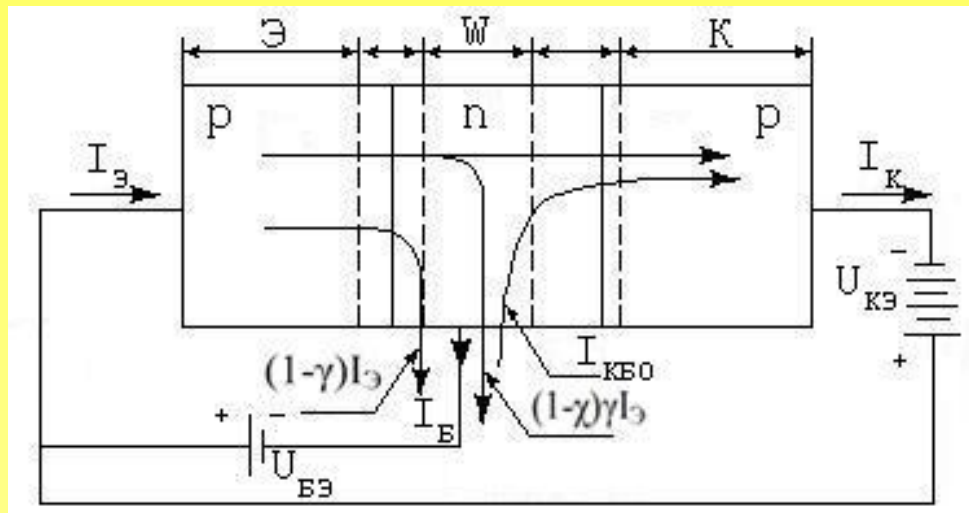


Основные физические процессы в биполярных транзисторах

- В рабочем режиме биполярного транзистора протекают следующие физические процессы: *инжекция, диффузия, рекомбинация и экстракция*.
- При прямом смещении $p-n$ перехода из эмиттера в базу инжектируются неосновные носители. Процесс переноса инжектированных носителей через базу – диффузионный. Характерное расстояние, на которое неравновесные носители распространяются от области возмущения, – диффузионная длина L_p . Поэтому если необходимо, чтобы инжектированные носители достигли коллекторного перехода, длина базы W должна быть меньше диффузионной длины L_p . И условие $W < L_p$ является необходимым для реализации транзисторного эффекта – управления током во вторичной цепи через изменение тока в первичной цепи.
- Продиффундировавшие через базу без рекомбинации носители попадают в электрическое поле обратно смещенного коллекторного $p-n$ перехода и экстрагируются из базы в коллектор.



- Для любого $p-n$ перехода ток J определяется суммой электронного J_n и дырочного J_p компонент, а они в свою очередь имеют дрейфовую и диффузионную составляющие:

$$J = J_p + J_n = J_{pD} + J_{pE} + J_{nD} + J_{nE} = \left(\frac{qD_p p_{n0}}{L_p} + \frac{qD_n n_{p0}}{L_n} \right) (e^{\beta V_{\text{Э}}} - 1)$$

- В активном режиме к эмиттеру приложено прямое напряжение и через переход течет эмиттерный ток $I_{\text{Э}}$, имеющий две компоненты:

$$I_{\text{Э}} = I_{\text{Эр}} + I_{\text{Эн}}$$

- где $I_{\text{Эр}}$ – ток инжекции дырок из эмиттера в базу, $I_{\text{Эн}}$ – ток инжектированных электронов из базы в эмиттер. Величина «полезной» дырочной компоненты равняется $I_{\text{Эр}} = \gamma \cdot I_{\text{Э}}$, где γ – эффективность эмиттера. Величина дырочного эмиттерного тока, без рекомбинации дошедшая до коллектора, равняется $\gamma I_{\text{Э}}$.

- Ток базы I_b транзистора будет состоять из трех компонент, включающих электронный ток в эмиттерном переходе $I_{en} = (1 - \gamma) \cdot I_э$, рекомбинационный ток в базе $(1 - \kappa)\gamma I_э$ и тепловой ток коллектора $I_{к0}$.
- Тепловой ток коллектора $I_{к0}$ имеет две составляющие:

$$I_{к0} = I_0 + I_g$$

- где I_0 – тепловой ток, I_g – ток генерации.