

СХЕМОТЕХНИКА
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ.

АНАЛОГОВЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА

Аналоговые электронные устройства (АЭУ) — это устройства усиления и обработки аналоговых электрических сигналов, выполненные на основе электронных приборов. К аналоговым относятся сигналы, которые изменяются по тому же закону, что и характеризуемые (описываемые) ими физические процессы. Аналоговые сигналы заданы (известны, могут быть измерены) во все моменты времени.

АНАЛОГОВЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА

СИГНАЛЫ

```
graph TD; A[СИГНАЛЫ] --> B[АНАЛОГОВЫЕ]; A --> C[ЦИФРОВЫЕ];
```

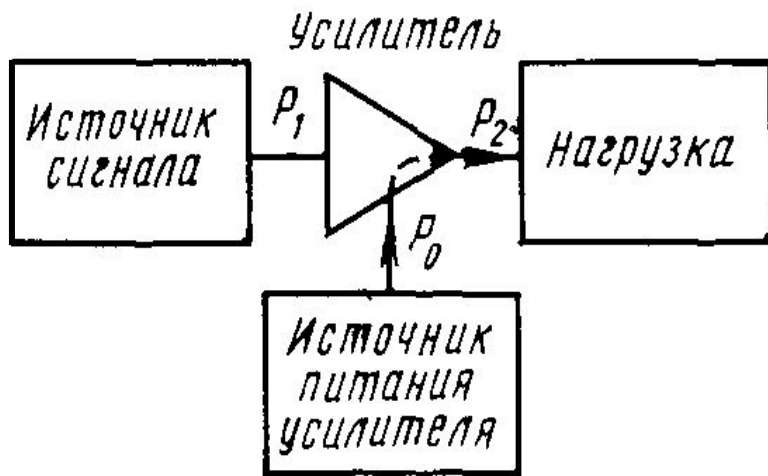
АНАЛОГОВЫЕ

Значения могут быть
измерены в любой
момент

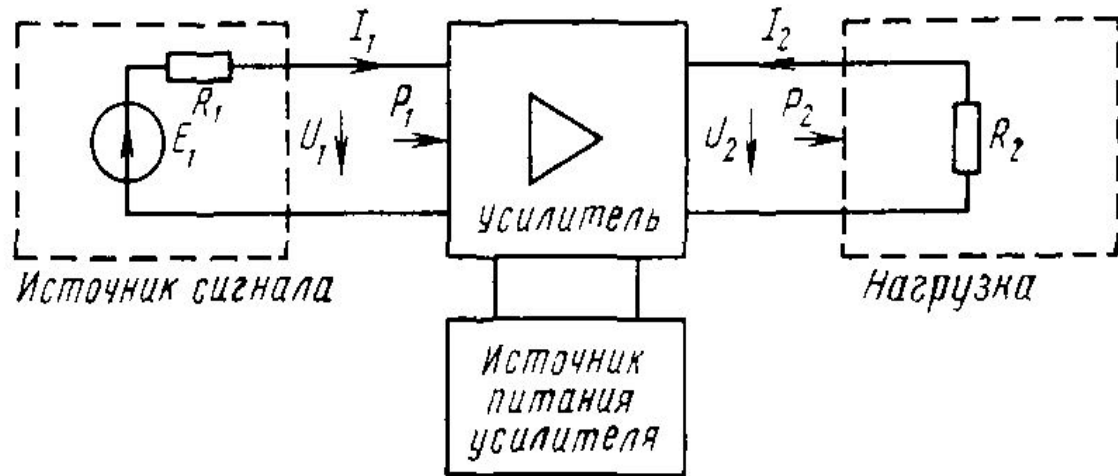
ЦИФРОВЫЕ

Значения могут быть
измерены только в
определенный момент

СХЕМА УСИЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА



Общая схема
усилительного
устройства



Функциональная
схема усилительного
устройства

КЛАССИФИКАЦИЯ АНАЛОГОВЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Аналоговые электронные устройства условно можно разделить на две большие группы: *усилители* и устройства, выполненные на их основе. Усилители классифицируются по нескольким признакам:

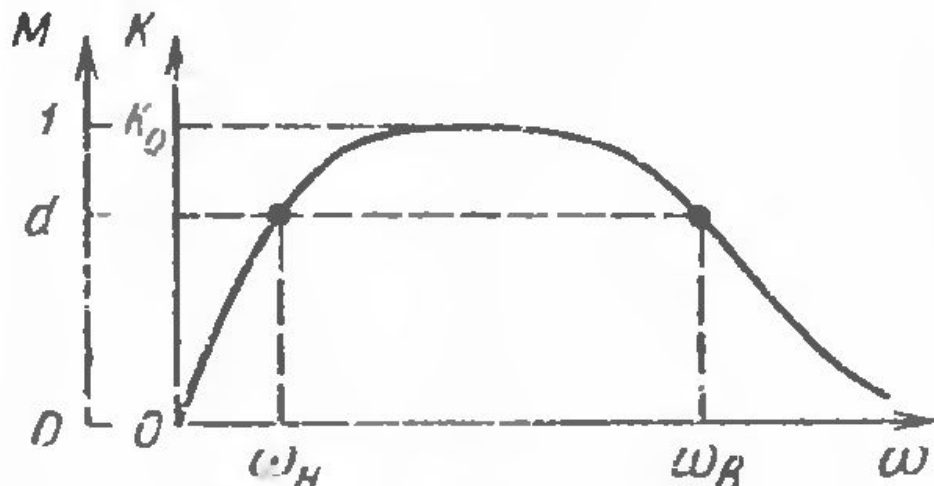
1. По форме усиливаемых сигналов.
2. По диапазону частот.
3. По типу усилительных элементов.
4. По области применения.

Устройства на основе усилителей – это в основном преобразователи электрических сигналов и сопротивлений. Их выполняют на базе усилителей с помощью ОС или путем видоизменения.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АНАЛОГОВЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

1. Входное сопротивление $Z_{вх}$ (входная проводимость $Y_{вх}$).
2. Выходное сопротивление $Z_{вых}$.
3. Коэффициент усиления $K = U_{вых} / U_{вх}$.
4. Коэффициент сквозной передачи $K_{скв} = U_{вых} / E_{Г}$.
5. Коэффициент передачи входной цепи $K_{вх} = Z_{вх} / (Z_{г} + Z_{вх})$
($K_{скв} = K_{вх} K$).
6. Коэффициент усиления тока $K_I = I_{вых} / I_{вх}$.
7. Коэффициент усиления мощности $K_P = P_{н} / P_{вх}$. Коэффициент усиления мощности обычно выражают в децибелах, $дБ = 10 \lg K$.

АМПЛИТУДНО- И ФАЗО-ЧАСТОТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ

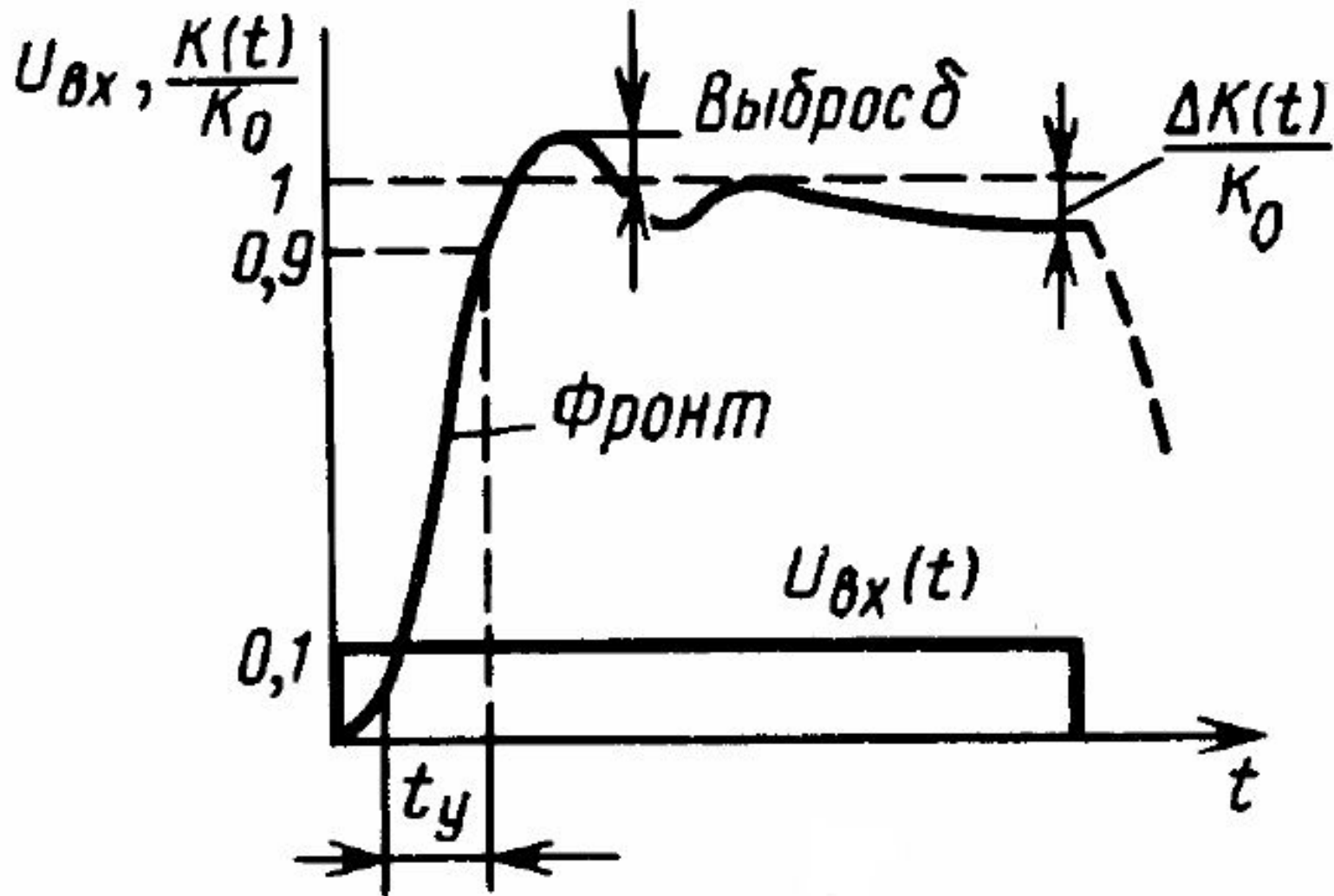


Амплитудно-частотная
характеристика



Фазо-частотная
характеристика

ПЕРЕХОДНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА



НЕЛИНЕЙНЫЕ ИСКАЖЕНИЯ

Нелинейные искажения — это изменения формы колебания, обусловленные нелинейностью характеристик транзисторов, диодов, магнитопроводов, полупроводниковых конденсаторов микросхем и других элементов. Параметры нелинейных элементов зависят от воздействующего на них тока или напряжения. Отличительным признаком нелинейных искажений является то, что им подвержено даже гармоническое (синусоидальное) колебание. На этом и основана их простейшая количественная оценка с помощью коэффициента гармоник. Если на вход усилителя подать чисто гармоническое напряжение, то на выходе получим не только его первую гармонику, но и высшие. Для оценки нелинейных искажений можно использовать коэффициент

$$\text{гармоник: } K_{\Gamma} = \sqrt{U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + \dots} / U_1$$

ОЦЕНКА НЕЛИНЕЙНЫХ ИСКАЖЕНИЙ

Малые нелинейные искажения оценивают **затуханием нелинейность**.

$$a_{\Gamma} = 20 \lg\left(\frac{1}{K_{\Gamma}}\right)$$

При этом вводится понятие номинального напряжения и номинальной выходной мощности.

$$P_{\text{ВЫХ НОМ}} = \frac{U_{\text{ВЫХ НОМ}}^2}{R_{\text{ВЫХ НОМ}}}$$

КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ

Коэффициент полезного действия (КПД) усилителя характеризует экономичность расходования энергии питания. Обычно он измеряется при усилении гармонического колебания частоты 1 кГц. Общий КПД всего усилителя называется промышленным. Он представляет отношение номинальной выходной мощности, отдаваемой в нагрузку, к суммарной мощности, потребляемой им от всех источников питания:

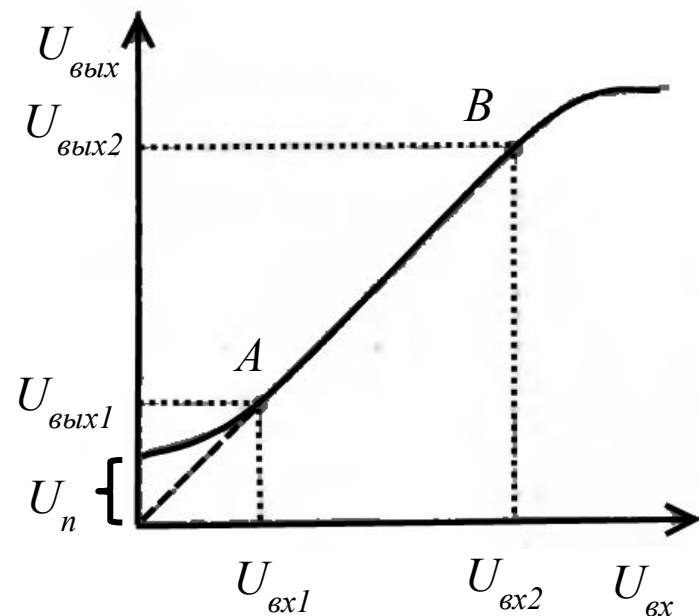
$$\eta_{\Sigma} = \frac{P_{\text{н}}}{P_{\Sigma}}$$

СОБСТВЕННЫЕ ПОМЕХИ

1. Фон.
2. Наводки.
3. Собственные шумы.
4. Дрейф нуля.

АМПЛИТУДНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ДИНАМИЧЕСКИЙ ДИАПАЗОН

Амплитудной характеристикой (АХ) усилителя называется зависимость амплитудного или действующего значения выходного напряжения от входного синусоидального напряжения.

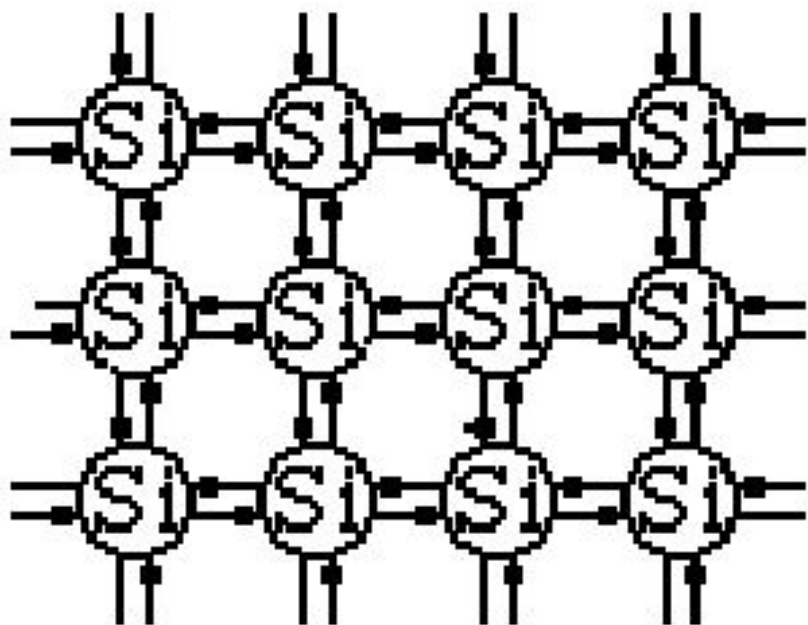


Динамический диапазон

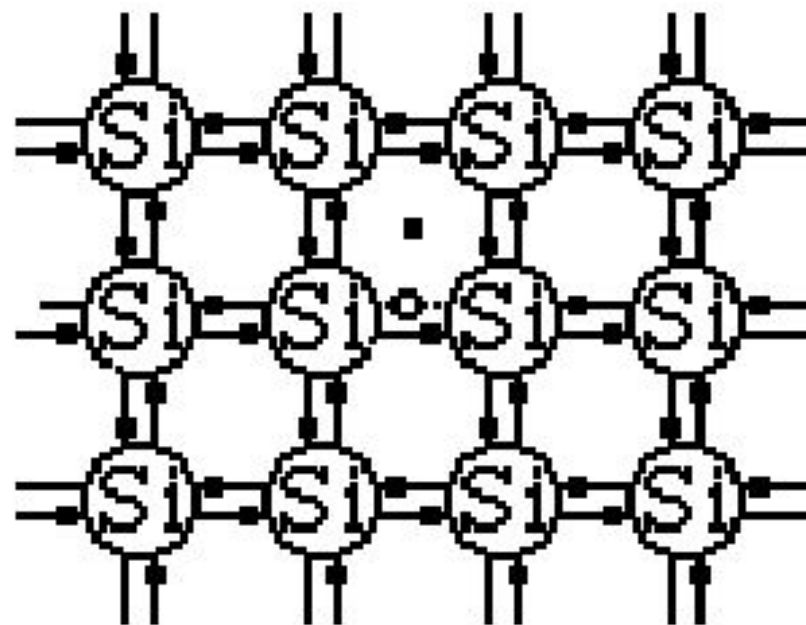
$$D = \frac{U_{\text{ВЫХ}2}}{U_{\text{ВЫХ}1}} = \frac{U_{\text{ВХ}2}}{U_{\text{ВХ}1}}$$

ЭЛЕМЕНТЫ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Структура кристалла кремния Si

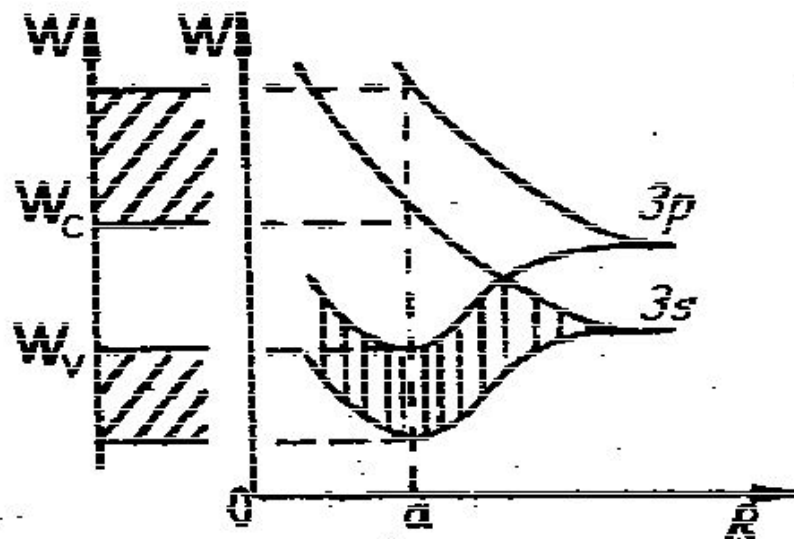
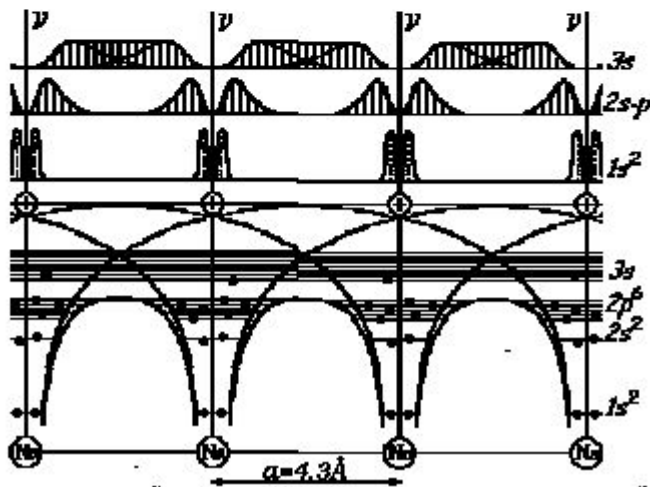
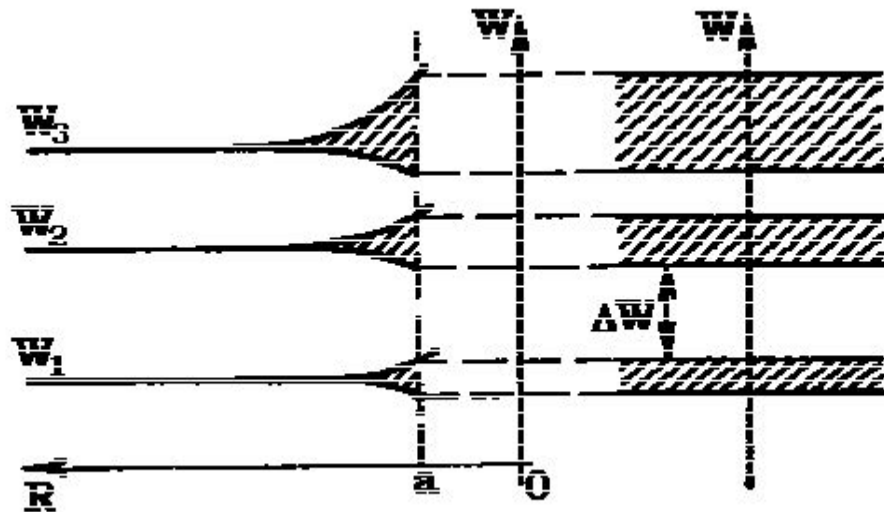
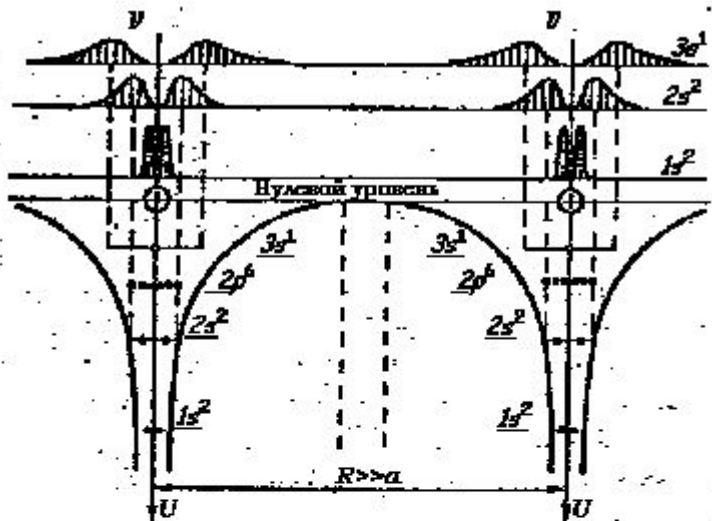


$T = 0$



$T > 0$

ЭЛЕМЕНТЫ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ



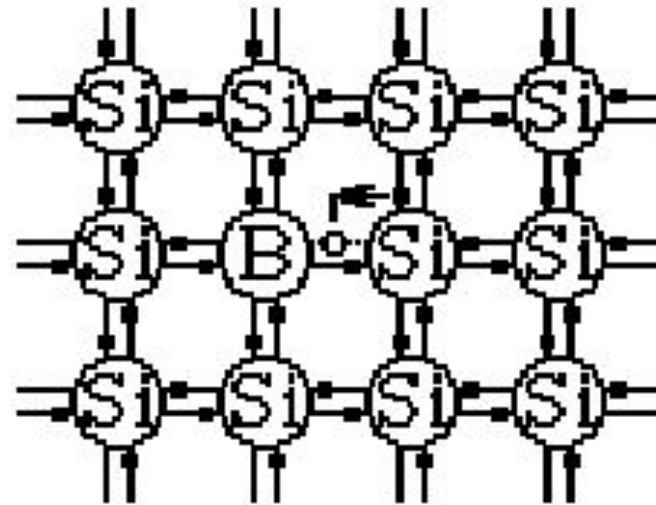
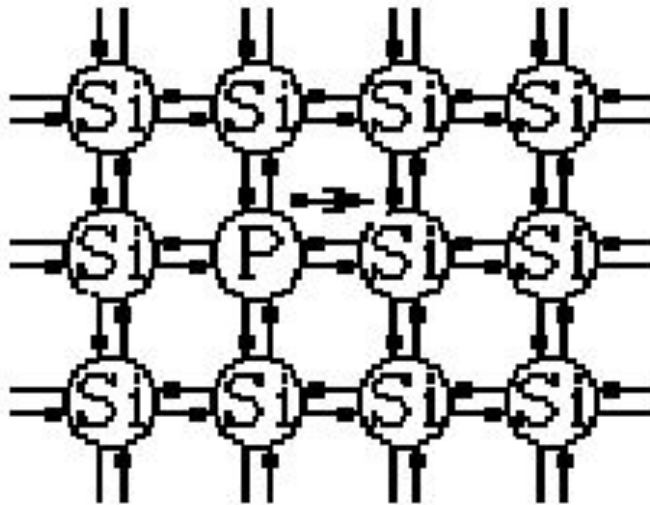
ЭЛЕМЕНТЫ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Распределение Ферми-Дирака

$$f_n(W, T) = 1 / \left(1 + e^{\frac{W - W_F}{kT}} \right)$$

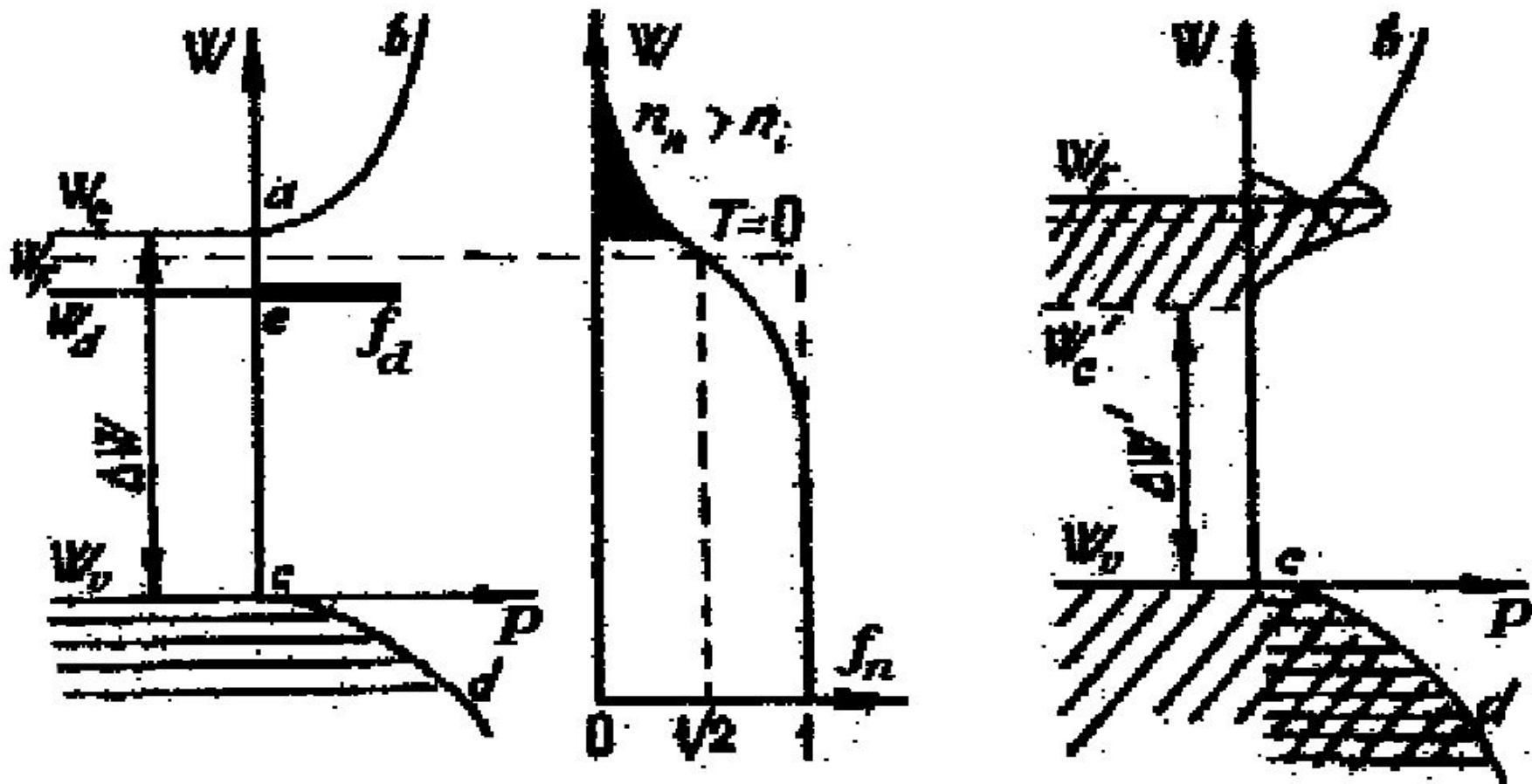
ЭЛЕМЕНТЫ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Примесные полупроводники



ЭЛЕМЕНТЫ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Примесные полупроводники n-типа.



ЭЛЕМЕНТЫ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Примесные полупроводники р-типа.

