

«Конструкторско- технологическое обеспечение производства» (КТОП)

для образовательной программы 09.03.01 «Информатика и
вычислительная техника»

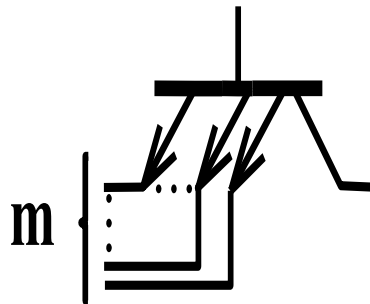
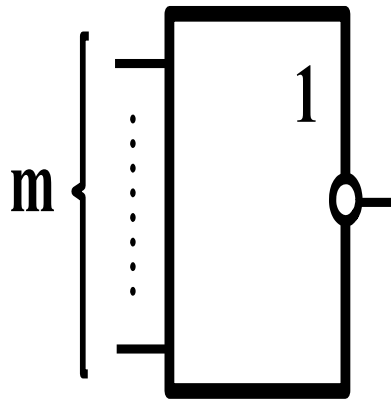
Лекция 6

Лектор

Трубочкина Надежда Константиновна,
д.т.н., профессор, ntrubochkina@hse.ru

Технические параметры логических элементов ЭВМ

Коэффициент объединения по входам

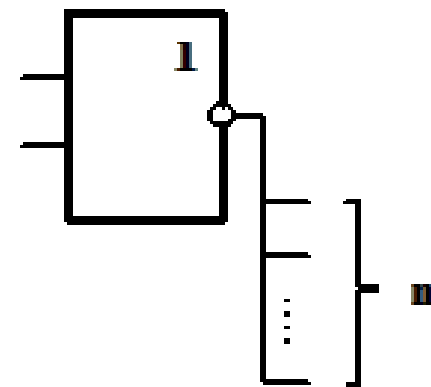


Коэффициентом объединения по входам (m) называется **максимальное количество входов логического элемента**, при котором элемент остается работоспособным.

Обычно для транзисторной схемотехники $m=6-8$. Количество входов ограничено токами утечки, т.к. их большое количество может привести к нарушению работоспособности элемента, а также снижению его быстродействия за счет увеличения входной паразитной емкости.

Нагрузочная способность

Нагрузочной способностью или *коэффициентом объединения по выходу* (n), называется максимальное количество подобных схем, которые можно подключить к выходу элемента без изменения его работоспособности.



$$n = \min(I_{\text{ВЫХ}}^0 / I_{\text{ВХ}}^0, I_{\text{ВЫХ}}^1 / I_{\text{ВХ}}^1)$$

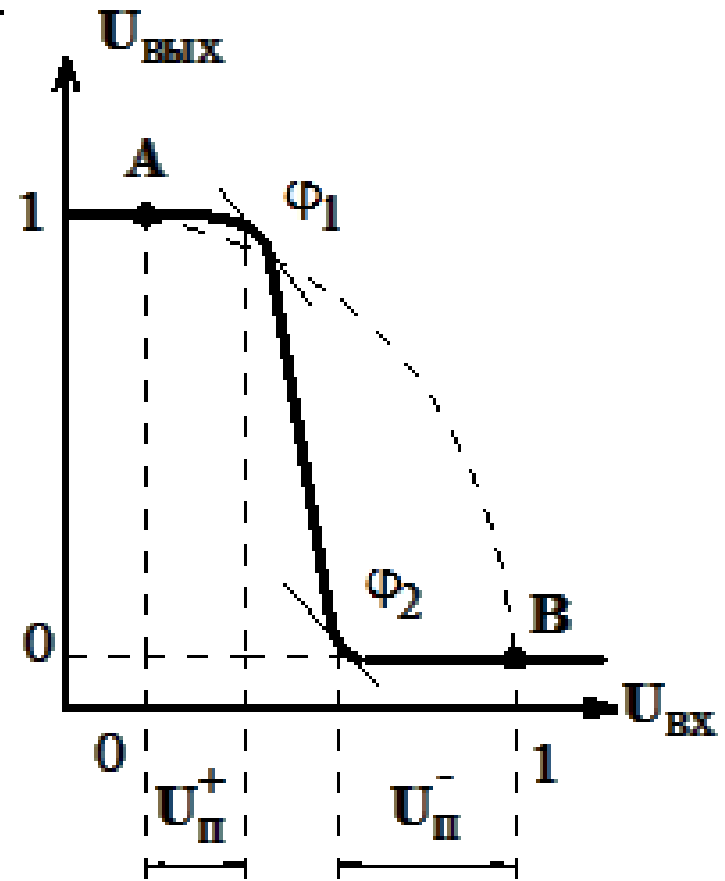
где $I_{\text{ВЫХ}}^0$, $I_{\text{ВХ}}^0$, $I_{\text{ВЫХ}}^1$, $I_{\text{ВХ}}^1$ — выходные и входные токи элемента в режимах логической единицы и логического нуля.

Передаточная характеристика

Передаточная характеристика – это зависимость **выходного напряжения от напряжения на входе** элемента.

А, В – рабочие точки, соответствующие двум статическим состояниям.

φ_1 , φ_2 – точки изменения состояния, в которых производная по модулю равна 1.



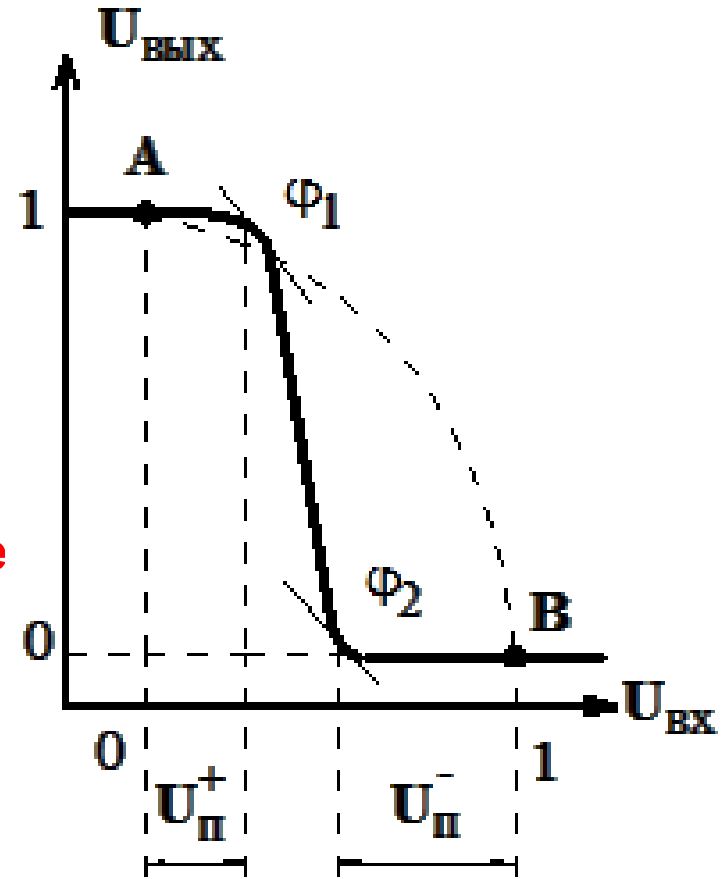
Запасы помехоустойчивости

Запас помехоустойчивости по положительной помехе – это **допустимое превышение напряжения логического нуля**, при котором не происходит нарушения логики работы схемы:

$$U_{п}^{+} = U_{\phi_1} - U_A$$

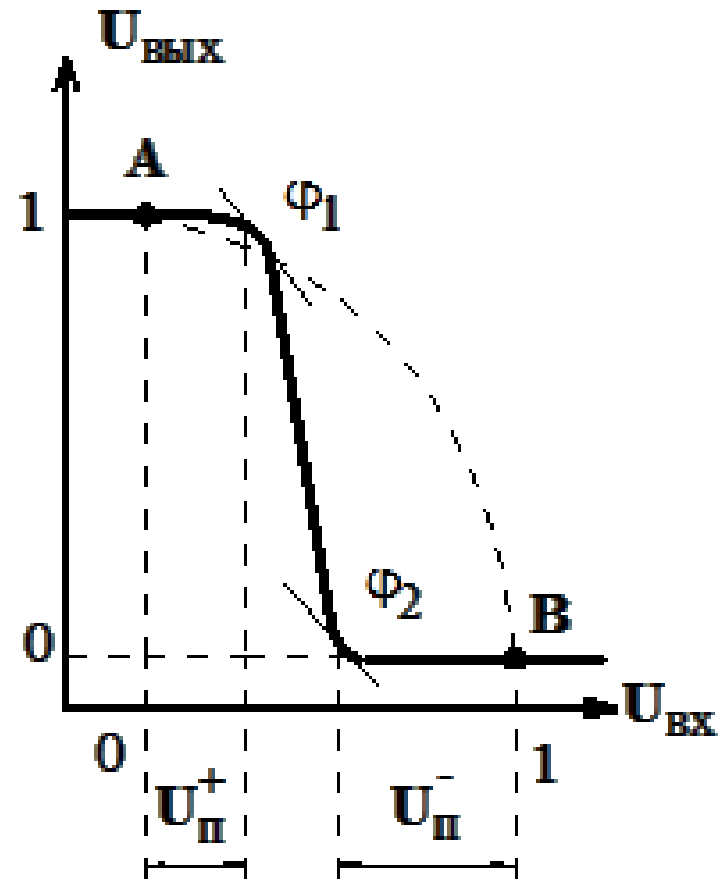
Запас помехоустойчивости по отрицательной помехе – это **допустимое уменьшение напряжения логической единицы на входе**, при котором не происходит нарушения логики работы схемы:

$$U_{п}^{-} = U_B - U_{\phi_2}$$



По передаточной характеристике определяются:

- напряжение логической единицы U^1 ,
- напряжение логического нуля U^0 ,
- логический перепад $U_{\text{л}} = |U^1 - U^0|$.



Потребляемая мощность

$$P=0,5*(P^0+P^1)= 0,5*E*(I^0+I^1)$$

P^0 – мощность, потребляемая схемой, когда на ее выходе напряжение логического нуля;

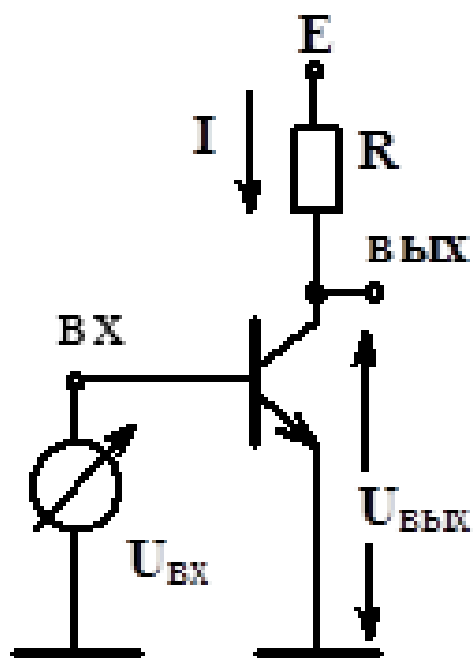
P^1 – мощность, которую потребляет схема, на выходе которой напряжение логической единицы;

E - напряжение питания;

I^0 – суммарный ток от цепи питания, когда на выходе напряжение логического нуля;

I^1 – суммарный ток от цепи питания, когда на выходе напряжение логической единицы.

Статическая мощность биполярного инвертора



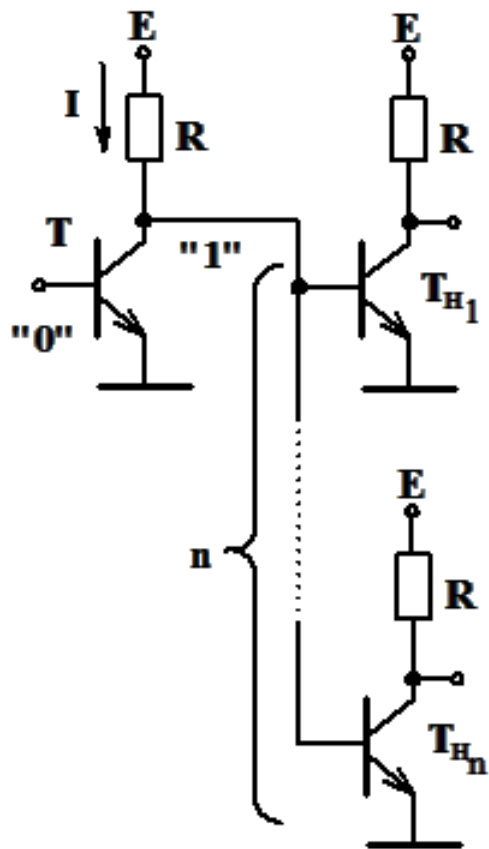
без нагрузки определяется по формуле:

$$P_{n=0} =$$

$$= 0,5E * (I^1 + I^0) =$$

$$= 0,5EI_{\text{кнас}} = 0,5E * (E - U_{\text{кэн}}) / R$$

Статическая мощность биполярного инвертора с нагрузкой



$$U_{ВХ} = U^0 \quad U_{ВЫХ} = U^1$$

T - закрыт

$$I^1 = n \cdot I_{\text{бнас}} = \frac{n \cdot (E - U_{\text{бэнас}})}{R}$$

$$U_{ВХ} = U^1 \quad U_{ВЫХ} = U^0$$

T - насыщен

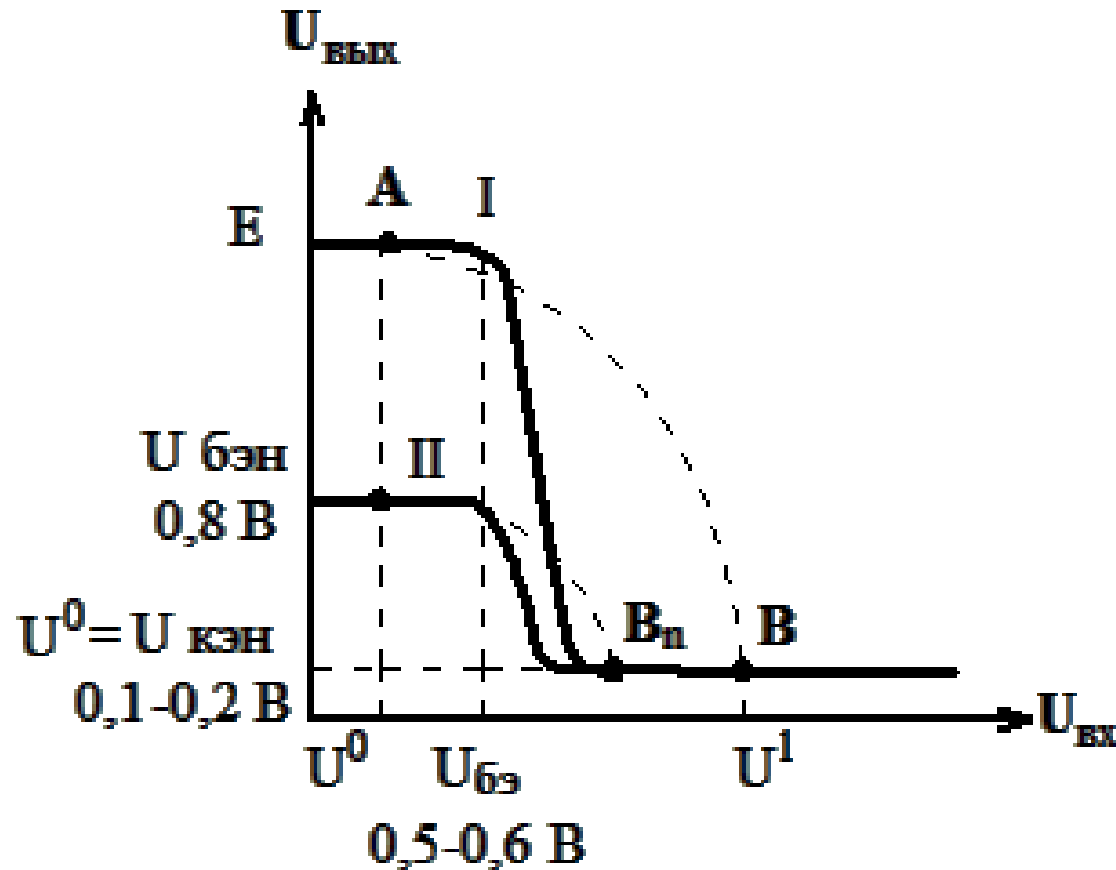
$$I^0 = I_{\text{кнас}} = \frac{(E - U_{\text{кэн}})}{R}$$

$$P = 0,5E \cdot \left[\frac{(E - U_{\text{кэн}})}{R} + n \cdot \frac{(E - U_{\text{бэнас}})}{R} \right]$$

При подключении нагрузки

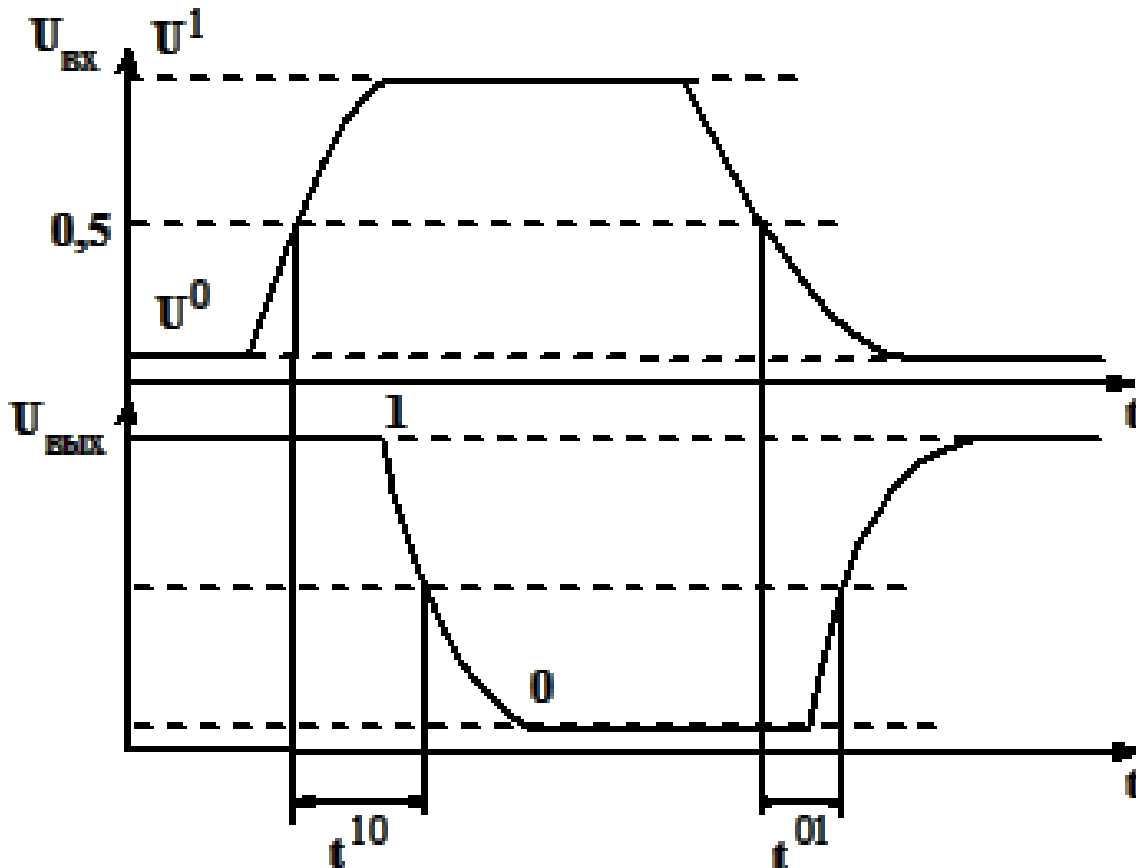
Меняются:

логический перепад
гистерезис
устойчивости

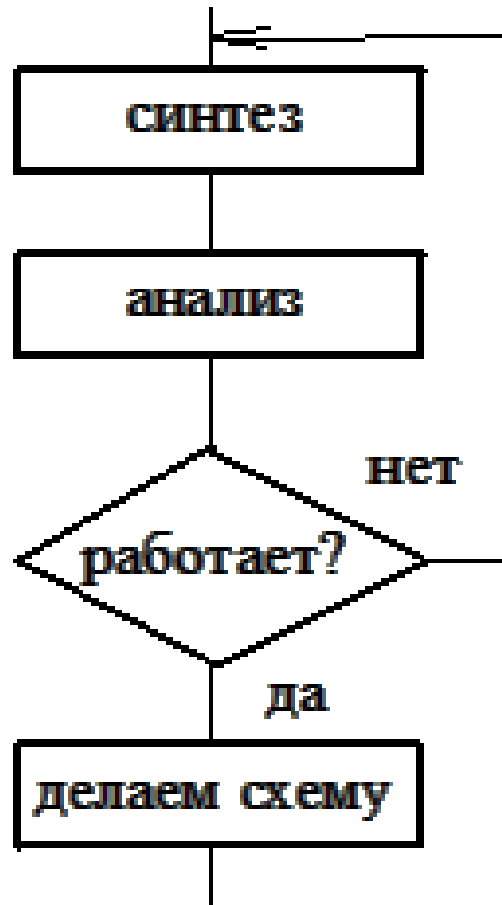


Динамические параметры логического элемента

$$t_{\text{задержки}} = (t^{01} + t^{10})/2$$



Алгоритм создания переходного элемента

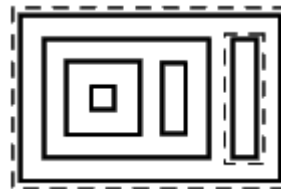
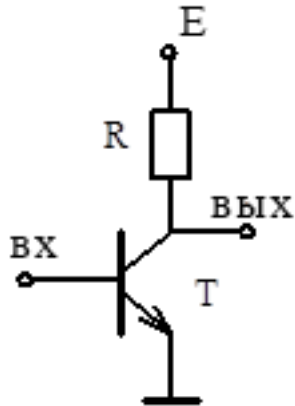


Пример проектирования интегральной схемы

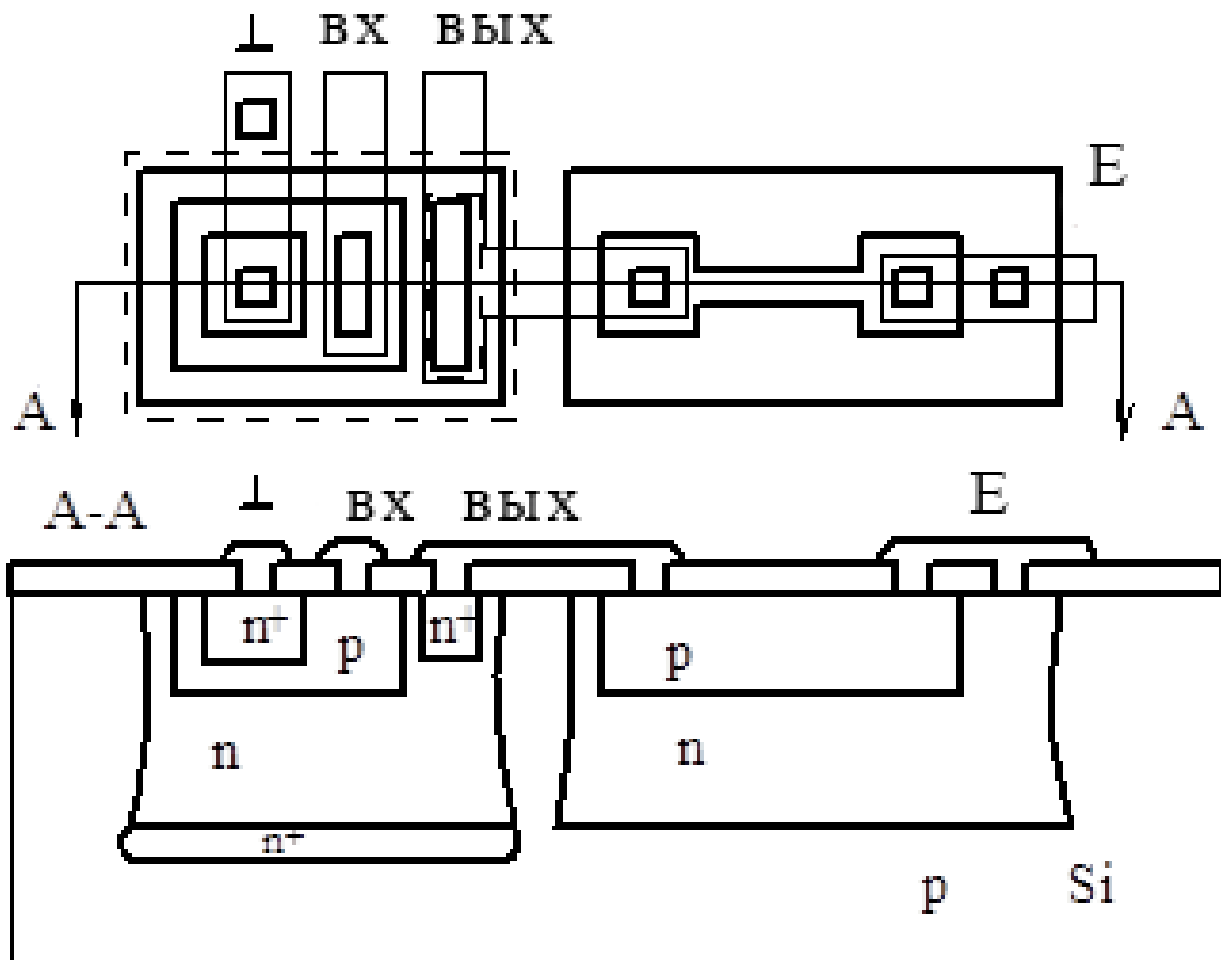
- *Техническое задание:*

Требуется спроектировать интегральную схему (ИС) биполярного инвертора (БИ).

- *Исходные данные:*



Топология и структура ИС БИ



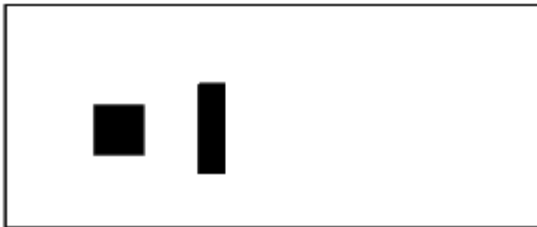
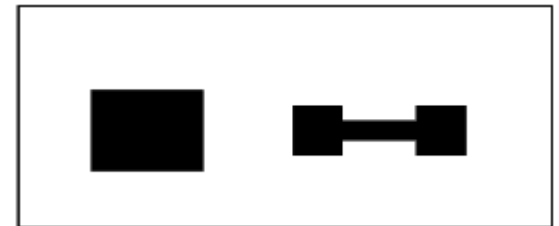
На
реализацию
инверсии

$6(+2)=8$

областей

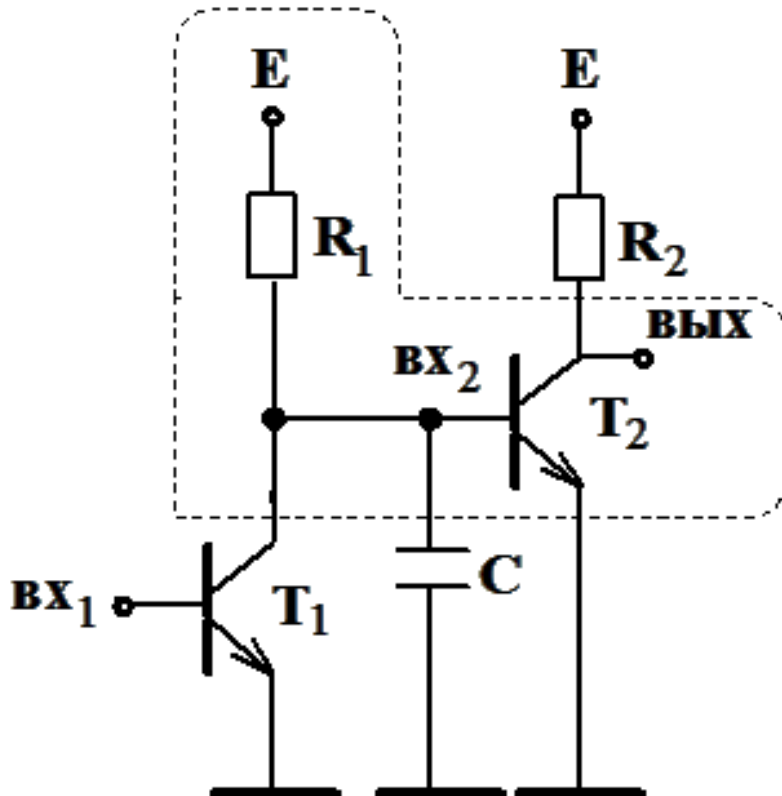
5 соединений

Технологическая подготовка процесса производства. Маски



Оптимизация. Инжекционный инвертор. Алгоритм синтеза математической модели

Было
(T_1, R_1) и (T_2, R_2)



А если (R_1, T_2)

$$U_{ВХ1} = U^1 \quad U_{ВЫХ1=ВХ2} = U^0$$

T_1 - насыщен

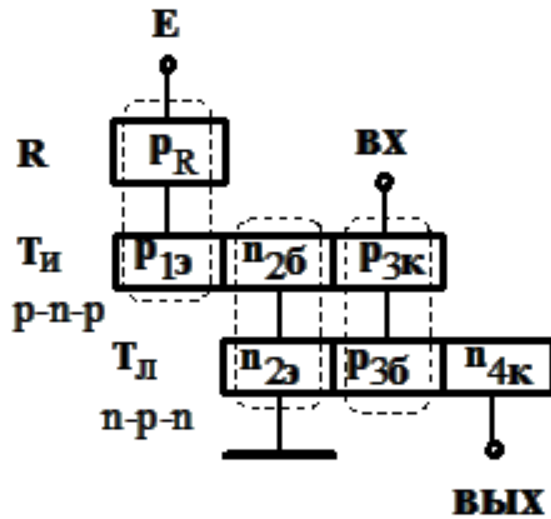
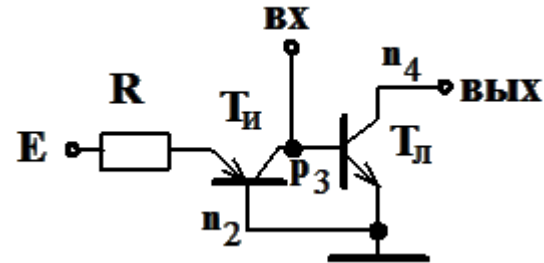
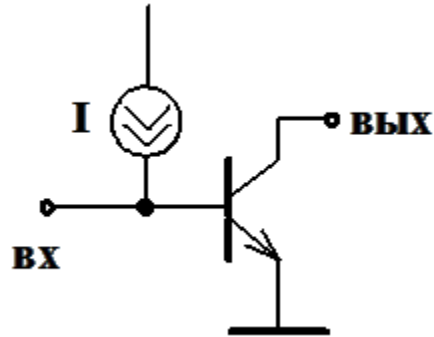
$$I_{R_1}^0 = \frac{E - U_{кэН}}{R_1}$$

$$U_{ВХ1} = U^0 \quad U_{ВЫХ1=ВХ2} = U^1$$

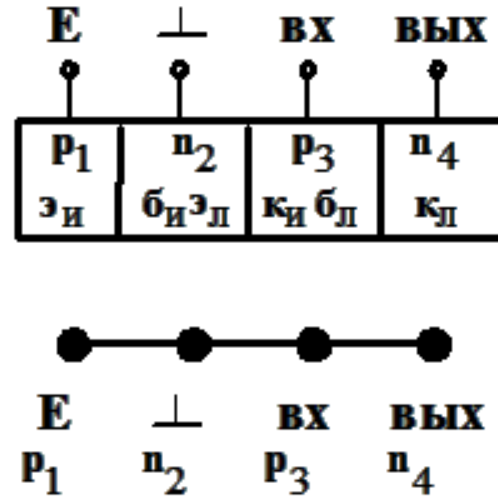
T_1 - закрыт

$$I_{R_1}^1 = \frac{E - U_{бэН}}{R_1}$$

Токи в обоих режимах практически равны



=



абстрактная
мат. модель
=
схема пере-
ходной
схемотехники

Принцип функциональной интеграции

- **если области одного типа разных компонентов имеют одинаковый потенциал (функцию), то их можно объединить в одну область.**

Применяя этот принцип к полученной схеме, можно объединить:

- внутреннее сопротивление источника тока p_R с эмитерной областью инжектирующего транзистора $p_{1э}$,
- базу инжектирующего транзистора $n_{2б}$ с эмиттером логического транзистора $n_{2э}$,
- коллектор инжектирующего транзистора $p_{3к}$ с базой логического транзистора $p_{3б}$.

Модели переходных «И» и «ИЛИ»

Схема И
(конъюнктор)

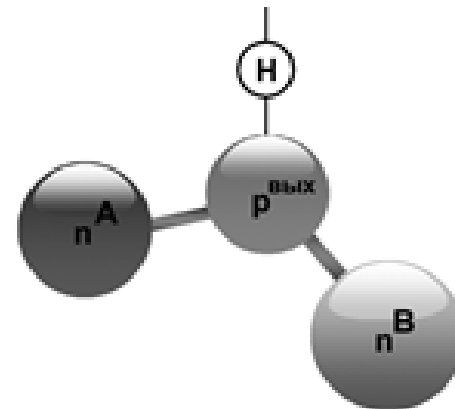
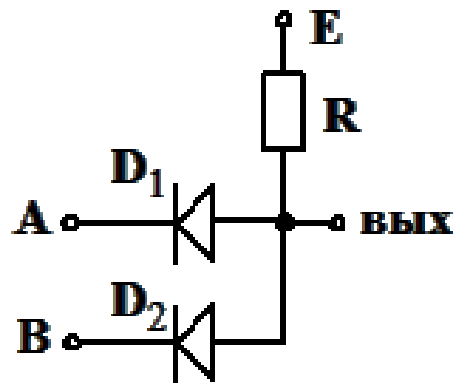
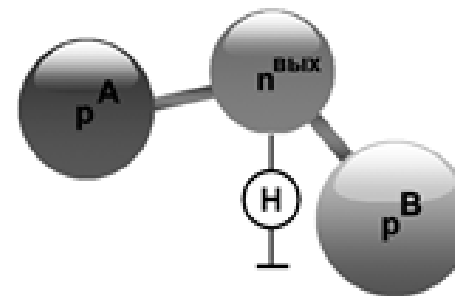
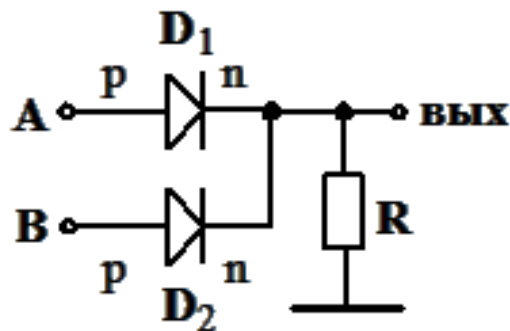
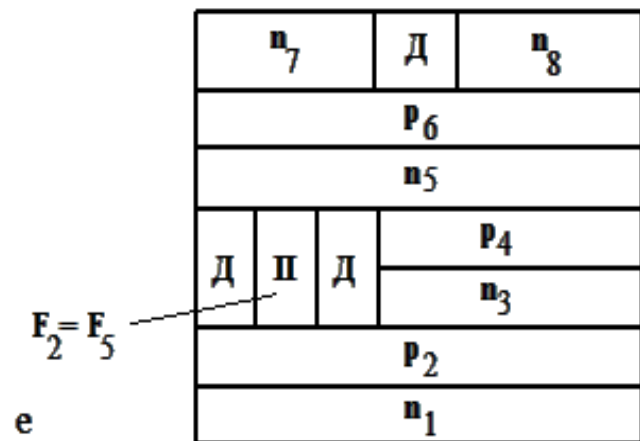
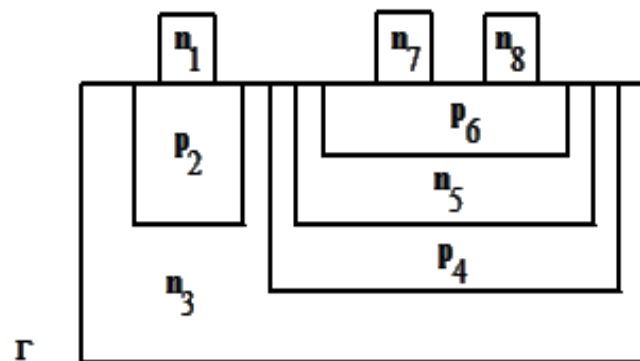
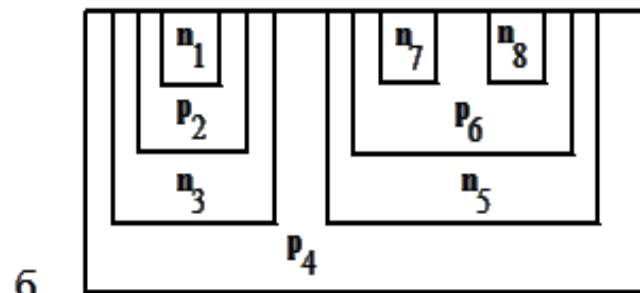
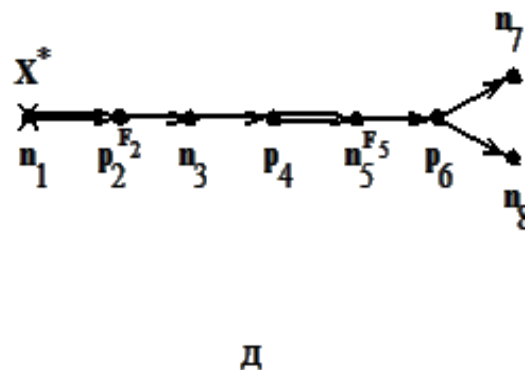
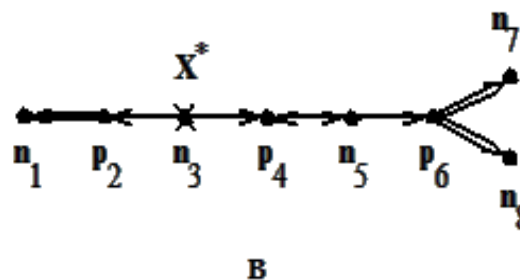
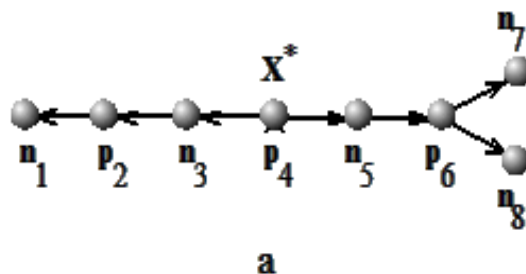


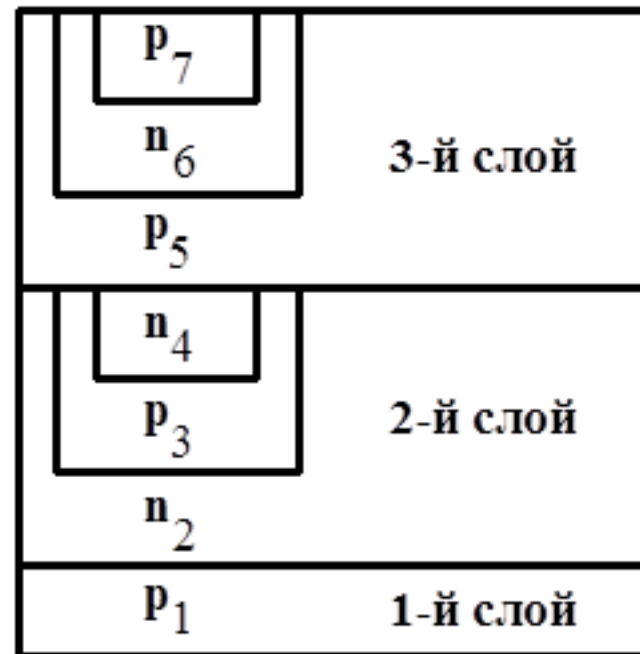
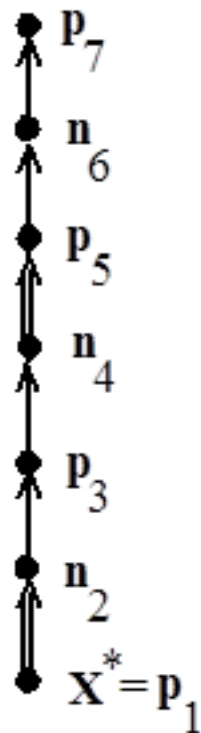
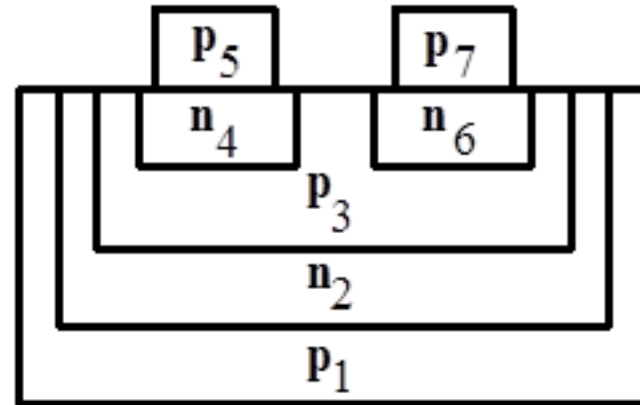
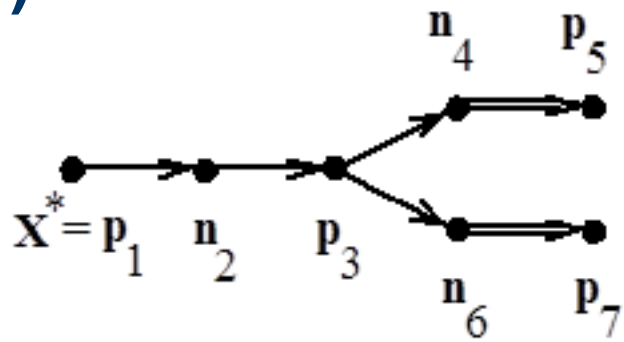
Схема ИЛИ
(дизъюнктор)



Структурные формулы – модели переходных элементов в пространстве (1)



(2)



(3)

