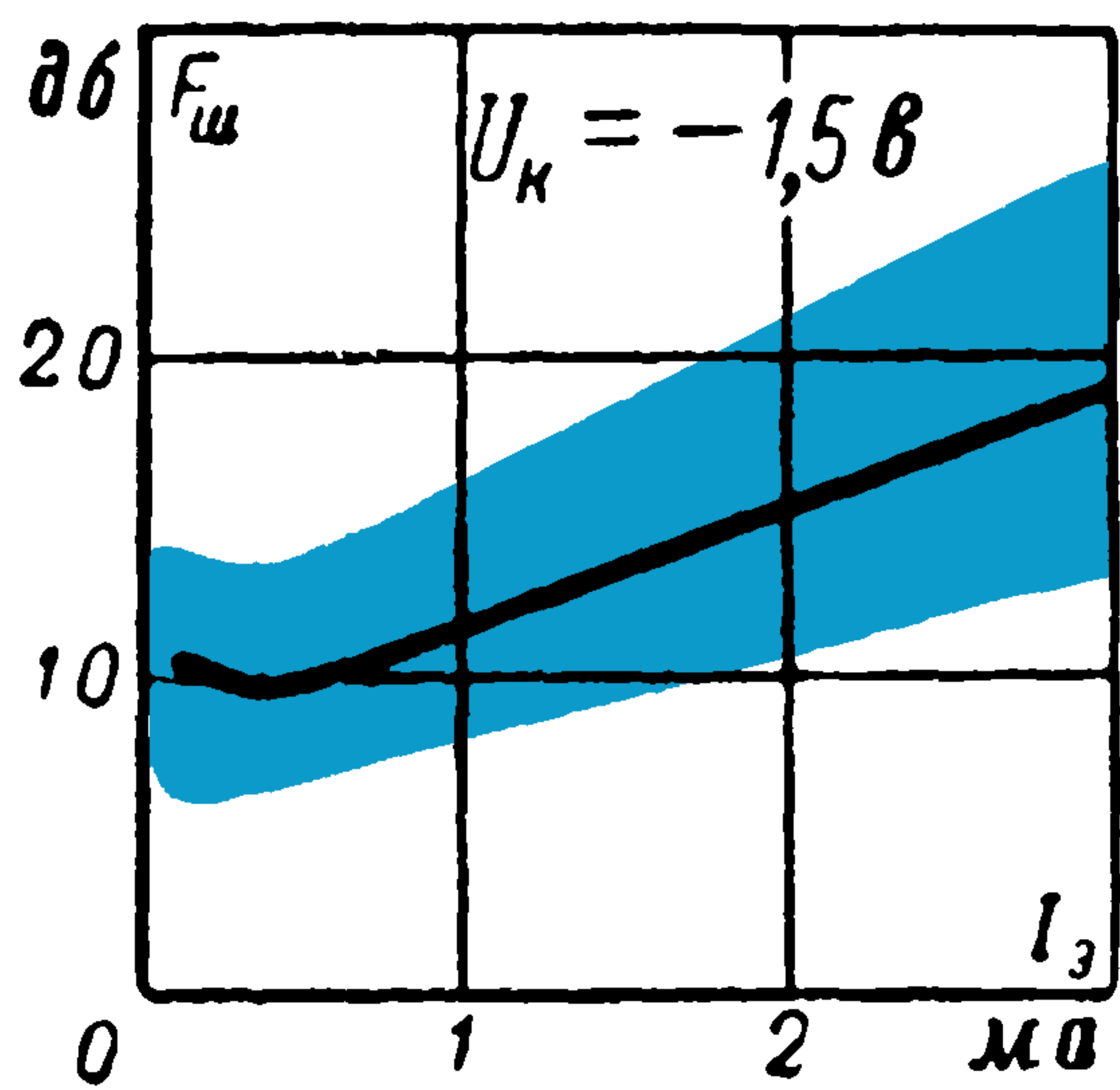
Зависимость коэффициента усиления по току в схеме с общим эмиттером от тока эмиттера.

ГЕРМАНИЕВЫЙ *p-n-p* ТРАНЗИСТОР
ДЛЯ УСИЛЕНИЯ СЛАБЫХ СИГНАЛОВ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Размеры, расположение выводов, эквивалентная схема, режимы измерения всех параметров и предельно допустимые эксплуатационные режимы такие же, как у транзистора типа П13.

Основные параметры	Миним. значение	Типичное значение	Максим. значение
$h_{11}, \text{ом}$	24	28	32
h_{12}	$2 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-4}$
h_{21}	$-0,92$	$-0,95$	$-0,98$
$h_{22}, \text{мкмо}$	0,3	0,8	2,0
$C_k, \text{пф}$	25	35	50
$f_{\alpha}, \text{Мгц}$	0,5	0,8	3,0
$F_{ш}, \text{дб}$	6	10	12
$I_{к.о}, \text{мка}$	0,5	2	10
$I_{э.о}, \text{мка}$	0,5	3	10

Цветом выделены гарантируемые значения параметров.



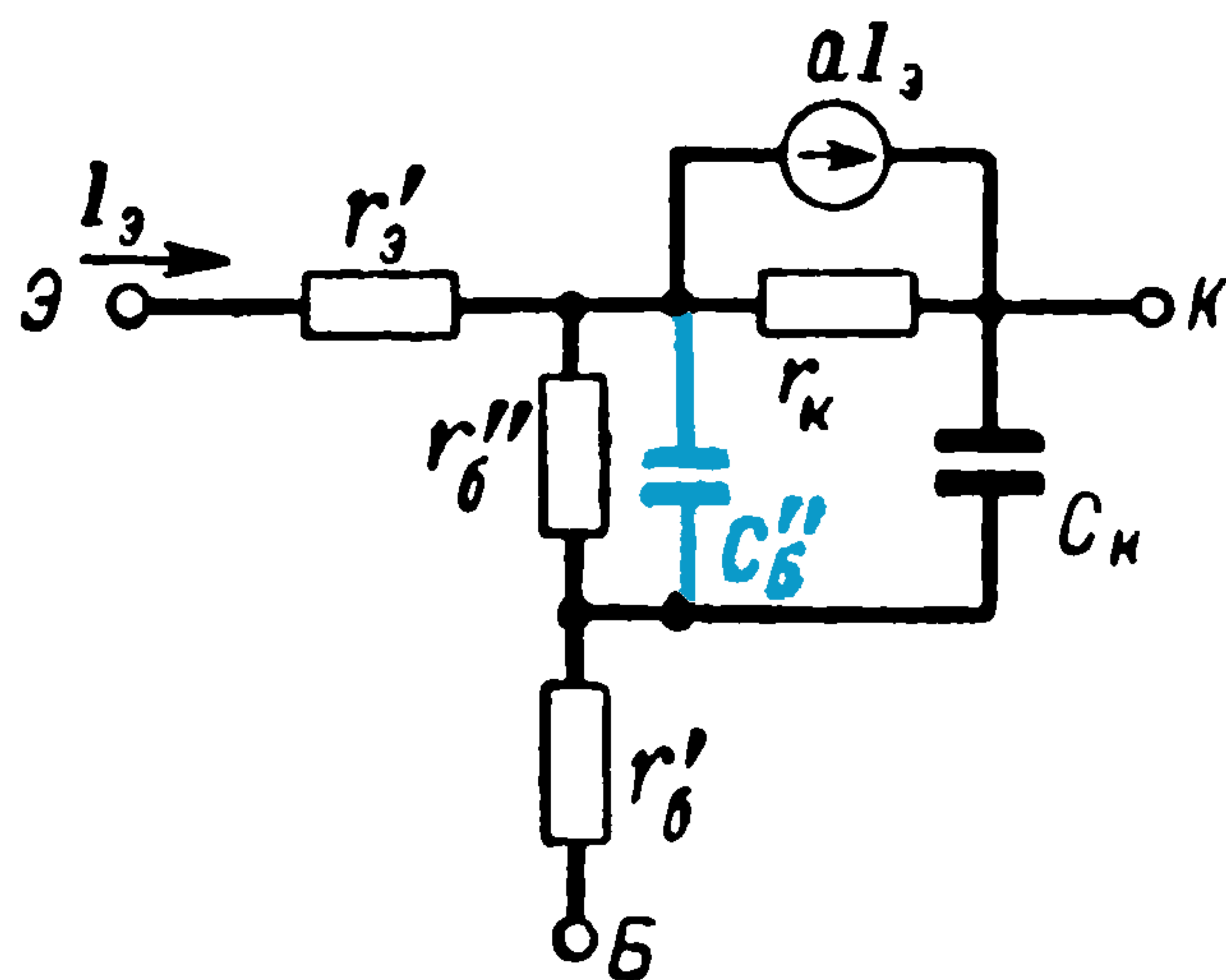
Зависимости шумфактора от тока эмиттера и напряжения коллектора.

ГЕРМАНИЕВЫЙ *p-n-p* ТРАНЗИСТОР
УНИВЕРСАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Основные параметры	Миним. значе- ние	Типич- ное зна- чение	Максим. значе- ние
$h_{11}, \text{ом}$	24	28	32
h_{12}	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-4}$
h_{21}	-0,95	-0,96	-0,98
$h_{22}, \text{мкмо}$	0,3	0,8	3,3
$C_{\kappa}, \text{пф}$	25	35	50
$r'_{\text{б}}, \text{ом}$	30	50	150
$f_{\alpha}, \text{Мгц}$	1,0	1,5	2,0
$F_{\text{ш}}, \text{дб}$	8	15	33
$I_{\text{к.о}}, \text{мка}$	0,5	3	15
$I_{\text{э.о}}, \text{мка}$	0,5	3	15

Размеры, расположение выводов, эквивалентная схема, режимы измерения всех параметров и предельно допустимые эксплуатационные режимы такие же, как у транзистора типа П13.

Цветом выделены гарантируемые значения параметров.



- $r'_{\text{э}} = 15 \text{ ом}$
- $r'_{\text{б}} = 50 \text{ ом}$
- $r''_{\text{б}} = 300 \text{ ом}$
- $r_{\kappa} = 1,25 \text{ Мом}$
- $C_{\kappa} = 35 \text{ пф}$
- $C''_{\text{б}} = 10\,000 \text{ пф}$**
- $a = 0,96$

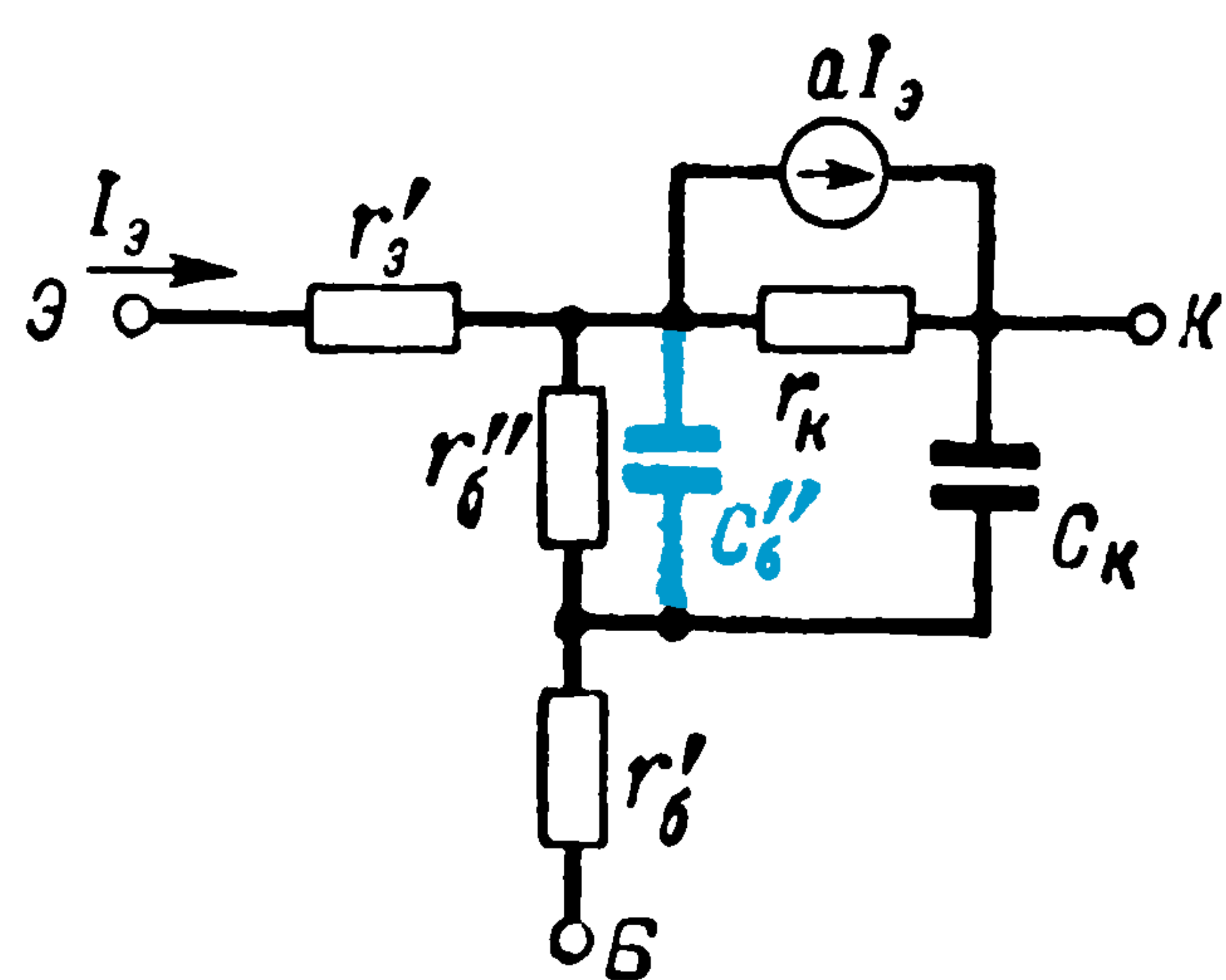
Среднечастотная эквивалентная схема транзистора и типичные значения ее элементов. На частотах ниже 20 кГц элемент $C''_{\text{б}}$ можно не учитывать.

ГЕРМАНИЕВЫЙ *p-n-p* ТРАНЗИСТОР
ДЛЯ УСИЛЕНИЯ СИГНАЛОВ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Размеры, расположение выводов, эквивалентная схема, режимы измерения всех параметров и предельно допустимые эксплуатационные режимы такие же, как у транзистора типа П13.

Основные параметры	Миним. значение	Типичное значение	Максим. значение
$h_{11}, \text{ом}$	24	28	32
h_{12}	$2 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4}$
h_{21}	$-0,95$	$-0,97$	$-0,99$
$h_{22}, \text{мкмо}$	0,3	0,8	3,3
$C_{\text{к}}, \text{пф}$	25	35	50
$r'_{\text{б}}, \text{ом}$	30	60	150
$f_{\alpha}, \text{Мгц}$	2,0	2,5	4
$F_{\text{ш}}, \text{дб}$	8	15	33
$I_{\text{к.о}}, \text{мка}$	0,5	3	15
$I_{\text{э.о}}, \text{мка}$	0,5	3	15

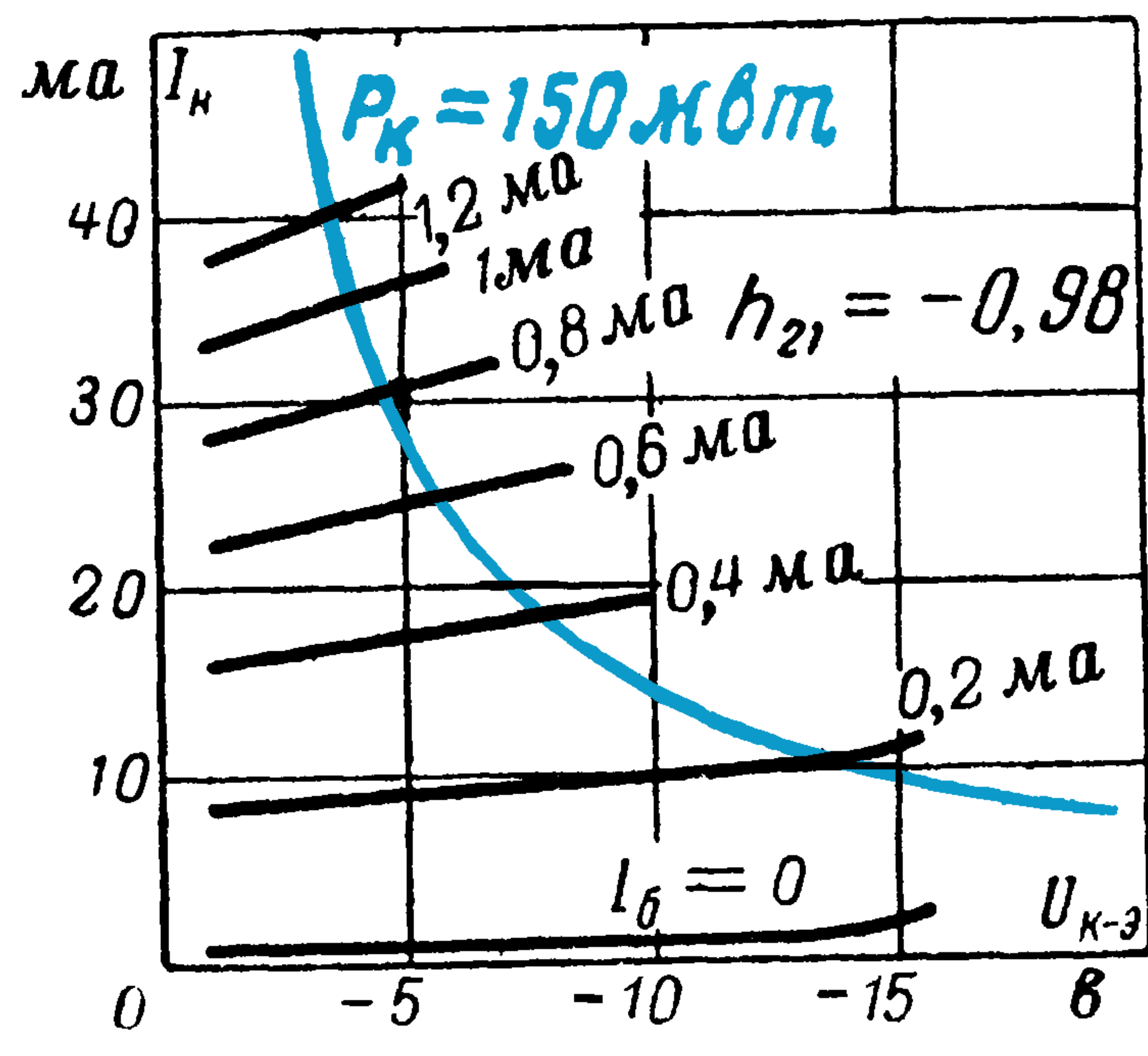
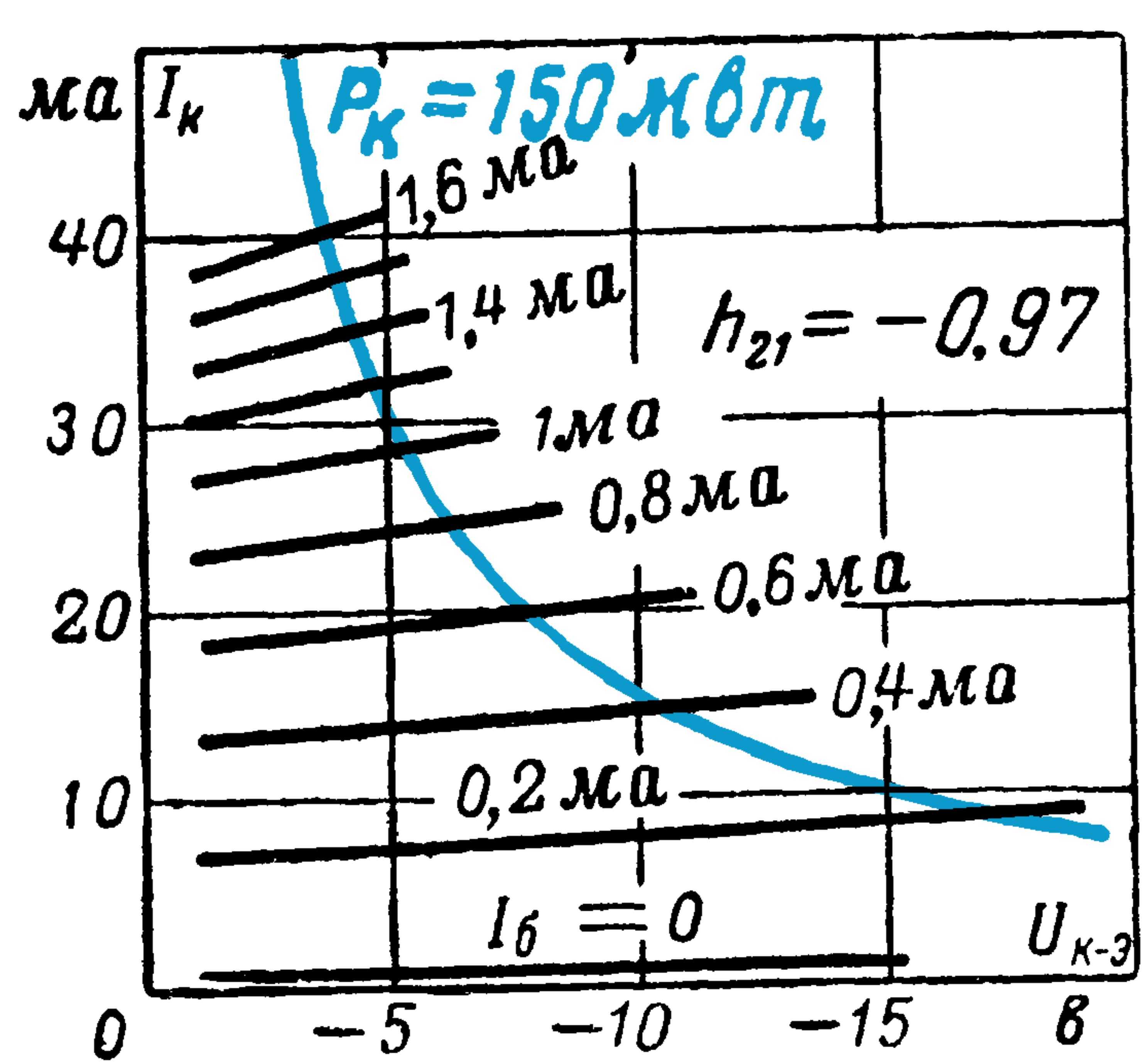
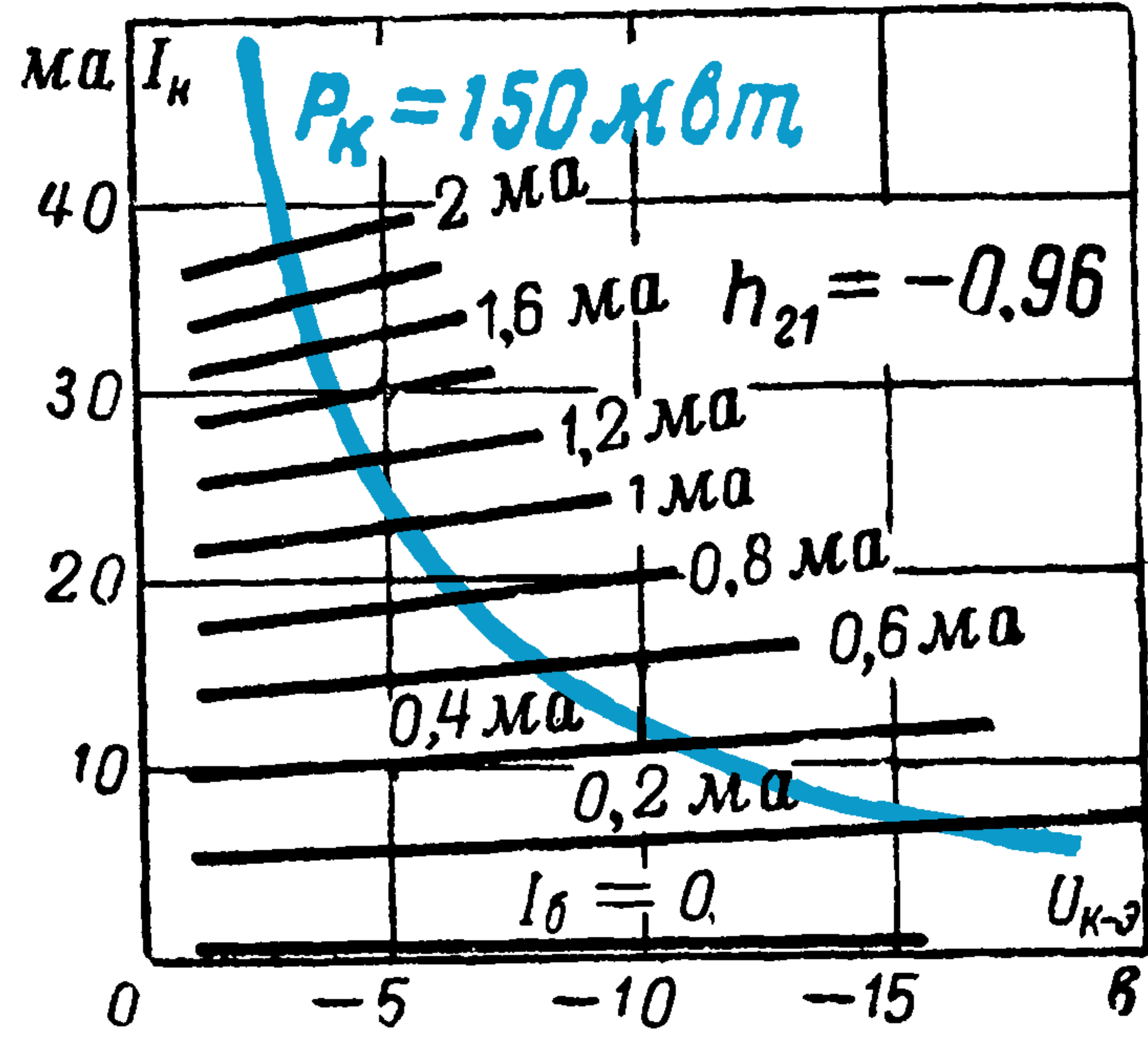
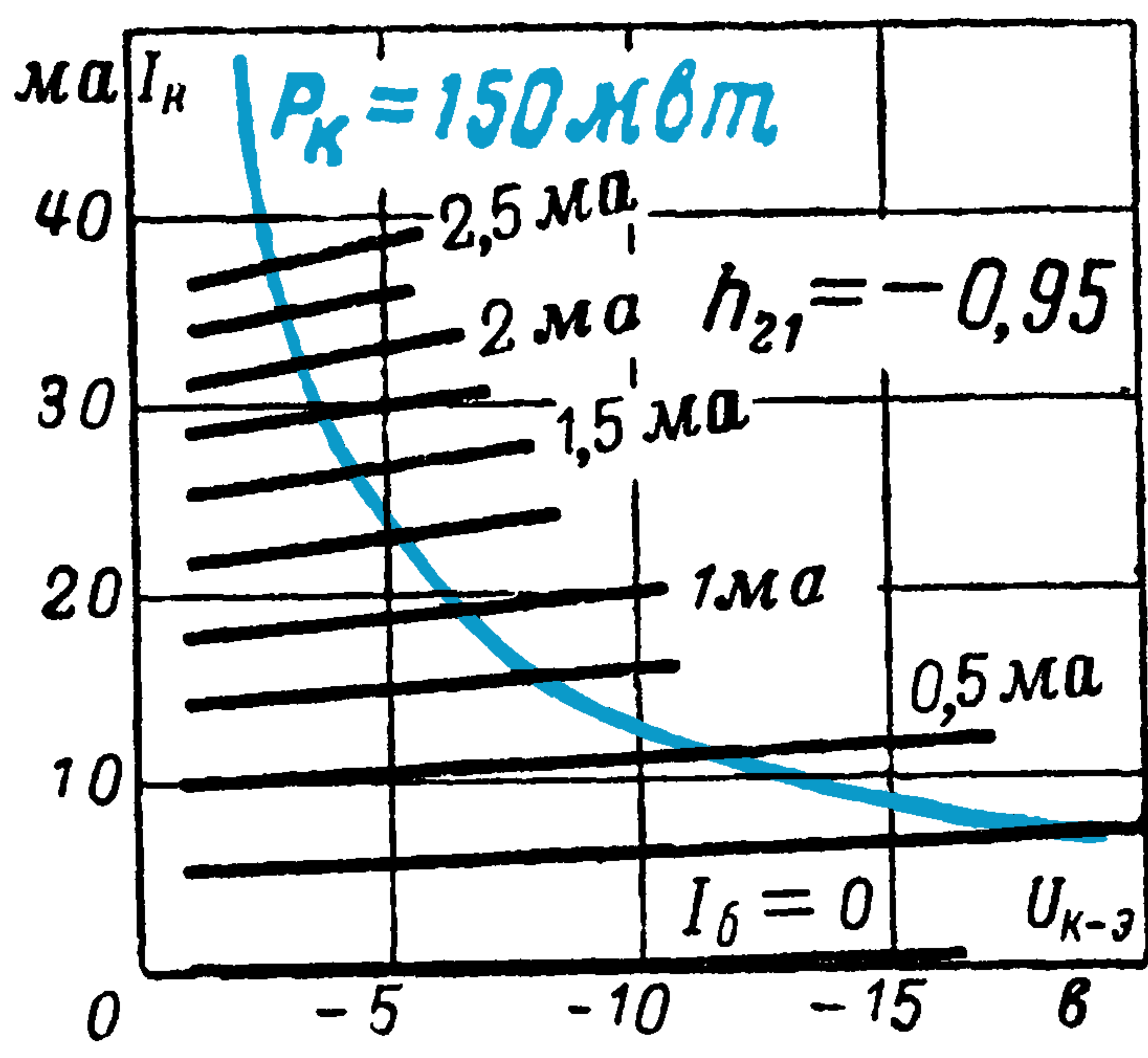
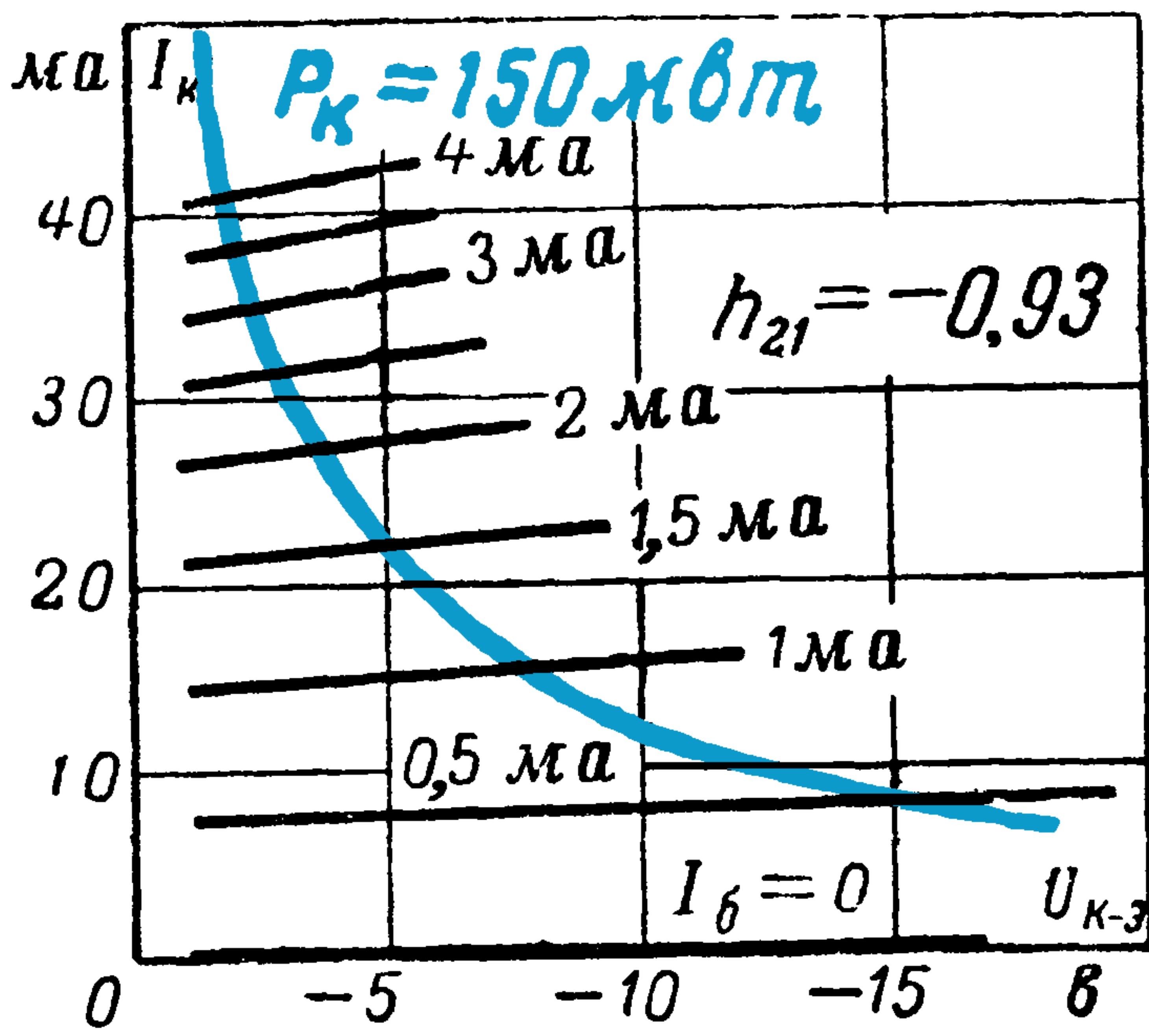
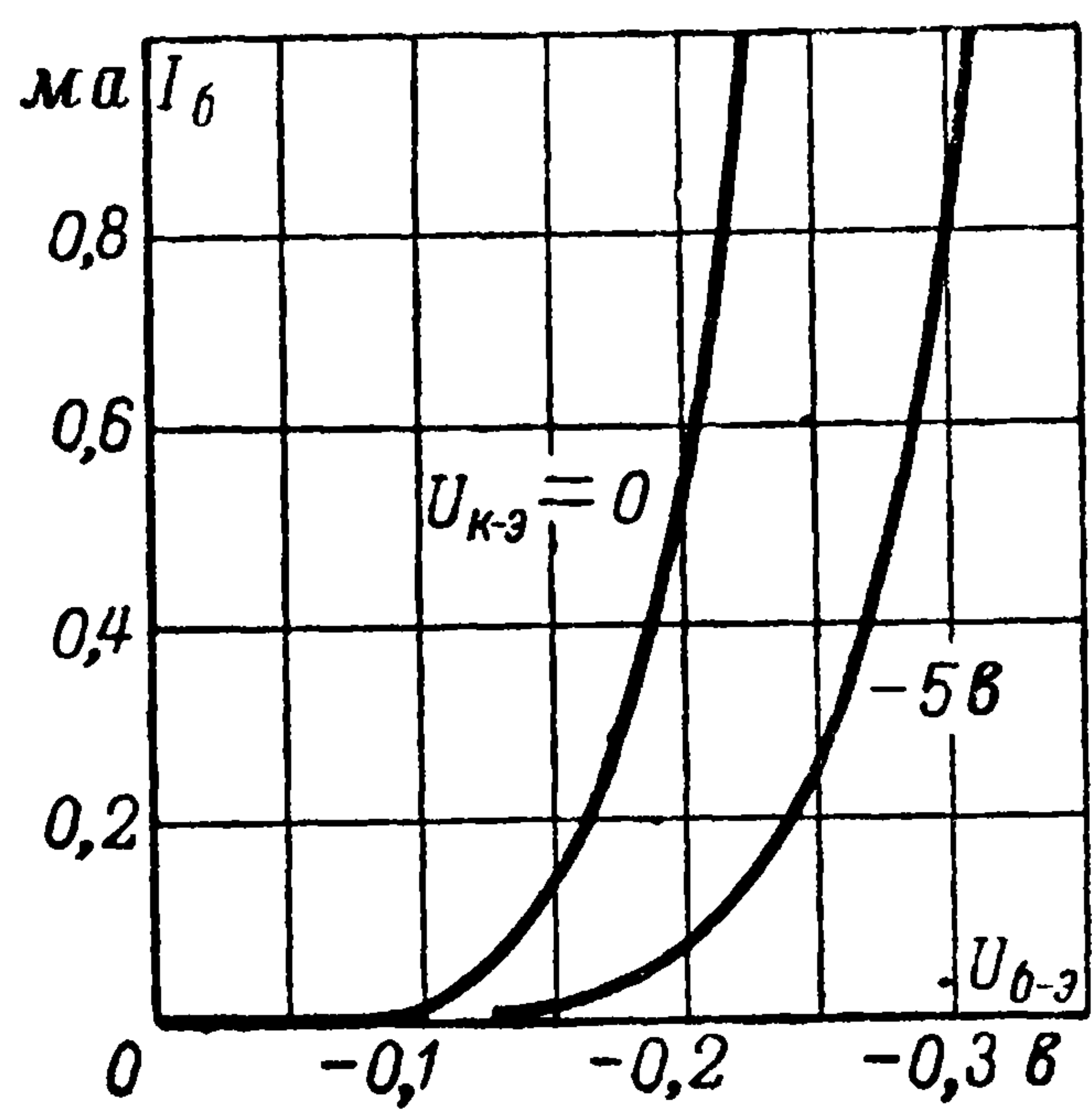
Цветом выделены гарантируемые значения параметров.



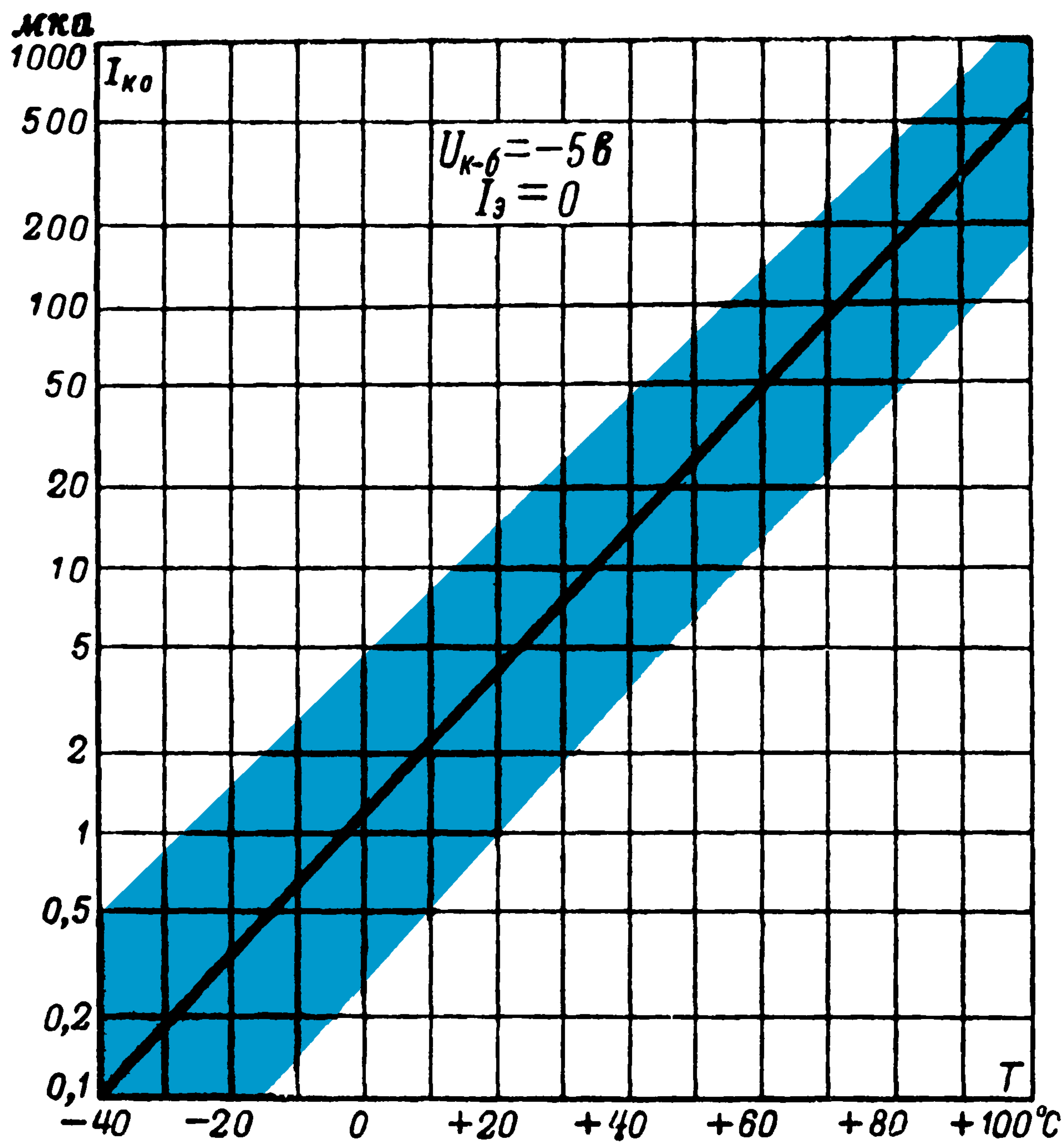
$r'_{\text{э}} = 15 \text{ ом}$
 $r'_{\text{б}} = 60 \text{ ом}$
 $r''_{\text{б}} = 400 \text{ ом}$
 $r_{\text{к}} = 1,25 \text{ Мом}$
 $C_{\text{к}} = 35 \text{ пф}$
 $C''_{\text{б}} = 7\,000 \text{ пф}$
 $a = 0,97$

Среднечастотная эквивалентная схема и типичные значения ее элементов. На частотах ниже 20 кГц элемент $C''_{\text{б}}$ можно не учитывать.

ГЕРМАНИЕВЫЕ *p-n-p* ТРАНЗИСТОРЫ ТИПОВ П13—П15

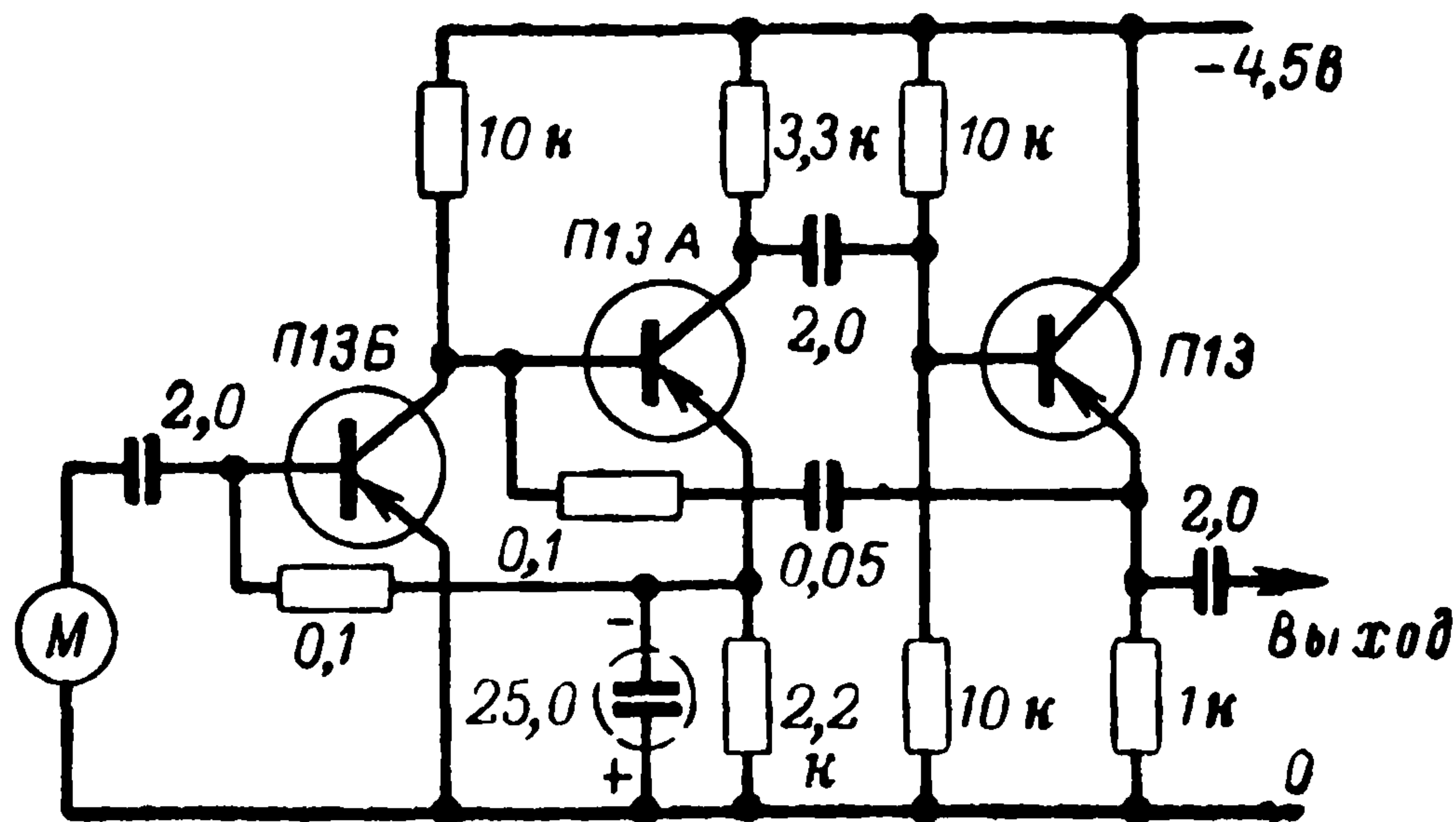
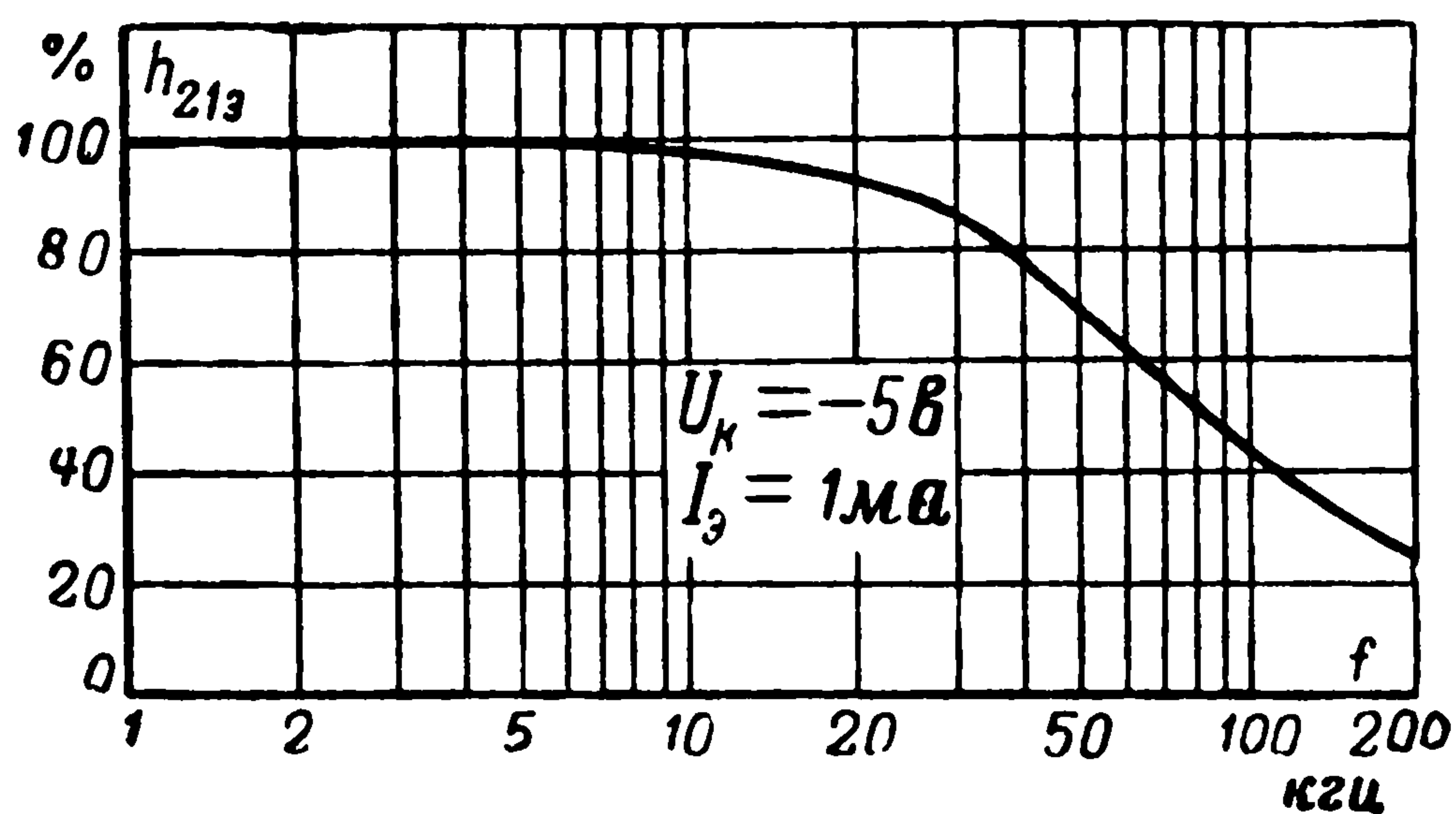


Типовые статические характеристики в схеме с общим эмиттером.



Типичная за-
 висимость
 обратного
 тока коллек-
 тора транзи-
 сторов
 П13—П15 от
 темпера-
 туры.

Зависимость коэф-
 фициента усиления
 по току в схеме с
 общим эмиттером
 от частоты.



Принципиальная
 схема усилителя
 для низкоомного
 электродинамиче-
 ского микрофона
 (без трансформато-
 ра). Коэффициент
 усиления $K=200$,
 выходное сопро-
 тивление не более
 150 ом.

КРЕМНИЕВЫЙ *n-p-n* ТРАНЗИСТОР УНИВЕРСАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ



Основные параметры	Миним. значение	Типичное значение	Максим. значение
$h_{11}, \text{ом}$	40	60	100
h_{12}	$2 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-3}$
h_{21}	-0,9	-0,93	-0,96
$h_{22}, \text{мкмо}$	0,5	1,0	3,3
$C_K, \text{пф}$	30	100	150
$f_\alpha, \text{Мгц}$	0,2	0,7	1,5
$F_{ш}, \text{дб}$	10	15	25
$I_{к.о}, \text{мка}$	0,005	0,1	1
при $+120^\circ\text{C}$	—	—	50

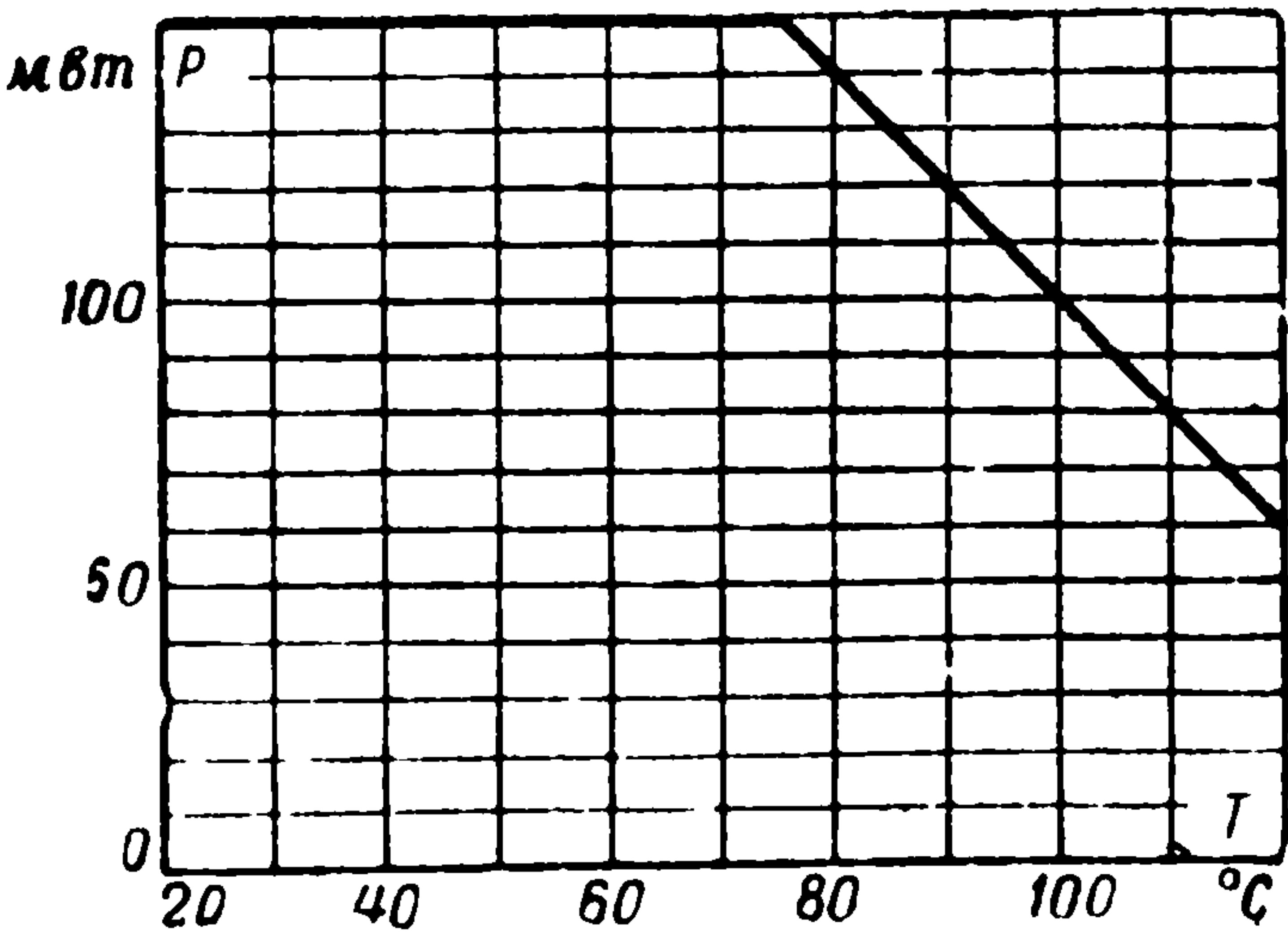
Шумфактор $F_{ш}$ измеряется в схеме с общим эмиттером при $I_\text{э} = 0,2 \text{ ма}$ и $U_\text{к} = +1 \text{ в}$. Остальные параметры измеряются при $I_\text{э} = 1 \text{ ма}$ и $U_\text{к} = +5 \text{ в}$. Цветом отмечены гарантируемые значения параметров.

Предельно допустимые эксплуатационные режимы (одинаковые для транзисторов типов П101-П103)

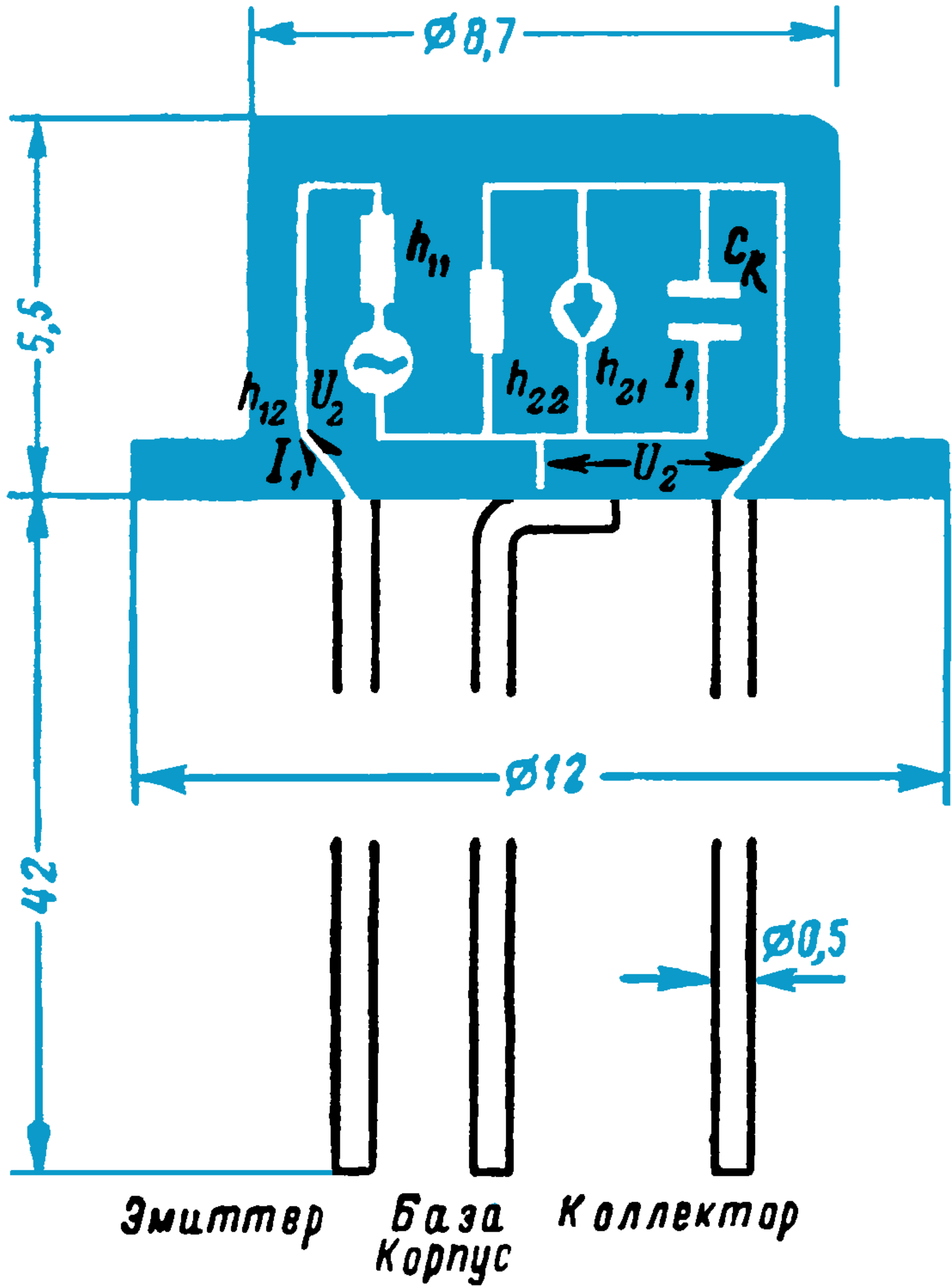
Ток эмиттера и коллектора . . . 20 ма
 Напряжение коллектор—база (только для типа П101) +20 в (+10)
 Напряжение коллектор—эмиттер +10 в (+5)

Рассеиваемая мощность . . . 150 мвт (60)
 Температура коллектора +150° С
 Низшая рабочая температура . . . -60° С
 Тепловое сопротивление . . . 0,5°С/мвт

В скобках указаны значения для температур от +75 до +120° С.



Зависимость предельно допустимой мощности, рассеиваемой транзистором, от температуры корпуса.



Размеры, расположение выводов и эквивалентная схема для малого сигнала.

П101А

КРЕМНИЕВЫЙ *n-p-n* ТРАНЗИСТОР
ДЛЯ УСИЛЕНИЯ СЛАБЫХ СИГНАЛОВ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

По всем характеристикам аналогичен транзистору типа П101,
за исключением:

Максимальное значение шумфактора 15 дБ
Наибольшее напряжение коллектор — база +10 в

П102

КРЕМНИЕВЫЙ *n-p-n* ТРАНЗИСТОР
УНИВЕРСАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Размеры, расположение выводов, эквивалентная схема, режимы измерения всех параметров и предельно допустимые эксплуатационные режимы такие же, как у транзистора типа П101, за исключением:

Основные параметры	Миним. значение	Типичное значение	Максим. значение
$h_{11}, \text{ом}$	40	60	100
h_{12}	$2 \cdot 10^{-4}$	10^{-3}	$5 \cdot 10^{-3}$
h_{21}	—0,93	—0,96	—0,98
$h_{22}, \text{мкмо}$	0,5	0,8	2,0
$C_{\kappa}, \text{пф}$	30	100	150
$f_{\alpha}, \text{Мгц}$	0,5	0,7	1,5
$F_{\text{ш}}, \text{дБ}$	10	15	25
$I_{\kappa.о}, \text{мка}$	0,005	0,1	1,0
при 120° С	—	—	50

Наибольшее напряжение коллектор — база . . +10 в.

Цветом выделены гарантируемые значения параметров.

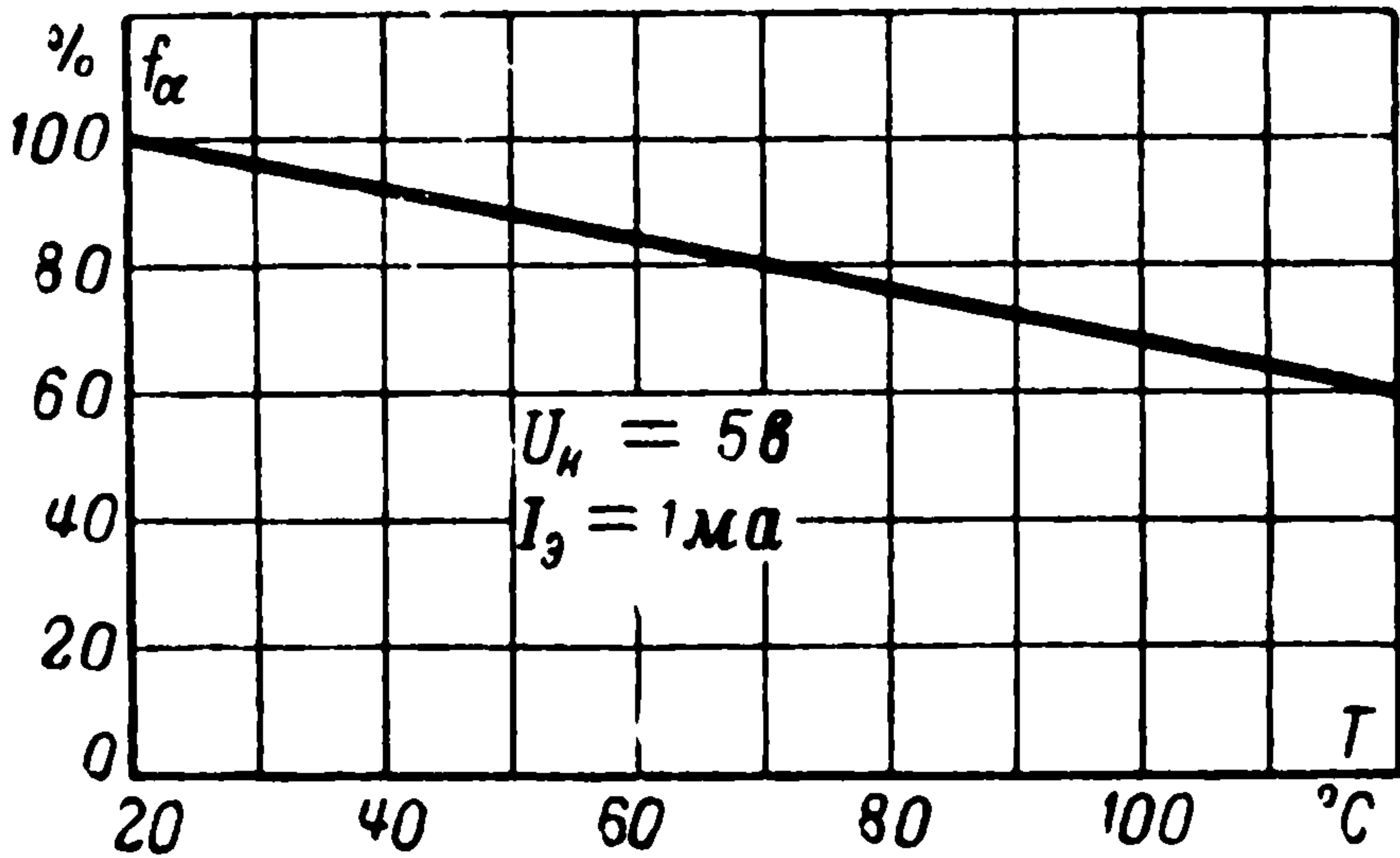
КРЕМНИЕВЫЙ *n-p-n* ТРАНЗИСТОР
УНИВЕРСАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Основные параметры	Миним. значе- ние	Типич- ное зна- чение	Максим. зна- чение
$h_{11}, \text{ом}$	40	60	100
h_{12}	$2 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-3}$
h_{21}	—0,9	—0,97	—0,99
$h_{22}, \text{мкмо}$	0,5	1,0	3,3
$C_k, \text{пф}$	30	100	150
$f_{\alpha}, \text{Мгц}$	1,0	1,5	3,0
$F_{ш}, \text{дб}$	10	15	25
$I_{к.о}, \text{мка}$	0,005	0,1	1,0
при 120° С	—	—	50

Размеры, расположение выводов и эквивалентная схема, режимы измерения всех параметров и предельно допустимые эксплуатационные режимы такие же, как у транзистора типа П101, за исключением:

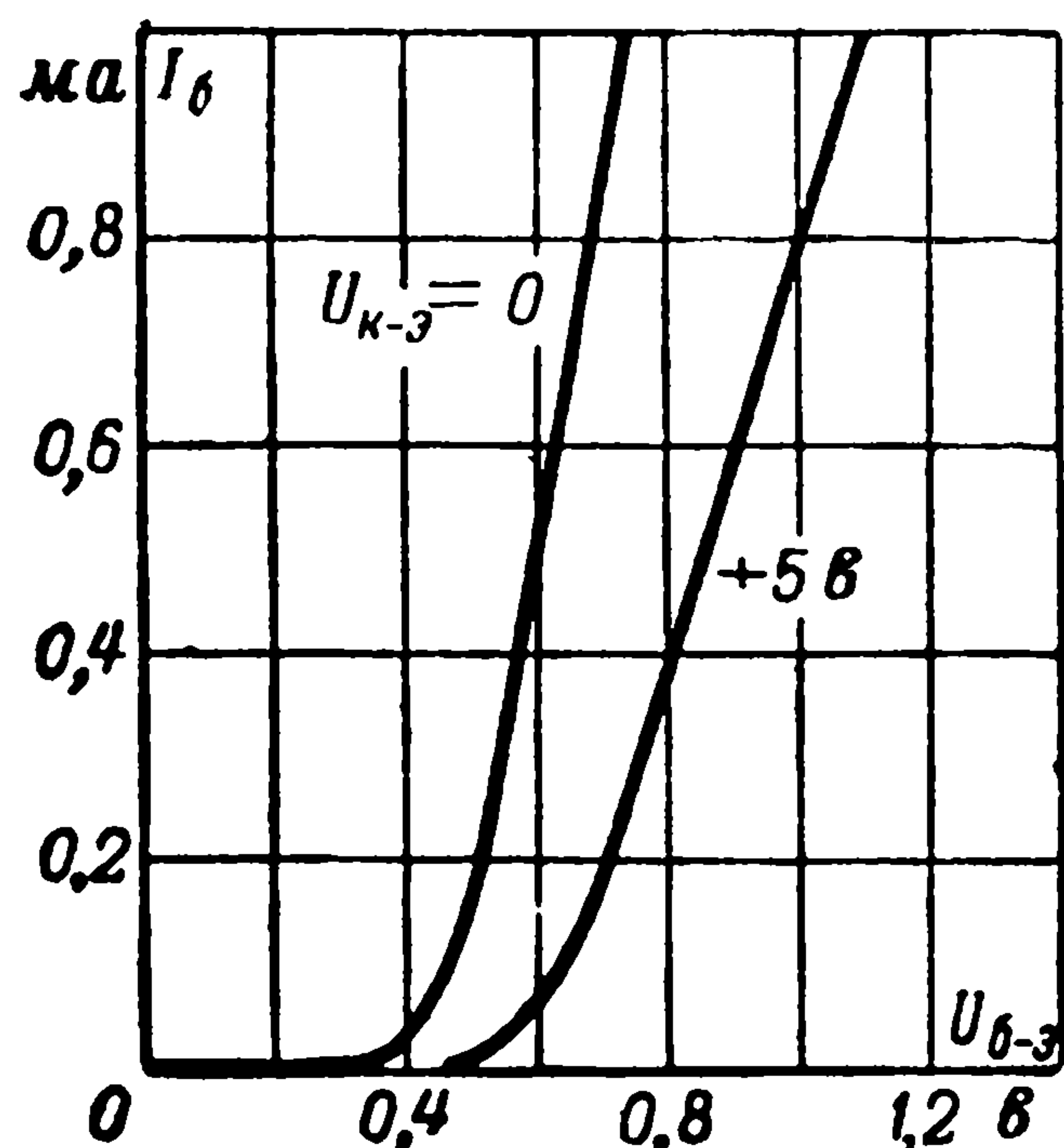
Наибольшее напряжение коллектор—база . . +10 в.

Цветом выделены гарантируемые значения параметров.

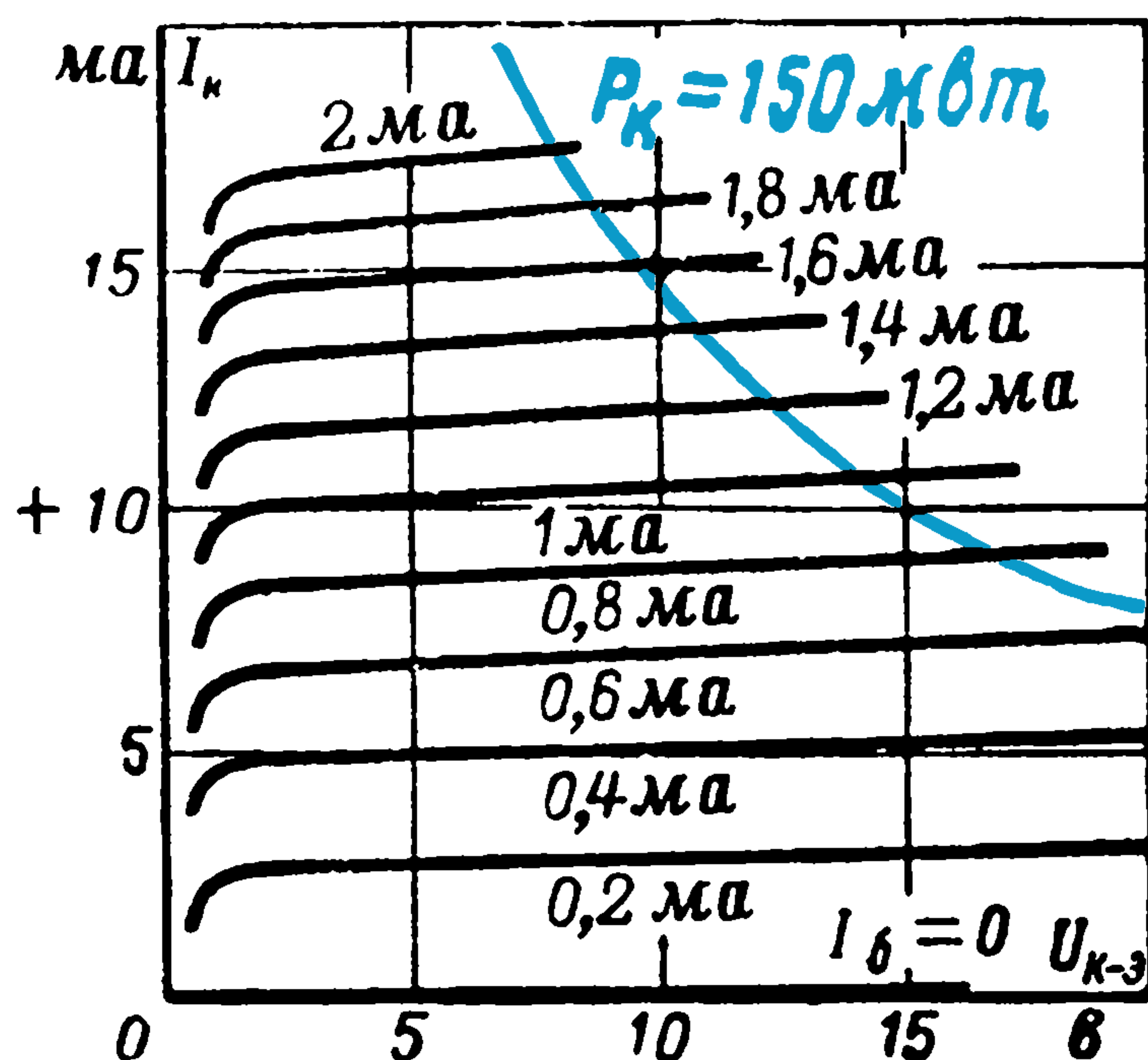


Зависимость граничной частоты коэффициента усиления по току от температуры.

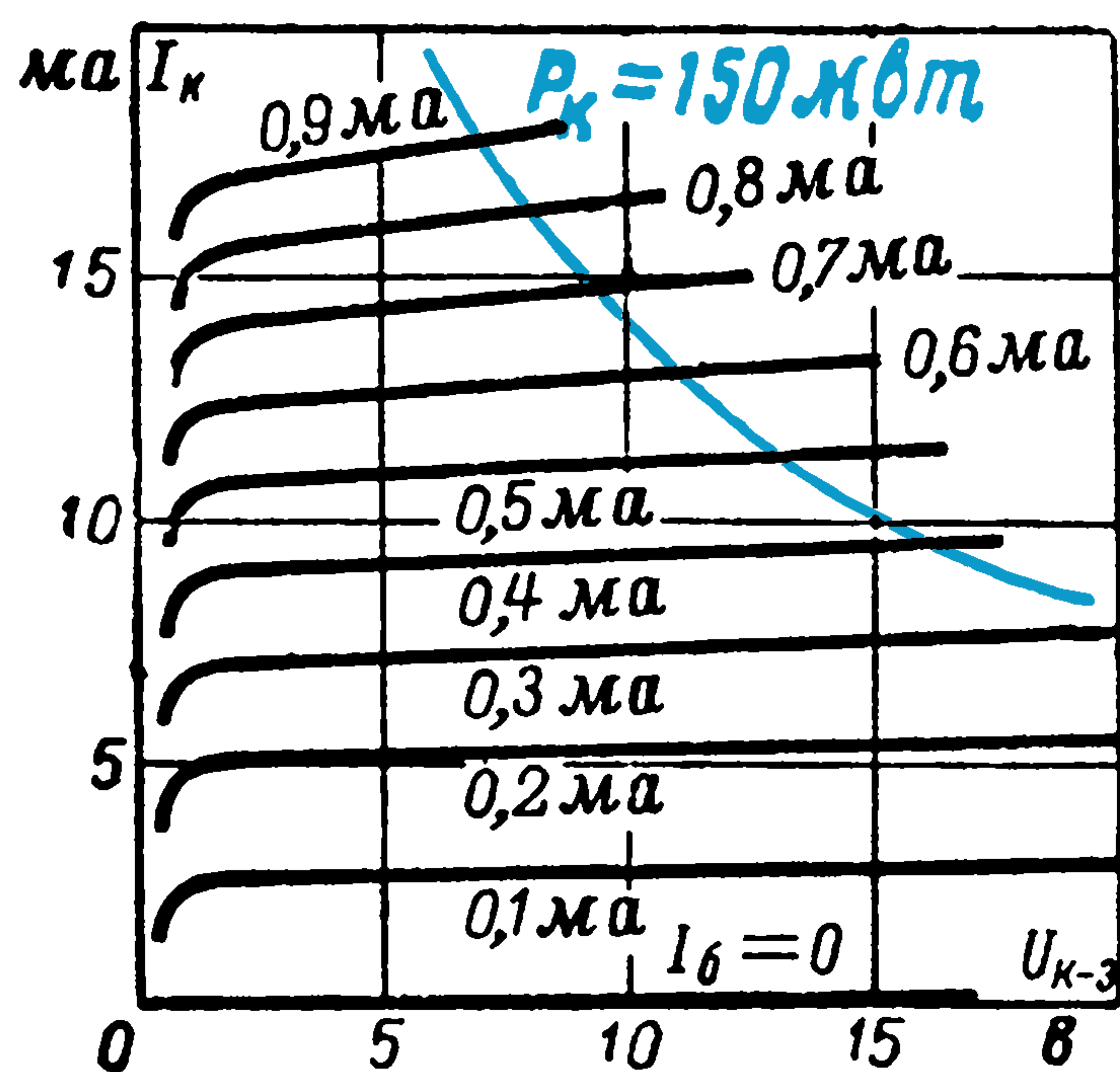
КРЕМНИЕВЫЕ $n-p-n$ ТРАНЗИСТОРЫ ТИПОВ П101—П103



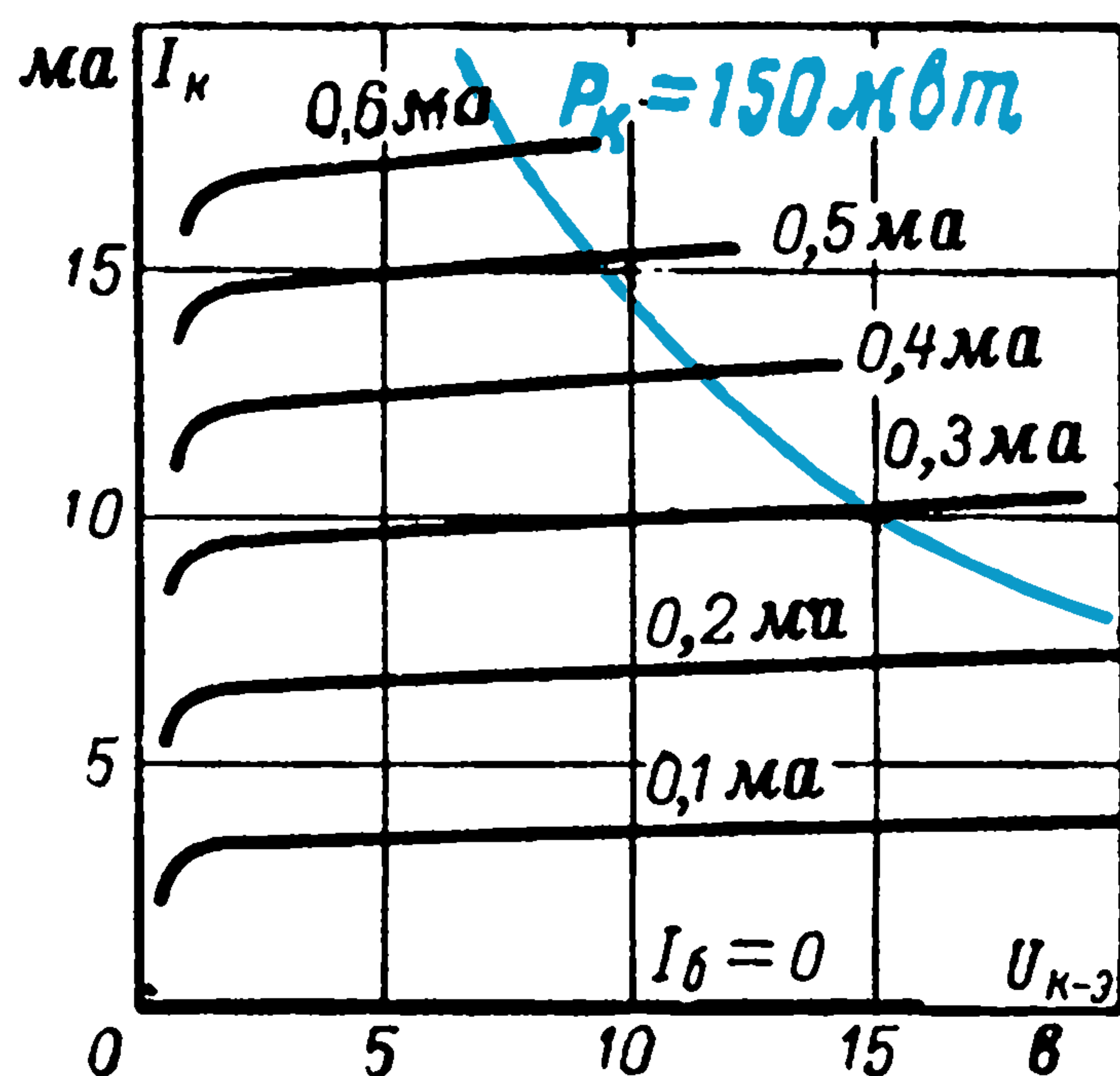
Типовые входные статические характеристики в схеме с общим эмиттером.



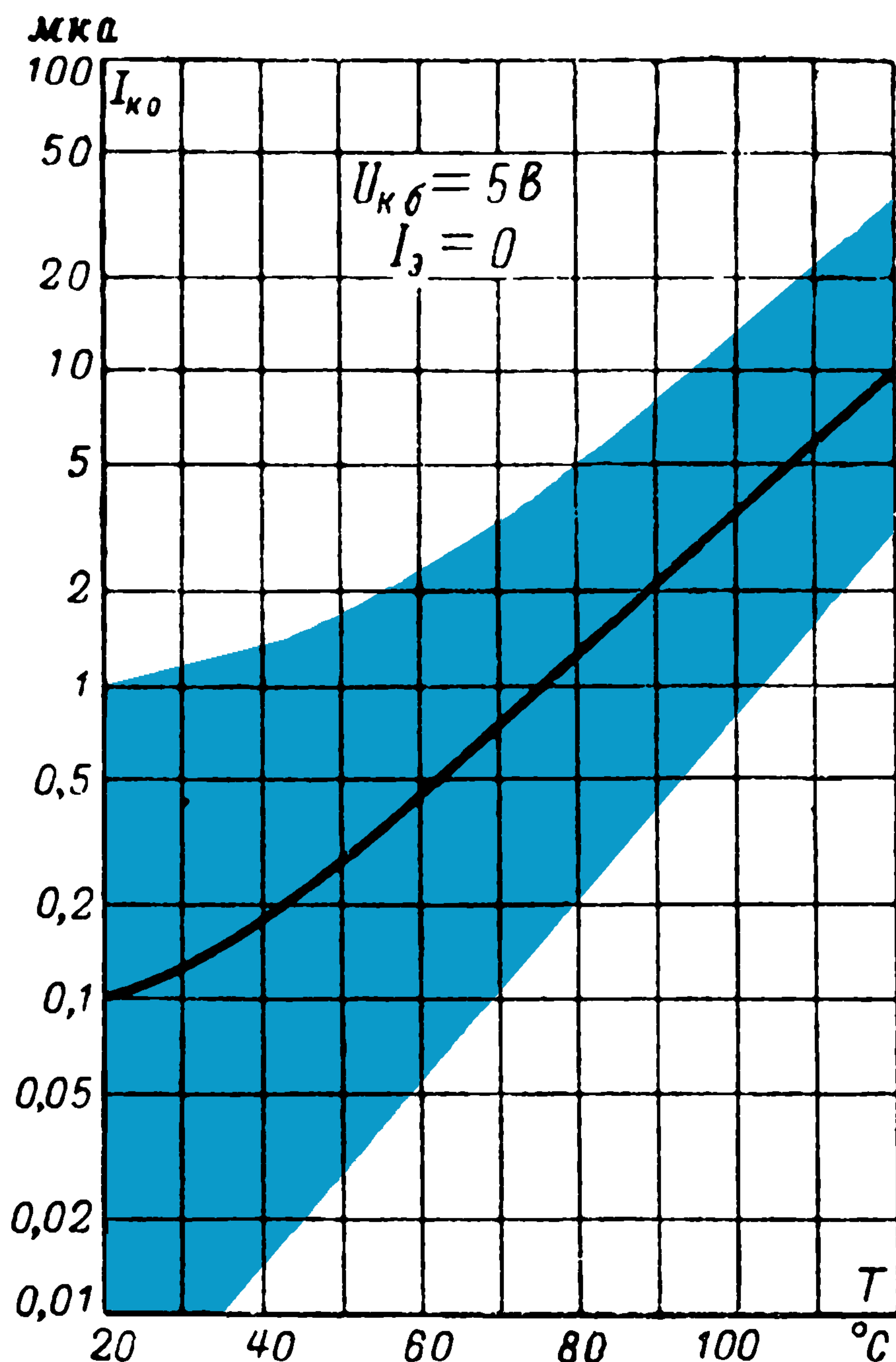
Типовые входные статические характеристики в схеме с общим эмиттером. при $h_{21} = -0,93$ (П101).



Типовые входные статические характеристики в схеме с общим эмиттером. при $h_{21} = -0,96$ (П102).



Типовые входные статические характеристики в схеме с общим эмиттером. при $h_{21} = -0,97$ (П103).



Типичная зависимость обратного тока коллектора от температуры.

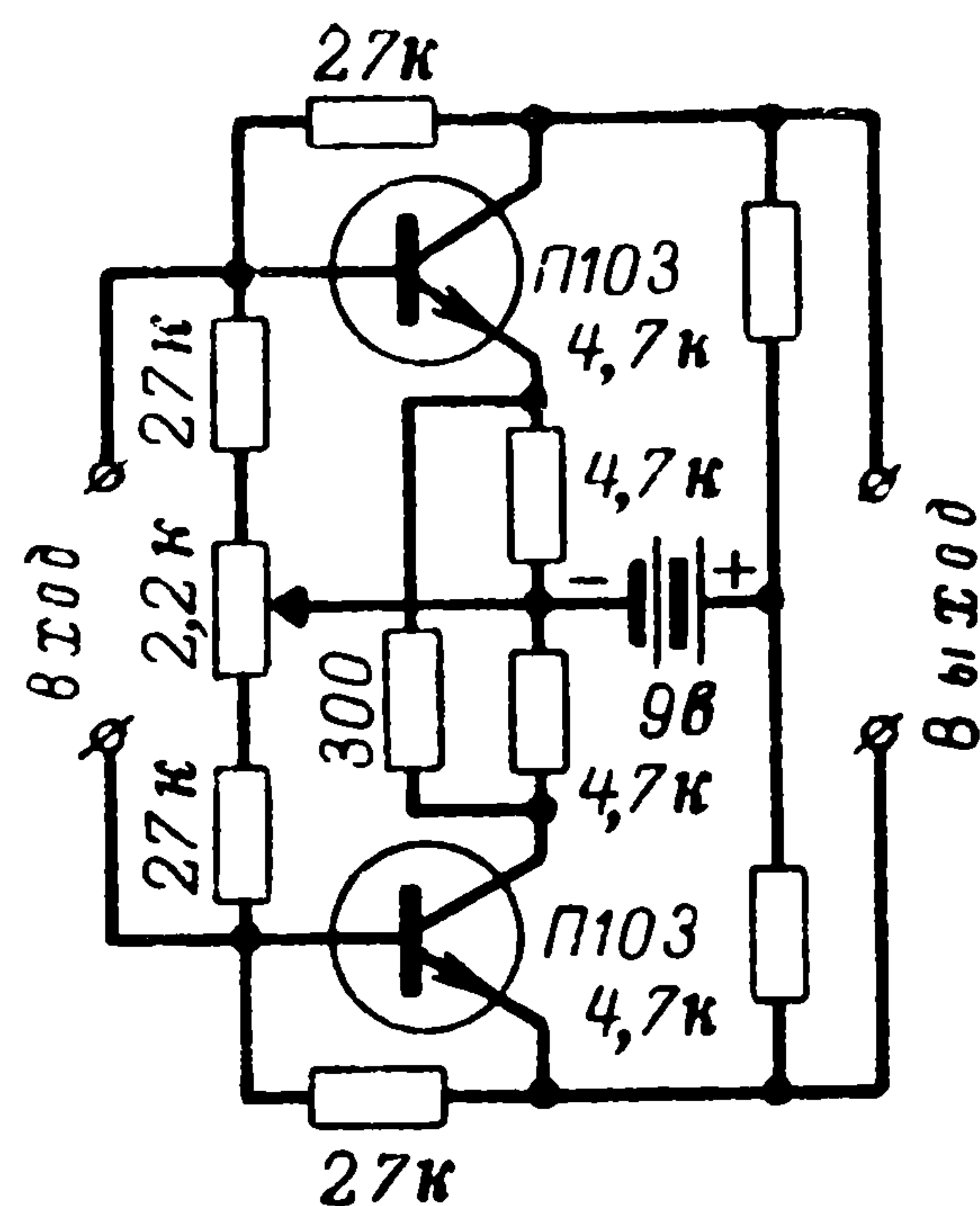


Схема балансного усилителя постоянного тока с высокой температурной стабильностью. Коэффициент усиления зависит от сопротивления нагрузки и лежит в пределах 5—20.

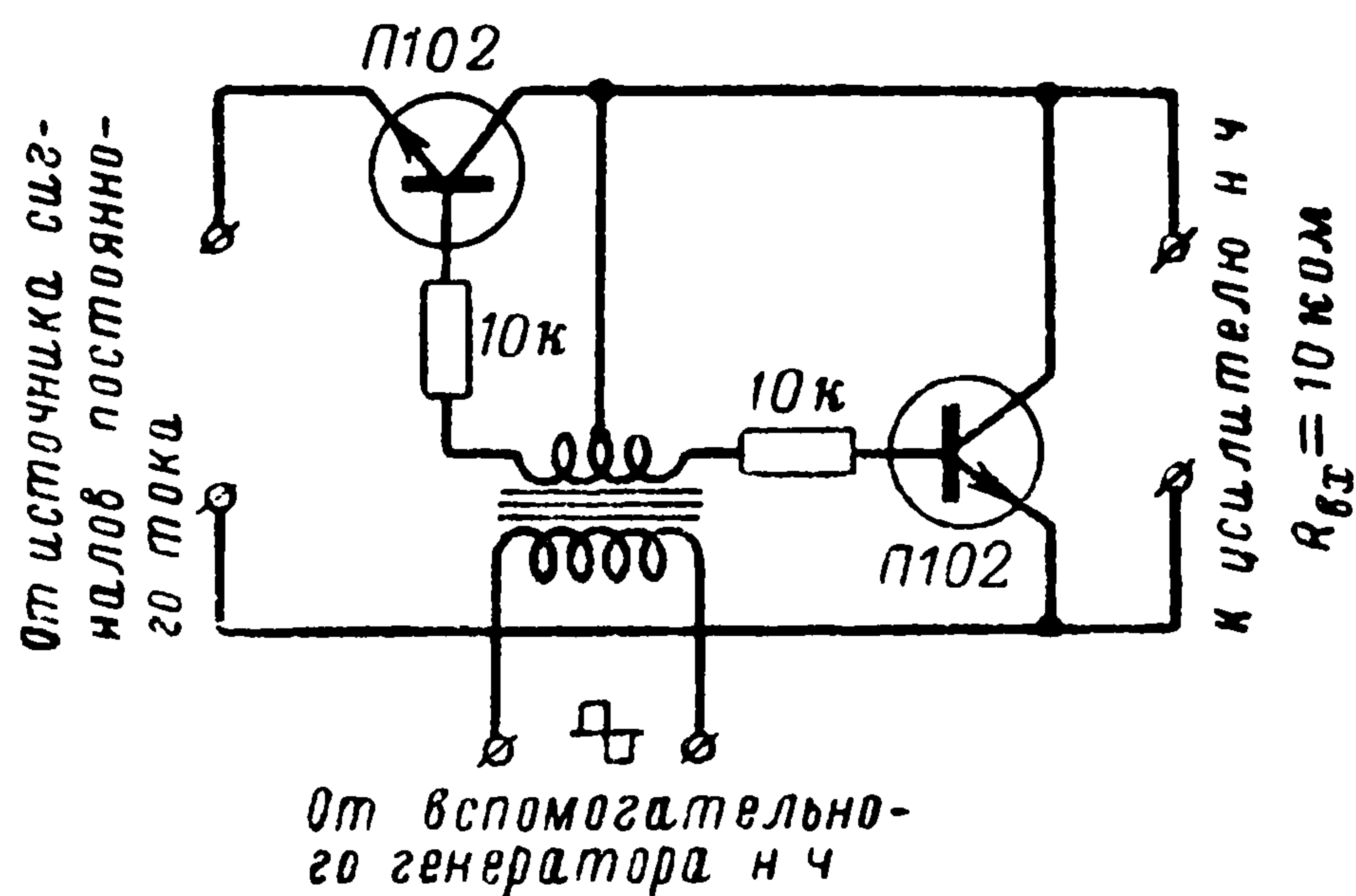
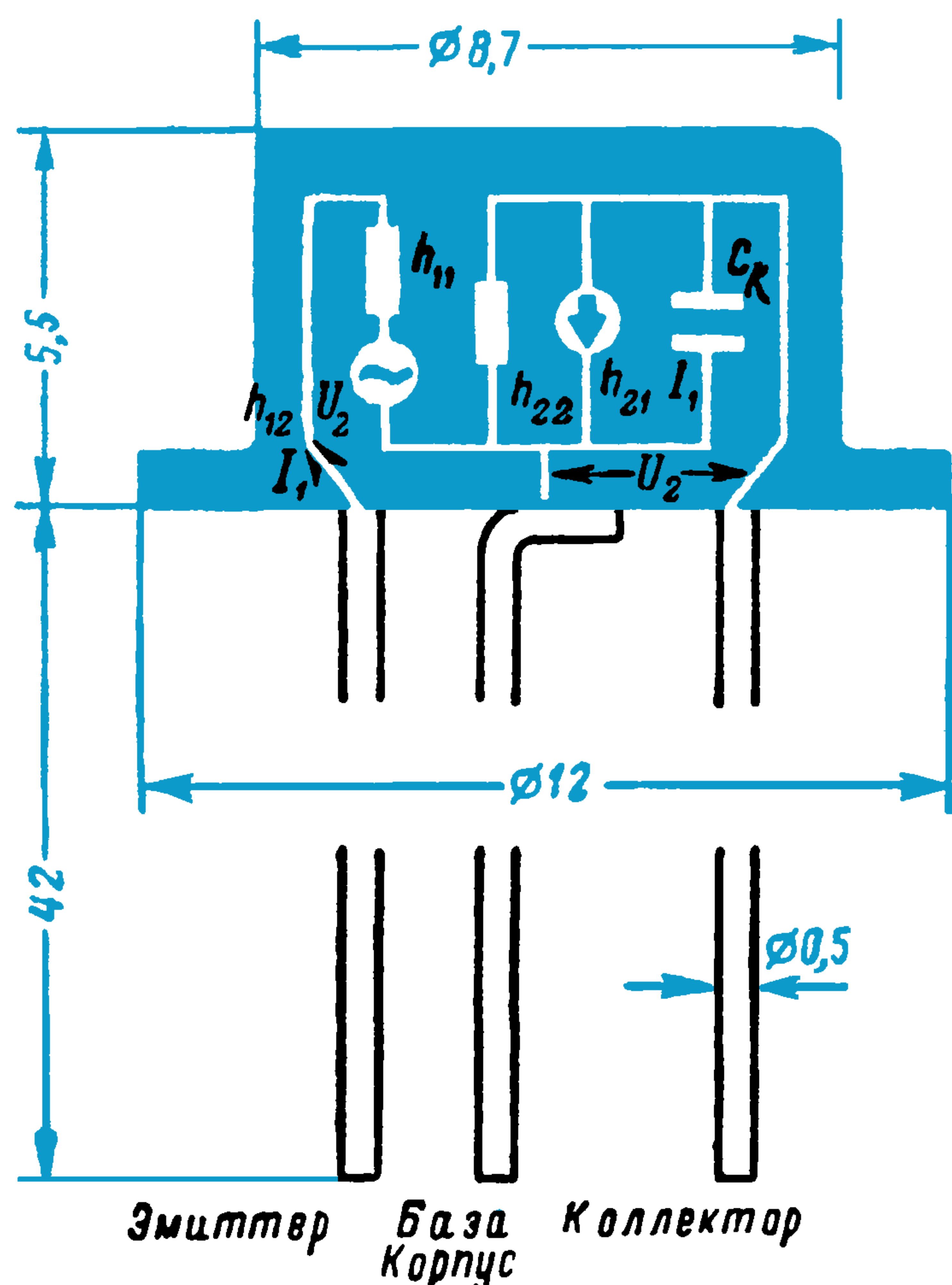


Схема прерывателя для усиления медленно меняющихся напряжений от низкоомного датчика при помощи усилителя н. ч. При подборе идентичных транзисторов прерыватель устойчиво работает в широком диапазоне температур, начиная с входного напряжения в 1 мВ.



КРЕМНИЕВЫЙ *p-n-p* ТРАНЗИСТОР
УНИВЕРСАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ



Основные параметры	Миним. значение	Типичное значение	Максим. значение
h_{11} , Ом	35	50	140
h_{21}	—0,9	—0,92	—0,96
h_{22} , мкмо	0,7	2	3,3
$r_6 = h_{12}/h_{22}$, Ом	50	200	1 000
C_k , пф	40	50	80
f_α , Мгц	0,1	0,6	1,1
$I_{к.о}$, мка	0,005	0,1	0,5
$I_{э.о}$, мка	0,005	0,1	0,5

Размеры, расположение выводов и эквивалентная схема для малого сигнала.

Все параметры измеряются при $I_э=1$ ма и $U_к=-5$ в. Цветом отмечены гарантируемые значения параметров.

Статические характеристики см. в данных по транзистору типа П105.

Предельно допустимые эксплуатационные режимы

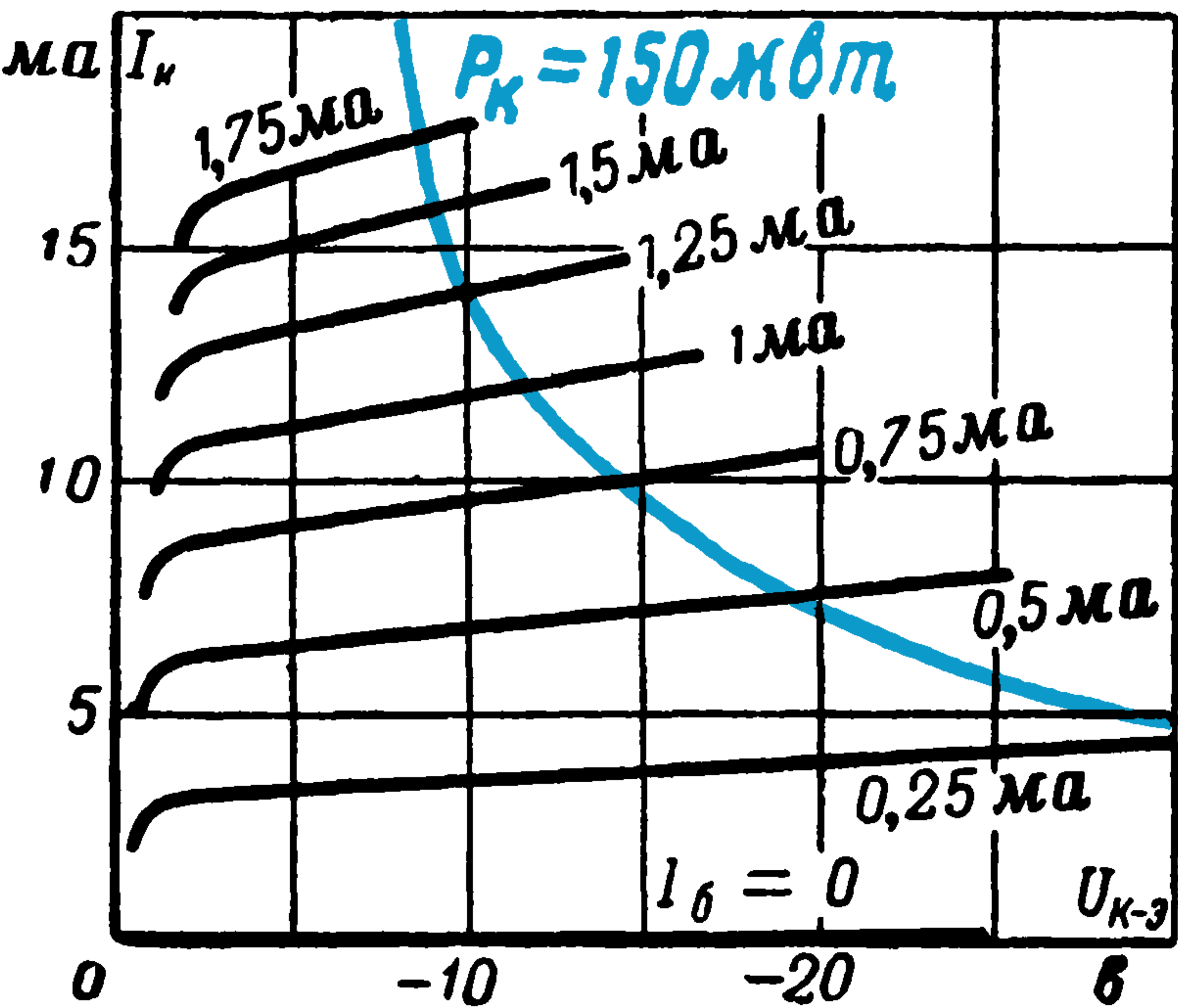
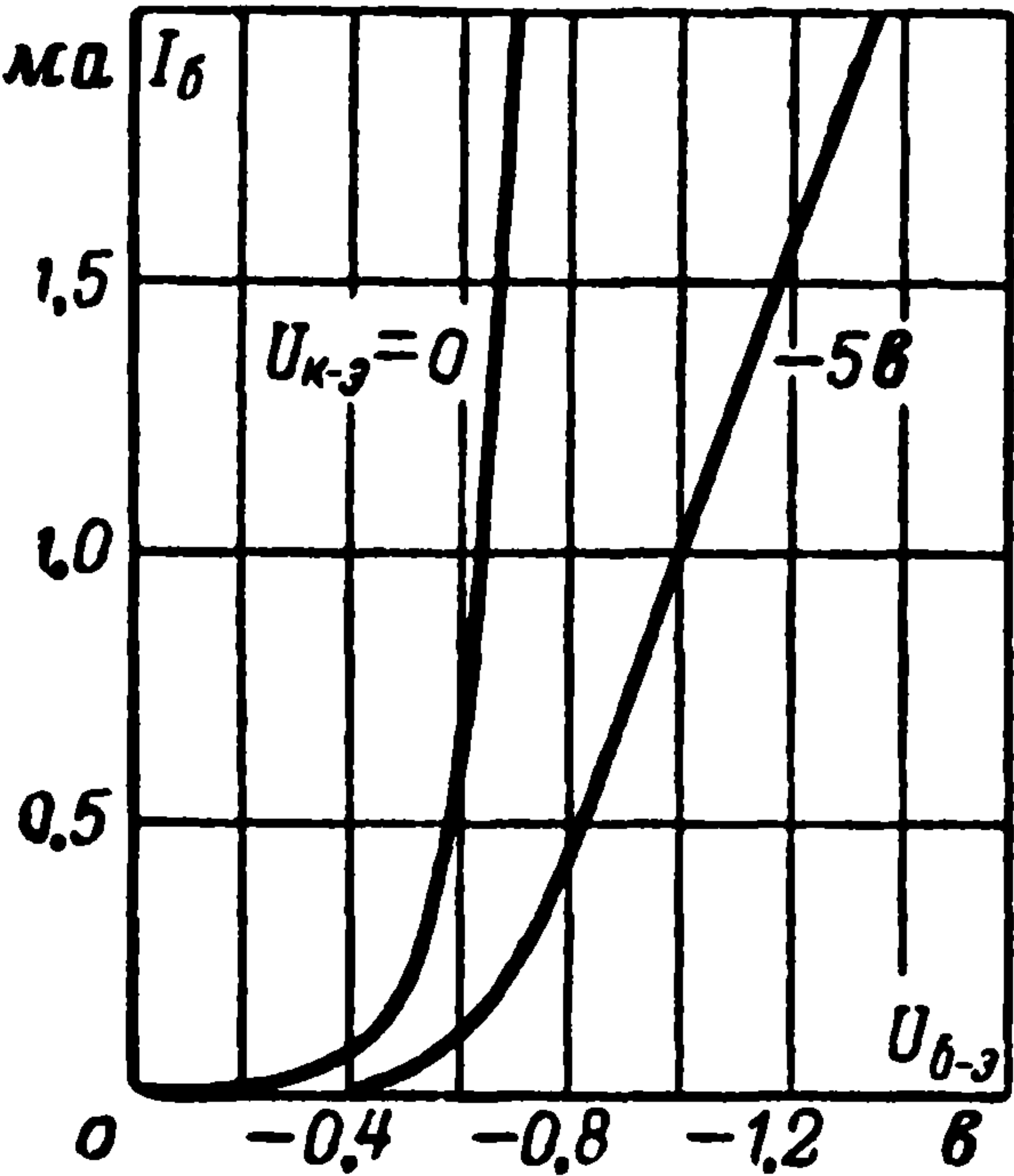
Ток эмиттера и коллектора:	Напряжение коллектор—база	—60 в
в режиме усиления 20 ма	Напряжение эмиттер—база . . .	—45 в
в режиме переключения . . . 50 ма (25)	Рассеиваемая мощность . . .	150 мвт (60)
Напряжение коллектор—эмиттер:	Температура коллектора	+150° С
при разомкнутой цепи базы . . . —60 в (—12)	Низшая рабочая температура . .	—60° С
при сопротивлении цепи базы 1 ком —60 в (—30)	Тепловое сопротивление . . .	0,5° С/мвт

В скобках указаны значения для температур от +75 до +120° С.

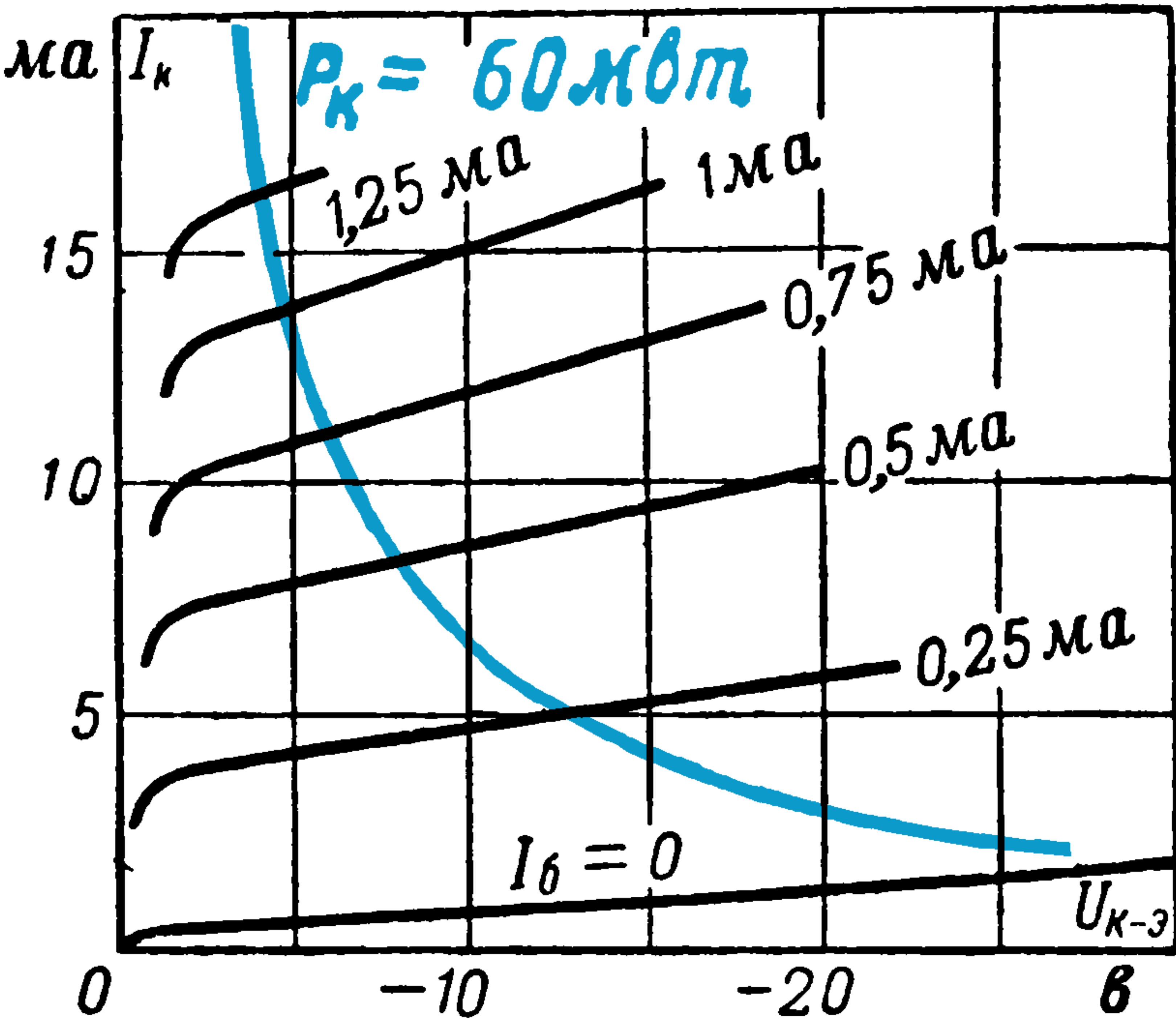
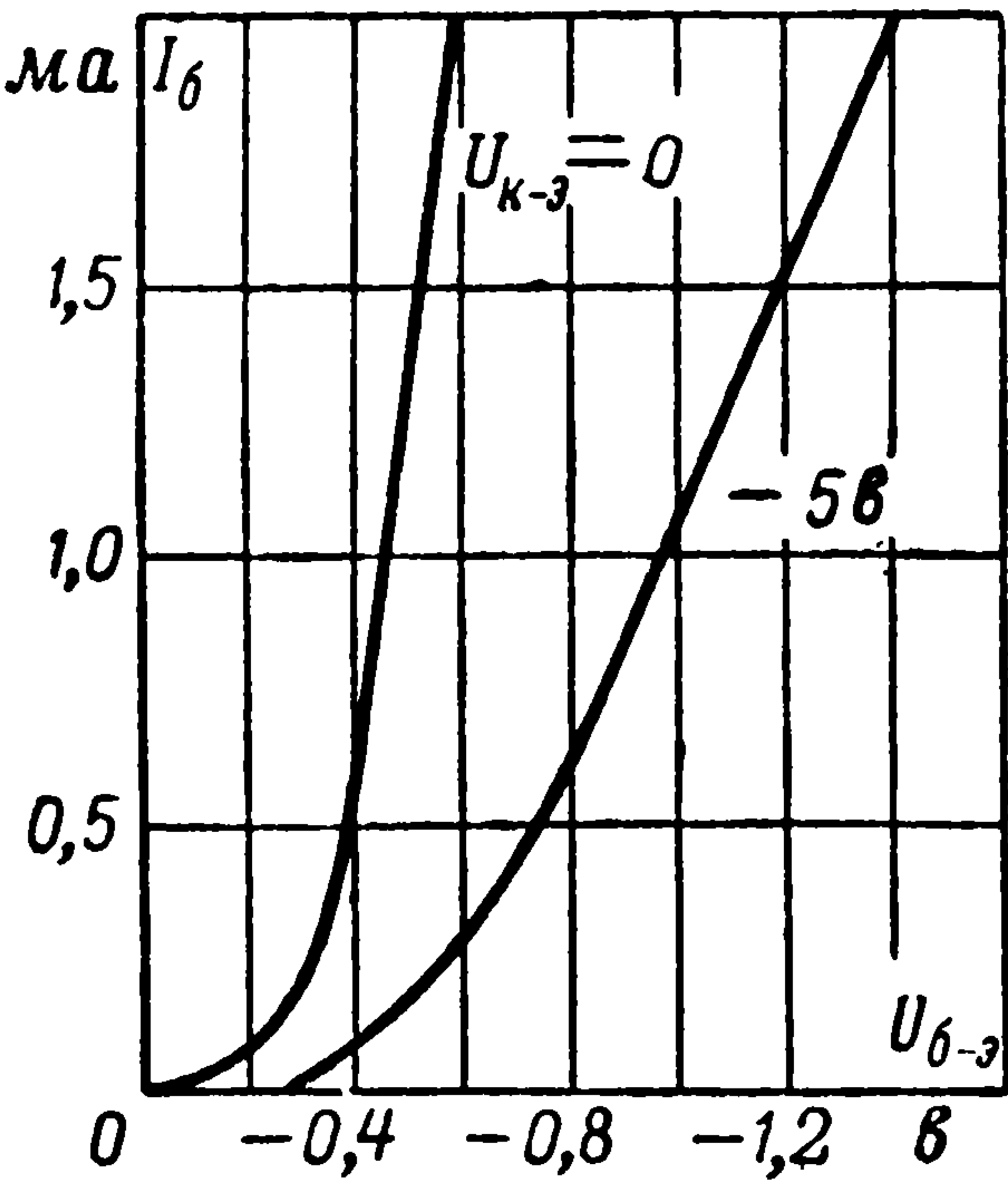
КРЕМНИЕВЫЙ *p-n-p* ТРАНЗИСТОР УНИВЕРСАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

По всем характеристикам аналогичен транзистору типа П104, за исключением предельно допустимых напряжений:

Напряжение коллектор—эмиттер	
при разомкнутой цепи базы	—30 в (—6)
при сопротивлении цепи базы 1 ком	—30 в (—15)
Напряжение коллектор—база	—30 в
Напряжение эмиттер—база	—45 в



Типовые статические характеристики транзисторов типов П104 и П105 в схеме с общим эмиттером при температуре +20° С ($h_{21} = -0,92$).



Типовые статические характеристики транзисторов типов П104 и П105 в схеме с общим эмиттером при температуре +120° С (при температуре +20° С $h_{21} = -0,92$).

КРЕМНИЕВЫЙ *p-n-p* ТРАНЗИСТОР
УНИВЕРСАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Размеры, расположение выводов, эквивалентная схема и режимы измерения всех параметров такие же, как у транзистора типа П104.

Цветом выделены гарантируемые значения параметров.

Основные параметры	Миним. значение	Типичное значение	Максим. значение
$h_{11}, \text{ом}$	35	45	80
h_{21}	—0,93	—0,95	—0,98
$h_{22}, \text{мкмо}$	0,7	1,8	2,0
$r_6 =$ $=h_{12}/h_{22}, \text{ом}$	150	600	1 500
$C_k, \text{пф}$	40	50	80
$f_\alpha, \text{Мгц}$	0,5	1,5	2,0
$I_{к.о.}, \text{мка}$	0,005	0,1	0,5
$I_{э.о.}, \text{мка}$	0,005	0,1	0,5

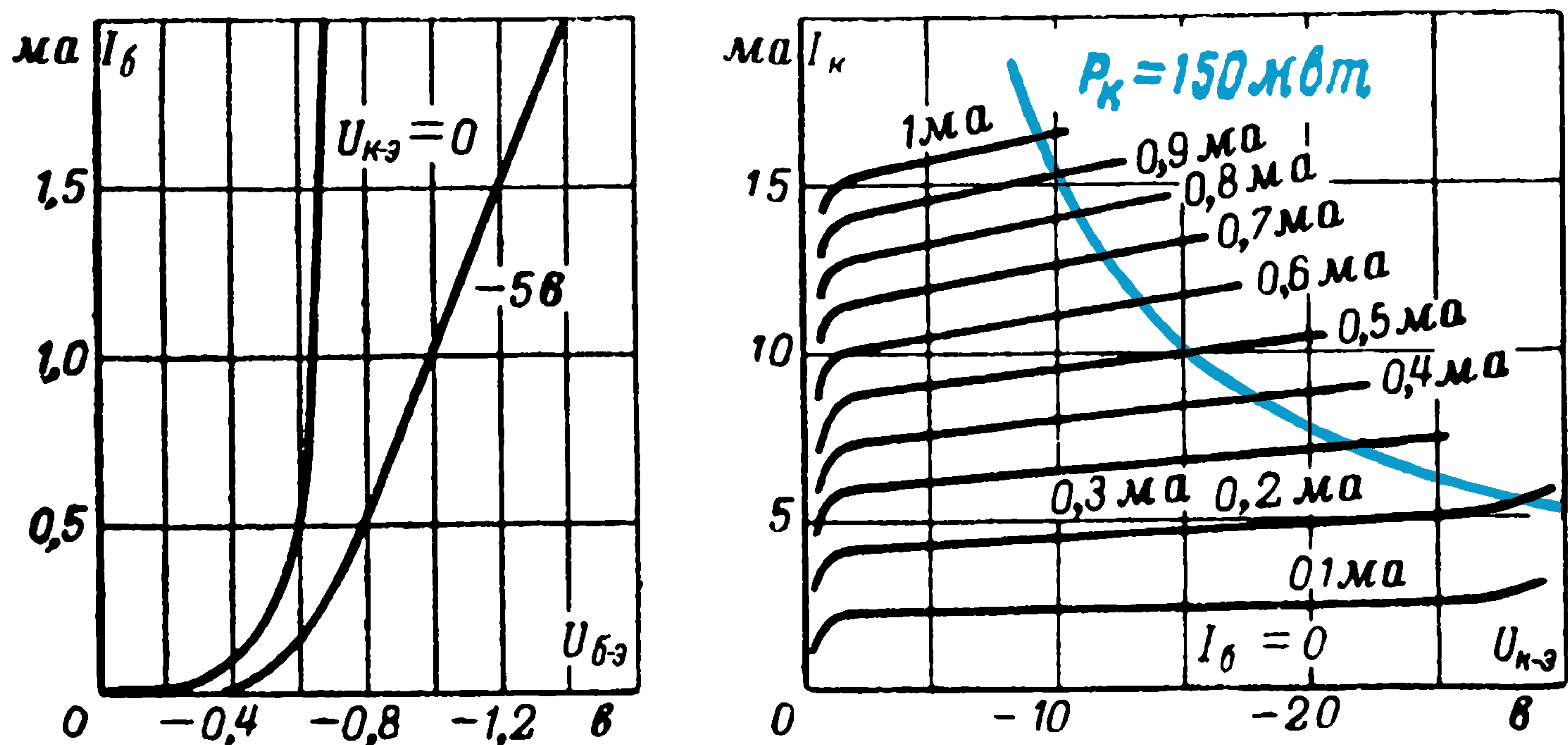
Статические характеристики см. на след. стр.

Предельно допустимые эксплуатационные режимы

Ток эмиттера и коллектора в режиме усиления . . . 30 ма	Напряжение коллектор—база . . . —15 в
в режиме переключения 70 ма (50)	Напряжение эмиттер—база . . . —45 в
Напряжение коллектор—эмиттер при разомкнутой цепи базы —15 в (—3)	Рассеиваемая мощность . . . 150 мвт (60)
при сопротивлении цепи базы 1 ком . . . —15 в (—7,5)	Температура коллектора . . . +150° С
	Низшая рабочая температура . . —60° С
	Тепловое сопротивление . . . 0,5 °С/мвт

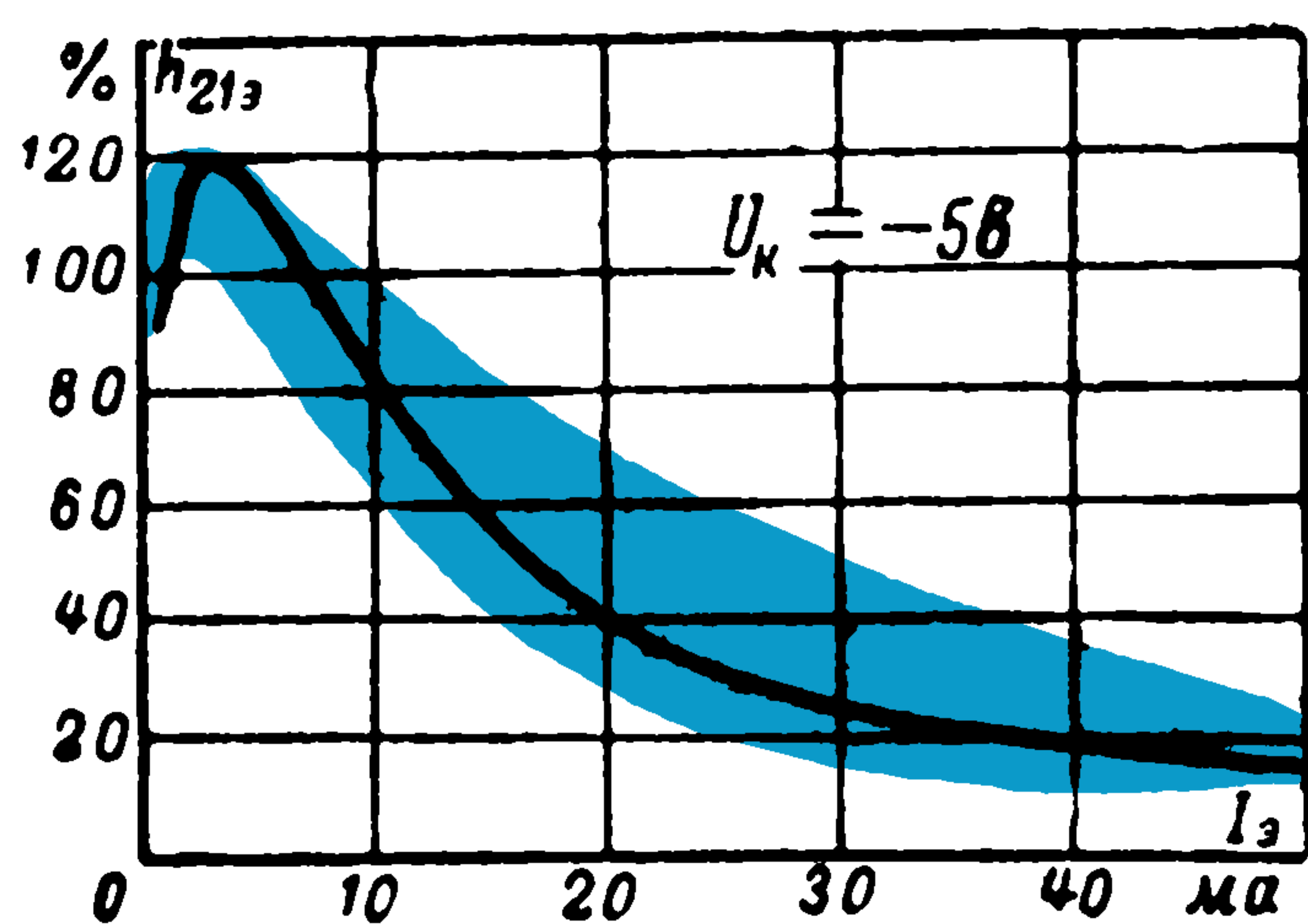
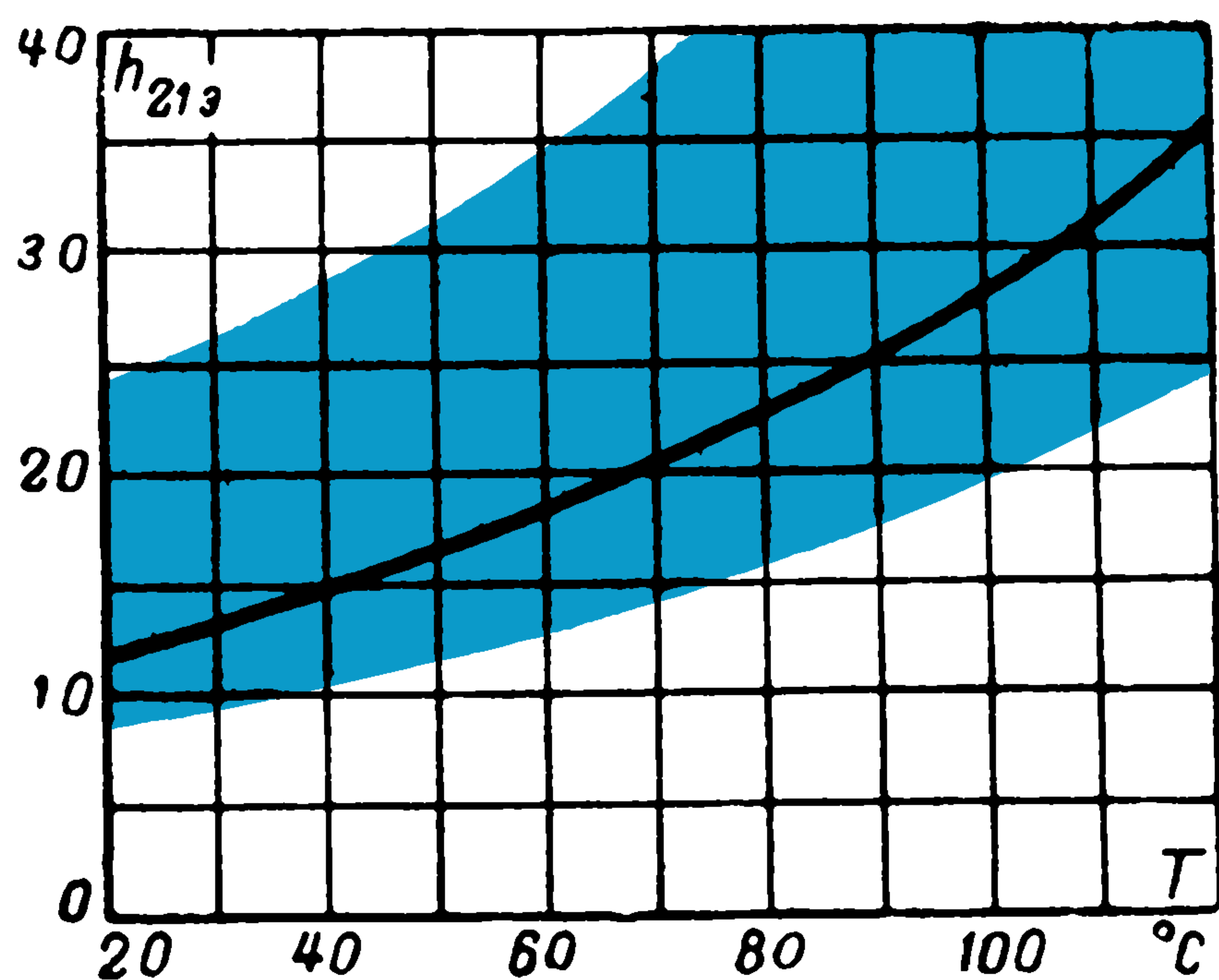
В скобках указаны значения для температур от + 75 до + 120° С.

КРЕМНИЕВЫЕ *p-n-p* ТРАНЗИСТОРЫ ТИПОВ П104—П106



Типовые статические характеристики транзисторов П106 в схеме с общим эмиттером ($h_{21} = -0,95$)

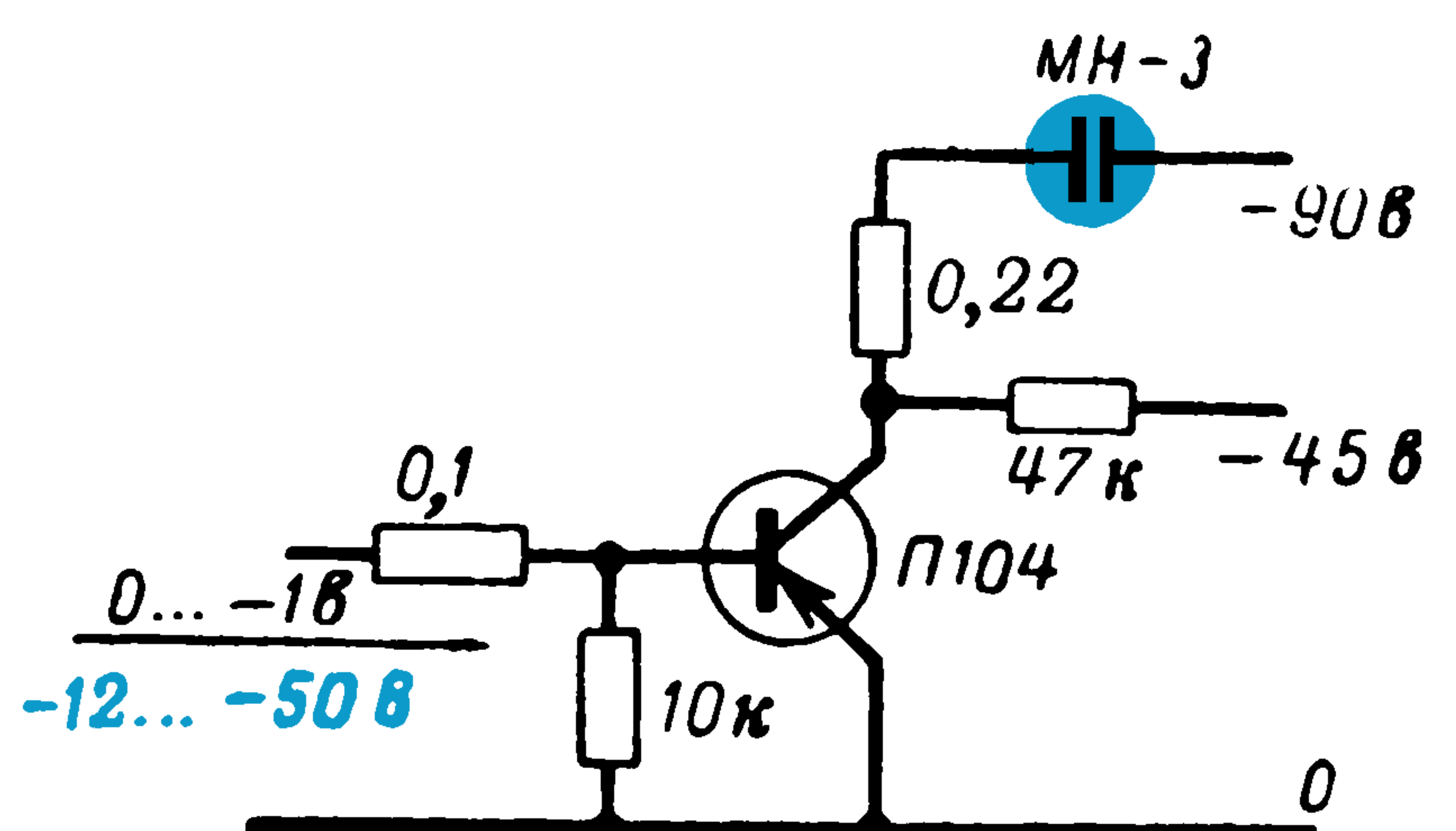
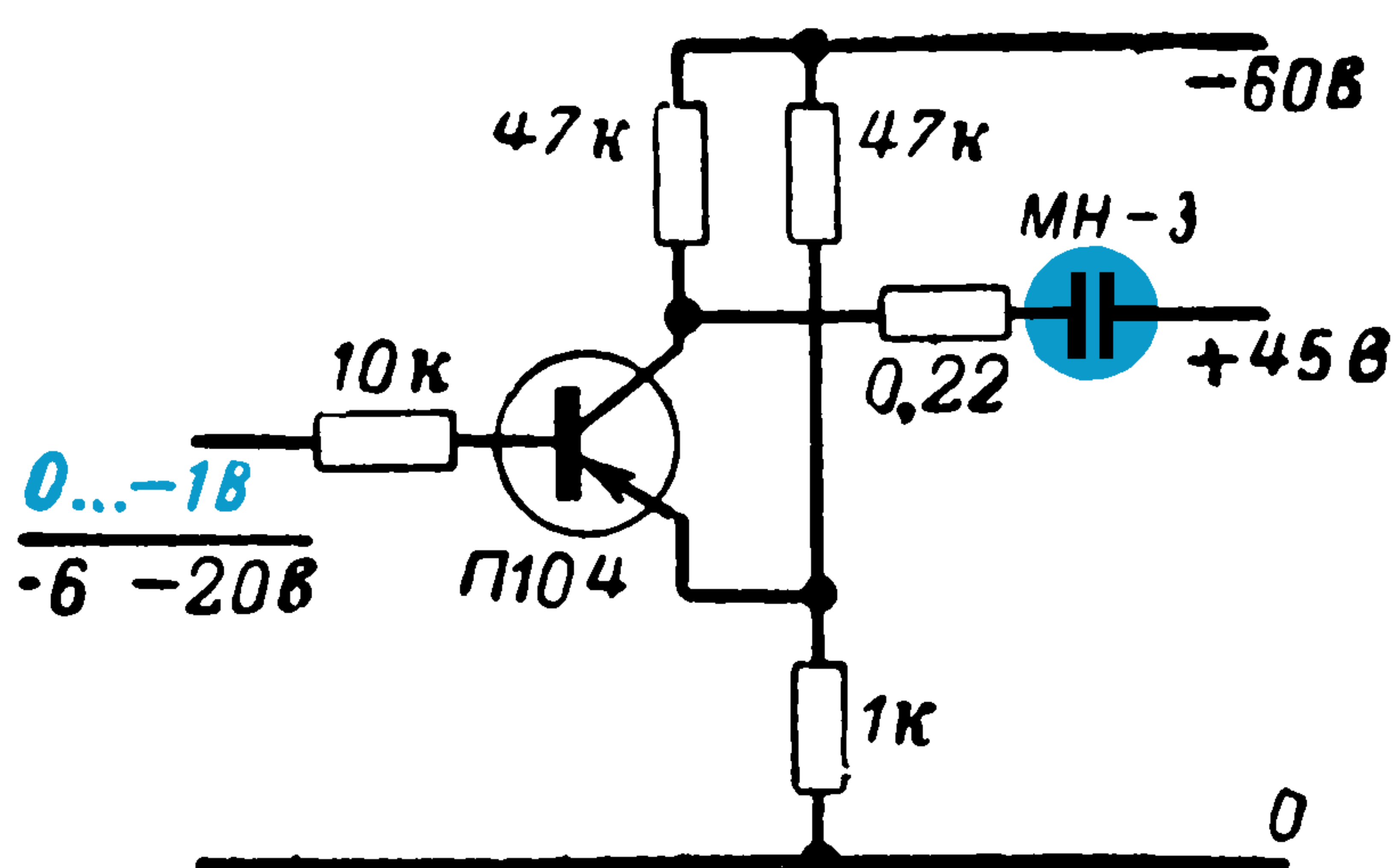
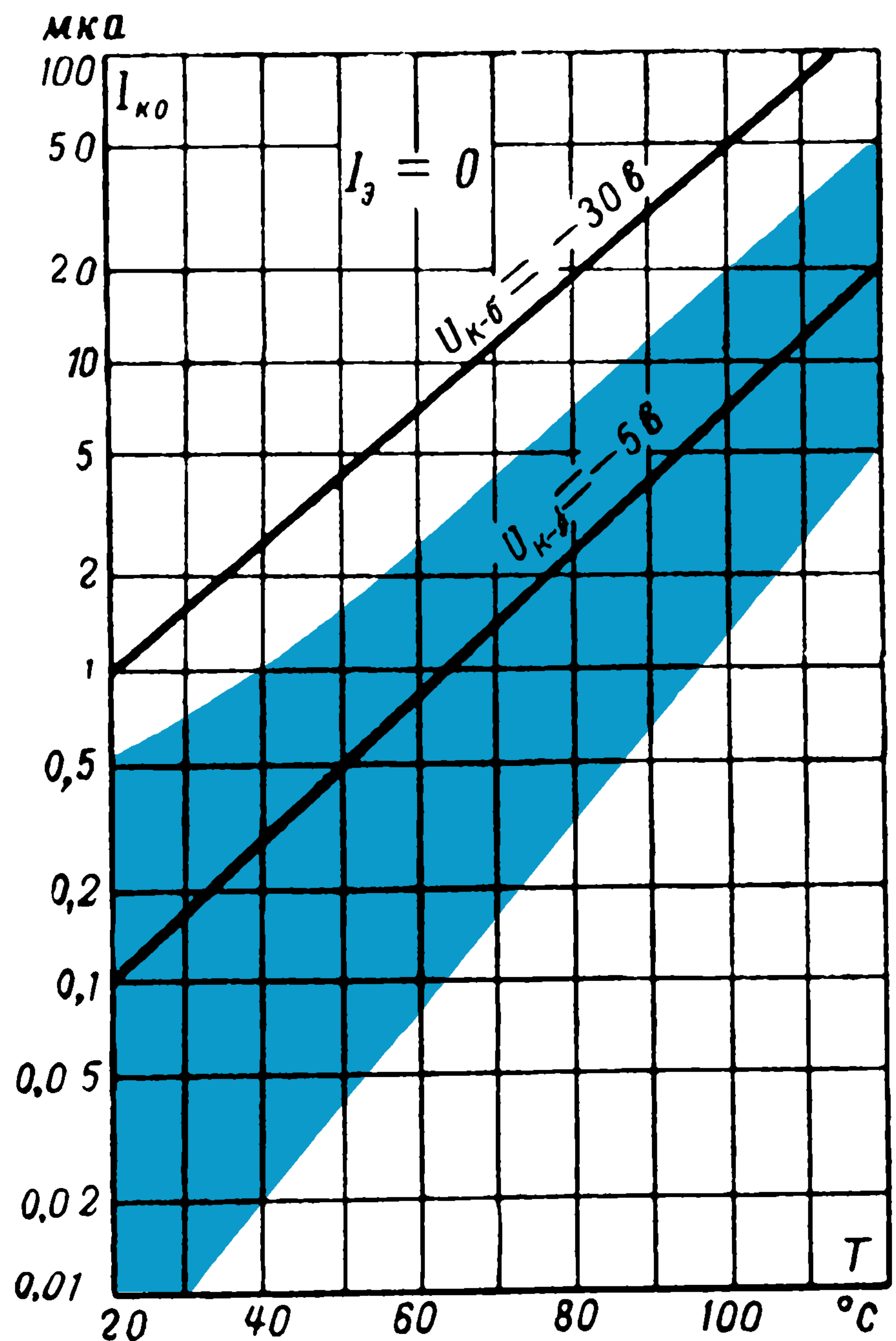
Зависимость коэффициента усиления по току в схеме с общим эмиттером от температуры для транзисторов типов П104 и П105



Типовая нормализованная зависимость коэффициента усиления по току в схеме с общим эмиттером от тока эмиттера (за 100% принято значение $h_{21э}$ при токе эмиттера 1 ма).

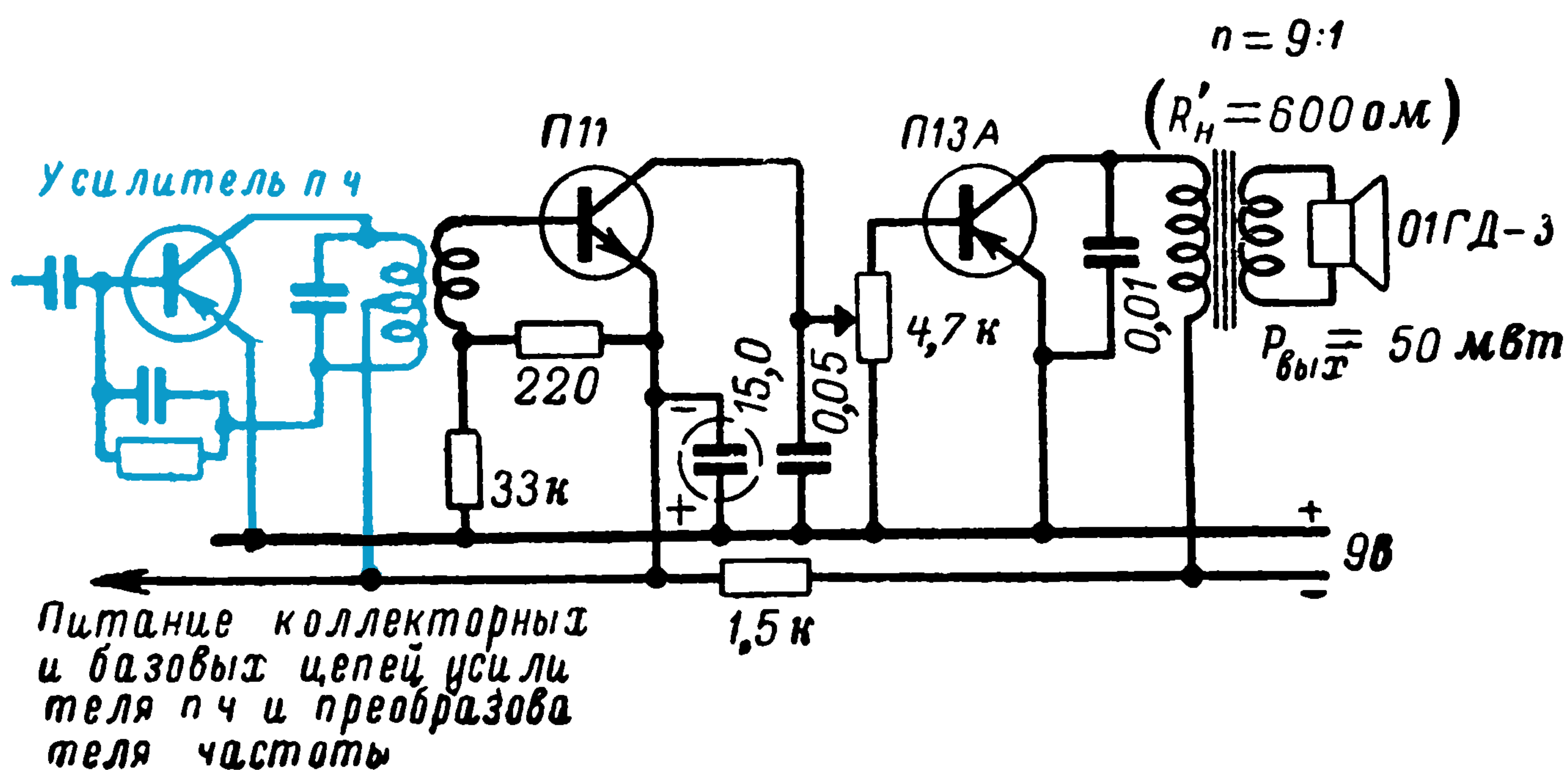
КРЕМНИЕВЫЕ *p-n-p* ТРАНЗИСТОРЫ ТИПОВ П104—П106

Типовые зависимости обратного тока коллектора транзисторов П104—П106 от температуры.



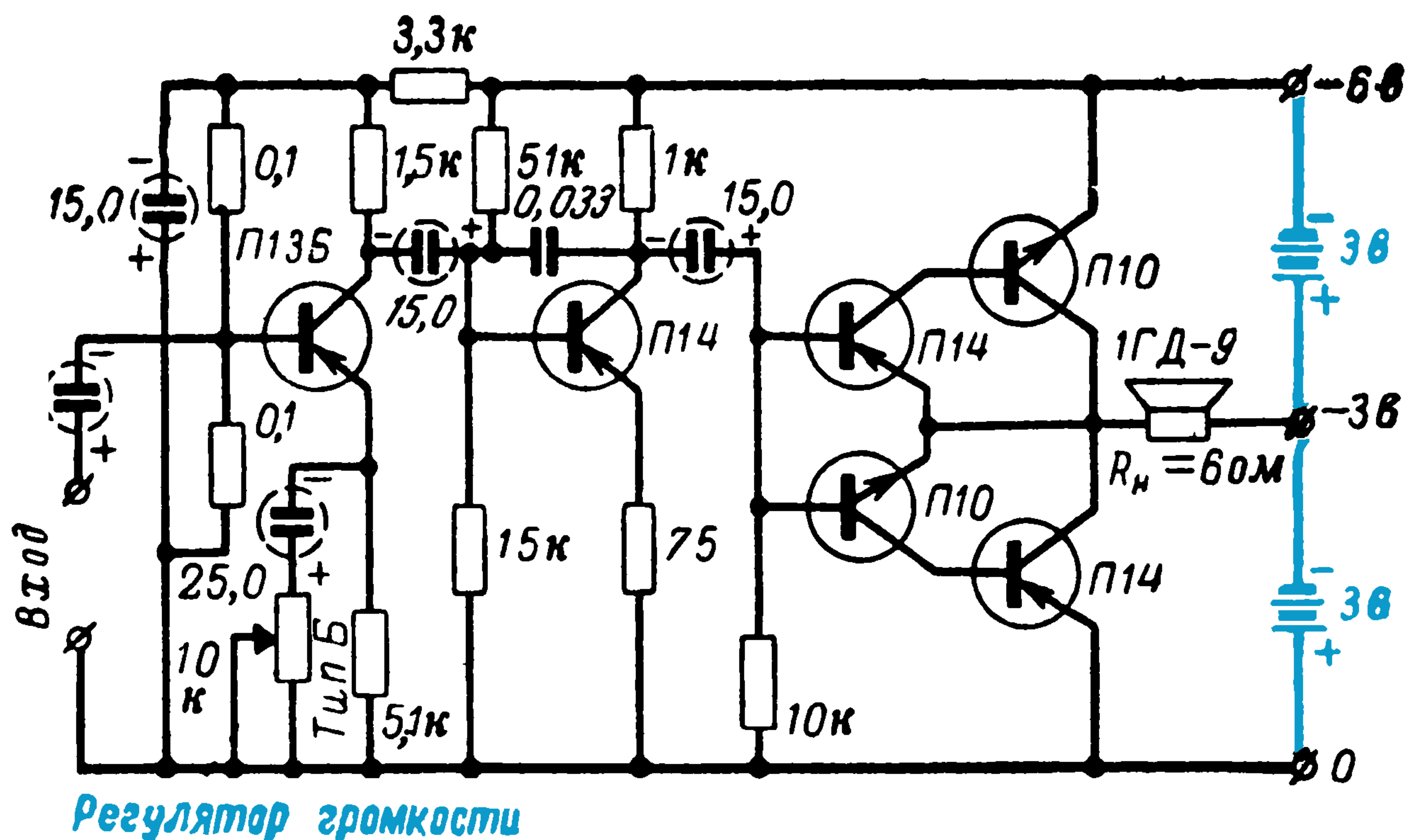
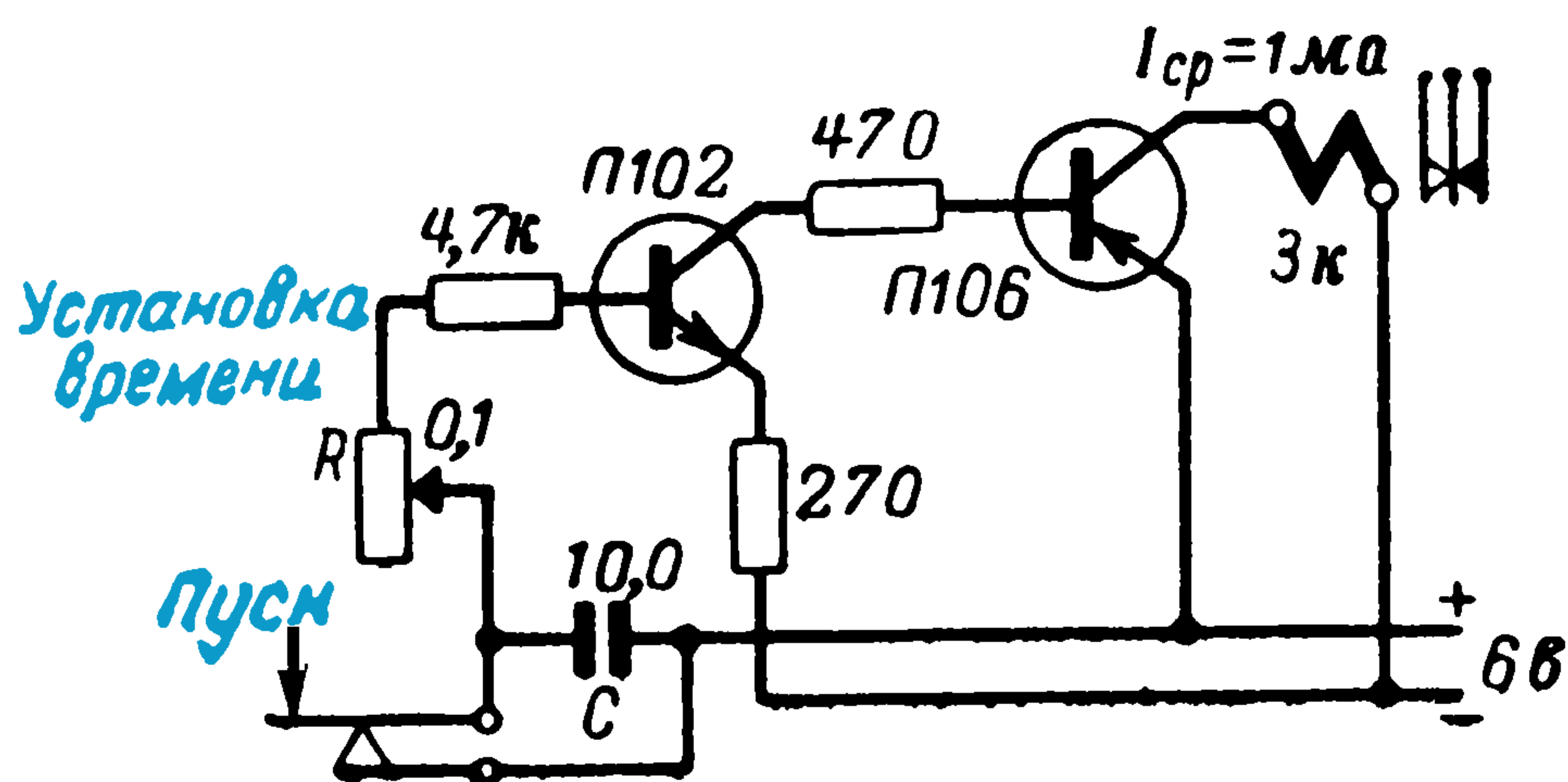
Схемы электронных реле для управления сигнальными неоновыми лампами (индикация состояния триггера и т. п.). Входные напряжения, выделенные цветом, обеспечивают зажигание неоновой лампы, а указанные черным цветом—погасание.

СХЕМЫ С ТРАНЗИСТОРАМИ *p-n-p* И *n-p-n*



Принципиальная схема детектора, АРУ и усилителя н. ч. с плавающей рабочей точкой для карманного приемника.

Принципиальная схема реле времени с регулировкой выдержки от 0,5 до 10 сек. Пределы выдержек могут быть изменены путем замены конденсатора C и переменного сопротивления R .



Принципиальная схема высокочувствительного бестрансформаторного усилителя н. ч. с выходной мощностью 300 мВт. Номинальное входное напряжение 10 мВ.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ МАЛОМОЩНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

Транзисторы отличаются высокой экономичностью питания, малыми размерами и весом, высокой механической прочностью, практически мгновенной готовностью к действию и большой долговечностью.

Отсутствие цепей накала, низковольтное питание, наличие структур $p-n-p$ и $n-p-n$ открывает ряд дополнительных возможностей для создания разнообразных приборов, превосходящих по многим показателям соответствующие ламповые устройства. Однако для обеспечения эффективной и надежной работы транзисторных схем необходимо учитывать специфические особенности транзисторов и соблюдать ряд условий грамотного конструирования и эксплуатации транзисторной аппаратуры:

- 1. По возможности облегчай тепловой режим аппаратуры.*
- 2. Избегай применения предельно допустимых режимов (в особенности по мощности и обратному напряжению).*
- 3. Не забывай, что при повышении температуры предельно допустимые значения мощности и напряжений понижаются.*
- 4. В переключающих и импульсных схемах с насыщением наряду с мощностью, рассеиваемой коллектором в состоянии насыщения, учитывай мощность, рассеиваемую эмиттерным переходом, и мощность, выделяющуюся во время переходного процесса.*
- 5. При параллельном соединении транзисторов вводи в цепь эмиттера (или базы) каждого транзистора небольшое уравнивающее токи сопротивление.*
- 6. Старайся ввести в цепь коллектора каждого транзистора сопротивление, ограничивающее максимальную мощность ниже предельно допустимой при любом изменении рабочей точки.*
- 7. В схеме с индуктивной нагрузкой и отсечкой тока коллектора (усилители класса В, блокинг-генераторы и т. п.) не допускай появления даже кратковременных импульсов э. д. с. самоиндукции, повышающих обратное напряжение на $p-n$ переходе сверх предельно допустимого.*
- 8. Отдавай предпочтение схемам с хорошей стабилизацией рабочей точки за счет применения независимых источников для питания коллекторной и эмиттерной цепей или за счет отрицательной обратной связи по току при применении одного источника.*

9. Стремись по возможности уменьшить сопротивление постоянному току цепи база — полюс источника питания.

10. Для надежного запираания транзисторов в переключающих схемах подавай на эмиттерный переход в режиме отсечки обратное напряжение.

11. Для повышения стабильности усилительных каскадов (особенно при широком диапазоне рабочих температур) и для уменьшения влияния разброса параметров транзисторов на характеристики каскадов применяй отрицательную обратную связь.

12. Не впаивай и не выпаивай транзистор при включенном питании схемы. Если все же приходится включать транзистор при поданном питании, то прежде всего присоедини базу, затем эмиттер и в последнюю очередь — коллектор (выключать транзистор надо в обратном порядке).

13. Осторожно обращайся с выводами транзистора, перегибай и припаивай их на расстоянии не менее 5 мм от корпуса, при подпайке отводи тепло от вывода, зажав его между корпусом и местом пайки плоскогубцами.

НОМОГРАММА ДЛЯ ПЕРЕСЧЕТА h -ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ СХЕМЫ С ОБЩЕЙ БАЗОЙ В h -ПАРАМЕТРЫ ДЛЯ СХЕМЫ С ОБЩИМ ЭМИТТЕРОМ

Часто возникает задача пересчета h -параметров, приведенных в справочниках для схемы с общей базой, в h -параметры наиболее употребительной схемы с общим эмиттером. Необходимые при этом расчеты упрощаются применением приведенной здесь номограммы, которая позволяет также решать обратную задачу: переход от значений h -параметров в схеме с общим эмиттером к их значениям в схеме с общей базой.

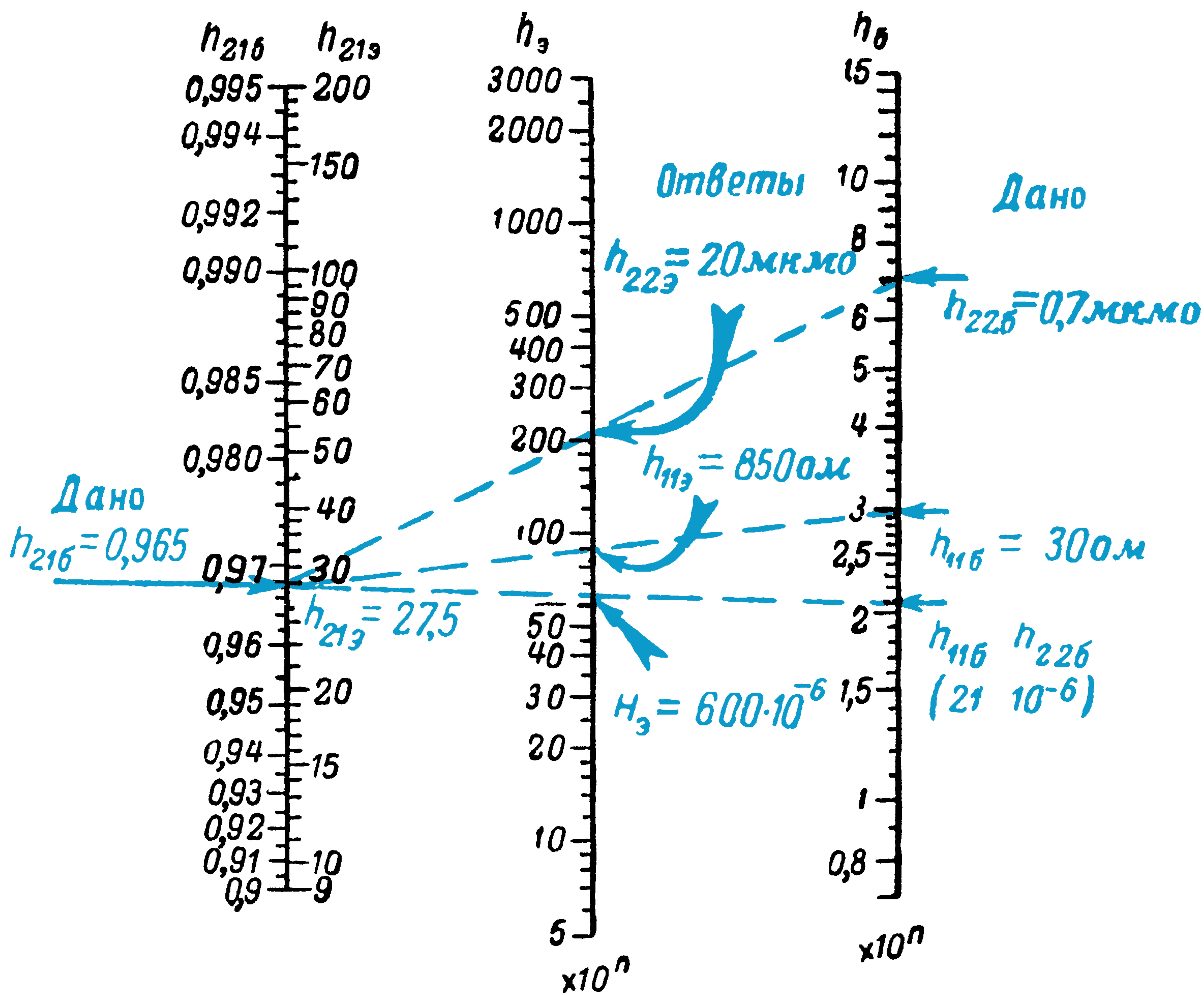
Значение параметра h_{21} определяется на левой оси по соседней шкале. Параметры h_{11} и h_{22} пересчитываются на правых двух осях с помощью луча, исходящего из точки h_{21} на левой оси. Для пересчета параметра h_{12} надо сначала вычислить произведение $h_{11б} \cdot h_{22б}$ и пересчитать его прежним способом во вспомогательную величину H_3 , после чего определяют

$$h_{12э} = H_3 - h_{12б}.$$

Если заданы параметры для схемы с общим эмиттером, то по произведению $h_{11э} \cdot h_{22э}$ находят H_6 и определяют

$$h_{12б} = H_6 - h_{12э}.$$

На номограмме приведен пример пересчета h -параметров схемы с общей базой в h -параметры схемы с общим эмиттером.



$$h_{12э} = H_3 - h_{12б} = 6 \cdot 10^{-4} - 2 \cdot 10^{-4} = 4 \cdot 10^{-4}$$

ДОПОЛНЕНИЕ

В 1962 г. отечественной промышленностью освоен выпуск нескольких новых подтипов транзисторов серий П8—П11 и П13—П15. Одновременно были введены двусторонние ограничения на значения коэффициента усиления по току для старых подтипов, причем его значения приведены к схеме с общим эмиттером.

В таблице приведены классификационные отличия транзисторов, выпускаемых в настоящее время, причем для старых подтипов указаны только измененные значения гарантируемых параметров.

Тип	$h_{21э}$	$f_{α},$ Мгц	$U_{к.доп},$ в	Примечания
П8	≥ 10	$\geq 0,5$	15	По остальным параметрам транзисторы П10А, П10Б, П11А аналогичны типу П10, а транзисторы П14А, П14Б и П15А аналогичны типу П14
П9А	15—45	$\geq 1,0$		
П10	15—30			
П10А	15—30	$\geq 1,0$	30	
П10Б	25—50	$\geq 1,0$	30	
П11	25—50	$\geq 2,0$	15	
П11А	45—90	$\geq 2,0$	15	
П13	≥ 12			
П13Б	20—60			
П14	20—40			
П14А	20—40	$\geq 1,0$	30	
П14Б	30—60	$\geq 1,0$	30	
П15	30—60			
П15А	50—100	$\geq 2,0$	15	

СОДЕРЖАНИЕ

Германиевые <i>n-p-n</i> транзисторы типов П8—П11	3
Германиевые <i>p-n-p</i> транзисторы типов П13—П15	10
Кремниевые <i>n-p-n</i> транзисторы типов П101—П103	17
Кремниевые <i>p-n-p</i> транзисторы типов П104—П106	22
Схемы с транзисторами <i>p-n-p</i> и <i>n-p-n</i>	27
Рекомендации по применению маломощных транзисторов общего назначения	28
Номограмма для пересчета <i>h</i> -параметров для схемы с общей базой в <i>h</i> -параметры для схемы с общим эмиттером . . .	30
Дополнение	31

Цена 06 коп.