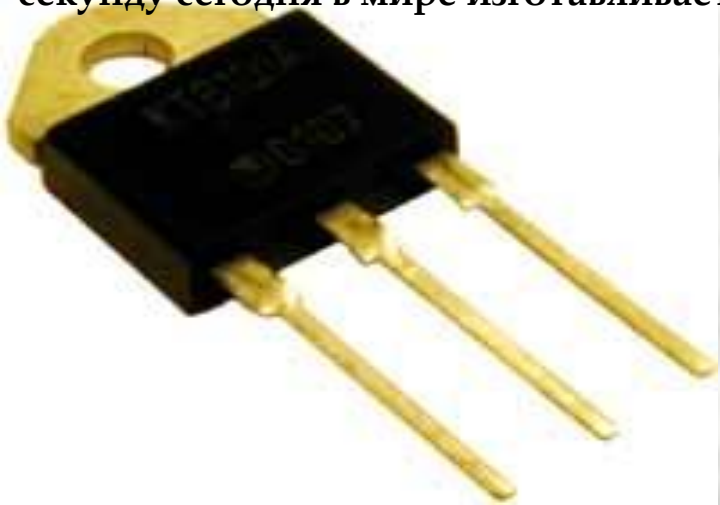




Транзистор — трёхэлектродный полупроводниковый электронный прибор, в котором ток в цепи двух электродов управляется третьим электродом. Управление тока в выходной цепи осуществляется за счет изменения входного тока (в биполярном транзисторе), либо входного напряжения (в МОП транзисторе). Небольшое изменение входных величин может приводить к существенно большему изменению выходного напряжения и тока. Это усилительное свойство транзисторов используется в аналоговой технике (аналоговые ТВ, радио, связь и т. п.). В настоящее время в аналоговой технике доминируют биполярные транзисторы. Другим важнейшим применением транзисторов является цифровая техника (логика, память, процессоры, компьютеры, цифровая связь и т. п.). Вся современная цифровая техника основана на МОП (металл-окисел-полупроводник) транзисторах (МОПТ). Иногда их называют МДП (металл-диэлектрик-полупроводник) транзисторы. Международный термин — MOSFET (metal-oxide-semiconductor field effect transistor). Транзисторы изготавливаются в рамках интегральной технологии на одном кремниевом кристалле (чипе) и составляют элементарный «кирпичик» для построения памяти, процессора, логики и т. п. Размеры современных МОПТ составляют от 130 до 60 нанометров. Это одна десятитысячная часть миллиметра. На одном чипе (обычно размером 1—2 квадратных сантиметра) размещаются десятки миллионов МОПТ. На протяжении десятков лет происходит уменьшение размеров (миниатюризация) МОПТ и увеличение их количества на одном чипе (степень интеграции), в ближайшие годы ожидается увеличение степени интеграции до сотен миллионов транзисторов на чипе. Уменьшение размеров МОПТ приводит также к повышению быстродействия процессоров (тактовой частоты). Каждую секунду сегодня в мире изготавливается подмиллиард МОП транзисторов.

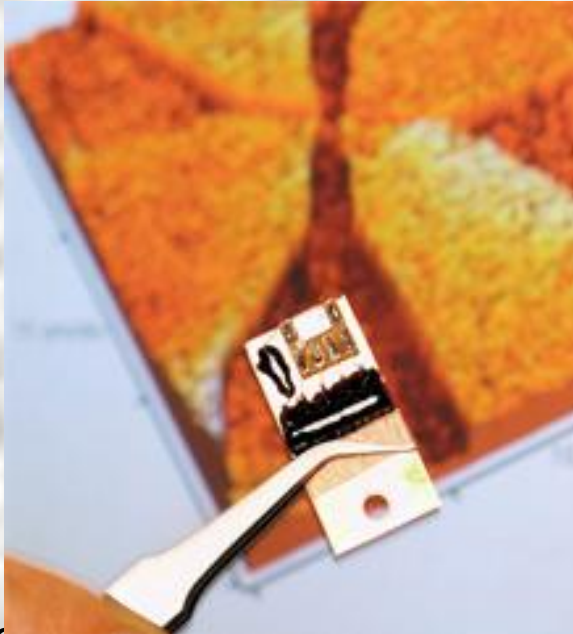


Биполярный транзистор — трёхэлектродный полупроводниковый прибор, разновидность транзистора. Электроды подключены к трём последовательно расположенным слоям полупроводника с чередующимся типом примесной проводимости. По этому способу чередования различают  $npr$  и  $pnp$  транзисторы ( $n$ - negative) — электронный тип примесной проводимости, ( $p$ - positive — дырочный).





Полевой транзистор — полупроводниковый прибор, в котором ток изменяется в результате действия перпендикулярного току электрического поля, создаваемого входным сигналом.



Кустарный прототип графенового полевого транзистора полученный в 2006 г группой Уолта де Хиира

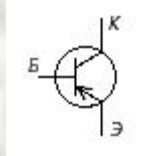
Протекание в полевом транзисторе рабочего тока обусловлено носителями заряда только одного знака (электронами или дырками), поэтому такие приборы называются униполярными (в отличие от биполярных). По физической структуре и механизму работы полевые транзисторы условно делят на 2 группы. Первую образуют транзисторы с управляющим р-п переходом или переходом металл — полупроводник (барьер Шоттки), вторую — транзисторы с управлением посредством изолированного электрода (затвора), т. н. транзисторы МДП (металл — диэлектрик — полупроводник).

**Принцип действия и способы применения транзисторов существенно зависят от их типа.**

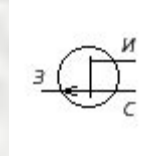
**По типу используемого полупроводника транзисторы классифицируются на кремниевые, германиевые и арсенид-галлиевые. Другие материалы транзисторов до недавнего времени не использовались. В настоящее время имеются транзисторы на основе, например, прозрачных полупроводников для использования в матрицах дисплеев. Перспективный материал для транзисторов — полупроводниковые полимеры. Также имеются отдельные сообщения о транзисторах на основе углеродных нанотрубок.**

**По мощности различают маломощные транзисторы (рассеиваемая мощность измеряется в милливаттах), транзисторы средней мощности (от 0,1 до 1 Вт рассеиваемой мощности) и мощные транзисторы (больше 1 Вт). На фотографии мощность транзисторов возрастает слева направо.**

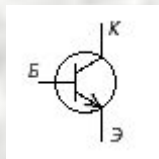
**По исполнению различают дискретные транзисторы (корпусные и бескорпусные) и транзисторы в составе интегральных схем**



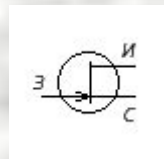
**p-n-p**



**канал p-типа**



**n-p-n**

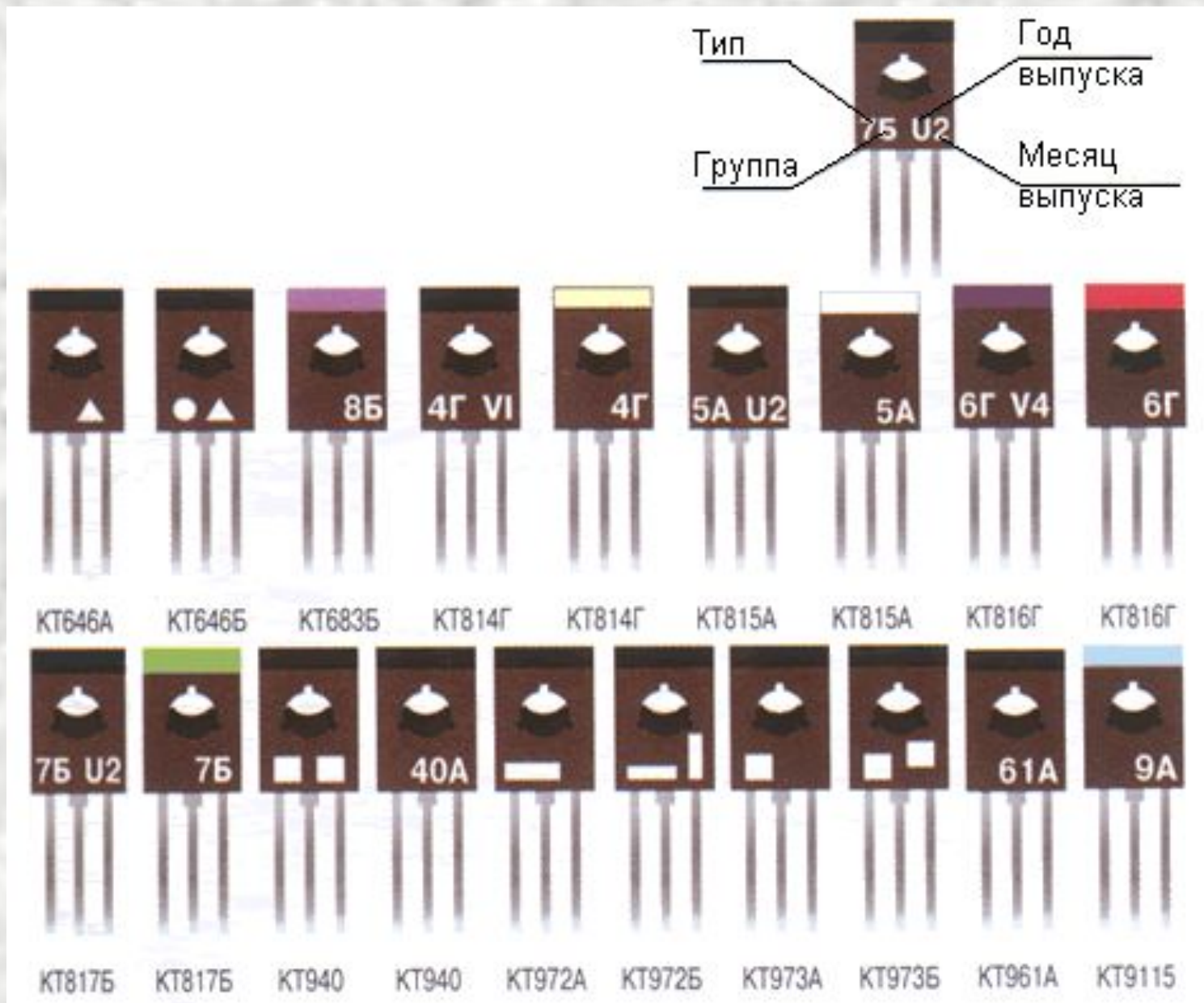


**канал n-типа**

**Биполярные**

**Полевые**

# Примеры





**КМОП (комплементарная логика на транзисторах металл-оксид-полупроводник; англ. CMOS, Complementary-symmetry/metal-oxide semiconductor) — технология построения логических электронных схем. В технологии КМОП используются полевые транзисторы с изолированным затвором с каналами разной проводимости. Отличительной особенностью схем КМОП по сравнению с другими технологиями (ТТЛ, ЭСЛ и др.) является очень малое энергопотребление в статическом режиме — в большинстве случаев можно считать, что энергия потребляется только во время переключения состояний.**

**подавляющее большинство современных логических микросхем, в том числе, процессоров, используют схемотехнику КМОП.**

**Для примера рассмотрим схему вентиля И-НЕ, построенного по технологии КМОП.**

**Если на оба входа А и В подан высокий уровень, то оба транзистора снизу на схеме открыты, а оба верхних закрыты, то есть выход соединён с землёй.**

**Если хотя бы на один из входов подать низкий уровень, соответствующий транзистор сверху будет открыт, а снизу закрыт. Таким образом, выход будет соединён с напряжением питания и отсоединён от земли.**

**В схеме нет никаких нагрузочных сопротивлений, поэтому в статическом состоянии через КМОП-схему протекают только токи утечки через закрытые транзисторы, и энергопотребление очень мало. При переключениях электрическая энергия тратится в основном на заряд емкостей затворов и проводников, так что потребляемая (и рассеиваемая) мощность пропорциональна частоте этих переключений (например, тактовой частоте процессора).**

