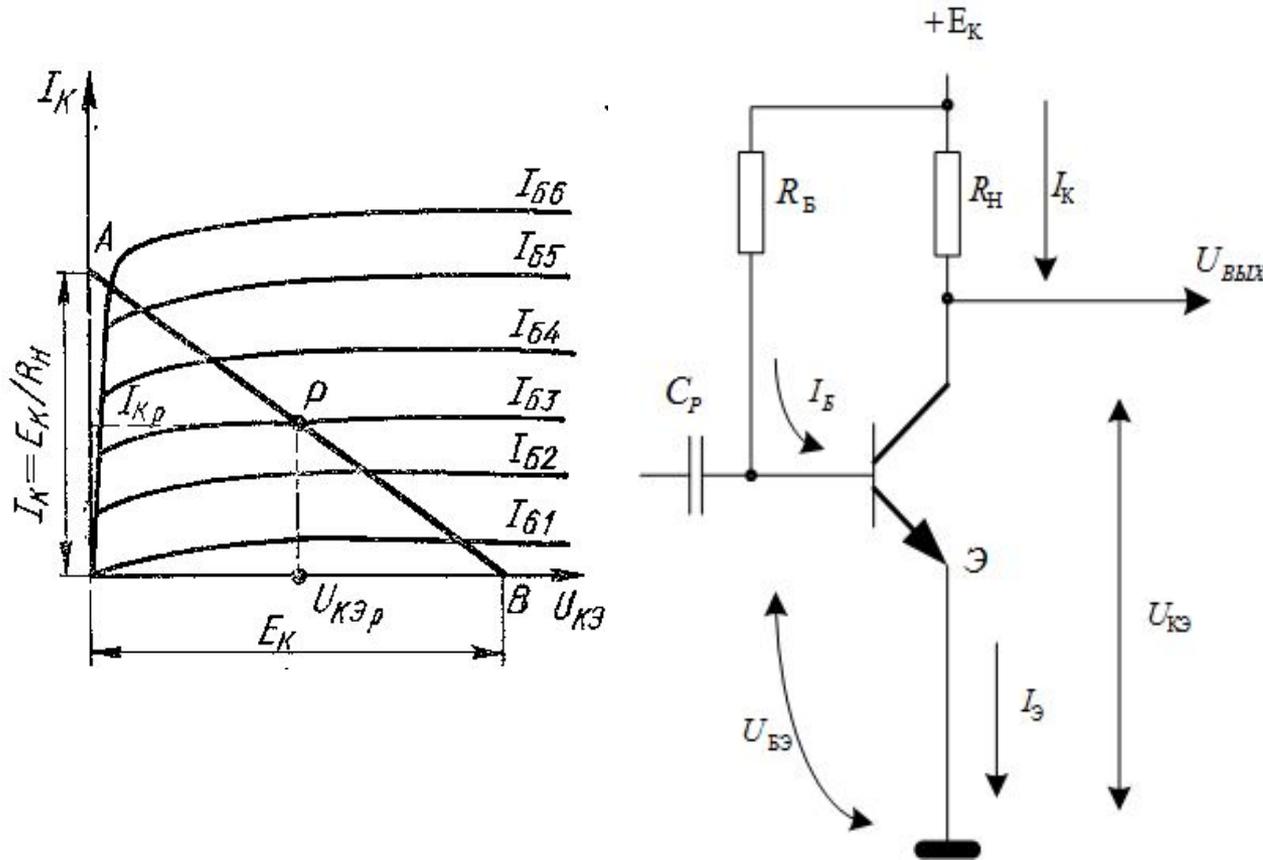


Схема смещения фиксированным током базы

С помощью дополнительного резистора в цепи базы задается ток смещения базы и фиксируется рабочая точка

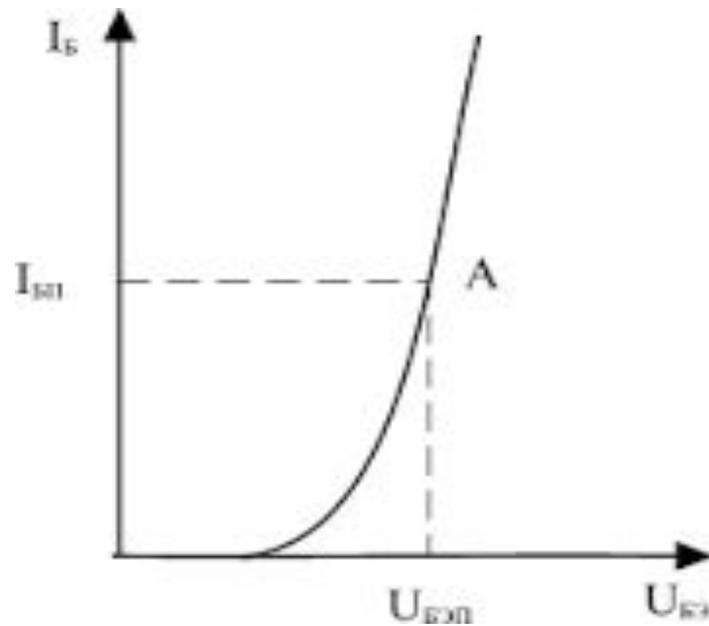
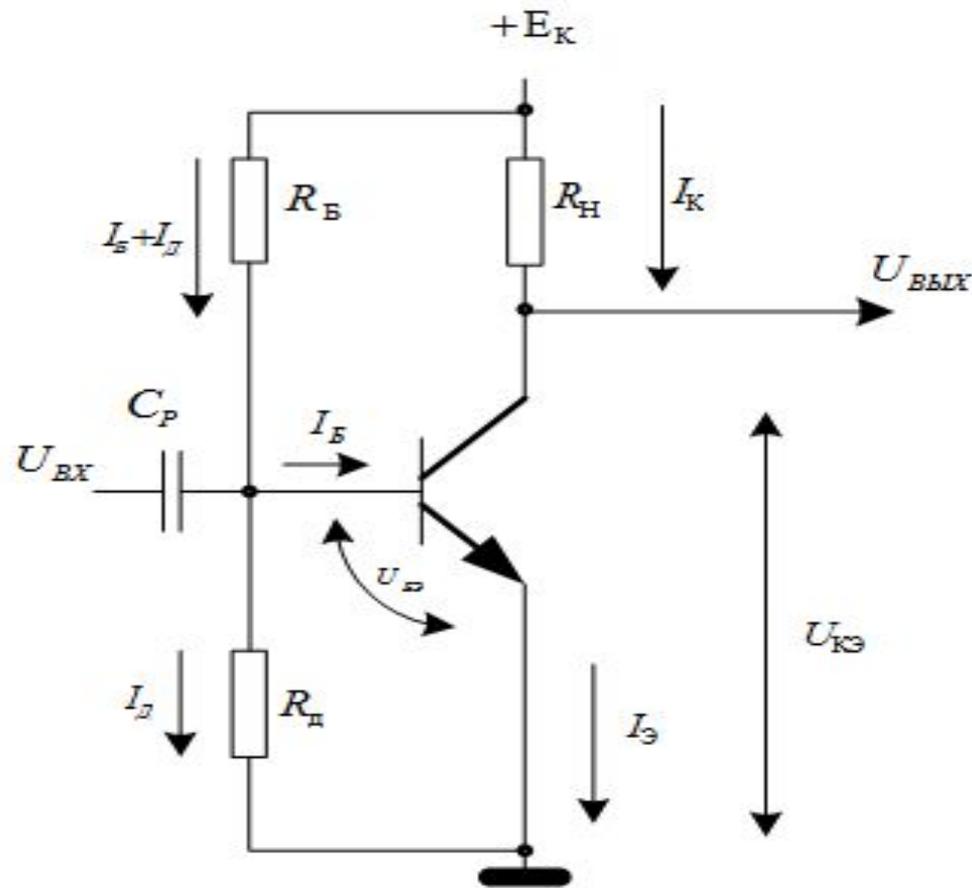


$$R_B = \frac{E_{KЭ} - U}{I_B} = \frac{E_K - 0,7}{I_B}$$

$$I_B \approx \frac{E_K}{R_B}$$

Таким образом, ток базы определяется фиксированными величинами напряжения источника питания и сопротивления резистора R_B

Схема смещения фиксированным напряжением база-эмиттер



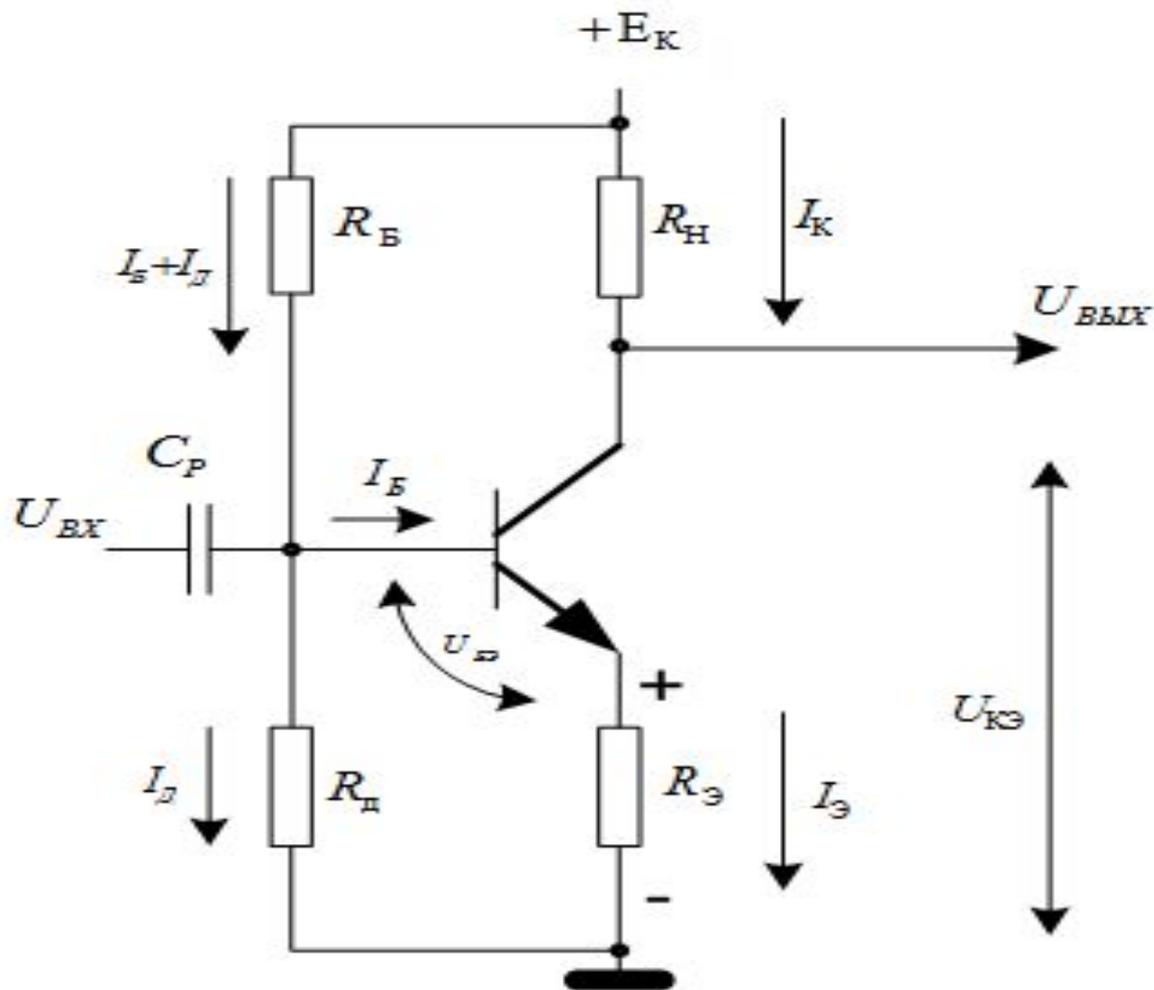
$$I_D = (2 - 5)I_B \quad R_D = \frac{U_B}{I_D}$$

$$R_B = \frac{E_K - U_B}{I_B + I_D}$$

$$U_B = \frac{R_D}{R_B + R_D} E_K$$

Стабилизация рабочей точки в схеме с ОЭ

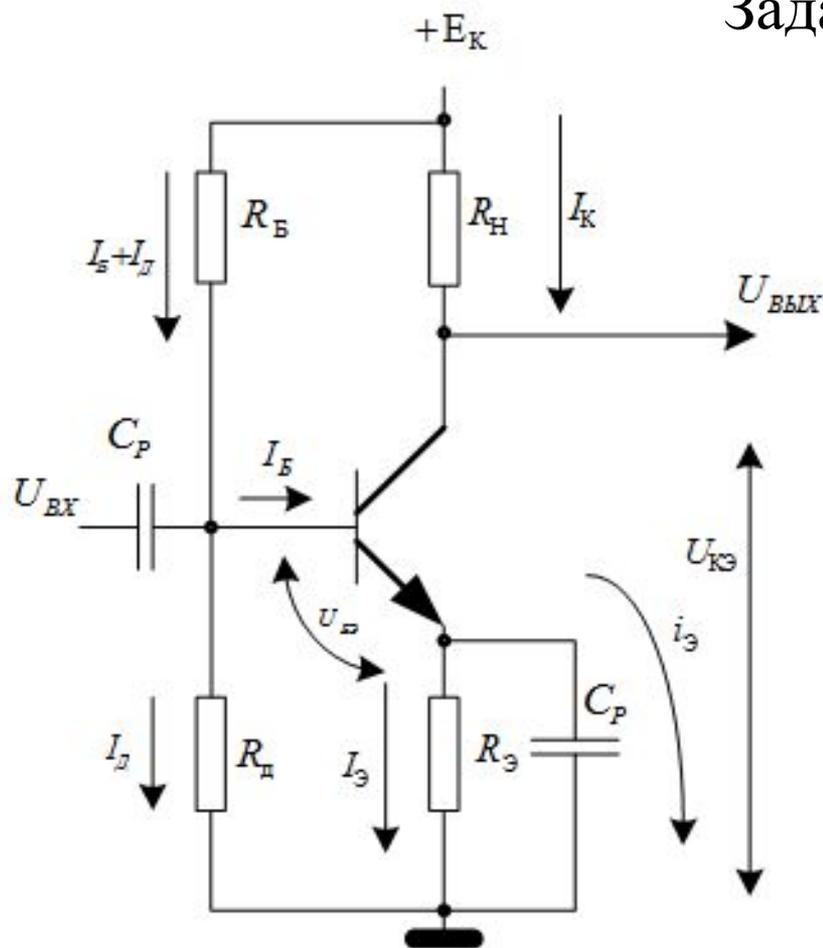
$$I_K \approx I_{\mathcal{E}}$$



$t^0(E_K) \uparrow \rightarrow I_K \uparrow \rightarrow I_{\mathcal{E}} \uparrow \rightarrow +U_{R_E} \uparrow \rightarrow U_{B\mathcal{E}} \downarrow \rightarrow \text{транзистор запирается} \rightarrow I_{\mathcal{E}} \downarrow$

Стабилизация рабочей точки в схеме с ОЭ

Задаются токи покоя I_K I



$$I_D = (2 - 5)I_B \quad I_K \approx I_Э$$

$$R_B = \frac{E_K - (U_{БЭ} + I_Э R_Э)}{I_B + I_D}$$

$$R_D = \frac{U_{БЭ} + I_Э R_Э}{I_D}$$

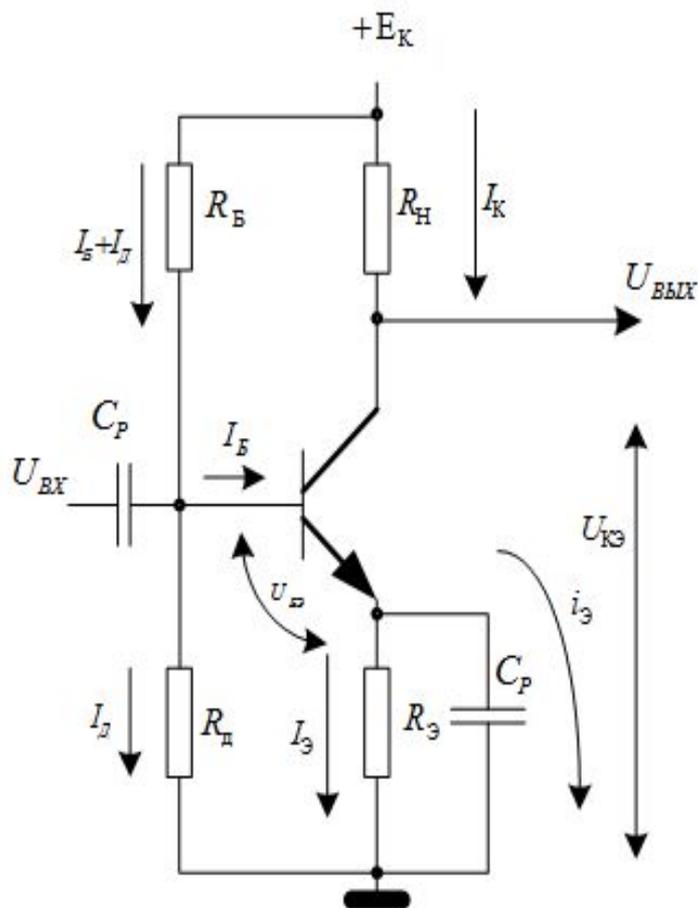
$$R_Э = \frac{U_Э}{I_Э} = \frac{(0,12 \dots 0,2) E_K}{I_Э}$$

$$C_Э \geq \frac{1}{2\pi f_H R_{ВХОЭ}}$$

$$R_K = \frac{E_K - U_{КЭ}}{I_K}$$

Параметры каскада

Входное сопротивление



$$R_{BXБ} = \frac{U_{BX}}{I_{BX}} = \frac{I_B r_{BX,ОЭ} + I_Э R_Э}{I_B} = \frac{I_B r_{BX,ОЭ} + (I_B + I_K) R_Э}{I_B} =$$

$$= \frac{I_B [r_{BX,ОЭ} + (\beta + 1) R_Э]}{I_B} \approx r_{BX,ОЭ} + \beta R_Э$$

$$R_{BXБ} \approx \beta R_Э, \quad r_{BX,ОЭ} \gg r_{э}$$

$$R_{BX} = \frac{R_B R_D}{R_B + R_D} \beta R_Э,$$

Коэффициент усиления

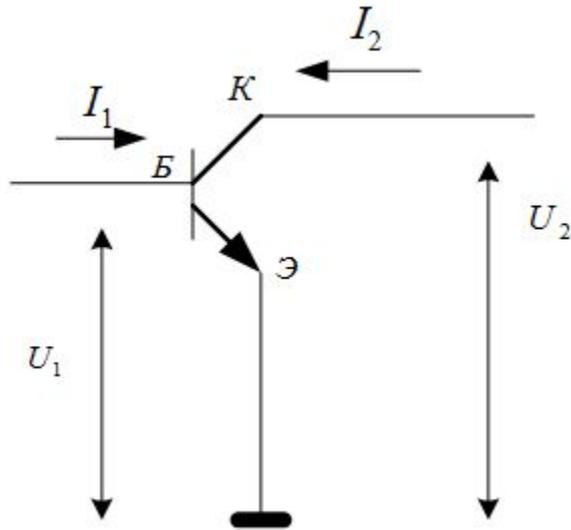
$$K_U = \frac{U_{ВЫХ}}{U_{BX}} = \frac{I_K R_K}{I_B R_{BX}} = \frac{\beta R_K}{r_{BX,ОЭ} + (\beta + 1) R_Э} \approx \frac{R_K}{R_Э}$$

Выходное сопротивление

$$R_{ВЫХ} \approx R_K$$

Эквивалентные схемы и параметры транзистора.

h-параметры



1. **Входное сопротивление** — сопротивление транзистора переменному входному току при отсутствии на выходе переменного напряжения

$$h_{11} = \frac{\Delta U_1}{\Delta I_1} \text{ при } \Delta U_2 = const$$

2. **Коэффициент обратной связи по напряжению.** Показывает какая доля выходного переменного напряжения передается на вход транзистора вследствие обратной связи в нем

$$h_{12} = \frac{\Delta U_1}{\Delta U_2} \text{ при } \Delta I_1 = const$$

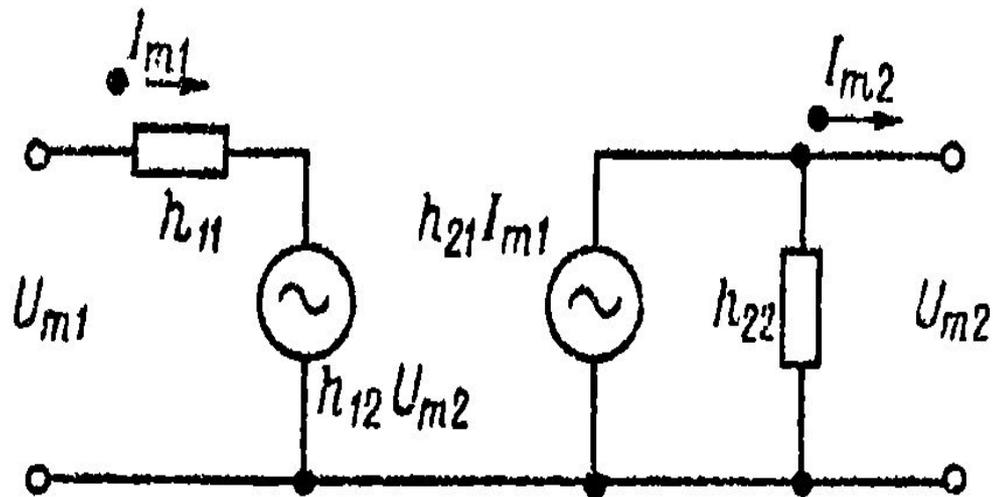
3. Коэффициент усиления по току (коэффициент передачи по току) – показывает величину усиления переменного тока транзистора в режиме работы без нагрузки

$$h_{21} = \frac{\Delta I_2}{\Delta I_1} \text{ при } \Delta U_2 = const$$

4. Выходная проводимость – внутренняя проводимость для переменного тока между выходными зажимами транзистора

$$h_{22} = \frac{\Delta I_2}{\Delta U_2} \text{ при } \Delta I_1 = const$$

Эквивалентная схема транзистора с ОЭ



$$U_{m1} = h_{11}I_{m1} + h_{12}U_{m2};$$

$$I_{m2} = h_{21}I_{m1} + h_{22}U_{m2}.$$

Технологии изготовления транзисторов

Технология изготовления транзисторов ни чем не отличается от технологии изготовления диодов. Еще в начальный период развития транзисторной техники биполярные транзисторы делали только из германия методом сплавления примесей, и такие транзисторы называют **сплавными**.



«М» - корпус транзистора холодносварный, буква «П» – «плоскостной», а цифры означают порядковый заводской номер транзистора. После заводского номера ставят буквы А, Б, В, Г и т.д., указывающие на разновидность транзистора в данной серии, например, МП42Б.

Берется кристалл германия и в него вплавляются кусочки индия. Атомы индия диффузируют (проникают) в тело кристалла германия, образуя в нем две области р-типа – коллектор и эмиттер. Между этими областями остается очень тонкая (несколько микрон) прослойка полупроводника n-типа, которую именуют базой.



С появлением новых технологий научились обрабатывать кристаллы кремния, и уже на его основе были созданы кремниевые транзисторы, получившие наиболее широкое применение в радиотехнике и на сегодняшний день практически полностью вытеснившие германиевые приборы.

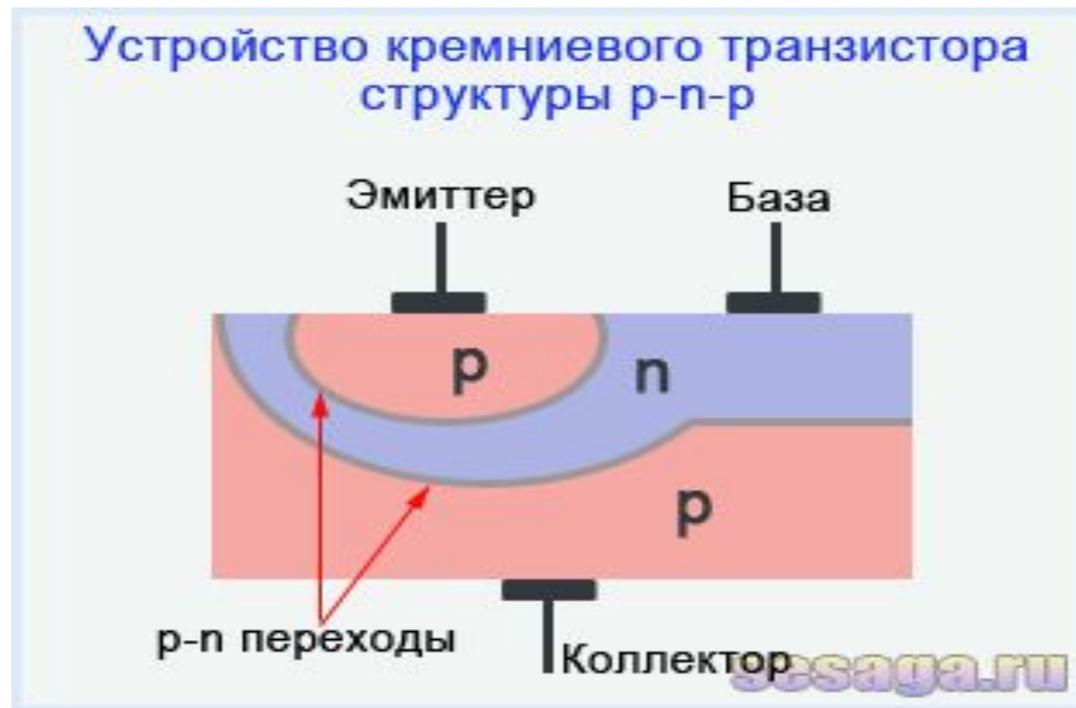


Основным методом изготовления современных транзисторов является **планарная технология**, а транзисторы, выполненные по этой технологии, называют **планарными**.

У таких транзисторов р-п переходы эмиттер-база и коллектор-база находятся в одной плоскости.

Коллектором транзистора, служит пластина исходного кремния, на поверхность которой вплавляют близко друг от друга два шарика примесных элементов. В процессе нагрева до строго определенной температуры происходит диффузия примесных элементов в пластину кремния.

При этом один шарик образует в пластине тонкую базовую область, а другой эмиттерную. В результате в пластине исходного кремния образуются два p-n перехода, образующие транзистор структуры p-n-p.



Отечественная маркировка транзисторов, состоит из четырех элементов. Например: ГТ109А, ГТ328, 1Т310В, КТ203Б, КТ817А, 2Т903В.

1. Буква Г или цифра 1 присваивается **германиевым транзисторам**;
2. Буква К или цифра 2 присваивается **кремниевым транзисторам**;
3. Буква А или цифра 3 присваивается транзисторам, полупроводниковым материалом которых служит **арсенид галлия**.

Второй элемент – буква Т от начального слова «транзистор».

Третий элемент – трехзначное число от 101 до 999 – указывает порядковый заводской номер разработки и назначение транзистора. Эти параметры даны в справочнике по транзисторам.

Четвертый элемент – буква от А до К – указывает разновидность транзисторов данной серии.

Справочные данные транзисторов

Тип прибора	Предельные значения параметров при $T_{п} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$						Значения параметров при $T_{п} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$						
	$I_{к}$ макс, мА	$I_{к.н.}$ макс, мА	$U_{кэ_{р.макс.}}$ { $U_{кэ_{о.макс.}}$ }, В	$U_{к_{бо.}}$ макс, В	$U_{э_{бо.}}$ макс, В	$P_{к.макс.}$ { $P_{макс.}$ }, мВт	$h_{21Э}$, { $h_{21Б}$ }	$U_{кб}$, { $U_{кэ}$ }, В	$I_{э}$, { $I_{к}$ }, мА	$U_{кэ}$ нас, В	$I_{к_{бо}}$, { $I_{кэ_{р.}}$ }, мкА	$f_{гр}$, { $f_{к21}$ }, МГц	$K_{ш}$, дБ
2Т3117А	400	800	60	60	4	{300}	40...200	5	200	0,5	5	200	–
2Т3117Б	400	800	75	75	4	300	100...300	{5}	200	0,6	10	250	–