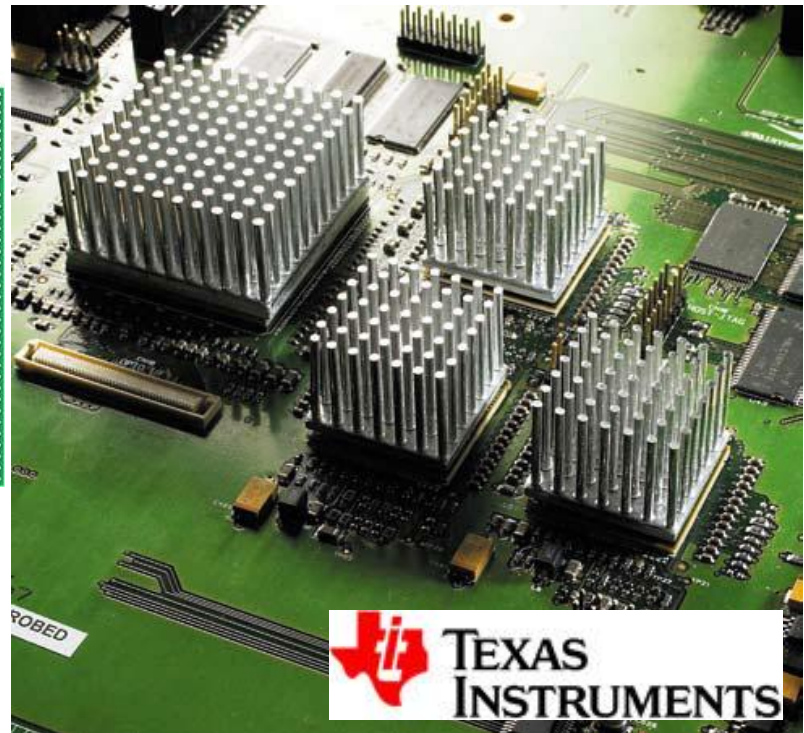


Микроэлектроника



Введение

МИКРОЭЛЕКТРОНИКА – область электроники, охватывающая проблемы создания электронных устройств **в микроминиатюрном интегральном исполнении.**

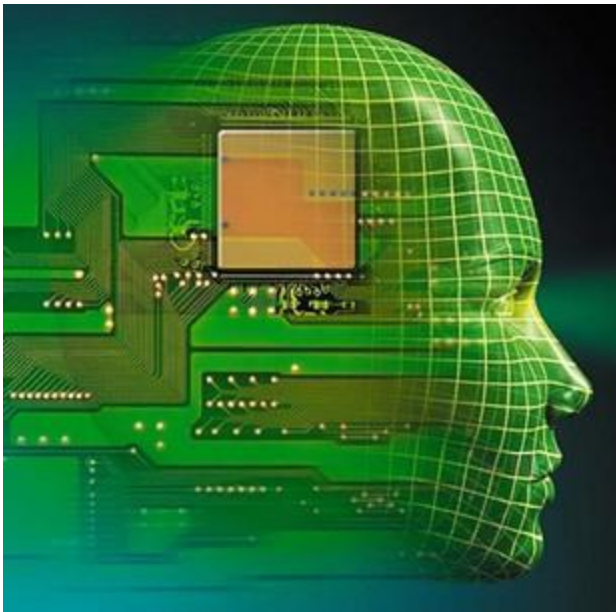
В микроэлектронике используются различные свойства твердого тела, особенно полупроводников, для создания функциональных блоков и узлов, связанных электрически, конструктивно и технологически. В едином технологическом процессе обработки отдельным участкам полупроводника придаются свойства различных элементов (диодов, транзисторов и т. д.) и их соединений, так что они образуют **интегральную схему.**

Введение

Наряду с интегральной микроэлектроникой существует **вакуумная микроэлектроника** и **функциональная микроэлектроника**. В интегральной микроэлектронике используется **планарно-эпитаксиальная технология**, **фотолитография**, **ионное внедрение**, **окисление**, **нанесение металлических плёнок** и т. д. Приборы вакуумной микроэлектроники выполняются либо в виде плёночных интегральных схем с навесными микроминиатюрными электровакуумными приборами, либо в виде полностью вакуумных узлов. В функциональной микроэлектронике используются оптические явления (**оптоэлектроника**), взаимодействие электронов с акустическими волнами (**акустозлектроника**), сверхпроводимость и др.

Введение

Микроэлектроника является одним из важнейших катализаторов научно-технического прогресса современной цивилизации. Уровень развития и объемы производства ее основных изделий (интегральных микросхем - ИМС) во многом определяют потенциал государства. От уровня развития микроэлектроники напрямую зависит не только уровень и перспективы развития всей экономики, но и степень безопасности государства. В современном мире эта отрасль является стратегической наряду с атомной и другими секторами промышленности.



Международная технологическая дорожная карта для полупроводникового производства (The International Technology Roadmap for Semiconductors - ITRS)



Международная технологическая дорожная карта для полупроводникового производства является основным документом, регламентирующим развитие мировой микроэлектронной промышленности, составляется силами интернационального сообщества экспертов, включающего более 1200 специалистов из США, Японии, Тайваня, Европы и Кореи, издается с 1999 года, обновляется каждый год и содержит информацию по всем аспектам развития производства кремниевых интегральных схем **на 15 лет вперед**. Практически, это план развития отрасли, содержащий главные тенденции, ближайшие и отдаленные задачи, а также нерешенные проблемы по каждому разделу полупроводникового производства.

Международная технологическая дорожная карта для полупроводникового производства (The International Technology Roadmap for Semiconductors - ITRS)

Основными целями ITRS являются:

- формирование технических требований к приборам, технологиям и к оборудованию;
- определение потенциальных путей решения имеющихся проблем;
- формирование календарного плана развития полупроводниковой промышленности.

Тенденции развития микроэлектронной промышленности

Научно-технический прогресс в микроэлектронике сопровождается **усложнением и удорожанием оборудования**

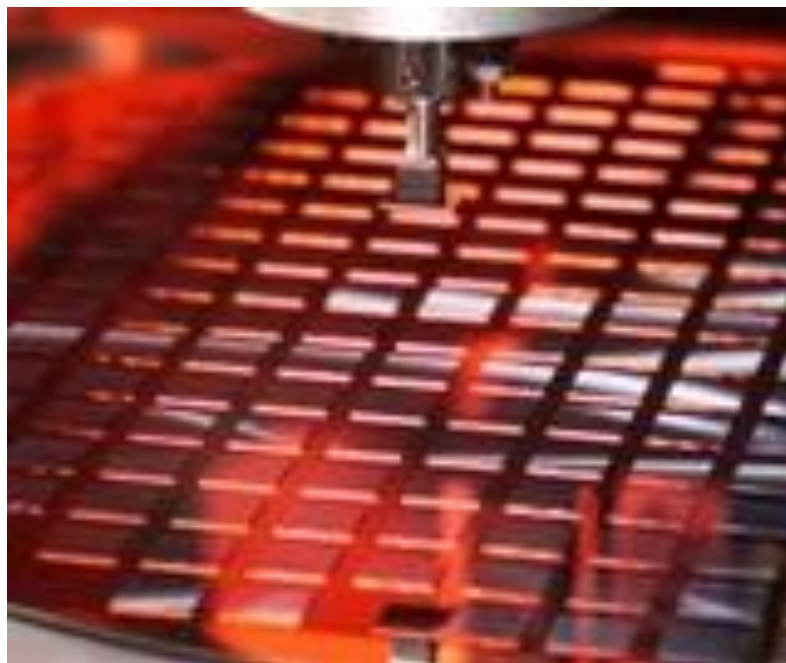


Тенденции развития микроэлектронной промышленности



Оборудование в микроэлектронике

Тенденции развития микроэлектронной промышленности



Монтаж кристалла

Тенденции развития микроэлектронной промышленности



Высокоскоростной автомат монтажа кристаллов AD830



Высокоскоростной автомат монтажа кристаллов PB-200L

Тенденции развития микроэлектронной промышленности



Гибкая субмикронная установка монтажа кристаллов



Установка двухстороннего совмещения и экспонирования с роботизированным модулем загрузки-выгрузки пластин

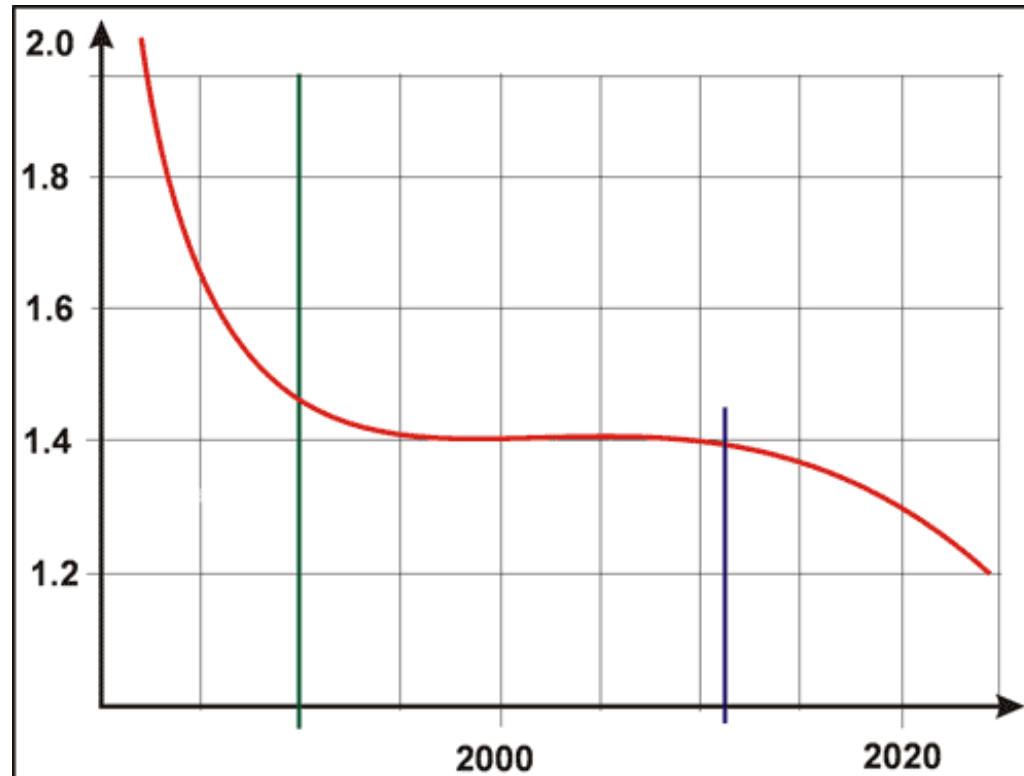
Тенденции развития микроэлектронной промышленности

Одна из основных тенденций развития микроэлектронной промышленности сформулирована в 1965 году сотрудником компании Intel Гордоном Муром (Gordon Moore) – количество транзисторов, размещаемых на кристалле интегральной схемы, удваивается каждые 24 месяца. Эта формулировка получила название закона Мура.

Часто цитируемый интервал в 18 месяцев связан с прогнозом Давида Хауса из Intel, по мнению которого *производительность* процессоров должна удваиваться каждые 18 месяцев из-за сочетания роста количества транзисторов и быстродействия каждого из них.

В 2007 году Гордон Мур заявил, что закон, очевидно, скоро перестанет действовать из-за атомарной природы вещества и ограничения скорости света.

Тенденции развития микроэлектронной промышленности.



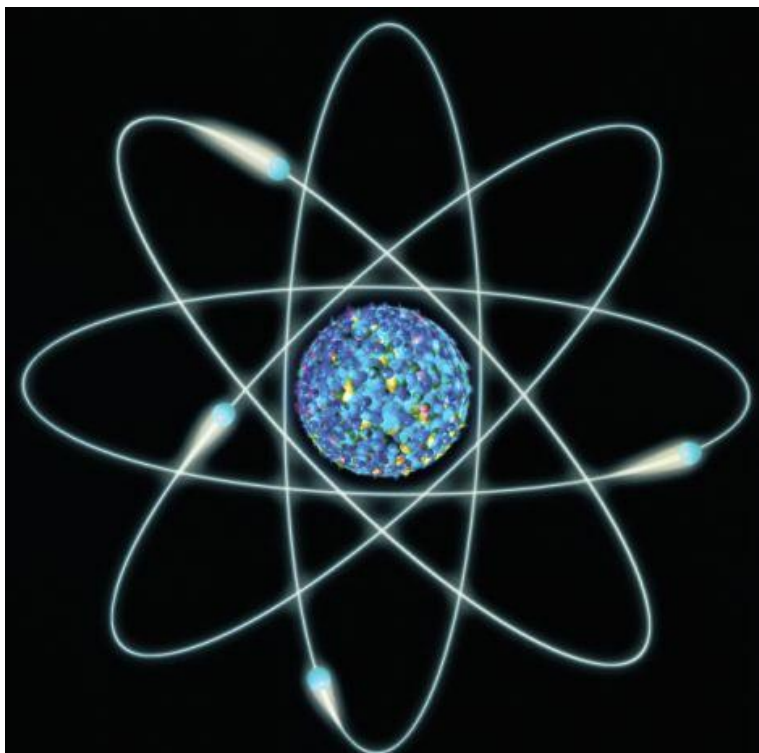
Развитие технологий микроэлектроники (S-кривая)

Тенденции развития микроэлектронной промышленности.

Здесь:

- участок 1 (левее **зеленой вертикальной линии**), область экстенсивного развития соответствующая первой редакции "закона Мура", когда удвоение числа транзисторов происходило за 1 год;
- участок 2 (центральный), область развития технологий соответствующая текущей версии "закона Мура", когда удвоение числа транзисторов происходит каждые 2 года;
- участок 3 (правее **синей линии**), область развития технологий соответствующая будущей версии "закона Мура", когда удвоение числа транзисторов происходит каждые 4-5 лет.

Тенденции развития микроэлектронной промышленности



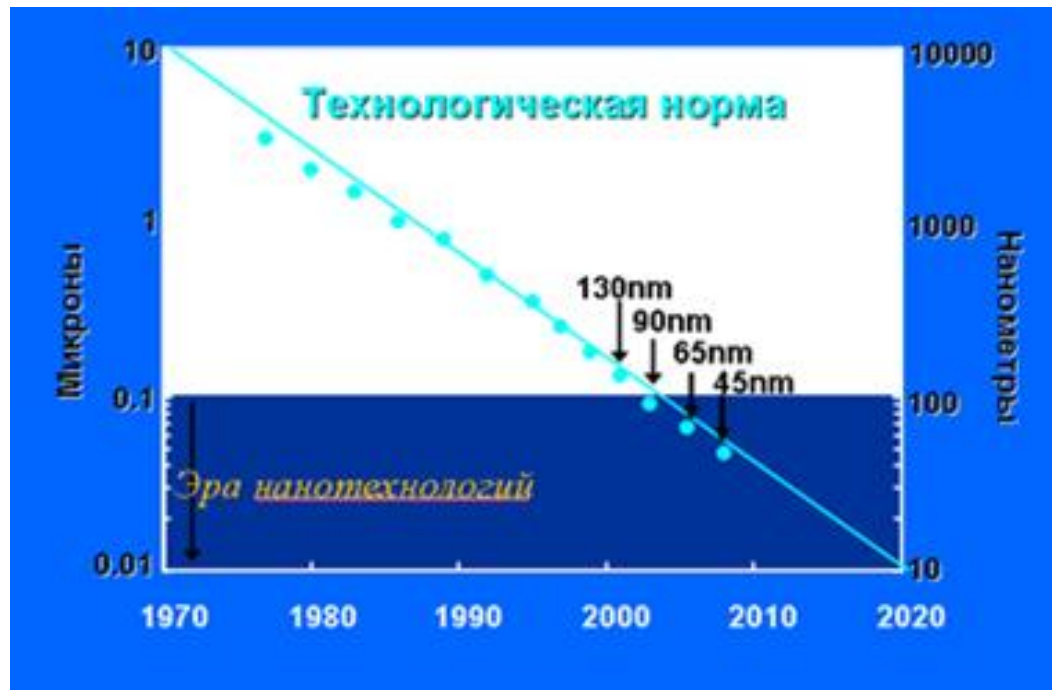
Структура атома

Эксперты иногда спорят о том, что считать наноуровнем. Но в общем случае нанотехнология имеет дело с размерами между 1 нм и 100 нм. Большие размеры попадают под категорию микроразмерности, а меньшие – под атомарную размерность.

Атом имеет диаметр примерно в 0,1 нм. Ядра атомов и того меньше – около 0,00001 нм

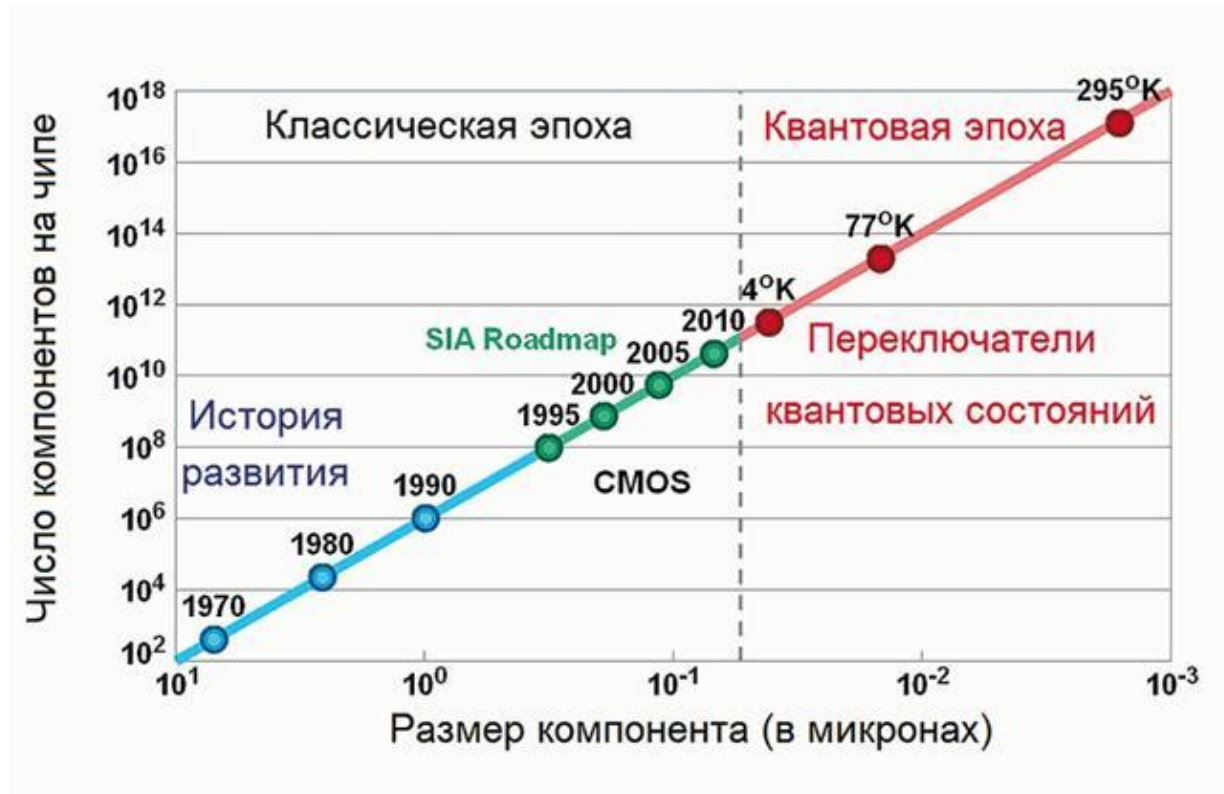
Тенденции развития микроэлектронной промышленности.

Вторая тенденция развития микроэлектроники напрямую связана с первой и заключается в непрерывном и пропорциональном уменьшении характерных размеров элементов интегральных схем.



Динамика уменьшения топологических размеров

Тенденции развития микроэлектронной промышленности.



Рост числа компонентов в зависимости от размера компонентов

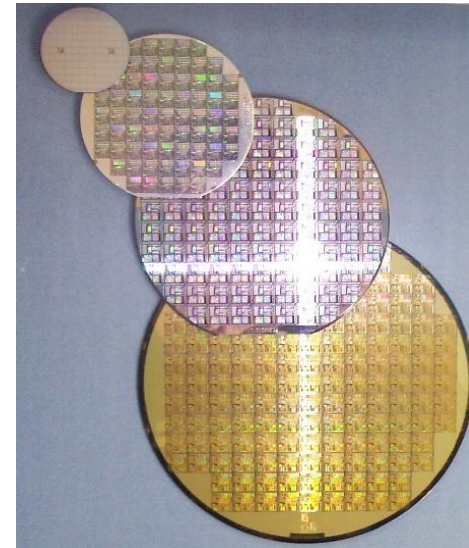
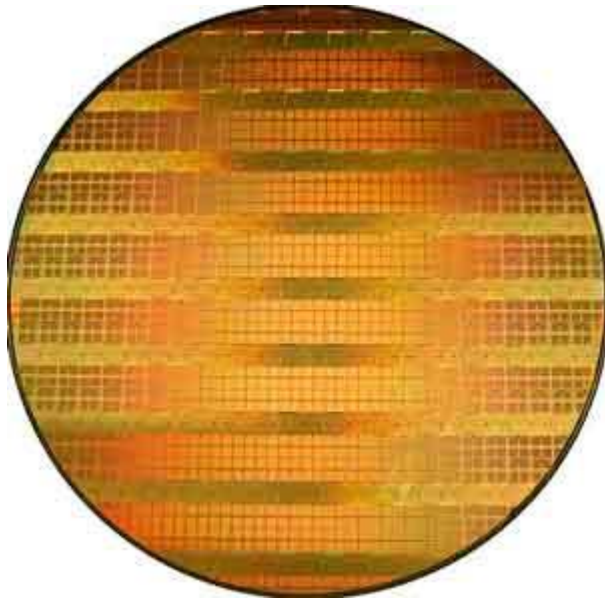
Тенденции развития микроэлектронной промышленности.

Непрерывное уменьшение характерных размеров элементов и рост числа транзисторов на кристалле обуславливает еще одну тенденцию развития микроэлектронной промышленности – **уменьшение стоимости изготовления одного транзистора**, которая в настоящее время составляет менее 10^{-7} доллара США.

Тенденции развития микроэлектронной промышленности.

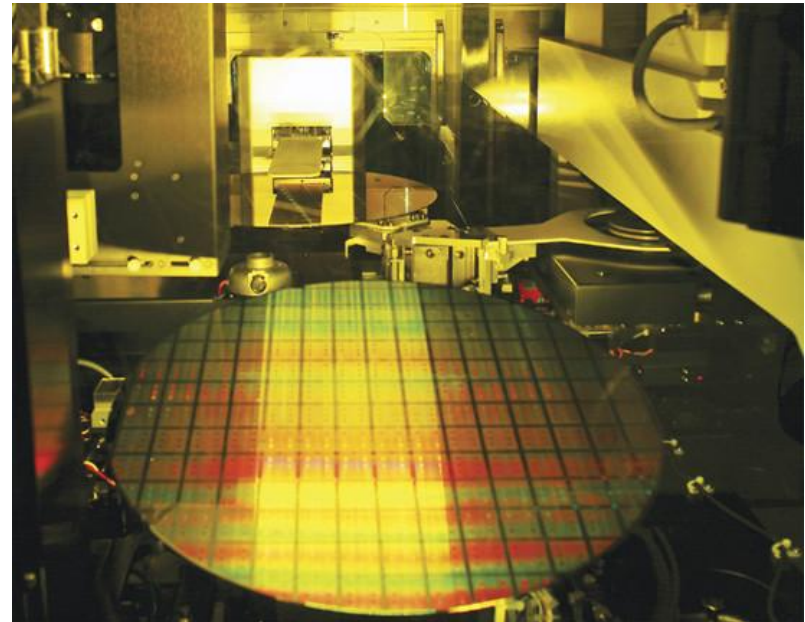
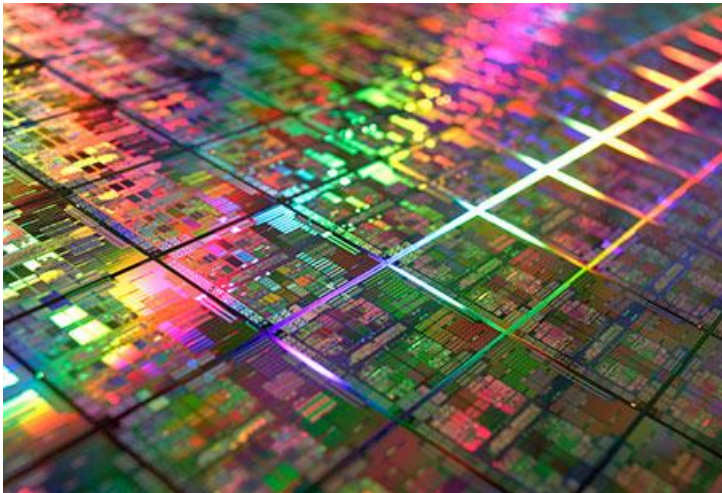
Еще одна чрезвычайно важная тенденция – **увеличение диаметра полупроводниковых пластин, используемых для изготовления интегральных схем.** При этом площадь растет пропорционально увеличению квадрата диаметра и, следуя аналогичной закономерности, увеличивается количество кристаллов интегральной схемы, снимаемых с пластины. Последнее обстоятельство существенно уменьшает себестоимость изготовления одной интегральной схемы. Согласно ITRS переход на пластины кремния диаметром 450 мм начнется 2012 году и пластины данного диаметра будут использоваться вплоть до 2020 года.

Тенденции развития микроэлектронной промышленности.



Применяемые в настоящее время пластины имеют диаметр **300 мм** при разрешении в **45 нм**. Одна такая пластина изготавливается **в едином технологическом процессе**.

Тенденции развития микроэлектронной промышленности.



Полупроводниковые пластины, используемые для изготовления интегральных схем

Тенденции развития микроэлектронной промышленности.

Новая тенденция в микроэлектронике касается конструирования интегральных схем и заключается в объединении нескольких функционально различных ИС на одном кристалле, что приводит к созданию так называемых «систем на кристалле» (*system-on-chip, SoC*). Другой вариант интеграции заключается в объединении нескольких различных кристаллов ИС в одном корпусе и создание так называемых «систем в корпусе» (*system-in-package, SiP*). Такая интеграция позволяет с помощью одного устройства микроэлектроники решать целый комплекс задач.

Тенденции развития микроэлектронной промышленности.

В настоящее время полупроводниковая электроника и полупроводниковые технологии настолько развиты, в них ежегодно делаются такие капиталовложения, что производительность микросхем каждые два года удваивается, и всякие попытки конкуренции с кремниевой CMOS-индустрией (CMOS - complementary metal oxide semiconductors), по мнению специалистов, обречены на провал. Вот почему даже такие новые области как **фотоника** и **спинтроника**, отказавшись от использования электрического заряда, как носителя информации, тем не менее, не отказываются от полупроводников как материальной основы или, по крайней мере, борются за то, чтобы сделать свои устройства CMOS-совместимыми.

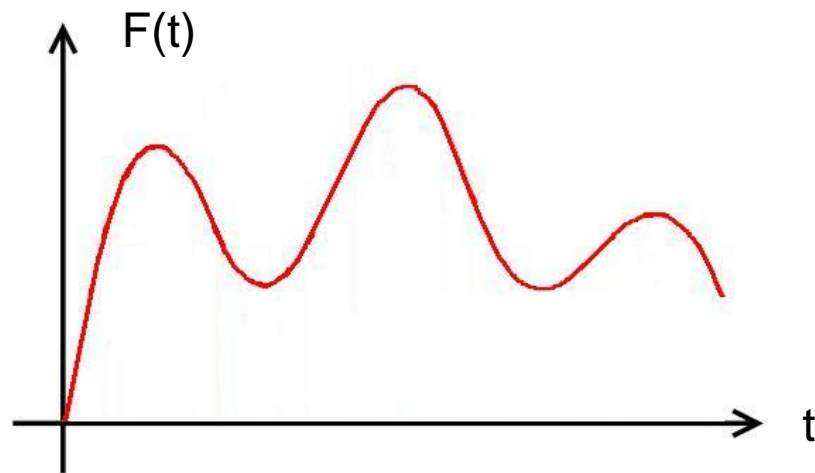
Тенденции развития микроэлектронной промышленности.

Спинтроника - область микроэлектроники, использующая для передачи, хранения и обработки информации не электрический заряд, а магнитный момент электрона.

Фотоника - область микроэлектроники, в которой носителем информации является не электроны, а иные частицы - фотоны.

Виды сигналов

Аналоговый сигнал – это сигнал, непрерывный по уровню и во времени. Аналоговый сигнал существует в любой момент времени и может принимать любой уровень из заданного диапазона.

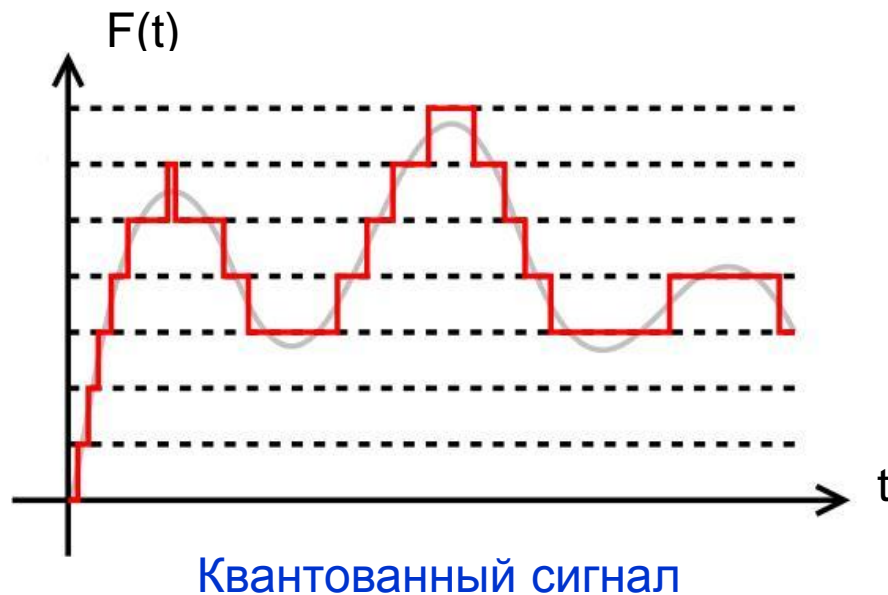


Аналоговый сигнал

Виды сигналов

Квантованный сигнал – это сигнал, который может принимать только определенные квантованные значения, соответствующие уровням квантования.

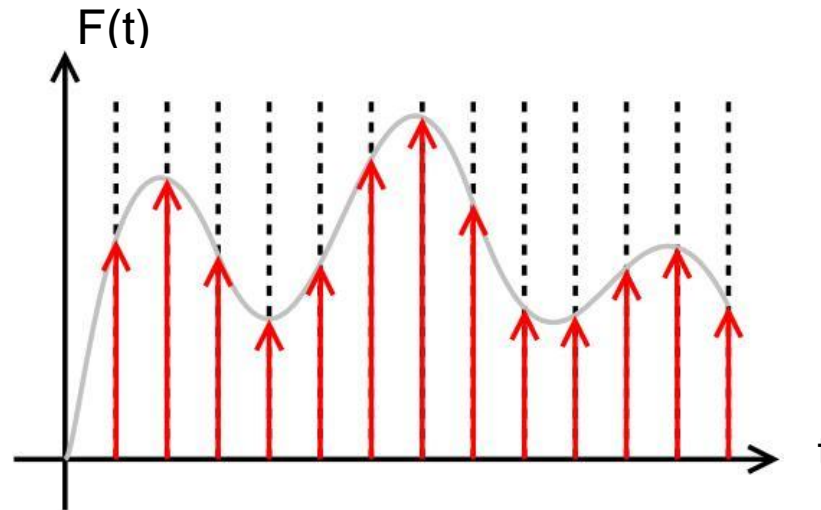
Расстояние между двумя соседними уровнями – это **шаг квантования**.



Виды сигналов

Дискретизированный сигнал – это сигнал, значения которого заданы только в моменты времени, называемые **моментами дискретизации**.

Расстояние между соседними моментами дискретизации – это **шаг дискретизации**.

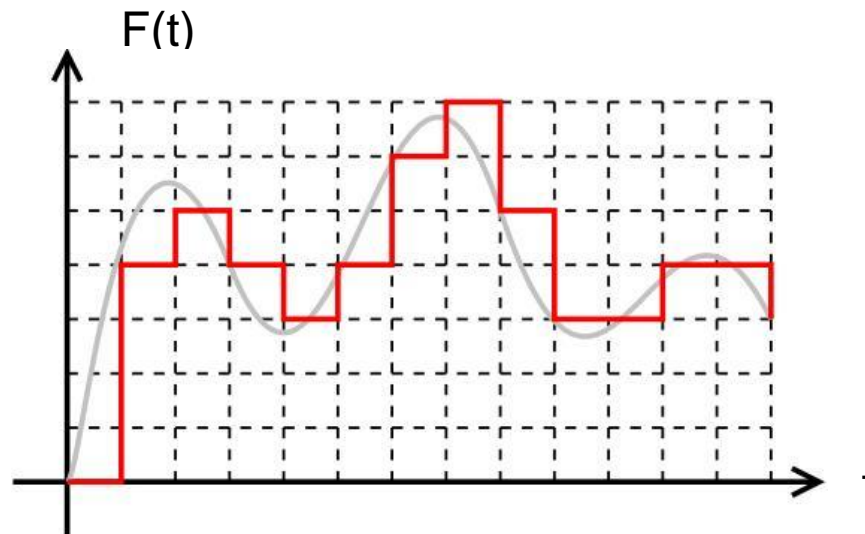


Дискретизированный сигнал

Виды сигналов

Цифровой сигнал – это сигнал, квантованный по уровню и дискретизированный во времени.

Квантованные значения цифрового сигнала обычно кодируются некоторым кодом, при этом каждый выделенный в процессе дискретизации отсчет заменяется соответствующим кодовым словом, символы которого имеют два значения – «0» и «1».



Цифровой сигнал

Виды сигналов

Аналоговые сигналы используются в телефонии, радиовещании, телевидении. Ввести такой сигнал в компьютер и обработать его невозможно, так как на любом интервале времени он имеет бесконечное множество значений, а для точного представления его значения требуются числа бесконечной разрядности. Поэтому необходимо преобразовать аналоговый сигнал так, чтобы можно было представить его последовательностью чисел заданной разрядности. Для этого, обычно, сначала аналоговый сигнал превращают в дискретный, а затем полученный дискретный сигнал подвергают квантованию.

Виды сигналов

Устройство, преобразующее входной аналоговый сигнал в цифровой, называется **аналого-цифровым преобразователем (АЦП)**

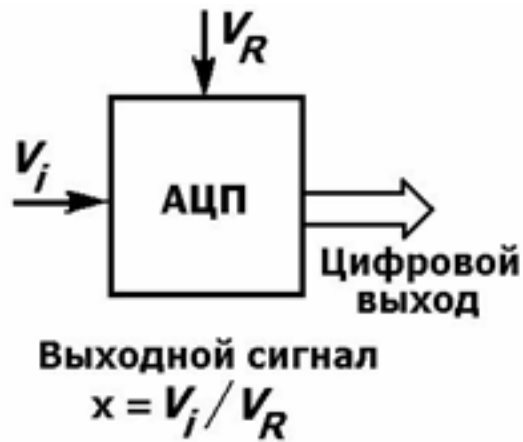


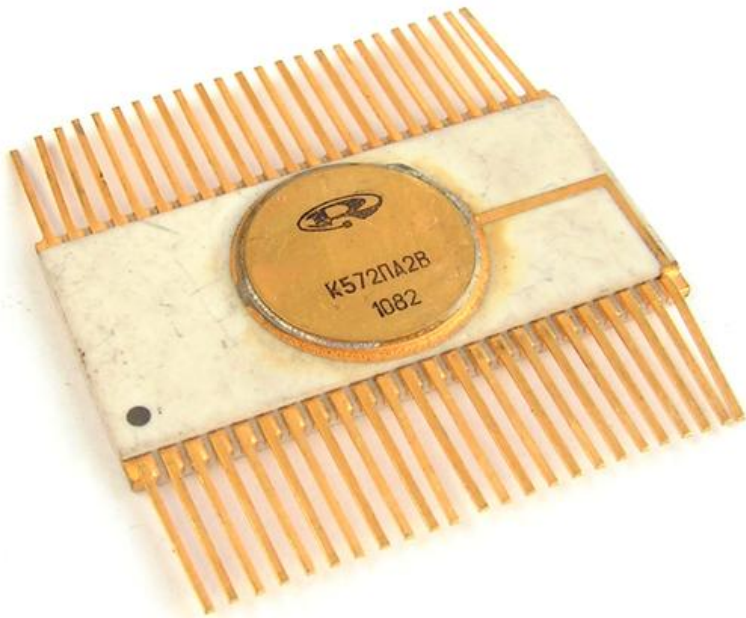
Схема преобразования сигналов в АЦП



ADS131E08 представляет собой многоканальной 24-битный сигма-дельта **аналого-цифровой преобразователь** с синхронной выборкой по всем каналам, оснащенный интегрированными усилителями с программируемым коэффициентом усиления, источником опорного напряжения (2.4 В $\pm 0.2\%$ или 4 В $\pm 0.2\%$) и тактовым генератором.

Виды сигналов

Устройство, преобразующее входной цифровой сигнал в аналоговый, называется **цифро-аналоговым преобразователем (ЦАП)**



12-разрядный перемножающий
цифро-аналоговый
преобразователь (ЦАП)
K572PA2B.

Термины и определения

Микросхема – микроэлектронное устройство, рассматриваемое как единое целое, имеющее высокую плотность расположения элементов и/или компонентов, эквивалентных элементам обычной схемы.

Интегральная схема – схема, ряд элементов которой нераздельно выполнен и электрически соединен между собой таким образом, что с точки зрения требований к испытаниям, приемке, поставке и эксплуатации рассматривается как единое целое.

Интегральная микросхема – микросхема, ряд элементов которой нераздельно выполнен и электрически соединен между собой таким образом, что с точки зрения требований к испытаниям, приемке, поставке и эксплуатации рассматривается как единое целое.

Термины и определения

Элемент интегральной микросхемы – часть интегральной микросхемы, реализующая функцию какого-либо электрорадиоэлемента (транзистор, диод, резистор, конденсатор и др.), которая выполнена нераздельно от кристалла или подложки и не может быть выделена как самостоятельное изделие с точки зрения требований к испытаниям, приемке, поставке и эксплуатации.

Примечание. Под электрорадиоэлементом понимают транзистор, диод, резистор, конденсатор и др.

Компонент интегральной микросхемы – часть интегральной микросхемы, реализующая функцию какого-либо электрорадиоэлемента, которая может быть выделена как самостоятельное изделие с точки зрения требований к испытаниям, приемке, поставке и эксплуатации.

Термины и определения

Полупроводниковая интегральная микросхема – интегральная микросхема, все элементы и межэлементные соединения которой выполнены в объеме или на поверхности полупроводникового материала.

Пленочная интегральная микросхема – интегральная микросхема, все элементы и межэлементные соединения которой выполнены в виде пленок.

Примечание. Пленочные интегральные микросхемы могут быть толстопленочными и тонкопленочными.

Гибридная интегральная микросхема – интегральная микросхема, содержащая, кроме элементов, компоненты и (или) кристаллы.

Аналоговая интегральная микросхема – интегральная микросхема, предназначенная для преобразования и обработки сигналов, изменяющихся по закону непрерывной функции.

Термины и определения

Цифровая интегральная микросхема – интегральная микросхема, предназначенная для преобразования и обработки сигналов, изменяющихся по закону дискретной функции.

Корпус интегральной микросхемы – часть конструкции интегральной микросхемы, предназначенная для ее защиты от внешних воздействий и для соединения с внешними электрическими цепями посредством выводов.

Подложка интегральной микросхемы – заготовка из диэлектрического материала, предназначенная для нанесения на нее элементов гибридных интегральных микросхем, межэлементных и (или) межкомпонентных соединений, а также контактных площадок.

Термины и определения

Полупроводниковая пластина – заготовка из полупроводникового материала, предназначенная для изготовления полупроводниковых интегральных микросхем.

Кристалл интегральной микросхемы – часть полупроводниковой пластины, в объеме и на поверхности которой сформированы элементы полупроводниковой интегральной микросхемы, межэлементные соединения и контактные площадки.

Контактная площадка интегральной микросхемы – металлизированный участок на подложке, кристалле или корпусе интегральной микросхемы, служащий для присоединения выводов компонентов и кристаллов, перемычек, а также для контроля ее электрических параметров и режимов.

Термины и определения

Полупроводниковая пластина – заготовка из полупроводникового материала, предназначенная для изготовления полупроводниковых интегральных микросхем.

Кристалл интегральной микросхемы – часть полупроводниковой пластины, в объеме и на поверхности которой сформированы элементы полупроводниковой интегральной микросхемы, межэлементные соединения и контактные площадки.

Контактная площадка интегральной микросхемы – металлизированный участок на подложке, кристалле или корпусе интегральной микросхемы, служащий для присоединения выводов компонентов и кристаллов, перемычек, а также для контроля ее электрических параметров и режимов.

Термины и определения

Бескорпусная интегральная микросхема – кристалл интегральной микросхемы, предназначенный для монтажа в гибридную интегральную микросхему или в микросборку.

Плотность упаковки интегральной микросхемы – отношение суммы элементов интегральной микросхемы и (или) элементов, содержащихся в составе компонентов, к объему интегральной микросхемы.

Термины и определения

Степень интеграции интегральной микросхемы – показатель степени сложности интегральной микросхемы, характеризуемый числом содержащихся в ней элементов и (или) компонентов.

Примечание. Степень интеграции интегральной микросхемы определяют по формуле:

$$K = \lg N$$

где ***K*** – коэффициент, определяющий степень интеграции, значение которого округляют до ближайшего большего целого числа; ***N*** – число элементов интегральной микросхемы, в том числе содержащихся в составе компонентов, входящих в интегральную микросхему.

Интегральная микросхема *K* степени интеграции – интегральная микросхема содержащая от 10^{k-2} включительно до 10^k элементов и (или) компонентов.

Термины и определения

Малая интегральная микросхема (МИС) – интегральная микросхема, содержащая до 100 элементов и (или) компонентов включительно.

Средняя интегральная микросхема (СИС) – интегральная микросхема, содержащая свыше 100 до 1000 элементов и (или) компонентов для цифровых интегральных микросхем и свыше 100 до 500 – для аналоговых интегральных микросхем.

Большая интегральная микросхема (БИС) – интегральная микросхема, содержащая свыше 1000 элементов и (или) компонентов для цифровых интегральных микросхем и свыше 500 – для аналоговых интегральных микросхем.

Термины и определения

Сверхбольшая интегральная микросхема (СБИС) – интегральная микросхема, содержащая свыше 100 000 элементов и (или) компонентов для цифровых интегральных микросхем с регулярной структурой построения, свыше 50 000 – для цифровых интегральных микросхем с нерегулярной структурой построения и свыше 10 000 – для аналоговых интегральных микросхем.

Сверхскоростная интегральная микросхема (ССИС) – цифровая интегральная микросхема, функциональное быстродействие которой не менее 10 Гц /см² на 1 логический элемент.

Примечание. Под функциональным быстродействием понимают произведение рабочей частоты логического элемента, равной обратному учетверенному максимальному значению среднего времени задержки распространения сигнала на число логических элементов, приходящихся на один квадратный сантиметр площади кристалла.

Термины и определения

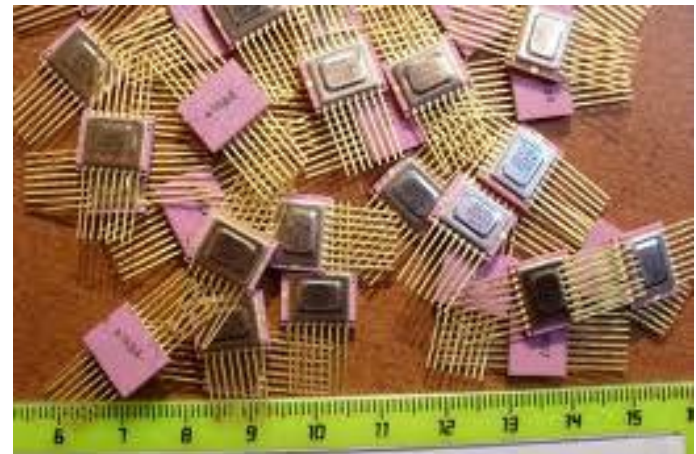
Тип интегральной микросхемы – интегральная микросхема конкретного функционального назначения и определенного конструктивно-технологического и схемотехнического решения и имеющая свое условное обозначение.

Типономинал интегральной микросхемы – интегральная микросхема конкретного типа, отличающаяся от других микросхем того же типа одним или несколькими параметрами и требованиями к внешним воздействующим факторам.

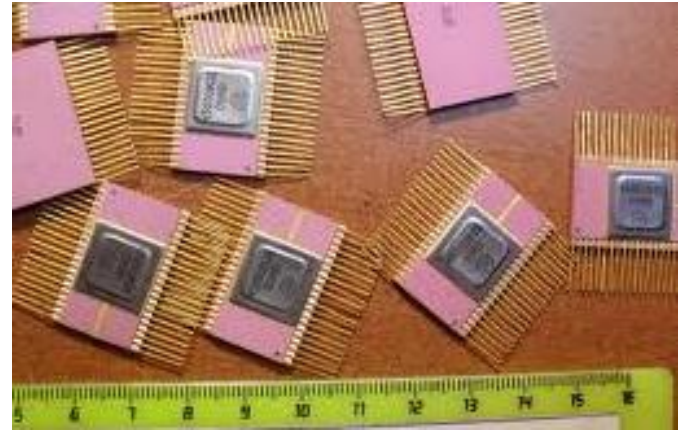
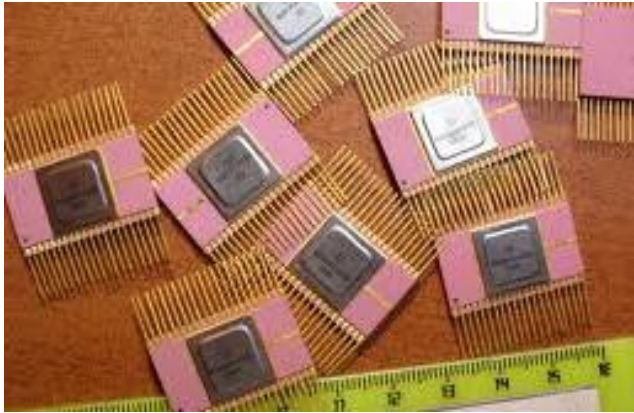
Серия интегральных микросхем – совокупность типов интегральных микросхем, обладающих конструктивной электрической и, при необходимости, информационной и программной совместимостью и предназначенных для совместного применения.

Термины и определения

Серия интегральных микросхем – совокупность типов интегральных микросхем, обладающих конструктивной электрической и, при необходимости, информационной и программной совместимостью и предназначенных для совместного применения.



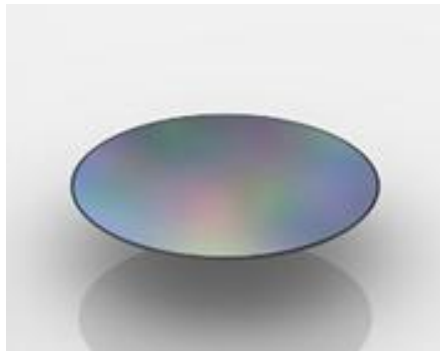
Термины и определения



Серия интегральных микросхем

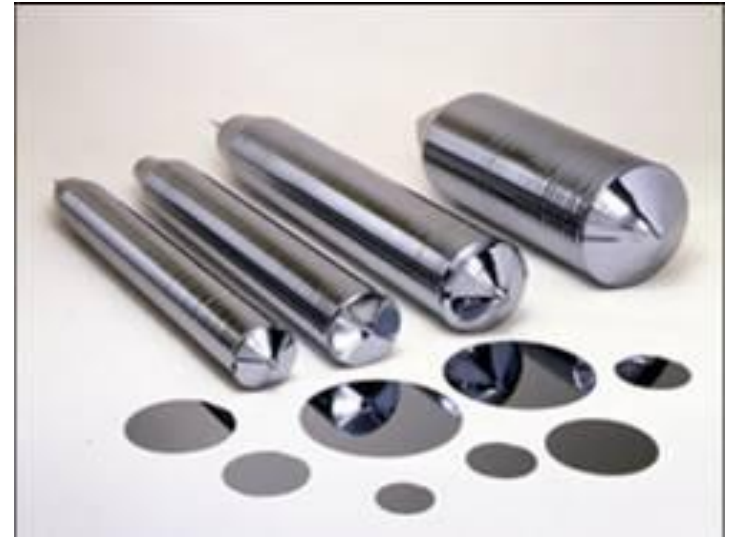
Полупроводниковая пластина

Полупроводниковая пластина – заготовка из полупроводникового материала, предназначенная для изготовления полупроводниковых интегральных микросхем. Полупроводниковая пластина представляет собой тонкую (250-1000 мкм) пластину из полупроводникового материала диаметром до 450 мм, на поверхности которой с помощью операций **планарной технологии** формируется массив дискретных полупроводниковых приборов или интегральных микросхем.



Заготовка из полупроводникового материала (**полупроводниковая пластина**)

Полупроводниковая пластина



Монокристаллы

Полупроводниковые технологии позволяют растить монокристаллы высокого качества размерами в десятки сантиметров при разрешении в 45 нм

Стандартные размеры полупроводниковых пластин

Стандартные размеры полупроводниковых пластин	
Диаметр круглой пластины, мм	Толщина круглой пластины, мкм
25,4 (1 дюйм)	
50,8 (2 дюйма)	275
76,2 (3 дюйма)	375
100 (4 дюйма)	525
127 (5 дюймов)	625
150 (5,9 дюйма)	675
200 (7,9 дюйма)	725
300 (11,9 дюйма)	775
450 (18 дюймов)	
925 (1 дюйм) -ождается	

Пластины кремния диаметром **450 мм** будут использоваться вплоть до **2020 года**.

Полупроводниковая пластина

Материалом для производства микросхем сейчас является кремний, причем, не просто кремний, а монокристаллический сверхчистый кремний, с содержанием вредных (посторонних) примесей на уровне менее 0,00000001%. Для получения такой чистоты используется специальная, многоступенчатая технология очистки.

Для производства микросхем применялись монокристаллы диаметром 30, 60, 90, 150 мм, а сейчас их размер вырос до 300 мм и в дальнейшем планируется увеличение до 450 мм.

Монокристалл цилиндрической формы это только заготовка.

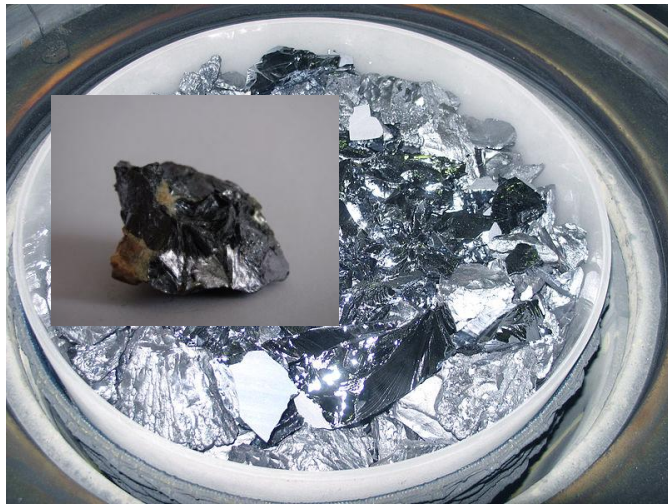
Полупроводниковая пластина

Дальше монокристалл цилиндрической формы режут на тонкие пластины, определенным образом ориентированные по осям кристаллической решетки. Пластины для продолжения работы с ними обрабатывают – шлифуют и полируют до зеркального блеска. Поскольку абсолютно плоскую поверхность получить невозможно, то неровности на поверхности пластины должны быть много меньше размера самого малого элемента структуры микросхемы формируемой на пластине. И чем меньше этот элемент , тем ровнее должна быть поверхность пластины.

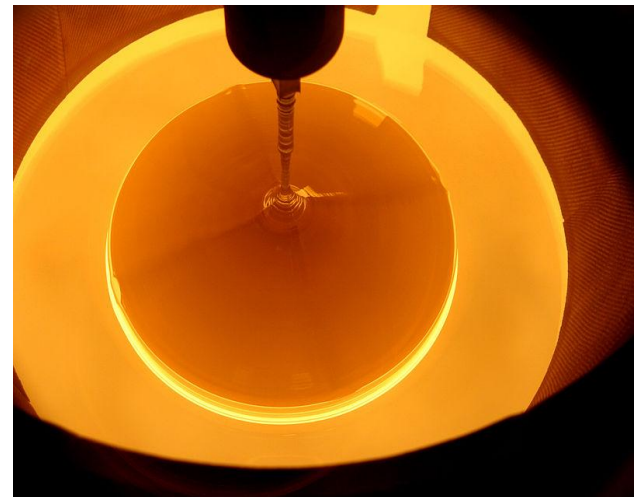
Пластины должны иметь заданную толщину для использования стандартной оснастки при изготовлении и поддержания одинаковых условий на поверхности пластины в процессе выполнения операций с пластиной.

Получение полупроводниковой пластины

Из расплавленного кремния на специальном оборудовании выращивают монокристалл цилиндрической формы, который охлаждают и режут алмазной пилой.



Кварцевый тигель,
заполненный дроблённым
кремнием



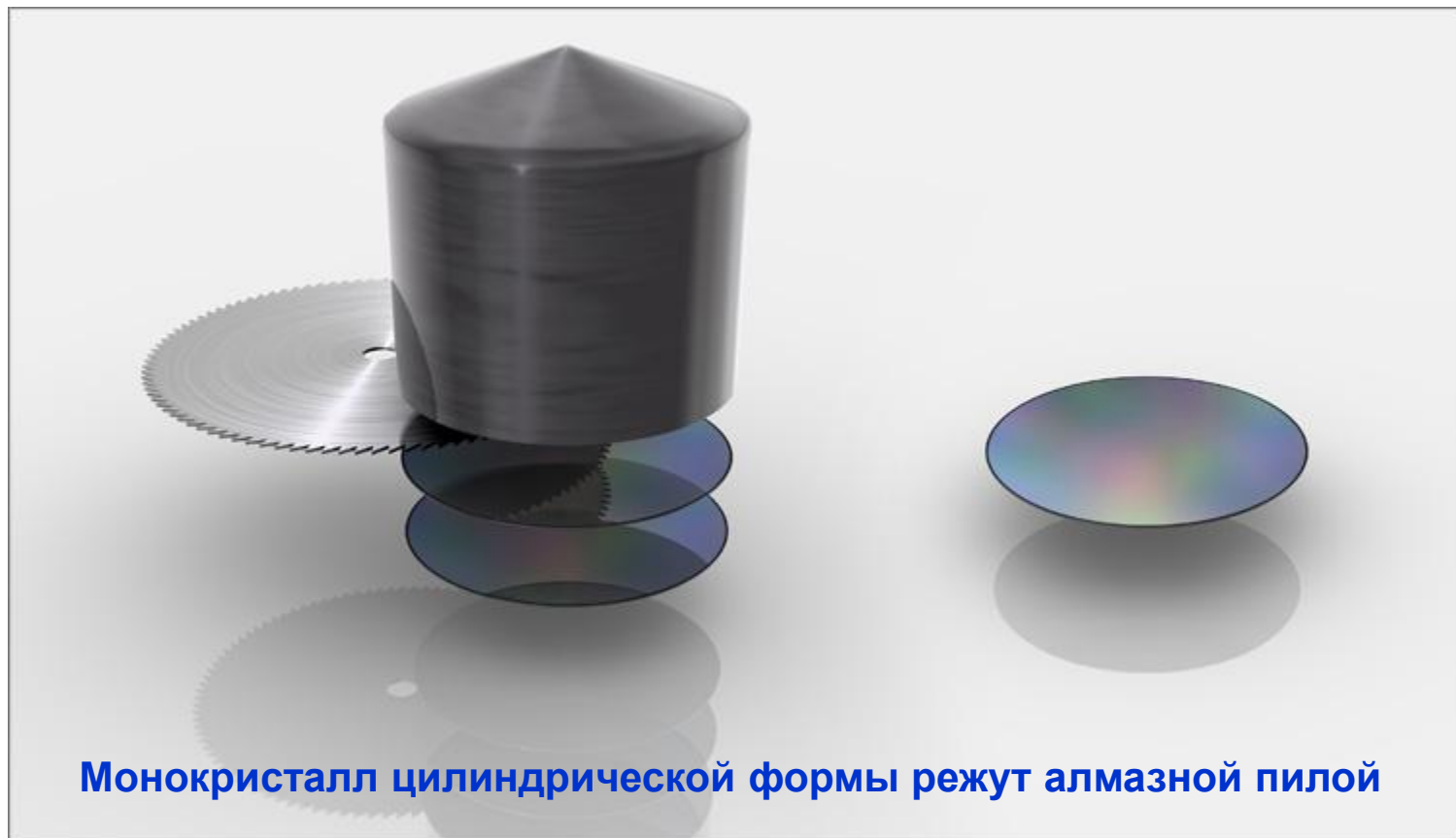
Начальная стадия
выращивания монокристалла
кремния цилиндрической
формы

Получение полупроводниковой пластины



Монокристалл кремния цилиндрической формы охлаждают

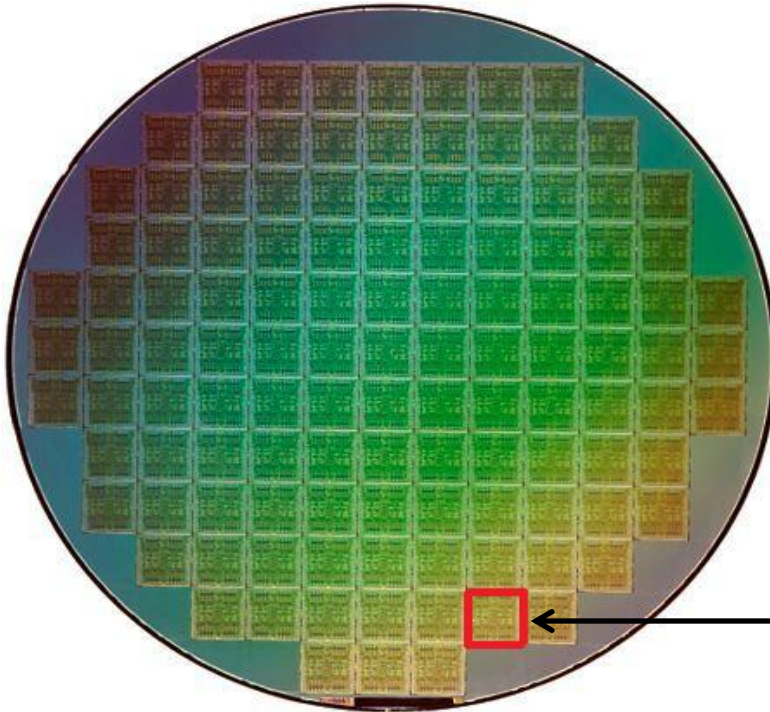
Получение полупроводниковой пластины



Монокристалл цилиндрической формы режут алмазной пилой

Особенности технологии и производства ИС

ИС производятся групповым методом, то есть на одной полупроводниковой пластине размещается большое количество однотипных ИМС

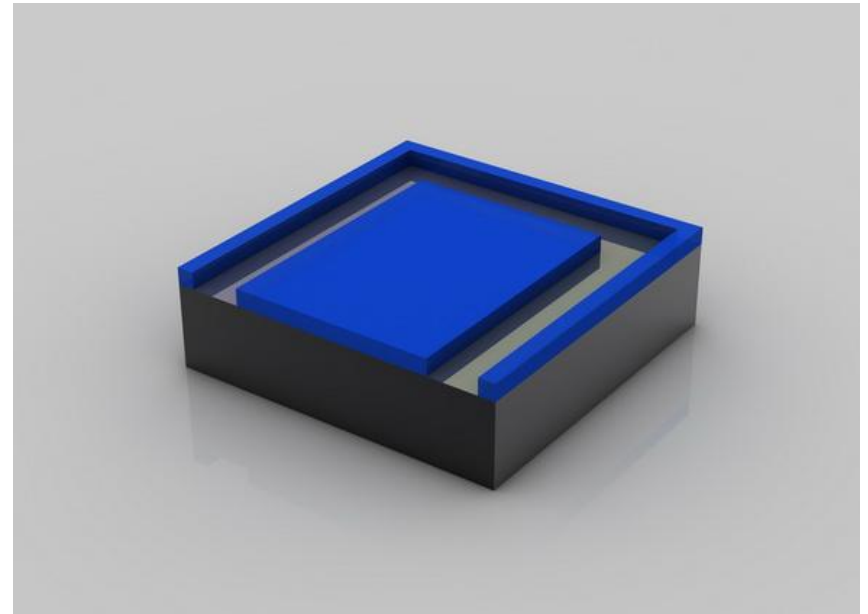
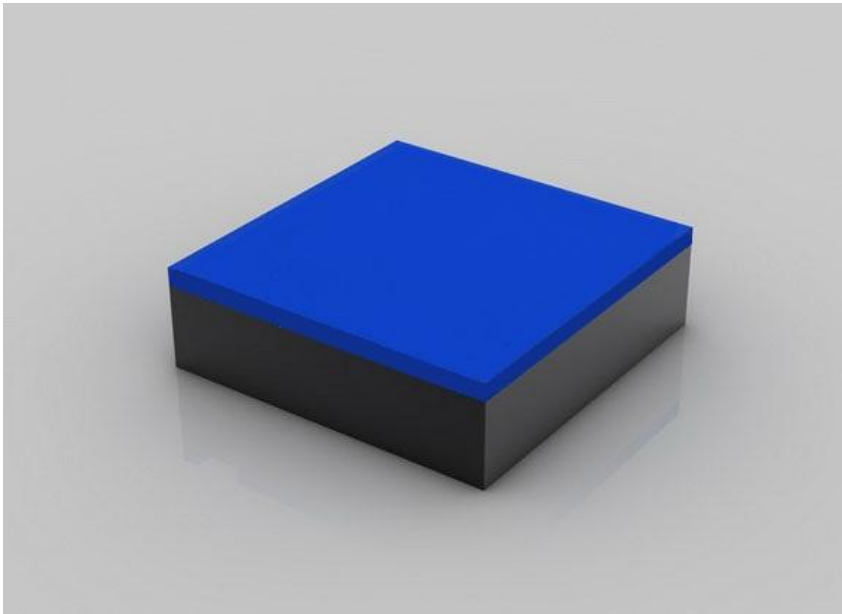


Одна из множества микросхем на пластине

Особенности технологии и производства ИС

Одной из важных операций при изготовлении интегральных схем является литография.

Литография – это процесс образования на поверхности пластины микроизображения с помощью светочувствительных материалов.



Вид простейшей структуры до литографии с травлением и после литографии с травлением

Особенности технологии и производства ИС

Литография бывает четырёх видов:

- 1) Оптическая литография (фотолитография)
- 2) Рентгеновская литография
- 3) Электронная (электронно-лучевая) литография
- 4) Ионная (ионно-лучевая) литография

Особенности технологии и производства ИС

Алгоритм реализации литографии:

1. На подложку (кремниевую пластину) наносится резист – слой полимерного светочувствительного материала, который меняет свои физико-химические свойства под воздействием света, или электронных и ионных пучков.

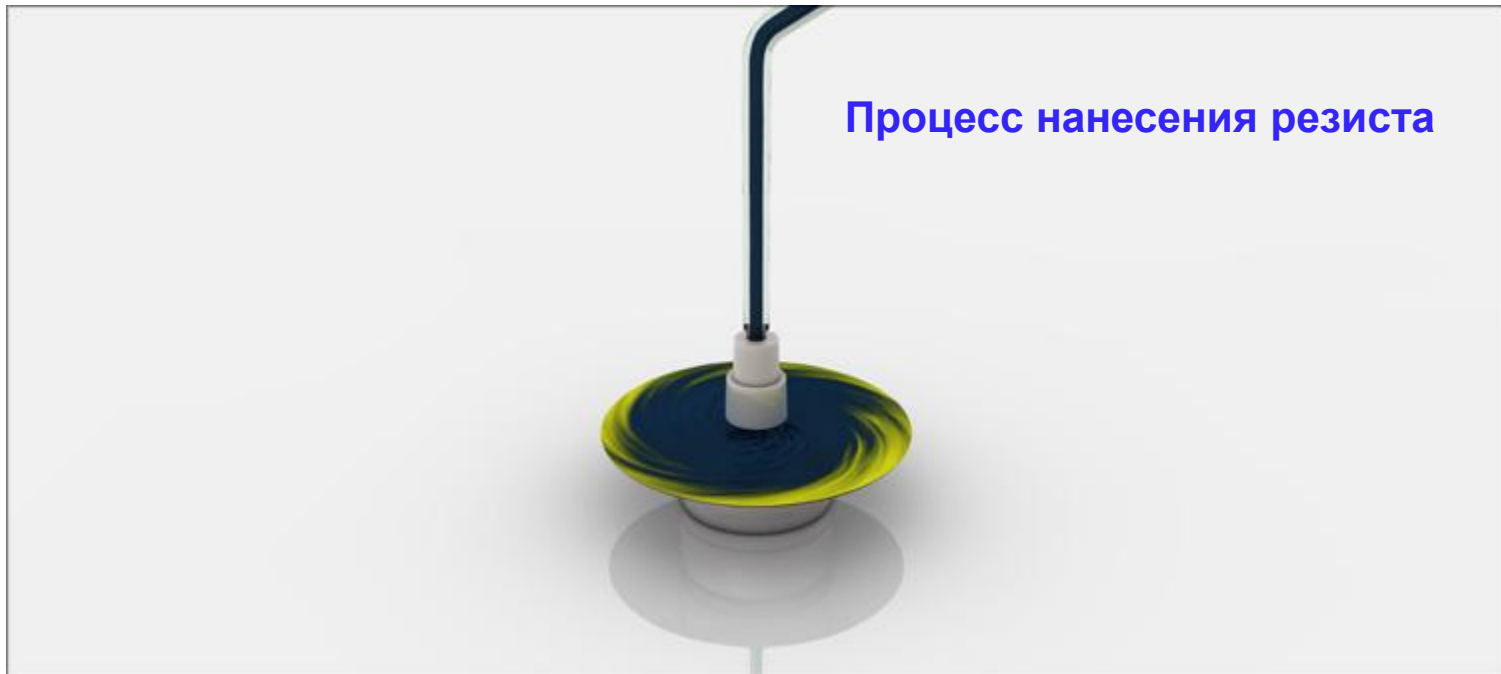
2. Производится экспонирование (освещение фоторезиста в течение некоторого промежутка времени) через фотошаблон, если используется оптическая или рентгеновская литография, или воздействие на резист производится непосредственно электронным или ионным пучком, если используется электронная или ионная литография.

3. Через полученную резистивную маску производится травление рабочего слоя (воздействие кислотами), либо диффузия атомов, либо ионная имплантация.

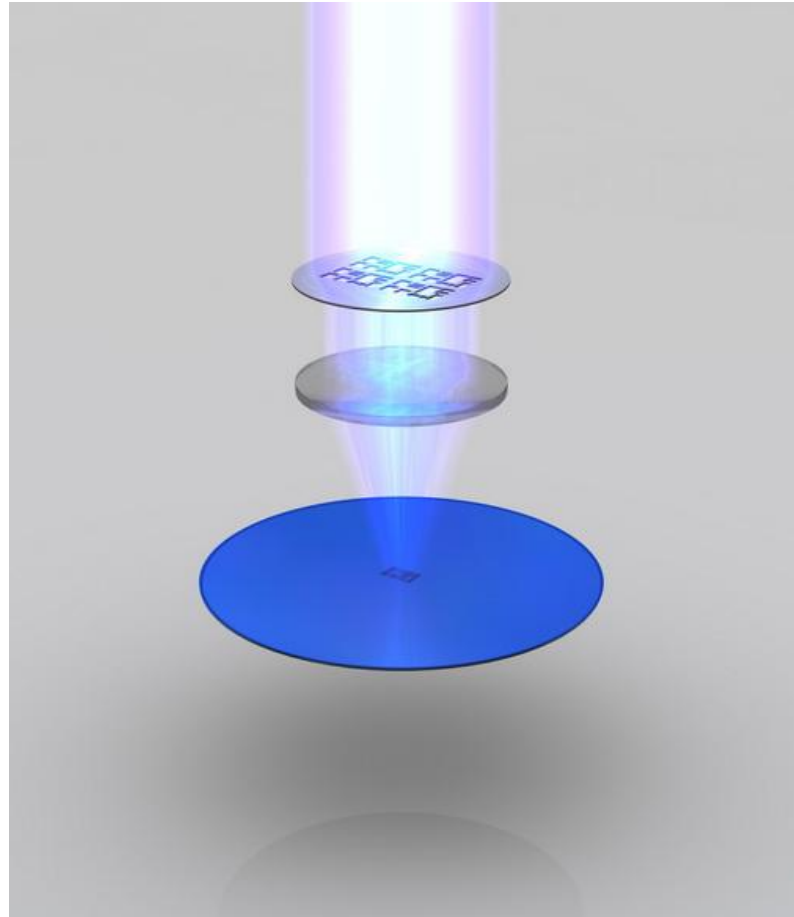
4. Отработанный резист удаляется

Особенности технологии и производства ИС

Резист наносится на подложку методом центрифугирования. В центр подложки, прикреплённой к специальному столику вакуумной присоской, попадает небольшая порция резиста. Подложка начинает вращаться с большой скоростью, и фоторезист, как материал, неустойчивый к механическим воздействиям, растекается за счёт центробежной силы вращающейся пластины. В результате такой операции резист распределяется по подложке равномерным тонким слоем.



Особенности технологии и производства ИС



Экспонирование резиста и получение рисунка на резисте

Особенности технологии и производства ИС

1) **Оптическая литография (фотолитография)**. В ней при экспонировании применяются источники излучения с длиной волны $\lambda = 310 - 450$ нм. Разрешающая способность (размер минимального элемента, который можно получить) данного способа литографии составляет **1-2 мкм**.

Особенности технологии и производства ИС

2) Рентгеновская литография. В ней при экспонировании применяются источники излучения с длиной волны $\lambda = 0,1 - 10$ нм. Разрешающая способность данного способа литографии составляет $0,05-0,5$ мкм. Данный способ позволяет создавать рисунок с тонкими деталями и высоким разрешением. По сравнению с электронно-лучевой и ионно-лучевой литографией в рентгеновской литографии малы радиационные повреждения формируемых структур. Рентгеновская литография отличается большой глубиной резкости и малым влиянием материала подложки и её топографии на разрешающую способность.

Особенности технологии и производства ИС

3) **Электронная литография.** В ней при экспонировании применяется **остросфокусированный электронный пучок**, отклоняемый магнитной системой, с длиной волны $\lambda = 0,1$ нм. Разрешающая способность данного способа литографии составляет **0,2-0,3 мкм**. Достоинствами данного способа являются отсутствие фотошаблонов и высокий процент выхода годных микросхем. Но данный технологический процесс является весьма трудоёмким, и соответственно, требует гораздо больше времени, чем остальные способы литографии.

Особенности технологии и производства ИС

4) **Ионно-лучевая литография.** В ней при экспонировании применяется остросфокусированный ионный пучок с длиной волны $\lambda = 0,05 - 0,1$ нм. Разрешающая способность данного способа литографии составляет **0,1-0,2 мкм.** Достоинствами данного способа являются также отсутствие фотошаблонов и высокий процент выхода годных микросхем. Но данный технологический процесс гораздо быстрее электронной фотолитографии, так как чувствительность резистов к ионному пучку выше, чем к электронному. Недостатком данного способа является очень высокая стоимость оборудования.

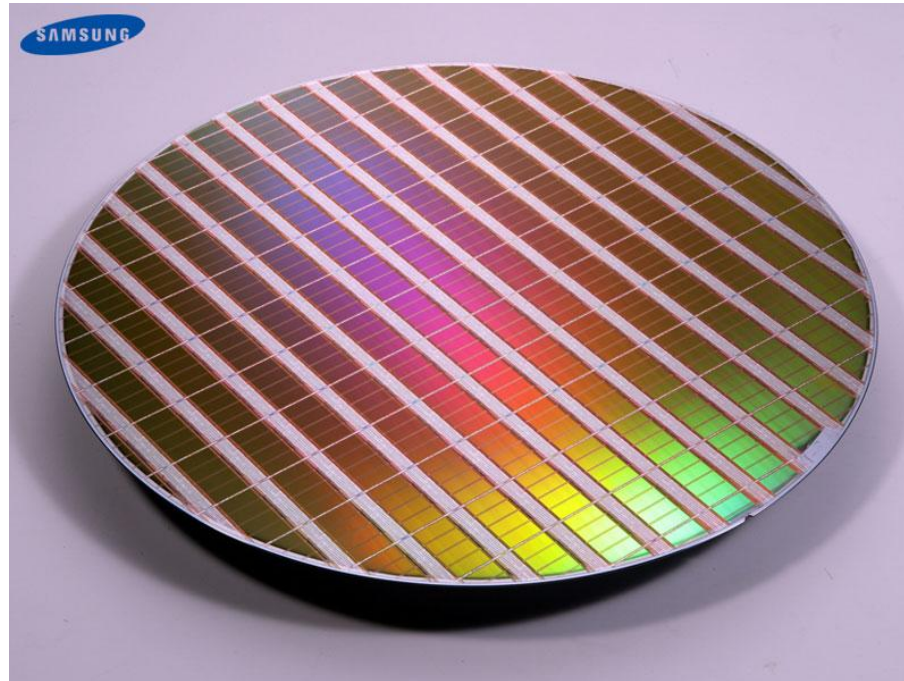
Особенности технологии и производства ИС

Для получения полупроводниковых приборов, а именно, областей с p - и n -типом проводимости, в интегральных схемах используются такие технологические операции, как диффузия и ионная имплантация.

Диффузия – это процесс переноса вещества, обусловленный хаотическим тепловым движением атомов, возникающий при наличии градиента концентрации данного вещества, и направленный в сторону убывания этой концентрации.

Ионная имплантация – это процесс бомбардировки поверхности полупроводника ионами химических элементов III или V групп периодической системы Менделеева. С помощью специальных установок ионы разгоняются, и на высокой скорости внедряются вглубь полупроводника.

Особенности технологии и производства ИС



Кремниевая пластина с готовыми микросхемами перед разрезанием на отдельные кристаллы

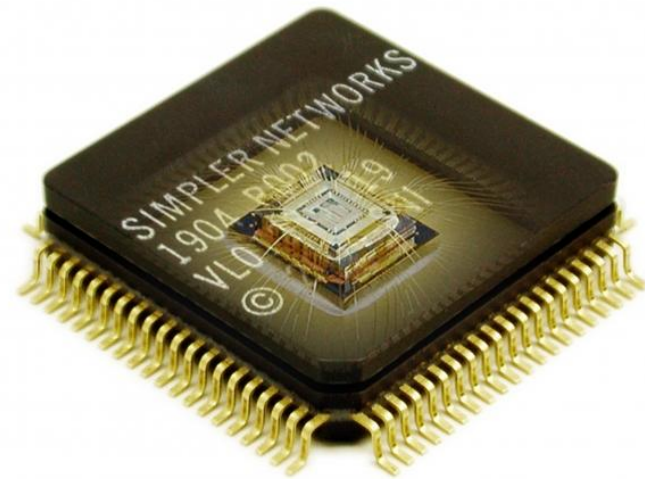
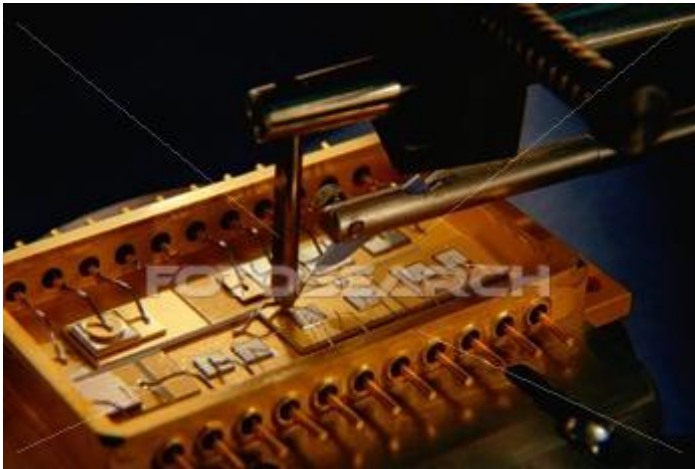
Особенности технологии и производства ИС

После проведения технологических операций, которые могут исчисляться сотнями, все микросхемы проходят испытания, и затем вырезаются из пластины



Вырезание кристалла микросхемы из пластины

Особенности технологии и производства ИС



Полученный кристалл упаковывается в корпус, контакты кристалла соединяются с выводами корпуса

Классификация изделий микроэлектроники

Классификация может быть произведена по различным признакам.

По функциональной сложности ИМС принято характеризовать степень интеграции, условно оцениваемой по десятичному логарифму числа элементов и компонентов, содержащихся в корпусе микросхемы.

По этому признаку в настоящее время различают восемь степеней интеграции: первая степень – $1 \dots 10$ элементов; вторая степень – $10 \dots 10^2$ элементов; третья степень – $10^2 \dots 10^3$ элементов; четвертая степень – $10^3 \dots 10^4$ элементов; пятая степень – $10^4 \dots 10^5$ элементов; шестая степень – $10^5 \dots 10^6$ элементов; седьмая степень – $10^6 \dots 10^7$ элементов.

Классификация изделий микроэлектроники

Интегральные схемы первой и второй степеней интеграции получили название **малых интегральных схем (МИС)**. Малые интегральные схемы обычно содержат один или несколько логических элементов (триггер).

Средняя интегральная схема (СИС) – это интегральная схема второй – третьей степени интеграции, содержащая один или несколько функциональных узлов (счетчик, регистр, сумматор).

Большая интегральная схема (БИС) имеет третью либо четвертую степень интеграции и содержит одно или несколько функциональных устройств (АЛУ, ЗУ).

Классификация изделий микроэлектроники

Сверхбольшая интегральная схема (СБИС) – интегральная схема пятой – седьмой степени интеграции. К СБИС относятся, например, микросхемы микроконтроллеров, памяти большого объема и т. д. Наконец, **ультра большие схемы (УБИС)** имеют степень интеграции выше седьмой. К СБИС и УБИС относятся, например, микропроцессоры современных персональных компьютеров.

Еще одним признаком, характеризующим уровень технологии производства микросхем, является **плотность упаковки** – количество элементов, размещенных на единице площади кристалла.

Классификация изделий микроэлектроники

Степень интеграции	Количество элементов и компонентов, содержащихся в корпусе микросхемы	Название интегральной схемы	Обозначение в англоязычной литературе
1	1...10	МИС (малая интегральная схема)	Integrated Circuit (1C)
2	10...10 ²	МИС или СИС (средняя интегральная схема)	1C или Medium Scale Integration (MSI)
3	10 ² ... 10 ³	СИС или БИС (большая интегральная схема)	MSI или Large Scale Integration (LSI)
4	10 ³ ... 10 ⁴	БИС	Large Scale Integration (LSI)
5	10 ⁴ ... 10 ⁵	СБИС - сверхбольшая интегральная схема	Very Large Scale Integration (VLSI)
6	10 ⁵ ... 10 ⁶	СБИС - сверхбольшая интегральная схема	Very Large Scale Integration (VLSI)
7	10 ⁶ ... 10 ⁷	СБИС - сверхбольшая интегральная схема	Very Large Scale Integration (VLSI)
выше 7	более 10 ⁷	УБИС – ультра большая интегральная схема	Ultra Large Scale Integration (ULSI)

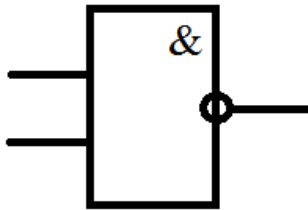
Характеристики и параметры цифровых интегральных микросхем (ЦИМС)

Все характеристики и параметры цифровых интегральных микросхем можно подразделить на 4 группы:

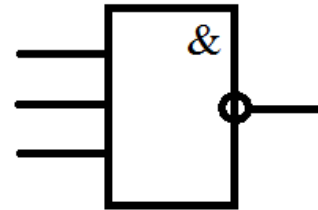
- Схемотехнические и конструктивные параметры
- Статические характеристики и параметры
- Динамические параметры и характеристики
- Энергетические параметры и характеристики

Схемотехнические и конструктивные параметры ЦИМС

Коэффициент объединения по входу логического элемента ($K_{об}$) – число входов логического элемента, по которым реализуется логическая функция.



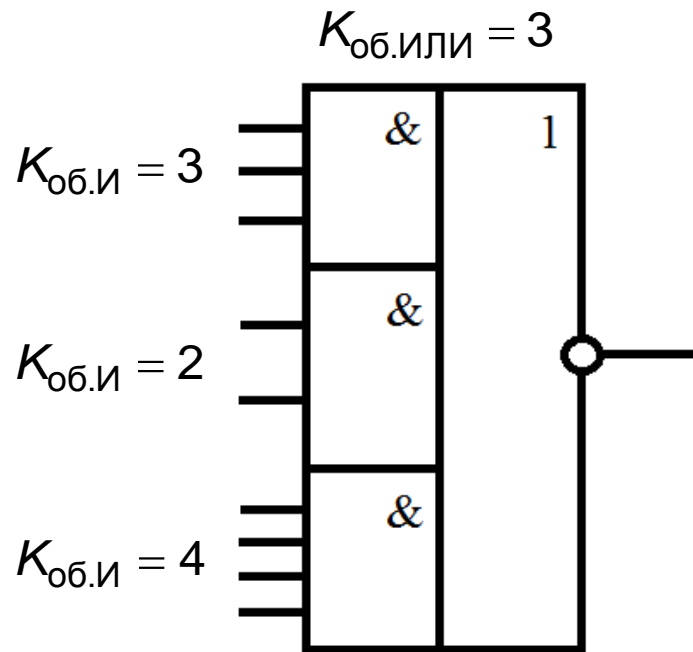
Коэффициент объединения
логического элемента И-НЕ
равен 2



Коэффициент объединения
логического элемента И-НЕ
равен 3

Схемотехнические и конструктивные параметры ЦИМС

Для элементов многоступенчатой логики различают коэффициент объединения по логической функции «ИЛИ» ($K_{об.или}$) и коэффициент объединения по логической функции «И» ($K_{об.и}$)



Схемотехнические и конструктивные параметры ЦИМС

Коэффициент разветвления $K_{\text{раз.}}$ *по выходу*
логического элемента (нагрузочная способность) – это число
единичных нагрузок, которые можно одновременно подключить к выходу
логического элемента. Единичной нагрузкой является один вход
базового логического элемента данной серии ЦИМС. Для ряда
элементов данной серии один вход может быть эквивалентен
нескольким единичным нагрузкам. С увеличением числа нагрузок
параметры ЦИМС ухудшаются. Допустимое количество входов
элементов другой серии специально оговаривается.

Схемотехнические и конструктивные параметры ЦИМС

Также схемотехническими параметрами являются:

- *Количество источников питания*, необходимое для работы микросхем данной серии; *номиналы, допуск на номиналы, величины допустимых пульсаций питающих напряжений*
- *Тип корпуса, габариты корпуса, количество выводов корпуса* (если микросхемы являются корпусными)
- *Интенсивность отказов логических элементов*, которая, как правило, указывается на микросхему в целом

Статические характеристики и параметры ЦИМС

Статические характеристики – это зависимости между входными и выходными токами и напряжениями в установившемся режиме работы.

Статические параметры – это значения токов или напряжений, измеряемых при определённых условиях, а также соотношения между этими величинами.

Различают:

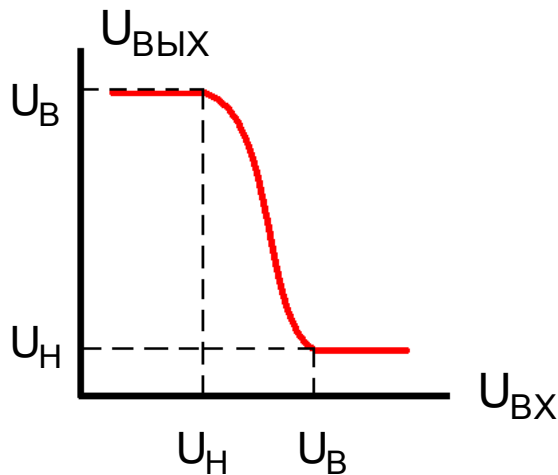
- Передаточную характеристику
- Входную характеристику
- Выходную характеристику
- Обратную передаточную характеристику

Статические характеристики и параметры ЦИМС

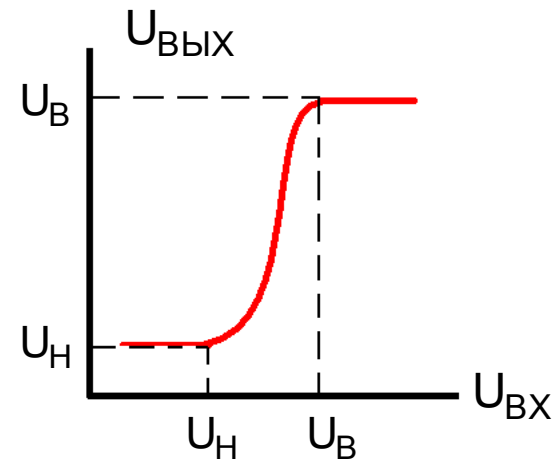
Передаточная характеристика – это зависимость выходного напряжения от входного. Характеристика снимается для одного из входов ЦИМС, а остальные входы подключаются к цепи, в которой в зависимости от логической структуры элемента действуют уровни напряжения логического нуля или логической единицы при заданном количестве нагрузок на выходе элемента.

Статические характеристики и параметры ЦИМС

В зависимости от вида передаточной характеристики различают инвертирующие и неинвертирующие логические элементы. У инвертирующего элемента низкому уровню входного сигнала соответствует высокий уровень выходного, а высокому уровню входного соответствует низкий уровень выходного сигнала. У неинвертирующего элемента низкому уровню входного сигнала соответствует низкий уровень выходного, а высокому уровню входного – высокий уровень выходного сигнала. Зависимости выходного напряжения от входного для инвертирующего и неинвертирующего элемента приведены на рисунке ниже.

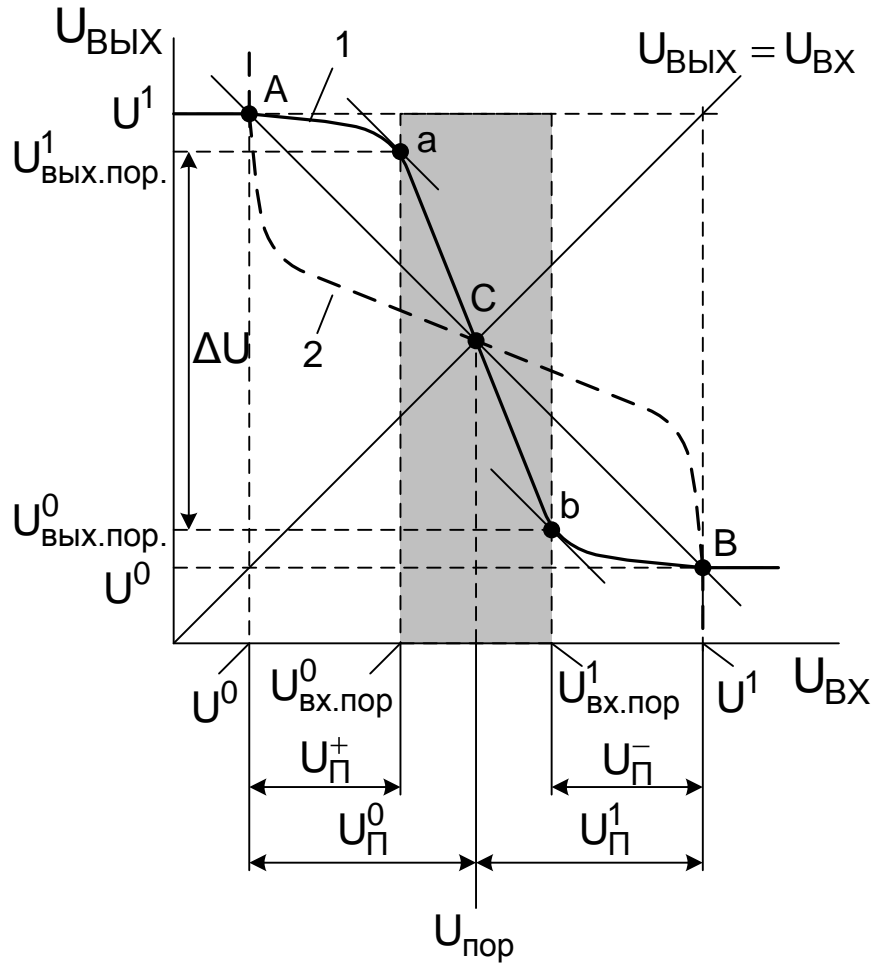


Инвертирующий элемент



Неинвертирующий элемент

Статические характеристики и параметры ЦИМС



Параметры, определяемые из передаточной характеристики инвертирующего элемента

Статические характеристики и параметры ЦИМС

По передаточной характеристике определяют:

- **Пороговое напряжение** $U_{\text{пор}}$ - входное напряжение, малые отклонения от которого в ту или другую сторону приводят к переходу логического элемента на его выходе из состояния логической "1" в состояние логического "0" или обратно;
- $U_{\text{вых.пор.}}^1$, $U_{\text{вых.пор.}}^0$ - значения выходных пороговых напряжений логических "1" и "0" соответственно, определяемых с помощью пороговых точек а и б, в которых дифференциальный коэффициент усиления по напряжению $k_U = -1$;
- **Логический перепад** $\Delta U = U_{\text{вых.пор.}}^1 - U_{\text{вых.пор.}}^0$

Статические характеристики и параметры ЦИМС

По передаточной характеристике определяют:

- **Запас помехоустойчивости по уровню логического “0”** U_{Γ}^{+} и по уровню логической “1” U_{Γ}^{-} – разность напряжений, измеряемых по оси входных напряжений передаточной характеристики в рабочей точке и ближайшей к ней точке с единичным усилением;
- **Помехозащищенность по уровню логического “0”** U_{Γ}^0 и по уровню логической “1” U_{Γ}^1 – разность напряжений, измеряемых по оси входных напряжений передаточной характеристики в рабочей точке и пороговым напряжением;
- **Помехоустойчивость по уровню логического “0” и “1”** – отношение помехозащищенности к логическому перепаду;
- **Уровни напряжения логического нуля** U^0 и логической единицы U^1 .

Статические характеристики и параметры ЦИМС

Идеальная передаточная характеристика должна соответствовать условиям:

$$U_{\text{вых.пор}}^0 = 0 \quad ,$$

$$U_{\text{вых.пор}}^1 = \Delta U \quad ,$$

$$U_{\text{вх.пор}}^0 = U_{\text{вх.пор}}^1 = U_{\text{пор}} = \frac{\Delta U}{2} \quad .$$

В этом случае запас помехоустойчивости равен:

$$U_{\text{п}}^+ = U_{\text{п}}^- = U_{\text{п}}^0 = U_{\text{п}}^1 = \frac{\Delta U}{2}$$

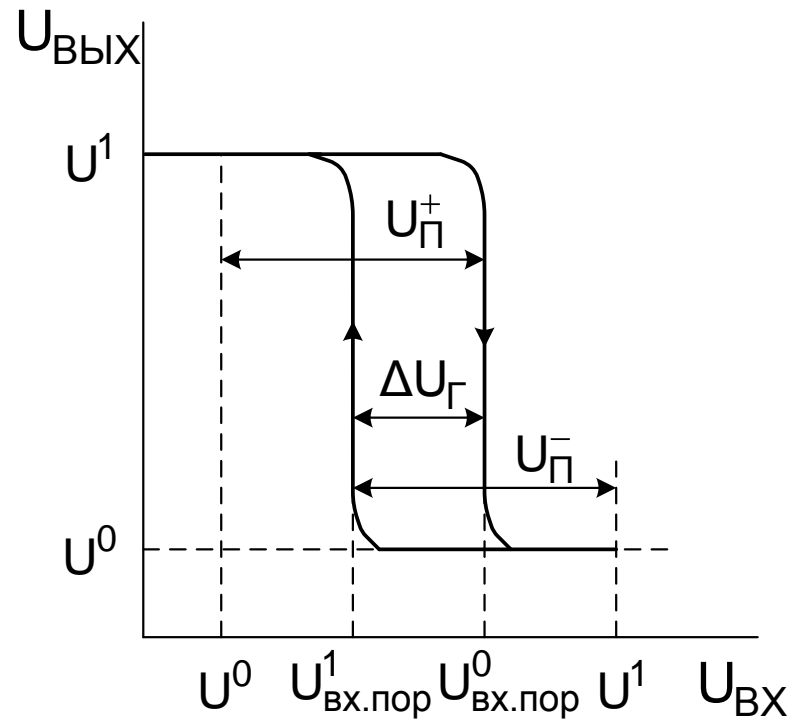
Статические характеристики и параметры ЦИМС

Для создания помехоустойчивого логического элемента необходимо иметь передаточную характеристику, близкую к симметричной относительно середины области переключения (область, закрашенная серым цветом на рисунке «Параметры, определяемые из передаточной характеристики инвертирующего элемента»).

На помехоустойчивость логического элемента в значительной степени влияет технологический разброс пороговых напряжений, поэтому выбор пороговых напряжений логического элемента с учетом их изменений от температуры, напряжений питания, числа нагрузок является одной из важнейших задач при расчете электрической схемы базового логического элемента любого типа.

Статические характеристики и параметры ЦИМС

Эффективным средством повышения помехоустойчивости схем является получение гистерезиса на их передаточных характеристиках.



Получение гистерезиса на передаточной характеристике

Статические характеристики и параметры ЦИМС

В случае получения гистерезиса $U_{\text{вх.пор}}^0 > U_{\text{вх.пор}}^1$, и

$U_{\text{п}}^+ + U_{\text{п}}^- = DU + DU_{\Gamma}$, где $DU_{\Gamma} = U_{\text{вх.пор}}^0 - U_{\text{вх.пор}}^1$ - ширина петли

гистерезиса. В предельном случае при $DU_{\Gamma} = DU$ достигается запас

помехоустойчивости $U_{\text{п}}^+ = U_{\text{п}}^- = DU$, вдвое превышающий величину

запаса помехоустойчивости в схемах без гистерезиса.

Статические характеристики и параметры ЦИМС

Входная характеристика – это зависимость входного тока от входного напряжения. Характеристика снимается для одного из входов ЦИМС, а остальные входы подключаются к цепи, в которой в зависимости от логической структуры элемента действуют уровни напряжения логического нуля или логической единицы при заданном количестве нагрузок на выходе элемента.

Из входной характеристики определяют такие параметры, как входные токи логического нуля $I_{ВХ}^0$ и логической единицы $I_{ВХ}^1$, при уровнях напряжения $U_{ВХ}^0$ и $U_{ВХ}^1$, а также входное сопротивление:

$$R_{ВХ} = \frac{dU_{ВХ}}{dI_{ВХ}} .$$

Значение входного сопротивления определяется для двух значений входного сигнала, то есть определяется $R_{ВХ}^0$ и $R_{ВХ}^1$.

Статические характеристики и параметры ЦИМС

Выходная характеристика – это зависимость выходного тока от выходного напряжения. Характеристика снимается для двух состояний элемента: элемент включён, и элемент выключен.

Инвертирующий элемент считается включенным, когда на его выходе действует напряжение низкого уровня, и выключенным, когда на его выходе действует напряжение высокого уровня. Неинвертирующий элемент считается включенным, когда на его выходе действует напряжение высокого уровня, и выключенным, когда на его выходе действует напряжение низкого уровня.

Из выходной характеристики определяют выходные токи логического нуля $I_{\text{ВЫХ}}^0$ и логической единицы $I_{\text{ВЫХ}}^1$ при уровнях напряжения $U_{\text{ВЫХ}}^0$ и $U_{\text{ВЫХ}}^1$ соответственно, и выходное сопротивление:

$$R_{\text{ВХ}} = \frac{DU_{\text{ВХ}}}{DI_{\text{ВХ}}};$$

Значение входного сопротивления определяется для двух значений входного сигнала, то есть определяется $R_{\text{ВЫХ}}^0$ и $R_{\text{ВЫХ}}^1$

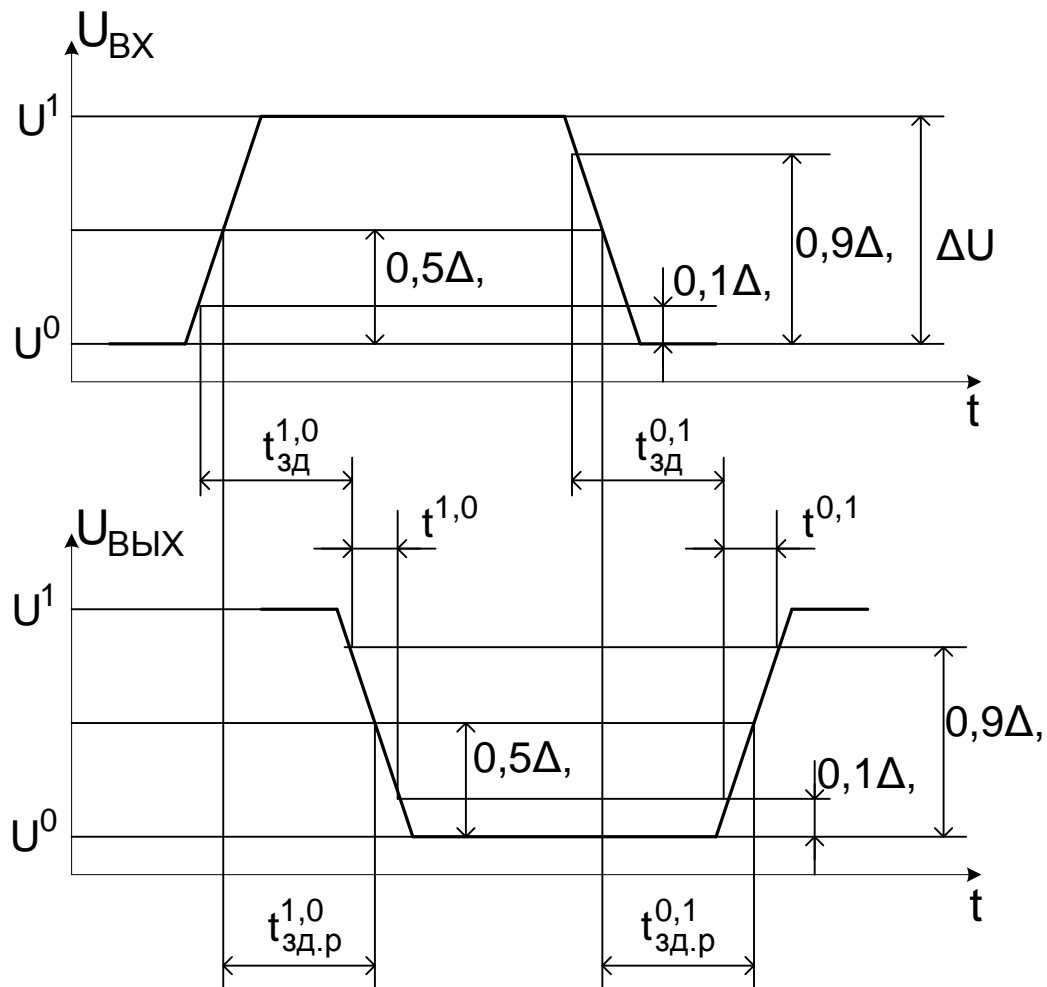
Динамические характеристики и параметры ЦИМС

Динамические характеристики – это характеристики, снимающиеся при переходе ЦИМС из одного рабочего состояния в другое.

Динамические параметры – это параметры, характеризующие быстродействие ЦИМС.

Отличие динамических характеристик от статических заключается в том, что при измерении динамических характеристик управляемая величина непрерывно изменяется во времени, а при измерении статических характеристик управляемая величина и все промежуточные величины во времени не изменяются.

Динамические характеристики и параметры ЦИМС



Основные динамические параметры

Динамические характеристики и параметры ЦИМС

Основными параметрами цифровых микросхем при работе в динамическом режиме являются:

- **Время перехода $t^{1,0}$ на выходе элемента из состояния логической единицы в состояние логического нуля** – интервал времени, в течение которого напряжение на выходе элемента изменяется от значения $U^1 - 0,9DU$ до значения $U^0 + 0,1DU$;
- **Время перехода $t^{0,1}$ на выходе элемента из состояния логического нуля в состояние логической единицы** – интервал времени, в течение которого напряжение на выходе элемента изменяется от значения $U^0 + 0,1DU$ до значения $U^1 - 0,9DU$;

Динамические характеристики и параметры ЦИМС

Основными параметрами цифровых микросхем при работе в динамическом режиме являются:

- **Время задержки выключения** $t_{зд}^{0,1}$ – интервал времени между входным и выходным сигналами при переходе выходного напряжения от уровня логического нуля к уровню логической единицы, измеренный на уровне 0,9 логического перепада входного сигнала и 0,1 логического перепада выходного сигнала;
- **Время задержки включения** $t_{зд}^{1,0}$ – интервал времени между входным и выходным сигналами при переходе выходного напряжения от уровня логической единицы к уровню логического нуля, измеренный на уровне 0,1 логического перепада входного сигнала и 0,9 логического перепада выходного сигнала;

Динамические характеристики и параметры ЦИМС

Основными параметрами цифровых микросхем при работе в динамическом режиме являются:

- **Время задержки распространения сигнала при включении** $t_{зд.р}^{1,0}$ – интервал времени между входным и выходным сигналами при переходе выходного напряжения от уровня логической единицы к уровню логического нуля, измеренный на уровне 0,5 логического перепада входного и выходного сигналов;
- **Время задержки распространения сигнала при выключении** $t_{зд.р}^{0,1}$ – интервал времени между входным и выходным сигналами при переходе выходного напряжения от уровня логического нуля к уровню логической единицы, измеренный на уровне 0,5 логического перепада входного и выходного сигналов;

Динамические характеристики и параметры ЦИМС

Основными параметрами цифровых микросхем при работе в динамическом режиме являются:

- *Среднее время задержки распространения сигнала* $t_{зд.р.ср.} = \frac{t_{зд.р}^{1,0} + t_{зд.р}^{0,1}}{2}$;
- *Приращение среднего времени задержки распространения сигнала на одну единичную нагрузку, включенную на выход элемента;*
- *Приращение среднего времени задержки распространения сигнала на один незадействованный вход элемента;*

Динамические характеристики и параметры ЦИМС

Основными параметрами цифровых микросхем при работе в динамическом режиме являются:

- **Рабочая частота переключения** f_{Π} - максимальная частота, на которой в наихудших условиях гарантируется срабатывание счетного триггера, составленного из логических элементов данной серии.

Основными динамическими характеристиками являются:

- **Динамические нагрузочные характеристики**

$$t_{зд.р}^{1,0} = f(C_H \text{ или } k_{раз})$$

$$t_{зд.р}^{0,1} = f(C_H \text{ или } k_{раз})$$

$$t_{зд.р.ср} = f(C_H \text{ или } k_{раз})$$

где C_H - емкость нагрузки;

Динамические характеристики и параметры ЦИМС

Основными динамическими характеристиками являются:

Формирующие характеристики – зависимость времени перехода элемента на его выходе из одного состояния в другое от времени перехода из одного состояния в другое входного сигнала: $t_{\text{ВЫХ}}^{1,0} = f(t_{\text{ВХ}}^{0,1})$, $t_{\text{ВЫХ}}^{0,1} = f(t_{\text{ВХ}}^{1,0})$;

• **Характеристика динамической помехоустойчивости (амплитудно-временная характеристика)** – зависимость амплитуды помехи от ее длительности. Эта характеристика существенно зависит от формы сигнала помехи, уровня статической помехоустойчивости и частоты переключения элемента. Сложность получения семейства характеристик динамической помехоустойчивости, как правило, не позволяет приводить их в качестве справочного материала на логические элементы;

Энергетические параметры и характеристики ЦИМС

Основными энергетическими параметрами являются:

- **Мощность потребления в состоянии логического нуля** $P_n^0 = U_{ип} I_n^0$,
где $U_{ип}$ – напряжение источника питания, I_n^0 - ток логического нуля;
- **Мощность потребления в состоянии логической единицы** $P_n^1 = U_{ип} I_n^1$,
где I_n^1 - ток логической единицы;
- **Средняя мощность потребления** определяется в предположении, что логический элемент периодически переключается со скважностью, равной двум, то есть половину периода на выходе формируется уровень логического нуля и половину периода - уровень логической единицы:

$$P_{п.ср.} = \frac{P_n^1 + P_n^0}{2};$$

Мощность потребления указывается в паспорте на один логический элемент, или чаще на микросхему в целом.

Энергетические параметры и характеристики ЦИМС

Основными энергетическими параметрами являются:

- **Динамическая мощность** $P_{\text{дин}}$ - это дополнительная мощность, которую потребляют микросхемы вследствие того, что в процессе переключения цифровых микросхем ток в цепи источника питания существенно увеличивается.
- **Мощность, потребляемая микросхемой в режиме переключения.** Равна сумме мощностей $P_{\text{дин}}$ и $P_{\text{п.ср.}}$: $P = P_{\text{п.ср.}} + P_{\text{дин}}$.

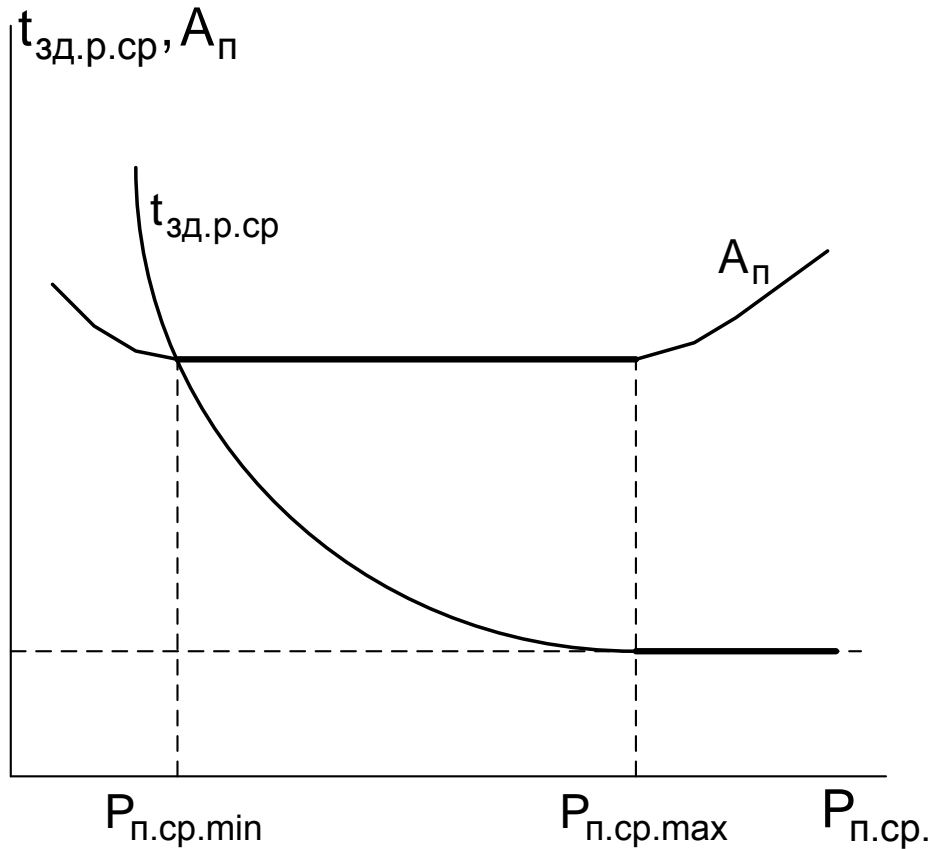
Энергетические параметры и характеристики ЦИМС

Основными энергетическими параметрами являются:

- *Работа переключения* – это параметр, характеризующий качество схемотехнического проектирования и конструкторско-технологической реализации микросхемы. Определяется как произведение среднего времени задержки распространения сигнала на среднюю мощность потребления: $A_{п} = P_{п.ср.} \cdot t_{зд.р.ср.}$. Для большинства микросхем в значительном диапазоне изменения мощности $P_{п.ср.мин} < P_{п.ср.} < P_{п.ср.мак}$ наблюдается обратно пропорциональная зависимость:

$$t_{зд.р.ср.} \sim \frac{1}{P_{п.ср.}}$$

Энергетические параметры и характеристики ЦИМС



Зависимость задержки и работы переключения от потребляемой мощности

Виды интегральных микросхем

Логические элементы		Цифровые устройства	
Индекс	Функциональное назначение	Индекс	Функциональное назначение
ЛИ	логический элемент «И»	ИР	регистры
ЛН	логический элемент «НЕ»	ИМ	сумматоры
ЛЛ	логический элемент «ИЛИ»	ИЛ	полусумматоры
ЛА	логический элемент «И-НЕ»	ИЕ	счетчики
ЛЕ	логический элемент «ИЛИ-НЕ»	ИВ	шифраторы
ЛС	логический элемент «И-ИЛИ»	ИД	дешифраторы
ЛБ	логический элемент «И-НЕ / ИЛИ-НЕ»	ИК	комбинированные
ЛР	логический элемент «И-ИЛИ-НЕ»	ИА	АЛУ
ЛК	логический элемент «И-ИЛИ-НЕ / И-ИЛИ»	ИП	прочие
ЛМ	логический элемент «ИЛИ-НЕ / ИЛИ»		
ЛД	расширители		
ЛП	прочие		

Виды интегральных микросхем

Генераторы сигналов		Триггеры	
Индекс	Функциональное назначение	Индекс	Функциональное назначение
ГС	гармонических	ТВ	универсальные (JK)
ГГ	прямоугольных	ТР	с раздельным запуском (RS)
ГЛ	линейно изменяющихся	ТМ	с задержкой (D)
ГФ	специальной формы	ТТ	счетные (Т)
ГМ	шума	ТД	динамические
ГП	прочие	ТЛ	Шмитта
		ТК	комбинированные
		ТП	прочие

Виды интегральных микросхем

Детекторы		Усилители	
Индекс	Функциональное назначение	Индекс	Функциональное назначение
ДА	амплитудные	УВ	высокой частоты
ДИ	импульсные	УР	промежуточной частоты
ДС	частотные	УН	низкой частоты
ДФ	фазовые	УК	широкополосные
ДП	прочие	УИ	импульсных сигналов
		УЕ	повторители
		УЛ	считывания и воспроизведения
		УМ	индикации
		УТ	постоянного тока
		УД	операционные
		УП	прочие

Виды интегральных микросхем

Коммутаторы и ключи		Фильтры	
Индекс	Функциональное назначение	Индекс	Функциональное назначение
КТ	тока	ФВ	верхних частот
КН	напряжения	ФН	нижних частот
КП	прочие	ФЕ	полосовые
		ФР	режекторные
		ФП	прочие

Виды интегральных микросхем

Запоминающие устройства		Источники вторичного электропитания	
Индекс	Функциональное назначение	Индекс	Функциональное назначение
PM	матрицы ОЗУ	ЕВ	выпрямители
PB	матрицы ПЗУ	ЕМ	преобразователи
ПУ	ОЗУ	ЕН	стабилизаторы напряжения непрерывные
PT	программируемые ПЗУ	ЕК	стабилизаторы напряжения импульсные
PE	ПЗУ масочные	ЕТ	стабилизаторы тока
PP	репрограммируемые ПЗУ с электрическим стиранием	ЕУ	схемы управления импульсными стабилизаторами напряжения
PФ	репрограммируемые ПЗУ с ультрафиолетовым стиранием	ЕС	системы источников вторичного электропитания
PA	ассоциативное ОЗУ	ЕП	прочие
PЦ	ЗУ на ЦМД		
РП	прочие		

Виды интегральных микросхем

Формирователи		Преобразователи сигналов	
Индекс	Функциональное назначение	Индекс	Функциональное назначение
АГ	импульсов прямоугольной формы	ПС	частоты
АФ	импульсов специальной формы	ПД	длительности
АА	адресных токов	ПН	напряжения (тока)
АР	разрядных токов	ПМ	мощности
АП	прочие	ПУ	уровня
		ПВ	аналого-цифровые
		ПА	цифро-аналоговые
		ПР	код-код
		ПЛ	синтезаторы частоты
		ПИ	делители частоты аналоговые
		ПЦ	делители частоты цифровые
		ПЕ	умножители частоты аналоговые
		ПП	прочие

Виды интегральных микросхем

Схемы сравнения		Схемы задержки	
Индекс	Функциональное назначение	Индекс	Функциональное назначение
СК	амплитудные	БМ	пассивные
СВ	временные	БР	активные
СС	частотные	БП	прочие
СА	компараторы напряжения		
СП	прочие		

Виды интегральных микросхем

Фоточувствительные схемы с зарядовой связью		Вычислительные средства	
Индекс	Функциональное назначение	Индекс	Функциональное назначение
ЦМ	матричные	ВЕ	микроЭВМ
ЦЛ	линейные	ВМ	микропроцессоры
ЦП	прочие	ВС	микропроцессорные секции
		ВУ	микропрограммного управления
		ВР	функциональные расширители
		ВБ	синхронизации
		ВН	управления прерыванием
		ВВ	управления вводом-выводом
		ВТ	управления памятью
		ВФ	функциональные преобразователи информации
		ВА	сопряжения с магистралью
		ВИ	времязадающие
		ВХ	микрокалькуляторы

Виды интегральных микросхем

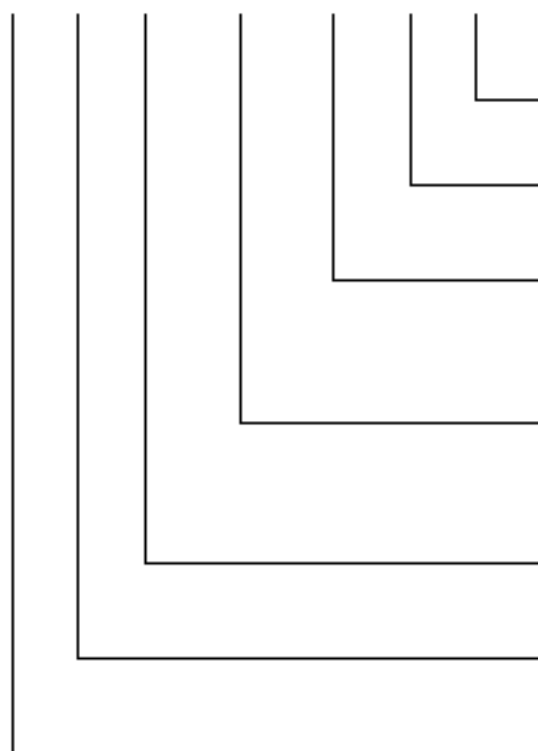
Модуляторы		Вычислительные средства	
Индекс	Функциональное назначение	Индекс	Функциональное назначение
МА	амплитудные	ВГ	контроллеры
МС	частотные	ВК	комбинированные
МФ	фазовые	ВЖ	специализированные
МИ	импульсные	ВП	прочие
МП	прочие		

Виды интегральных микросхем

Наборы элементов		Многофункциональные схемы	
Индекс	Функциональное назначение	Индекс	Функциональное назначение
НД	диодов	ХА	аналоговые
НТ	транзисторов	ХЛ	цифровые
НР	резисторов	ХК	комбинированные
НЕ	конденсаторов	ХМ	цифровые матрицы
НК	комбинированные	ХН	аналоговые матрицы
НФ	функциональные	ХТ	комбинированные матрицы
НП	прочие	ХП	прочие

Пример условных обозначений интегральных схем

К Р 1 820 И Д 1



порядковый номер разработки ИМС
по функциональному признаку в серии

вид ИМС по функциональному признаку

подгруппа ИМС по функциональному признаку

порядковый номер серии (первая цифра
трехзначного номера - обозначение
области применения)

группа по конструктивно-технологическому
исполнению

обозначение материала и типа корпуса

обозначение условий приемки
на заводе-изготовителе

Пример условных обозначений интегральных схем



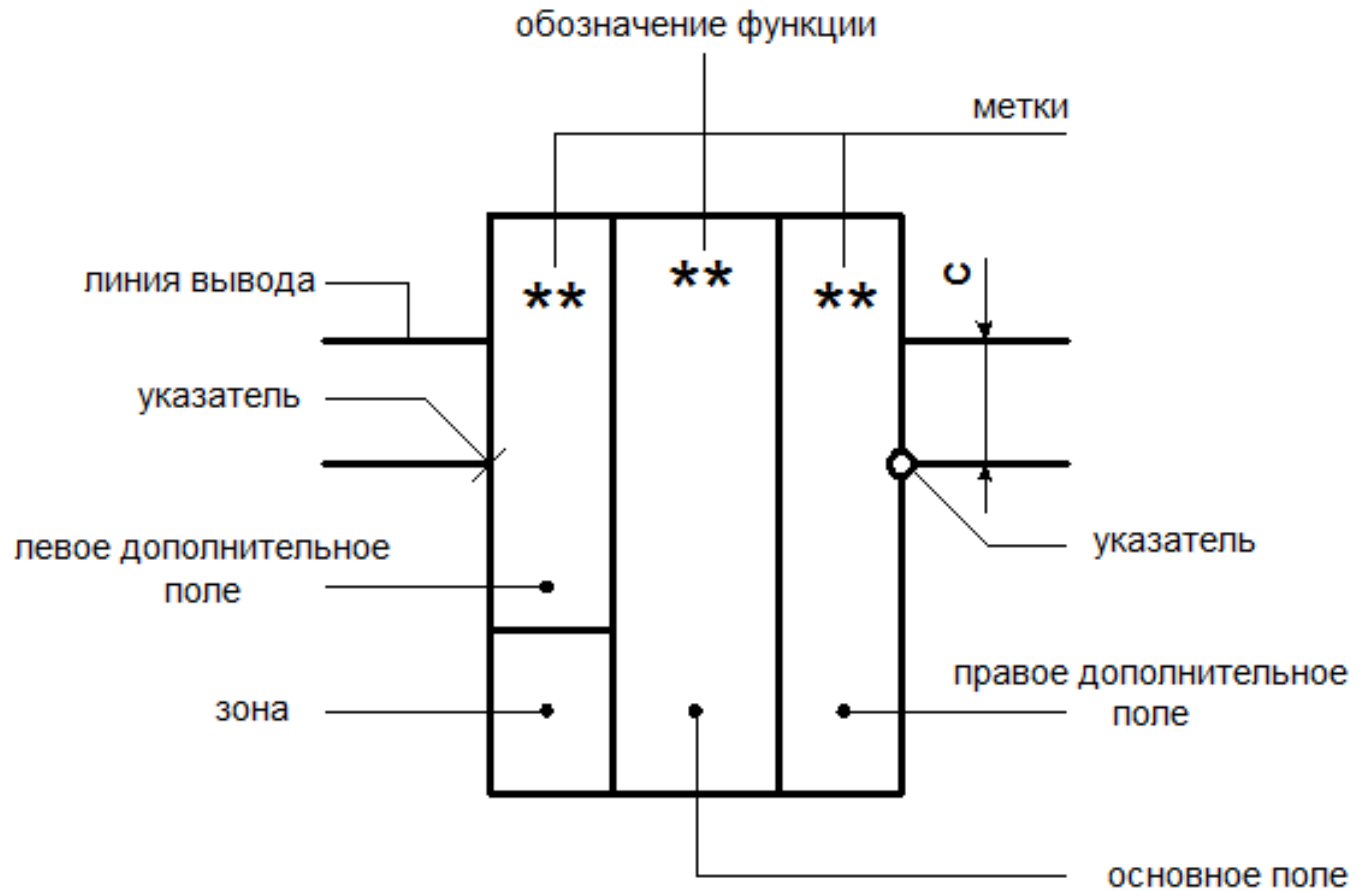
Условные графические обозначения интегральных микросхем

Условное графическое обозначение (УГО) ИМС имеет форму прямоугольника, к которому подводят линии выводов. УГО ИМС может содержать три поля: основное и два дополнительных. Дополнительные поля располагают слева и справа от основного поля. Допускается дополнительные поля разделять на зоны, которые отделяют горизонтальной чертой. В первой строке основного поля УГО помещают обозначение функции ИМС. В дополнительных полях помещают информацию о функциональных назначениях выводов (указатели, метки).

Условные графические обозначения интегральных микросхем

Выводы ИМС подразделяются на следующие виды: **входы, выходы, двунаправленные выходы и выходы, не несущие логической информации**. Входы ИМС изображают с левой стороны УГО, выходы – с правой стороны. Двунаправленные выходы и выходы, не несущие логической информации, помещают с правой или левой стороны прямоугольника. Допускается ориентация УГО, при которой входы располагают сверху, а выходы – снизу.

Условные графические обозначения интегральных микросхем



Условное графическое обозначение интегральной схемы

Условные графические обозначения интегральных микросхем

По высоте размеры УГО определяются количеством линий выводов, количеством интервалов, количеством строк информации в основном и дополнительном полях, размером шрифта. По ширине размеры УГО определяются наличием дополнительных полей, количеством знаков, помещаемых в одной строке внутри УГО (с учетом пробелов), размером шрифта.

Расстояние между линиями выводов должно быть кратным величине s . Размер УГО по высоте, расстояние между горизонтальной строкой УГО, границей зоны и линией вывода должно быть кратным величине $s/2$. При разделении групп линий выводов интервалом его величина должна быть не менее $2s$ и кратной величине s .

Условные графические обозначения интегральных микросхем

При ручном (**неавтоматизированном**) выполнении схемы $s \geq 5$ мм, ширина дополнительного поля должна быть не менее 5 мм, размер указателя - не более 3мм. При увеличении количества символов в строке ширина дополнительного поля должна быть соответственно увеличена.

Условные графические обозначения интегральных микросхем

Знак * проставляют перед обозначением функции, если все выводы ИМС являются нелогическими.

Допускается справа к обозначению функции добавлять технические характеристики микросхемы, например, резистор 47 Ом будет выглядеть как **R47*, или оперативная память емкостью 16 Кбит – *RAM16K*.

Признак динамической памяти обозначают буквой *D*, например, *RAMD*.

Способность сохранять информацию после отключения питания обозначают буквой *S*, например, *SAMS* – устройство запоминающее оперативное с последовательным доступом и сохранением информации.

Обозначение функций ИМС

Наименование основной функции	Обозначение	Наименование производной функции	Обозначение производной функции
Память	М	Устройство запоминающее оперативное с произвольным доступом	RAM
		Устройство запоминающее оперативное с последовательным доступом	SAM
		Устройство запоминающее стековое	STM
		Устройство запоминающее ассоциативное	CAM
		Матрица логическая программируемая	PLM
		Устройство запоминающее постоянное	ROM
		Устройство запоминающее постоянное с возможностью однократного программирования	PROM
		Устройство запоминающее постоянное с возможностью многократного программирования	RPROM

Обозначение функций ИМС

Наименование основной функции	Обозначение	Наименование производной функции	Обозначение производной функции
Вычислитель	CP	Секция вычислителя Вычислительной устройство (центральный процессор)	CPS CPU
Процессор	P	Секция процессора	PS
Управление	CO		
Перенос	CR		
Прерывание	INR		
Передача	TF		
Прием	RC		
Ввод-вывод	IO	Ввод-вывод последовательный Ввод-вывод параллельный	IOS IOP

Обозначение функций ИМС

Наименование основной функции	Обозначение	Наименование производной функции	Обозначение производной функции
Арифметика	A	<p>Суммирование</p> <p>Умножение</p> <p>Деление</p> <p>Вычитание</p> <p>Умножение по основанию n</p> <p>Деление по основанию n</p>	<p>SM или Σ</p> <p>MPL</p> <p>DIV</p> <p>SUB</p> <p>MPLn</p> <p>DIVn</p>

Обозначение функций ИМС

Наименование основной функции	Обозначение	Наименование производной функции	Обозначение производной функции
Логика	L	<p style="text-align: center;">Логический порог</p> <p>а) мажоритарность (n из m)</p> <p>б) логическое ИЛИ (1 из m)</p> <p>в) логическое И (m из m)</p> <p>г) повторитель (m=1), где m – число входов логического элемента</p> <p style="text-align: center;">n и только n</p> <p style="text-align: center;">n=1 – исключаящее ИЛИ</p>	<p style="text-align: center;">$\geq n$ или $\geq n$</p> <p style="text-align: center;">$\geq n$</p> <p style="text-align: center;">≥ 1 или 1</p> <p style="text-align: center;">& или И</p> <p style="text-align: center;">1</p> <p style="text-align: center;">=n</p> <p style="text-align: center;">=1</p>

Обозначение функций ИМС

Наименование основной функции	Обозначение	Наименование производной функции	Обозначение производной функции
Элемент монтажной логики		Монтажное ИЛИ Монтажное И	$1 \diamond$ или 1 $\& \diamond$
Регистр	RG	Регистр со сдвигом слева направо или сверху вниз Регистр со сдвигом справа налево или снизу вверх Регистр с реверсивным сдвигом	RG \rightarrow или RG \triangleright RG \leftarrow или RG \triangleleft RG $\leftarrow \rightarrow$ или RG $\langle \triangleright$
Дешифратор	DC		
Шифратор	CD		

Обозначение функций ИМС

Наименование основной функции	Обозначение	Наименование производной функции	Обозначение производной функции
Счетчик	СТ	Счетчик по основанию n Счетчик двоичный Счетчик десятичный	СТn СТ2 СТ10


Обозначение функций ИМС

Наименование основной функции	Обозначение	Наименование производной функции	Обозначение производной функции
<p>Преобразователь (<i>примечание:</i> буквы X и Y могут быть заменены обозначениями представляемой информации соответственно на входах и выходах)</p>	<p>X/Y</p>	<p>Вместо X и Y могут быть использованы следующие обозначения:</p> <p>двоичный код</p> <p>десятичный код</p> <p>код Грея</p> <p>аналоговая</p> <p>цифровая</p> <p>напряжение</p> <p>ток</p> <p>n-сегментный</p>	<p style="text-align: center;">B</p> <p style="text-align: center;">DEC</p> <p style="text-align: center;">G</p> <p style="text-align: center;">∩ или ∟ или A</p> <p style="text-align: center;"># или D</p> <p style="text-align: center;">U I nS</p>

Обозначение функций ИМС

Наименование основной функции	Обозначение	Наименование производной функции	Обозначение производной функции
Сравнение	= =		
Свертка по модулю n	Mn	Свертка по модулю 2	M2
Мультиплексор	MUX		
Демультимплексор	DMX		

Обозначение функций ИМС

Наименование основной функции	Обозначение	Наименование производной функции	Обозначение производной функции
Мультиплексор – селектор	MS		
Селектор	SL		
Генератор	G	<p>Генератор серии из прямоугольных импульсов</p> <p>Генератор с непрерывной последовательностью импульсов</p> <p>Генератор одиночного импульса (одновибратор)</p> <p>Генератор линейно изменяющихся сигналов</p> <p>Генератор синусоидального сигнала</p>	<p style="text-align: center;">G_n</p> <p style="text-align: center;">GN</p> <p style="text-align: center;"> или G1</p> <p style="text-align: center;">G / GSIN</p>

Обозначение функций ИМС

Наименование основной функции	Обозначение	Наименование производной функции	Обозначение производной функции
Пороговый элемент (триггер Шмитта)	 или ТН		
Дискриминатор	 или ДИС		
Триггер	Т	Триггер двухступенчатый	ТТ
Задержка	 или DL		
Ключ	SW		

Обозначение функций ИМС

Наименование основной функции	Обозначение	Наименование производной функции	Обозначение производной функции
Модулятор	MD		
Демодулятор	DM		
Усилитель	\triangleright или $>$	Усилитель с повышенной нагрузочной способностью	$\triangleright\triangleright$ или $>>$
Формирователь	F	Формирователь уровня логического состояния n , например: формирователь логического нуля формирователь логической единицы	FLn FL0 FL1

Обозначение функций ИМС

Наименование основной функции	Обозначение	Наименование производной функции	Обозначение производной функции
Нелогический элемент	*	Стабилизатор Стабилизатор напряжения Стабилизатор тока Наборы нелогических элементов: резисторов конденсаторов индуктивностей	*ST *STU *STI *R *C *L

Обозначение функций ИМС

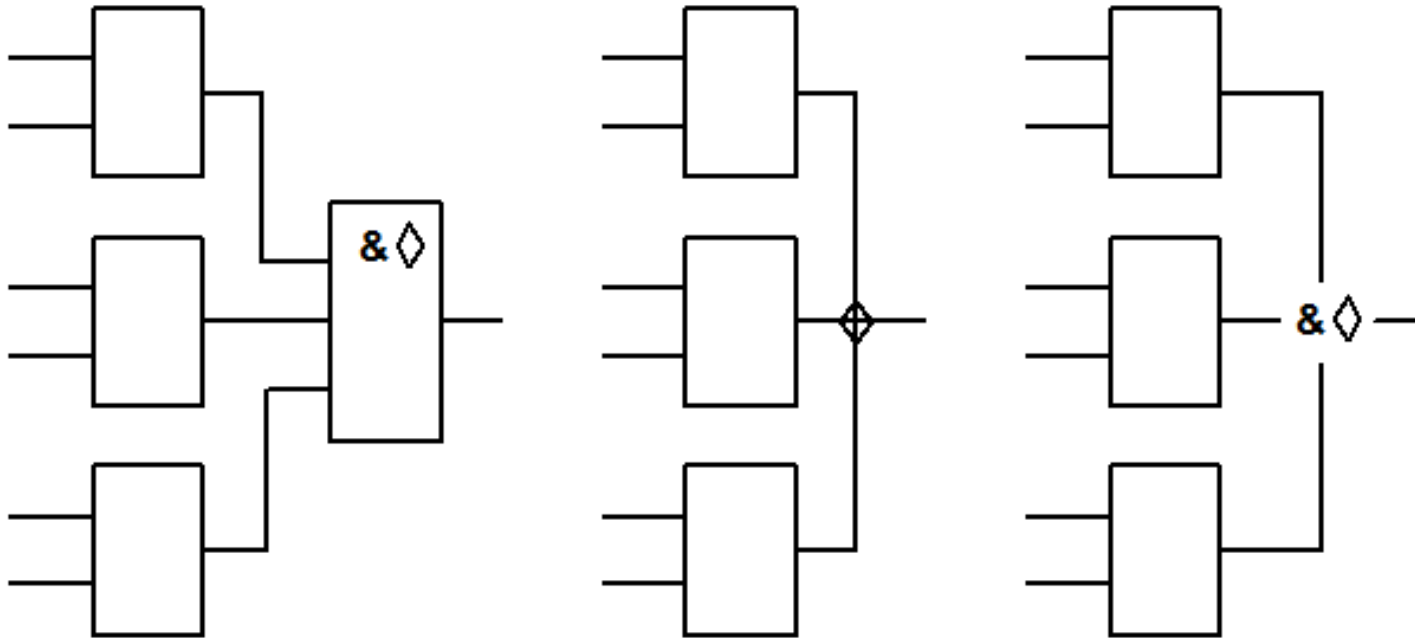
Наименование основной функции	Обозначение	Наименование производной функции	Обозначение производной функции
Нелогический элемент	*	<p>Наборы нелогических элементов:</p> <p>диодов</p> <p>диодов с указанием полярности</p> <p>транзисторов</p> <p>трансформаторов</p> <p>предохранителей</p> <p>комбинированных, например, диодно – резисторных</p>	<p style="text-align: center;">*D</p> <p style="text-align: center;">*D → или *D ←</p> <p style="text-align: center;">*T</p> <p style="text-align: center;">*TR</p> <p style="text-align: center;">*FU</p> <p style="text-align: center;">*DR</p>

Обозначение монтажной логики

Допускается непосредственное соединение логических выходов нескольких микросхем с открытым коллектором или открытым эмиттером на общую нагрузку. Такое соединение называется монтажной логикой и условно рассматривается как элемент монтажной логики.

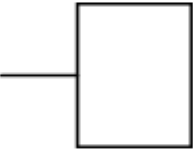

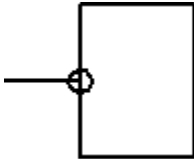
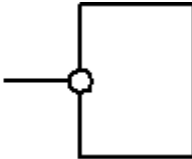
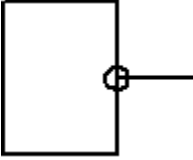
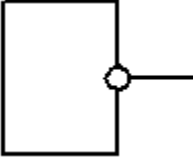
В зависимости от вида логической функции различают элементы монтажной логики “монтажное И” и “монтажное ИЛИ”, и изображают их соответственно символами функции $\&\diamond$ и $1\diamond$.

Обозначение монтажной логики

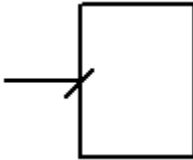
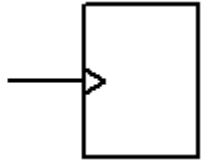
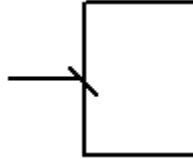
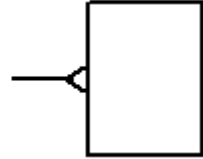
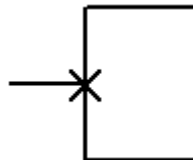
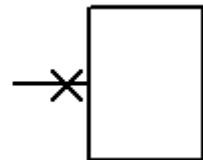


Графическое обозначение элементов монтажной логики

Указатели выводов ИМС

Наименование	Обозначение
Прямой статический вход	
Прямой статический выход	
Инверсный статический вход	 или 
Инверсный статический выход	 или 

Указатели выводов ИМС

Наименование	Обозначение
Прямой динамический вход	 или 
Инверсный динамический вход	 или 
Вывод, не несущий логической информации	 или 

Метки выводов ИМС

Наименование	Обозначение
Установка в состояние “логическая 1”	S
Установка в состояние “логический 0”	R
Установка в исходное состояние (сброс)	SR
Разрешение установки универсального JK-триггера в состояние “логическая 1” (J-вход)	J
Разрешение установки универсального JK-триггера в состояние “логический 0” (K-вход)	K
Вывод двунаправленный	↔ или < >
Авария (ошибка)	ER
Адрес	A

Метки выводов ИМС

Наименование	Обозначение
Адрес	A
Адресация по координатам X Y	X Y
Больше	>
Больше или равно	≥ или > =
Байт	BY

Метки выводов ИМС

Наименование	Обозначение
Бит	BIT
Блокировка (запрет)	DE
Буфер	BF
Выбор	SE
Готовность	RA
Данные	D
Заем	BR




Метки выводов ИМС

Наименование	Обозначение
Запись (команда записи)	WR
Запрос (требование)	RQ
Захват	TR
Знак	SI
Инверсия	IN
Исполнение (конец)	END
Инструкция (команда)	INS

Метки выводов ИМС

Наименование	Обозначение
Квитирование	AK
Контроль	CH
Маска (маскирование)	MK
Маркер	MR
Меньше	<
Меньше или равно	≤ или < =
Младший	LSB
Начало	BG
Ответ	AN

Метки выводов ИМС

Наименование	Обозначение
Открытый вывод (коллектор р-п-р транзистора, эмиттер п-р-п транзистора, сток р-канала, исток п-канала)	
Открытый вывод (коллектор п-р-п транзистора, эмиттер р-п-р транзистора, сток п-канала, исток р-канала)	
Вывод с состоянием высокого импеданса	 или Z

Метки выводов ИМС

Наименование	Обозначение
Перенос (общее обозначение) Распространение переноса Генерация переноса	CR CRP CDG
Переполнение	OF
Полярность положительная	+
Полярность отрицательная	-
Приоритет	PR
Продолжение	CN

Метки выводов ИМС

Наименование	Обозначение
Пуск	ST
Равенство	=
Равенство нулю (признак ноль)	= 0
Разрешение	E
Расширение	EX
Регенерация	REF
Режим	MO

Метки выводов ИМС

Наименование	Обозначение
Сдвиг	→ или > ← или < ← → или < >
Синхронизация	SYN
Строб, такт	C
Состояние	SA
Средний	ML
Старший	MSB
Считывание (команда считывания)	RD
Шина	B

Метки выводов, не несущих логической информации

Наименование	Обозначение
<p>Вывод питания от источника напряжения</p> <p>Допускается:</p> <p>Перед буквой U проставлять номинал напряжения в вольтах, при этом вместо буквы U использовать букву V (вольт); при необходимости может быть указана полярность напряжения;</p> <p>После буквы U проставлять поясняющую информацию, например:</p> <p>порядковый номер</p> <p>указатель питания цифровой части ИМС</p> <p>указатель питания аналоговой части ИМС</p> <p>признак информационного питания</p>	<p>U</p> <p>+5V</p> <p>U1</p> <p>U#</p> <p>U_n или UV</p> <p>UD</p>

Метки выводов, не несущих логической информации

Наименование	Обозначение
Общий вывод	<i>0V</i>
Вывод питания от источника тока Допускается: Перед буквой <i>I</i> проставлять номинал тока в миллиамперах Проставлять номинал тока в амперах, при этом вместо буквы <i>I</i> проставлять <i>A</i> После буквы <i>I</i> – порядковый номер	<i>I</i> <i>140 I</i> <i>0,14 A</i> <i>I2</i>


Метки выводов, не несущих логической информации

Наименование	Обозначение
Коллектор	К
Эмиттер (общее назначение):	Э
эмиттер n-p-n	E→ или E >
эмиттер p-n-p	E← или E <
База	B
Вывод для подключения резистора	R
Вывод для подключения емкости	C
Вывод для подключения индуктивности	L

Составные метки выводов

Наименование	Обозначение
Выбор адреса	SEA
Выбор данных	SED
Данные контрольные	DCO
Данные последовательные	D→ или D >
Запись в память	WRM
Разрешение сдвига	E→ или E > E← или E <
Разрешение записи	EWR
Разрешение считывания	ERD

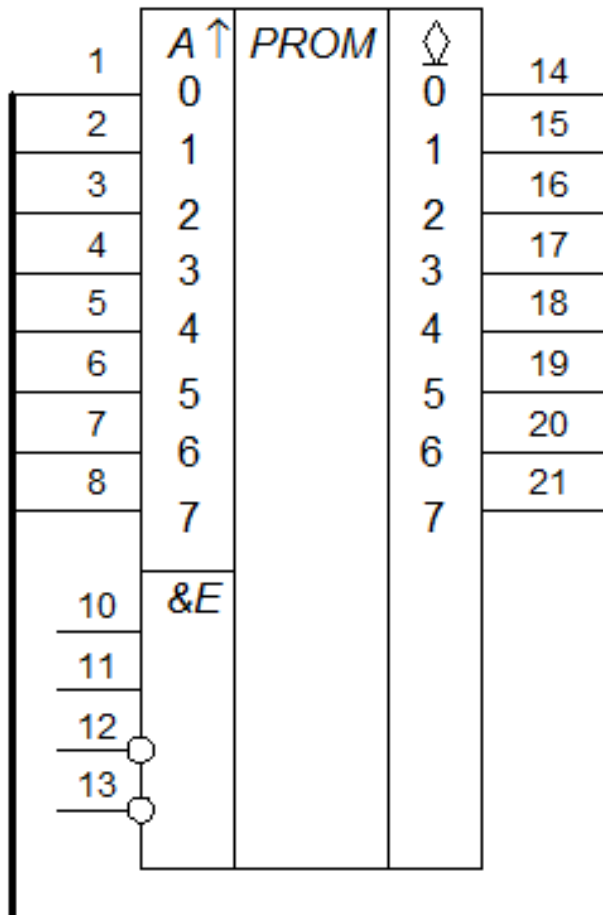
Составные метки выводов

Наименование	Обозначение
Синхросигнал выбора (кристалла, микросхемы, выдачи данных и т.д.)	CS
Синхросигнал разрешения (кристалла, микросхемы и т.д.)	CE
Строб записи	CWR
Строб считывания	CRD
Чтение из памяти	RDM
Управление адресом	COA
Управление данными	COD
Управление признаками (флагами)	COFL
Разрешение состояния высокого импеданса	E  или EZ

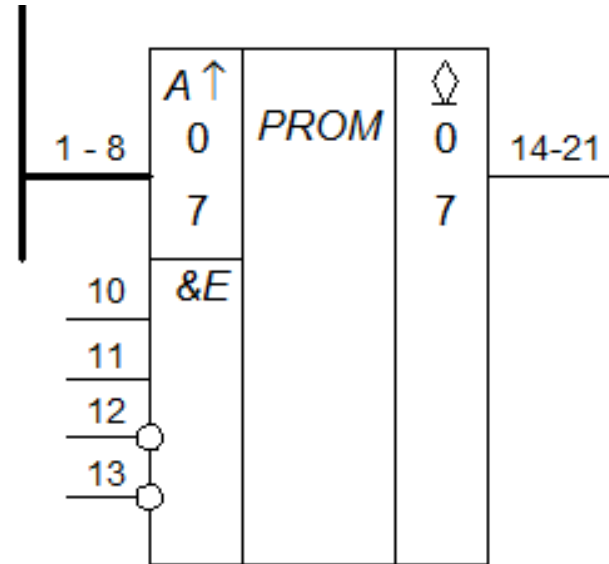
Метки выводов

В схемах с повторяющимися ИМС одного типа и имеющими большое число выводов одного функционального назначения, допускается одну ИМС чертить полностью, а остальные повторять сокращенно. В зоне сокращаемой группы выводов указывают метки первого и последнего выводов, а линии связи объединяют в одну групповую линию связи.

Метки выводов

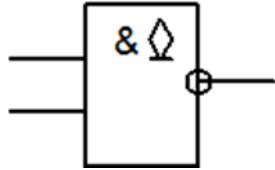
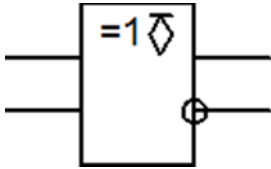
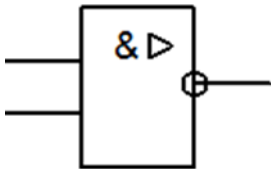


Условное графическое обозначение ИМС

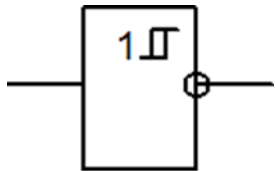
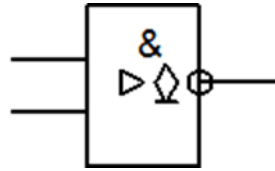


Сокращенный вариант условного графического обозначения ИМС

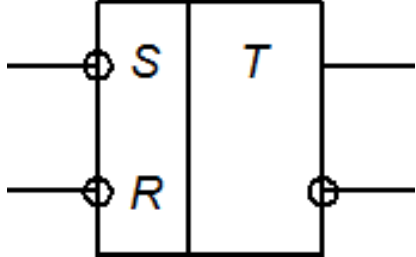
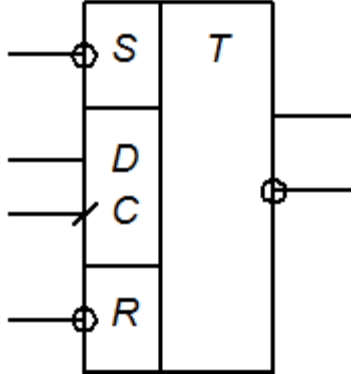
Примеры УГО ИМС

Наименование	Обозначение
Логический элемент 2И-НЕ с открытым коллектором	
Логический элемент “исключающее ИЛИ – НЕ / ИЛИ” с открытым эмиттером	
Логический элемент 2И-НЕ с высокой нагрузочной способностью	

Примеры УГО ИМС

Наименование	Обозначение
Триггер Шмитта - инвертор	
Логический элемент 2И-НЕ с открытым коллектором и высокой нагрузочной способностью	

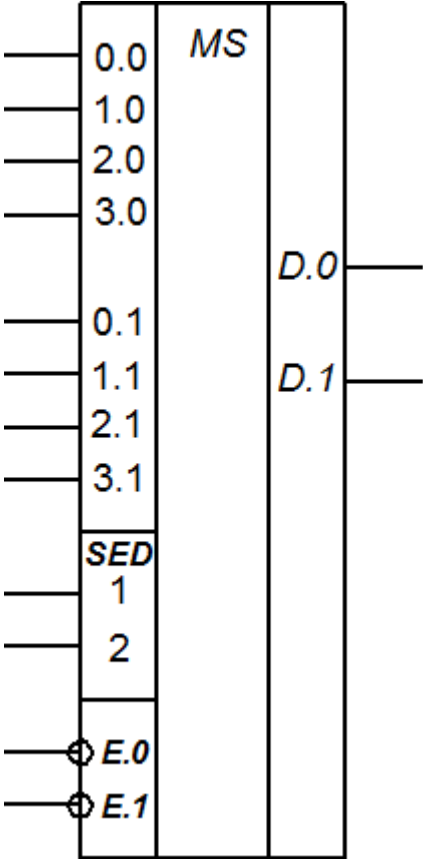
Примеры УГО ИМС

Наименование	Обозначение
<p><i>RS</i>-триггер с инверсными входами</p>	
<p>D-триггер с установкой по инверсным входам <i>R</i> и <i>S</i>, с динамическим входом <i>C</i>, реагирующим на изменение сигнала из состояния “логический 0” в состояние “логическая 1”</p>	

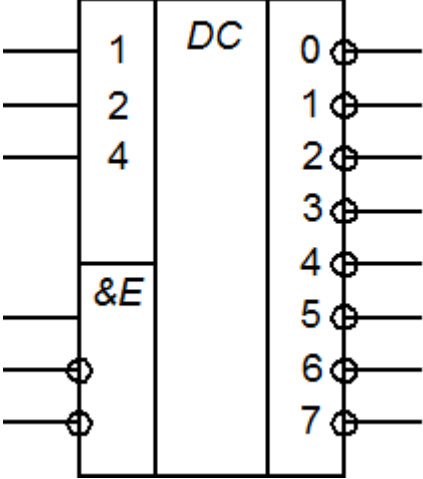
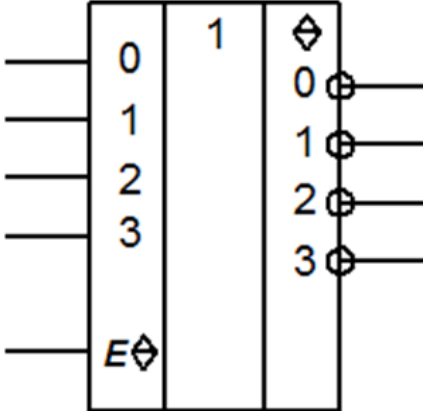
Примеры УГО ИМС

Наименование	Обозначение
<p><i>JK</i>-триггер двухступенчатый с установкой по инверсным входам <i>R</i> и <i>S</i></p>	 <p>The diagram shows a vertical rectangular symbol for a two-stage JK flip-flop. On the left side, there are seven input lines. From top to bottom, they are labeled: <i>S</i> (with a bubble indicating active-low), <i>&J</i>, an unlabeled line, another unlabeled line, a line labeled <i>C</i> (clock), another unlabeled line, and a line labeled <i>&K</i> (with a bubble indicating active-low). On the right side, there are two output lines. The upper one is unlabeled, and the lower one has a bubble indicating active-low. The top right corner of the symbol is labeled <i>TT</i>.</p>

Примеры УГО ИМС

Наименование	Обозначение
<p data-bbox="150 615 1232 758">Сдвоенный селектор-мультиплексор четырех каналов с прямыми выходами, общими адресными входами и отдельным стробированием выходов</p>	

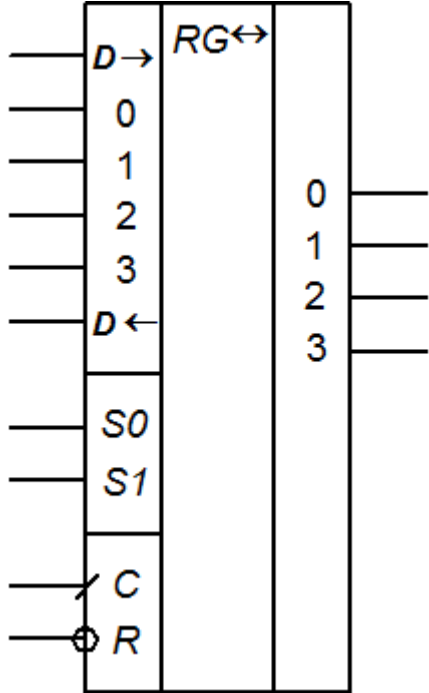
Примеры УГО ИМС

Наименование	Обозначение
<p>Полный дешифратор 3 - 8 с инверсными выходами и входами разрешения, связанными логической функцией И</p>	 <p>The diagram shows a rectangular symbol for a 3-to-8 decoder. On the left side, there are three input lines labeled 1, 2, and 4. Below these is an enable input labeled &E, which is connected to two active-low input pins (circles with a dot). On the right side, there are eight output lines labeled 0 through 7, each connected to an active-low output pin (circle with a dot). The label DC is positioned in the upper right area of the symbol.</p>
<p>Элемент четырехразрядный магистральный с состоянием высокого импеданса</p>	 <p>The diagram shows a rectangular symbol for a 4-bit bus element. On the left side, there are four input lines labeled 0, 1, 2, and 3. Below these is an enable input labeled E with a diamond symbol. On the right side, there are four output lines labeled 0, 1, 2, and 3, each connected to an active-low output pin (circle with a dot) and a diamond symbol. The label 1 is positioned in the upper right area of the symbol.</p>

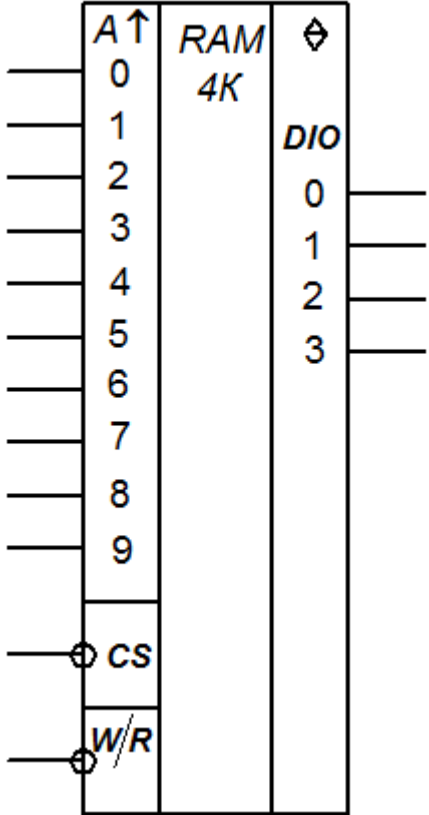
Примеры УГО ИМС

Наименование	Обозначение
<p>Счетчик реверсивный четырехразрядный двоично-десятичный с предварительной установкой двоично-десятичного числа</p>	

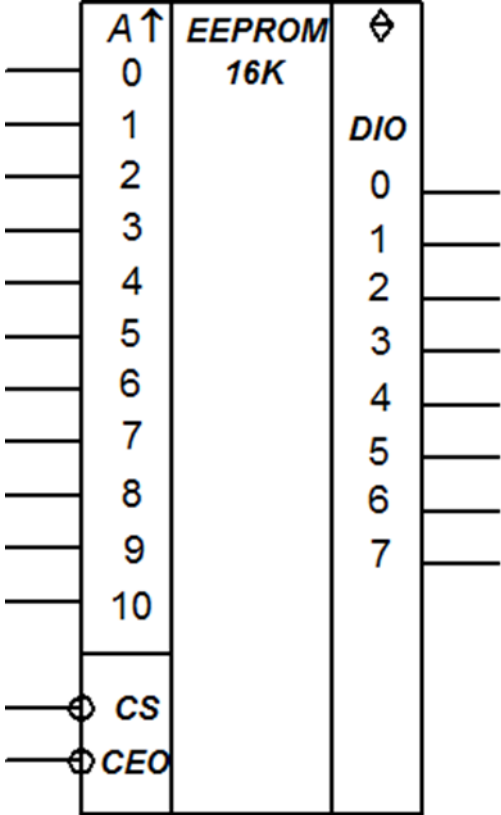
Примеры УГО ИМС

Наименование	Обозначение
<p>Четырехразрядный реверсивный сдвиговый регистр с параллельным выходом, синхронным последовательно-параллельным вводом информации и асинхронным сбросом</p>	 <p>The diagram shows a rectangular integrated circuit with 14 pins. On the left side, from top to bottom, there are four data input pins labeled $D \rightarrow$, 0, 1, 2, 3, and a fourth data input pin labeled $D \leftarrow$. Below these are two shift control pins labeled $S0$ and $S1$. At the bottom left are two control pins: C (clock) and $\oplus R$ (asynchronous reset). On the right side, there are four data output pins labeled 0, 1, 2, and 3. At the top right, there is a bidirectional control pin labeled $RG \leftrightarrow$.</p>

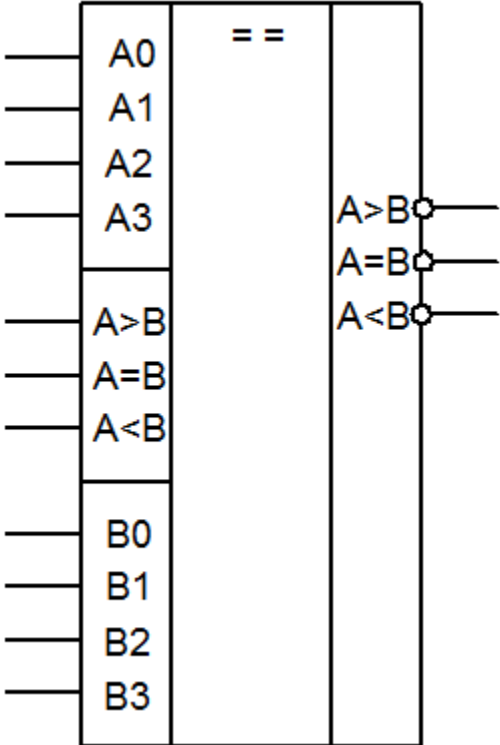
Примеры УГО ИМС

Наименование	Обозначение
<p data-bbox="170 691 1097 833">Устройство оперативное запоминающее, статического типа, с двунаправленной шиной данных, информационная емкость 4 килобита</p>	 <p data-bbox="1296 415 1727 1222">The diagram shows a 16-pin integrated circuit package. The pins are arranged as follows: pins 0-9 are on the left side, labeled 'A' with an upward arrow; pins 10 and 11 are on the bottom left, labeled 'CS' and 'W/R' respectively, with a circle containing a plus sign; pins 12-15 are on the right side, labeled 'DIO' with a diamond symbol containing a plus sign. The central area of the package is labeled 'RAM 4K'.</p>

Примеры УГО ИМС

Наименование	Обозначение
<p data-bbox="181 676 1108 819">Устройство оперативное запоминающее, статического типа, с двунаправленной шиной данных, информационная емкость 16 килобит</p>	

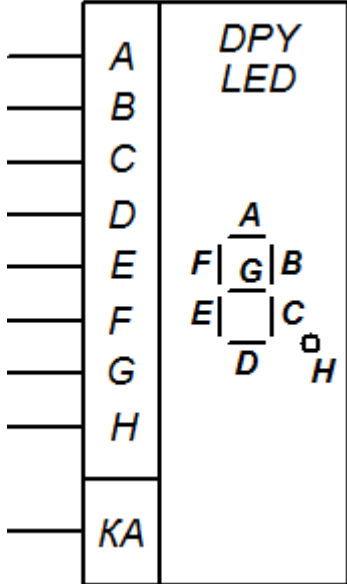
Примеры УГО ИМС

Наименование	Обозначение
<p>Схема сравнения двух четырехразрядных чисел (четыре разрядный цифровой компаратор)</p>	 <p>The diagram shows a rectangular chip symbol for a 4-bit digital comparator. On the left side, there are two groups of four input pins. The top group is labeled A0, A1, A2, and A3. The bottom group is labeled B0, B1, B2, and B3. On the right side, there are three output pins labeled A > B, A = B, and A < B. Inside the top part of the chip, there are two equals signs (= =).</p>

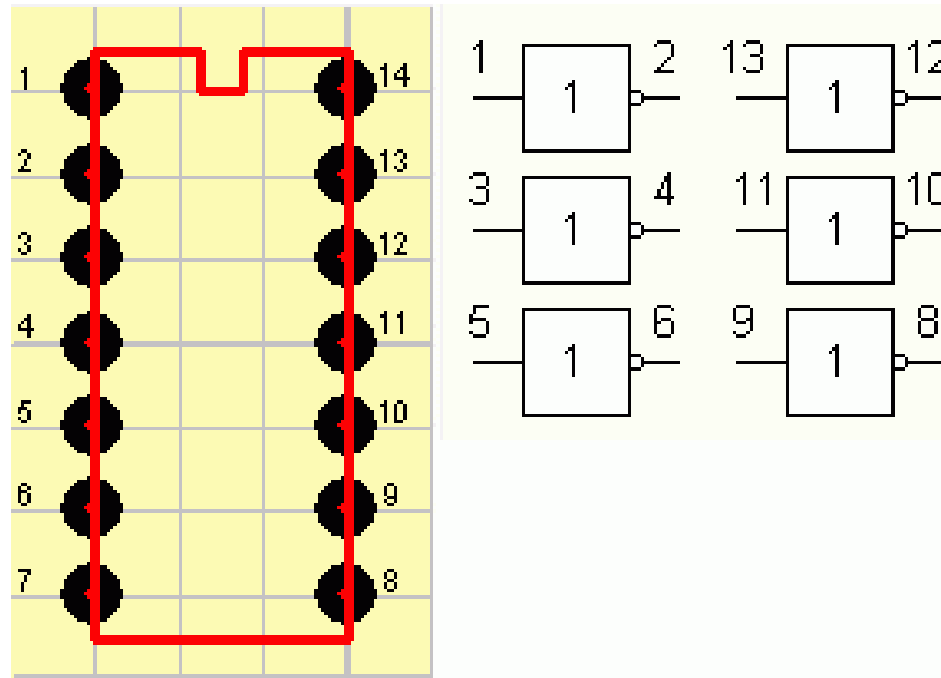
Примеры УГО ИМС

Наименование	Обозначение
<p data-bbox="189 625 1143 772">Усилитель операционный (FC – коррекция частотная; 0VΔ - общий вывод для аналогового сигнала; NC – балансировка нуля)</p> 	

Примеры УГО ИМС

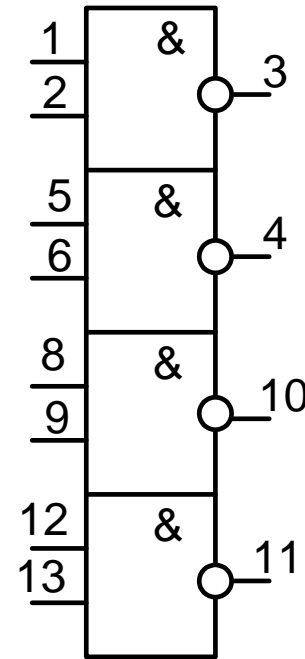
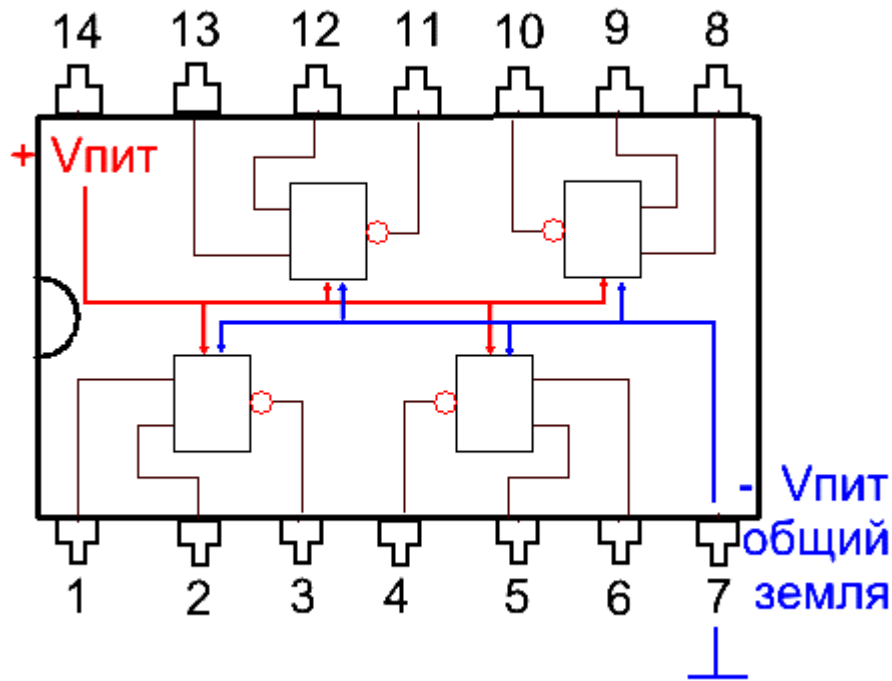
Наименование	Обозначение
<p>Одноразрядный цифро -буквенный светодиодный индикатор с общим катодным (КА) или анодным (АН) выводом с изображением точки</p>	 <p>The diagram shows a rectangular component with eight pins on the left side. The pins are labeled from top to bottom: A, B, C, D, E, F, G, and H. The pin labeled H is connected to a common terminal labeled KA. To the right of the pins, the text 'DPY LED' is written. Below this, a schematic of a 7-segment display is shown with segments labeled A through G. Segment A is the top horizontal bar, B is the top-right vertical bar, C is the bottom-right vertical bar, D is the bottom horizontal bar, E is the bottom-left vertical bar, F is the top-left vertical bar, and G is the middle horizontal bar. A small square segment labeled H is shown to the right of the main display, representing a decimal point.</p>

Виды интегральных микросхем



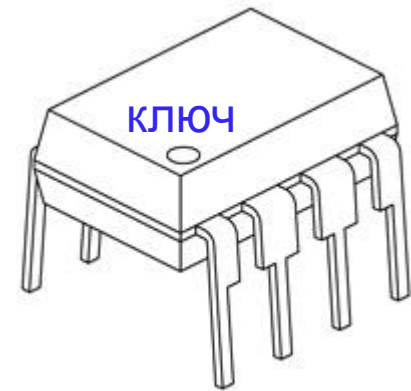
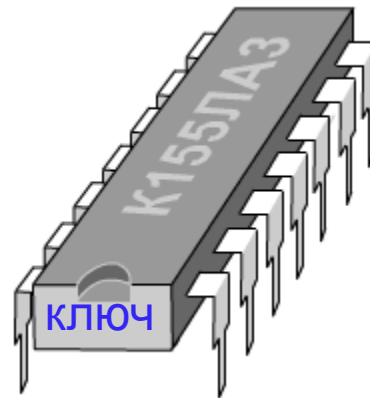
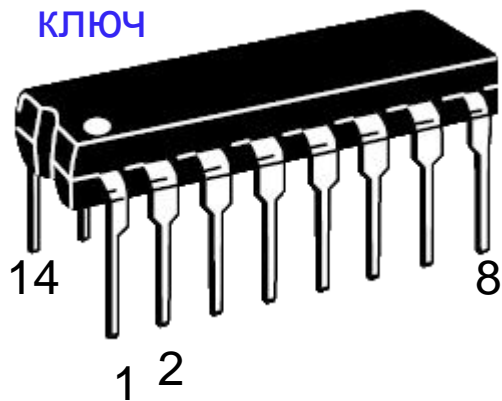
Один корпус интегральной микросхемы содержит
шесть логических элементов НЕ

Виды интегральных микросхем



Один корпус интегральной микросхемы содержит четыре логических элемента И-НЕ

Виды интегральных микросхем



Ключ – конструктивная особенность, позволяет определить вывод с номером 1.

Виды интегральных микросхем



Интегральные микросхемы серии 533

Виды интегральных микросхем

Логические элементы ТТЛШ

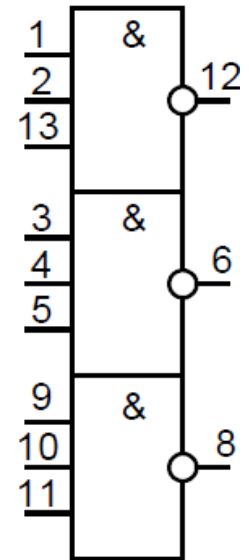
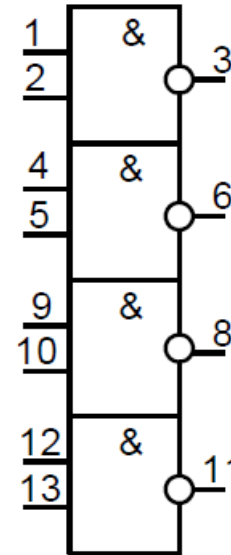
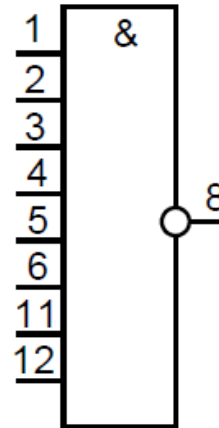
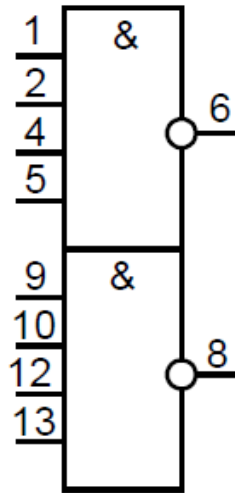


K555ЛА1
533ЛА1
530ЛА1
КР531ЛА1
КР1531ЛА1
КР1533ЛА1

K555ЛА2
533ЛА2
530ЛА2
КР531ЛА2
КР1533ЛА2

K555ЛА3
533ЛА3
530ЛА3
КР531ЛА3
КР1531ЛА3
КР1533ЛА3

K555ЛА4
533ЛА4
530ЛА4
КР531ЛА4
КР1531ЛА4
КР1533ЛА4



Виды интегральных микросхем

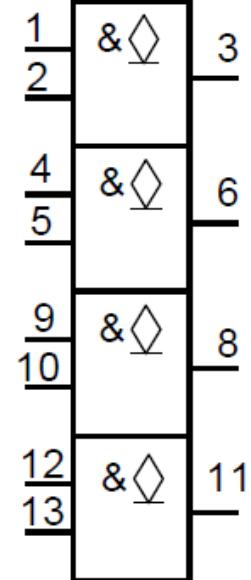
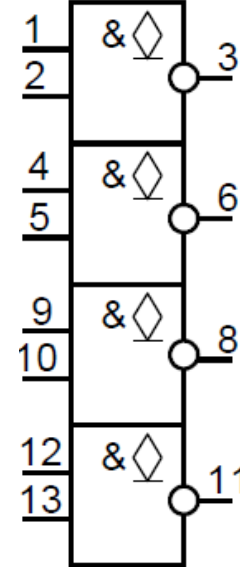
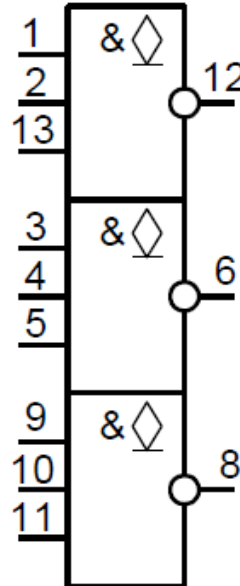
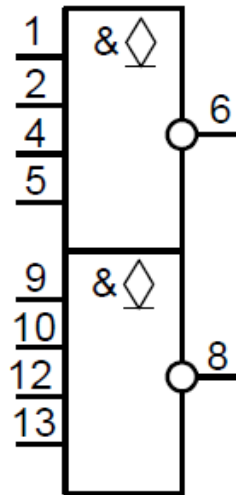
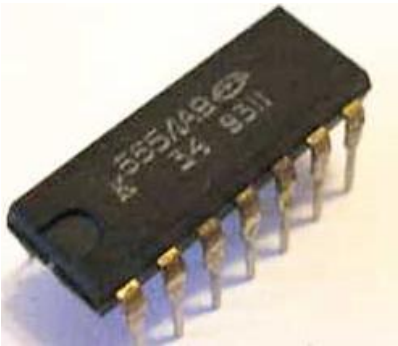
Логические элементы ТТЛШ

К555ЛА7
533ЛА7
КР531ЛА7
КР1533ЛА7

К555ЛА10
533ЛА10
КР1533ЛА10

К555ЛА9
533ЛА9
530ЛА9
КР531ЛА9
КР1533ЛА9

К555ЛИ2
533ЛИ2
КР1533ЛИ2



Виды интегральных микросхем



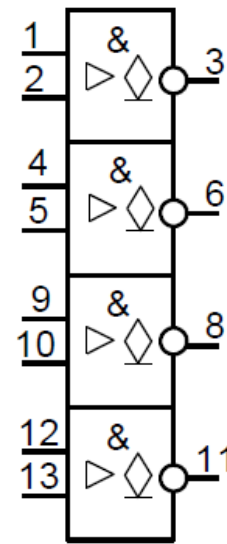
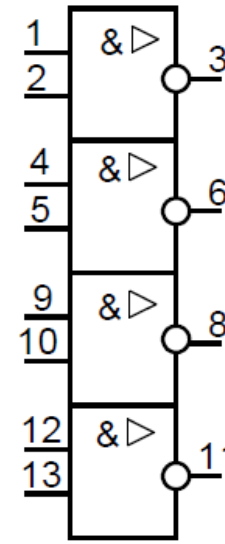
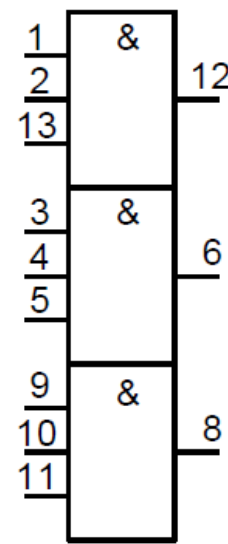
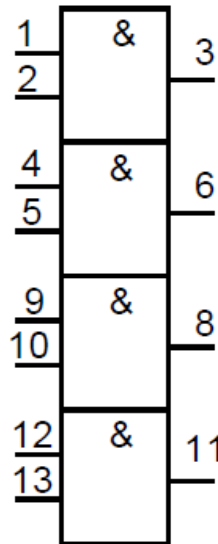
Логические элементы ТТЛШ

К555ЛИ1
533ЛИ1
530ЛИ1
КР1531ЛИ1
КР1533ЛИ1

К555ЛИ3
533ЛИ3
530ЛИ3
КР531ЛИ3
КР1531ЛИ3
КР1533ЛИ3

К555ЛА12
533ЛА12
530ЛА12

К555ЛА13
533ЛА13
530ЛА13
КР531ЛА13

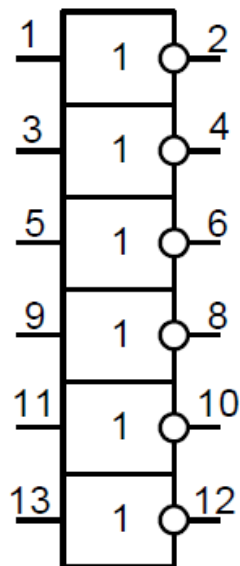


Виды интегральных микросхем

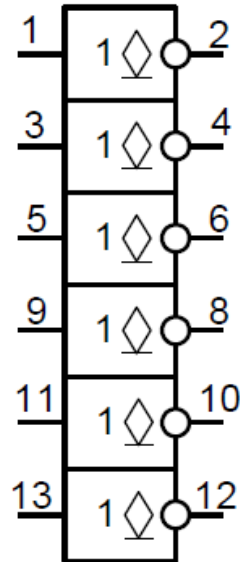


Логические элементы ТТЛШ

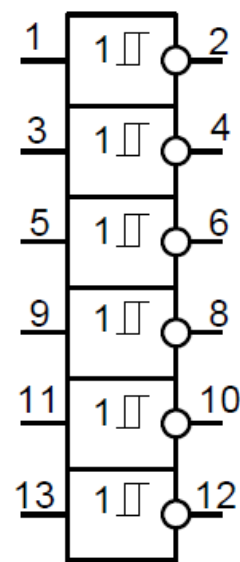
К555ЛН1
533ЛН1
530ЛН1
КР531ЛН1
КР1531ЛН1
КР1533ЛН1



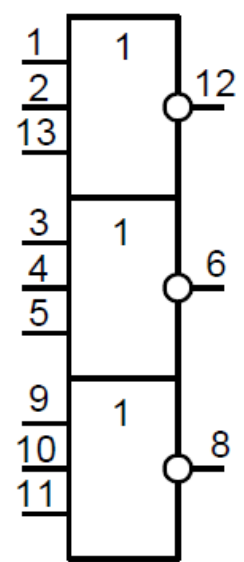
К555ЛН2
533ЛН2
530ЛН2
КР531ЛН2
КР1533ЛН2



К555ТЛ2
533ТЛ2
КР1533ТЛ2



К555ЛЕ4
533ЛЕ4
КР1533ЛЕ4

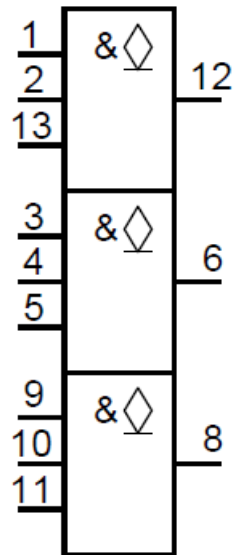


Виды интегральных микросхем

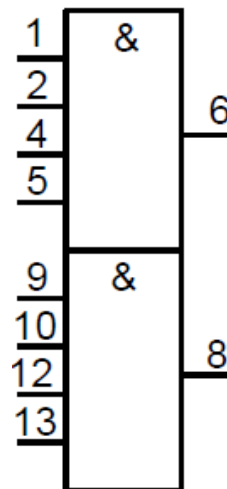


Логические элементы ТТЛШ

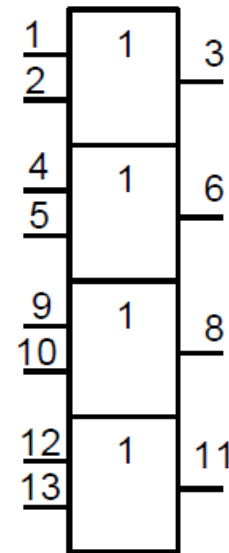
К555ЛИ4
1533ЛИ4



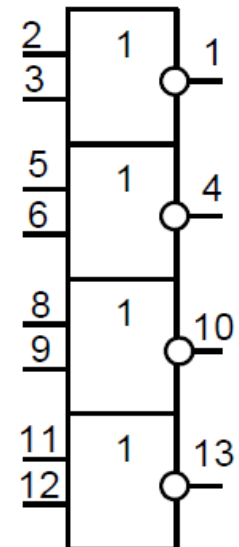
К555ЛИ6
533ЛИ6
КР1533ЛИ6



К555ЛЛ1
533ЛЛ1
530ЛЛ1
КР531ЛЛ1
КР1531ЛЛ1
КР1533ЛЛ1



К555ЛЕ1
533ЛЕ1
530ЛЕ1
КР531ЛЕ1
КР1531ЛЕ1
КР1533ЛЕ1



Виды интегральных микросхем

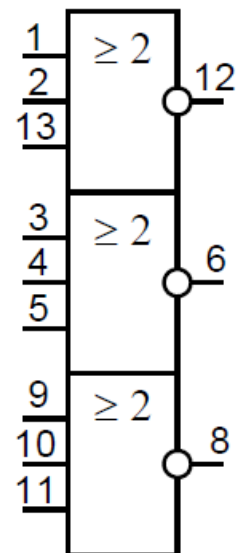
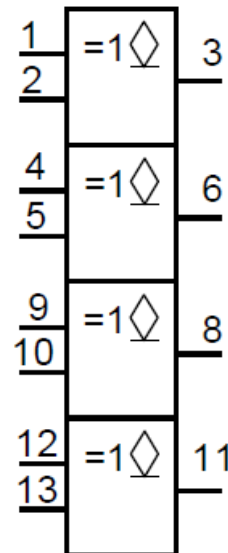
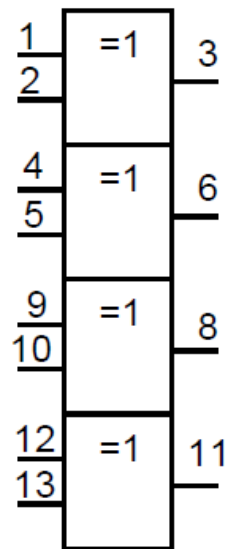
Логические элементы ТТЛШ



K555ЛП5
533ЛП5
530ЛП5
КР531ЛП5
КР1531ЛП5
КР1533ЛП5

K555ЛП12
КР1533ЛП12

K555ЛП3
533ЛП3
КР1533ЛП3

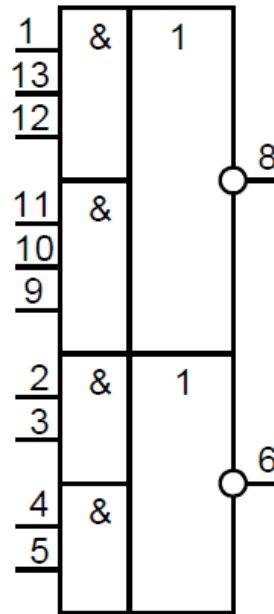


Виды интегральных микросхем

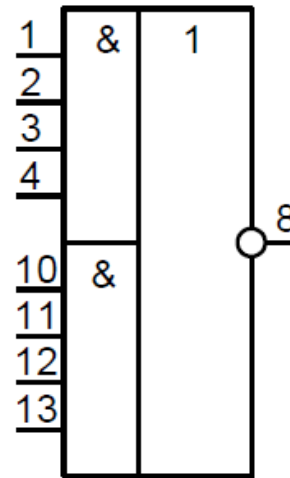
Логические элементы ТТЛШ



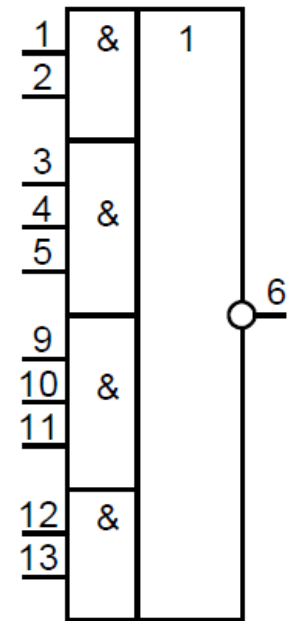
K555LP11
533LP11
530LP11
KP531LP11
KP1533LP11



K555LP4
KP1533LP4



K555LP13
533LP13
KP1533LP13

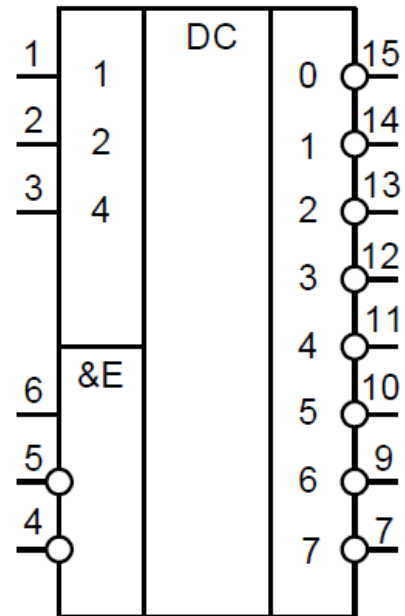
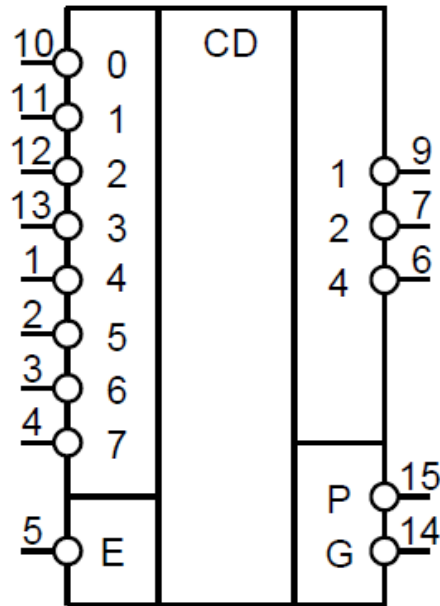


Виды интегральных микросхем

Шифраторы и дешифраторы ТТЛШ

K555ИВ1
533ИВ1

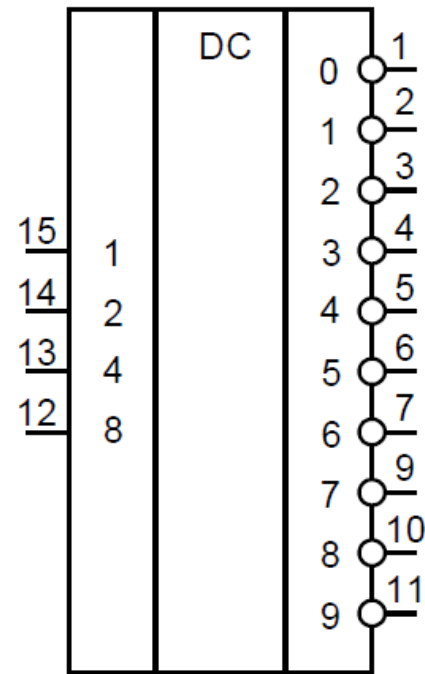
K555ИД7
533ИД7
530ИД7
КР531ИД7
КР1531ИД7
КР1533ИД7



Виды интегральных микросхем

Дешифраторы ТТЛШ

К555ИД6
533ИД6

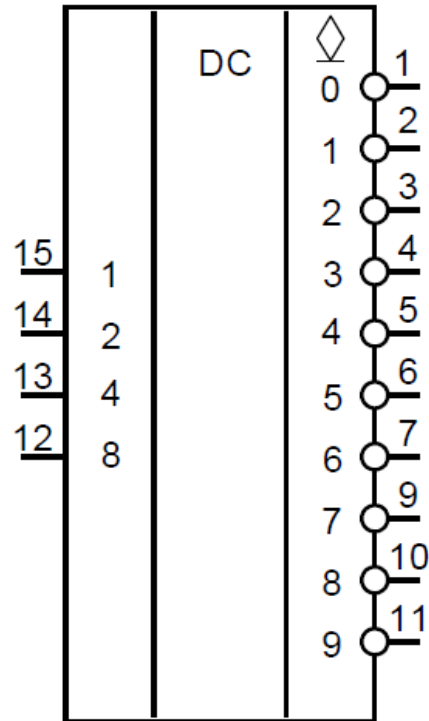


Виды интегральных микросхем

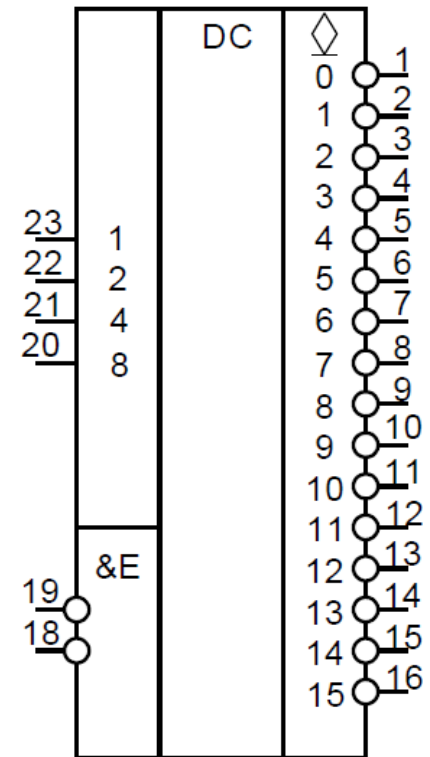
Дешифраторы ТТЛШ



К555ИД10
533ИД10

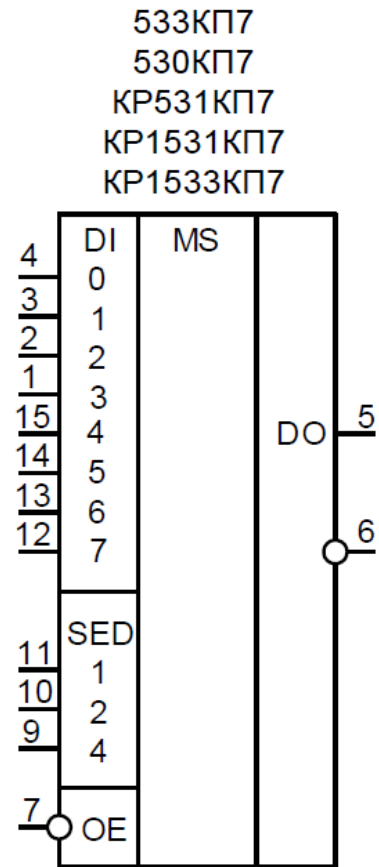
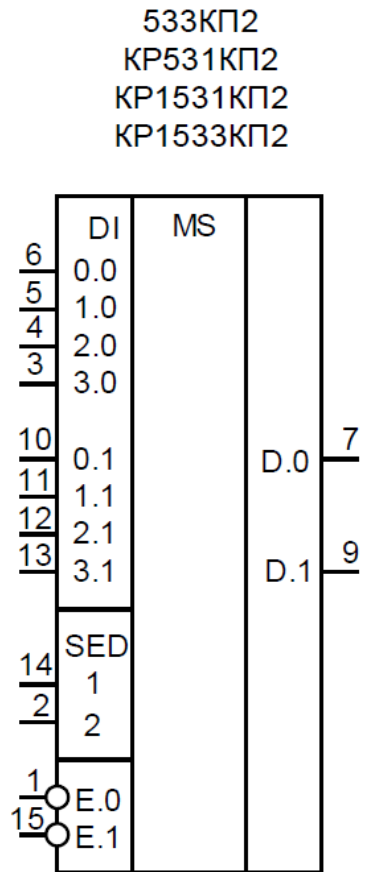


К555ИД19
533ИД19



Виды интегральных микросхем

Мультиплексоры ТТЛШ



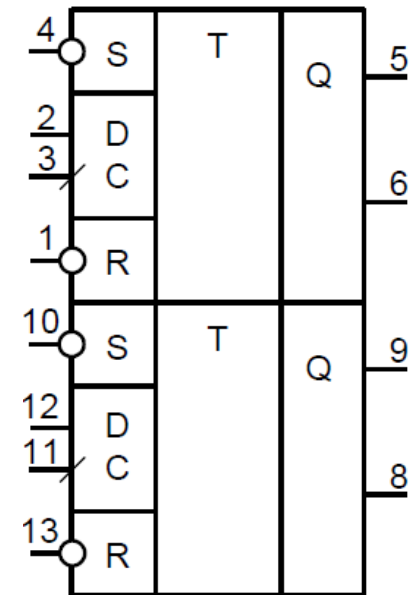
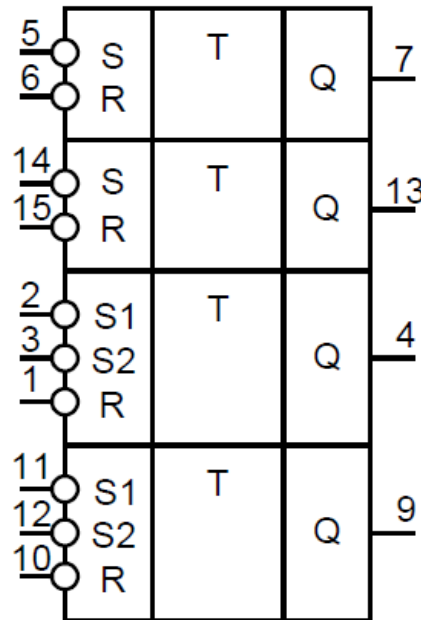
Виды интегральных микросхем



Триггеры ТТЛШ

K555TP2
533TP2
KP1533TP2

K555TM2
533TM2
530TM2
KP531TM2
KP1531TM2
KP1533TM2



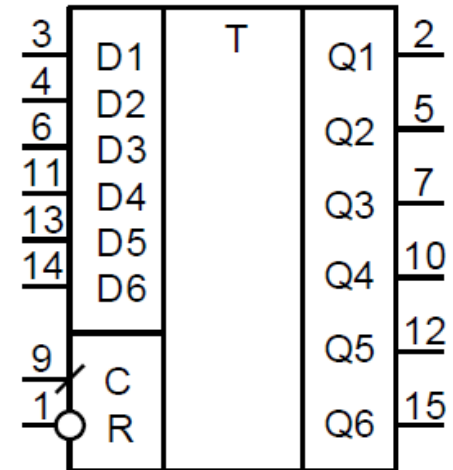
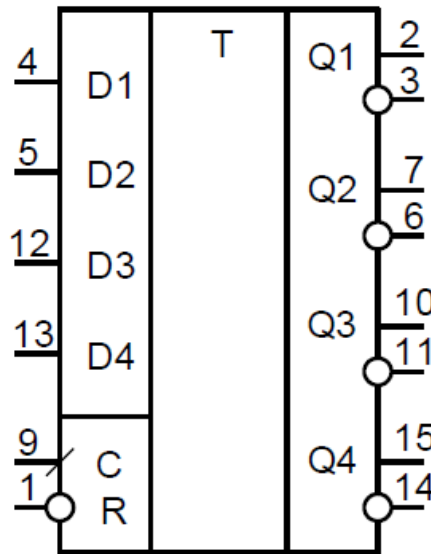
Виды интегральных микросхем

Триггеры ТТЛШ



K555TM8
533TM8
530TM8
KP531TM8
KP1531TM8
KP1533TM8

K555TM9
533TM9
530TM9
KP531TM9
KP1531TM9
KP1533TM9

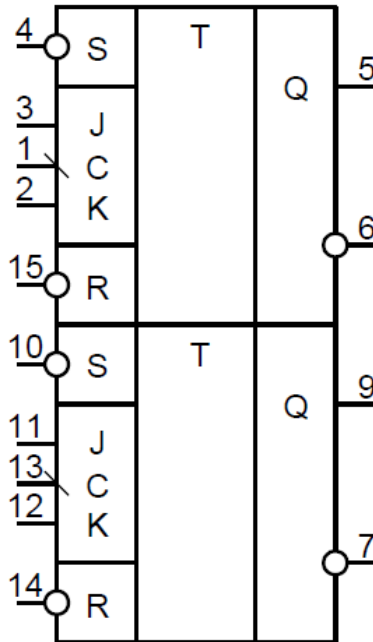


Виды интегральных микросхем

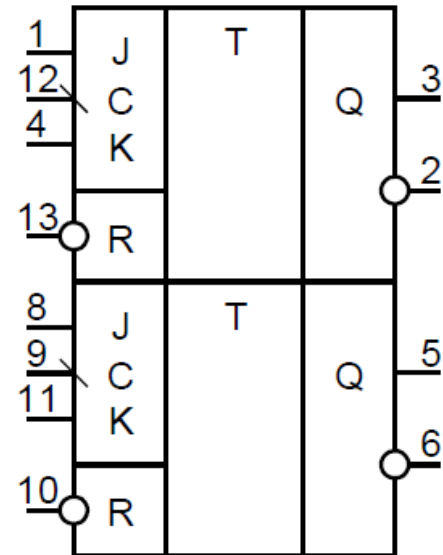
Триггеры ТТЛШ



K555TB9
533TB9
530TB9
KP531TB9
KP1533TB9



K555TB6
533TB6
KP1533TB6

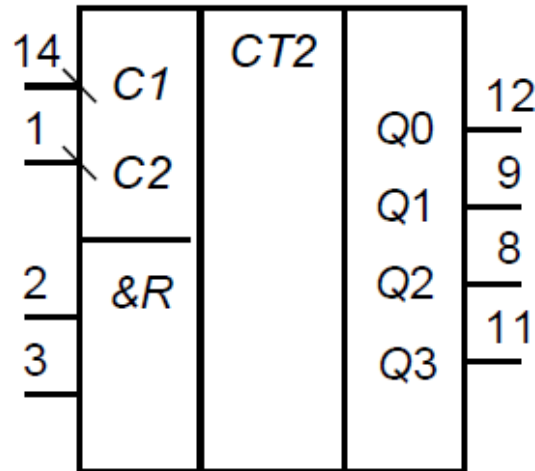


Виды интегральных микросхем

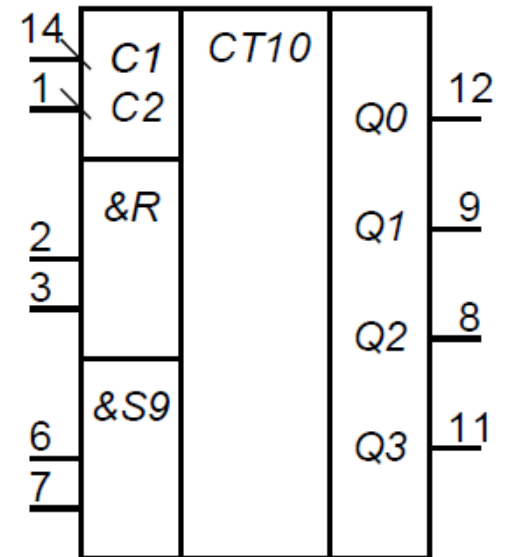


Счётчики ТТЛШ

K555IE5
533IE5
KP1533IE5



K555IE2
533IE2
KP1533IE2

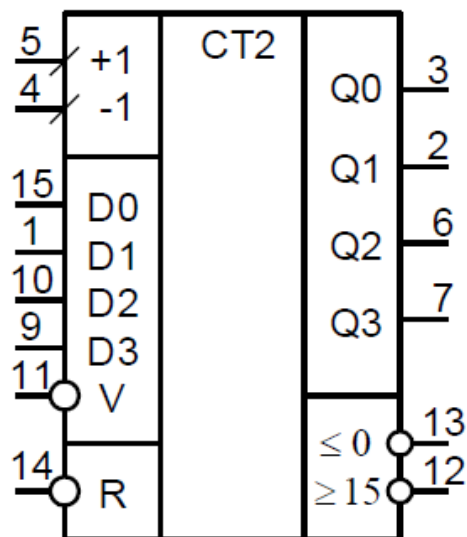


Виды интегральных микросхем

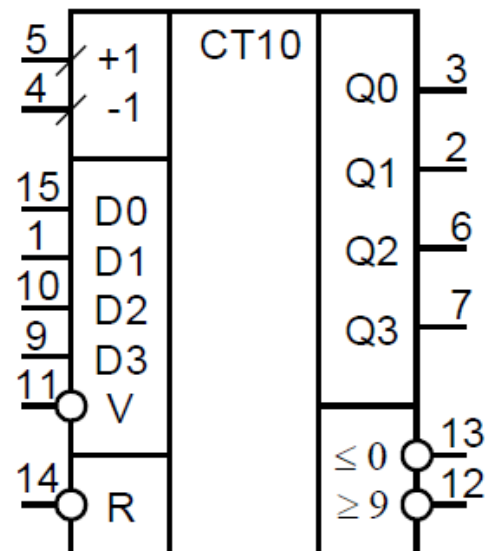
Счётчики ТТЛШ



K555IE7
533IE7
KP1533IE7



K555IE6
533IE6
KP1533IE6

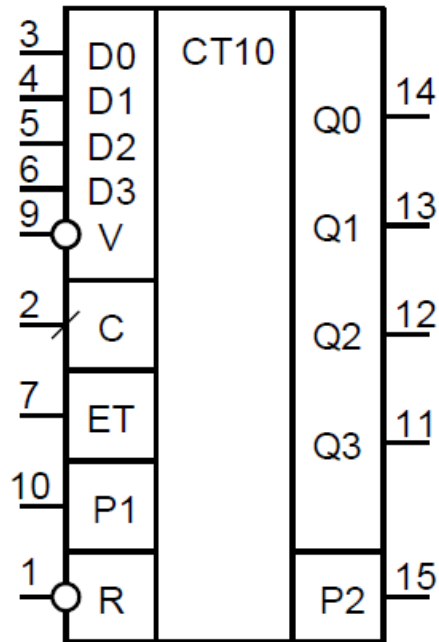


Виды интегральных микросхем

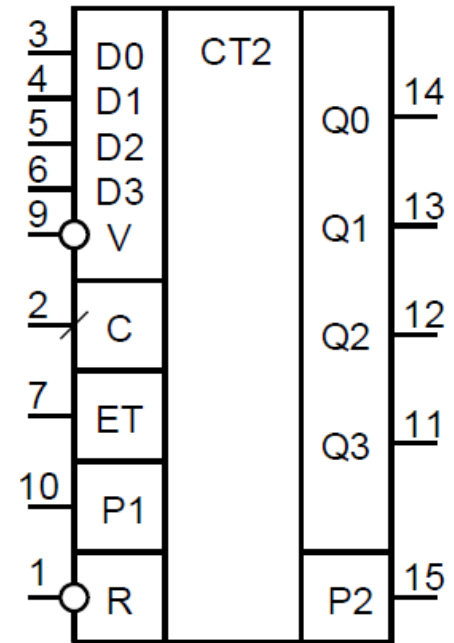


Счётчики ТТЛШ

K555IE9
533IE9
KР1533IE9



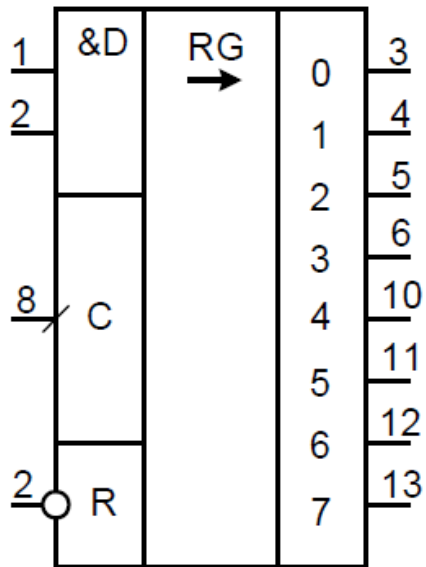
K555IE10
533IE10
KР1531IE10
KР1533IE10



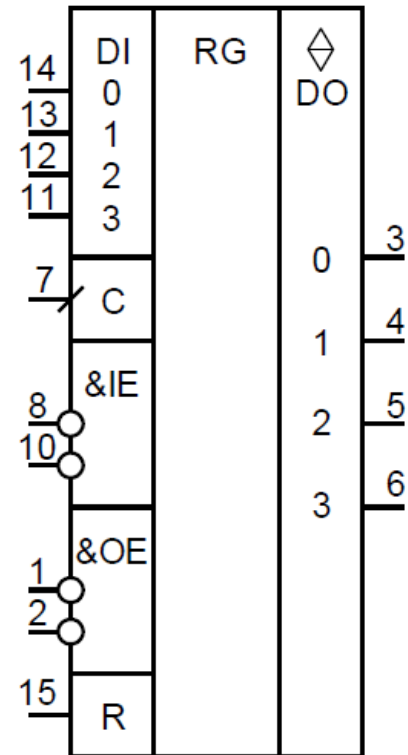
Виды интегральных микросхем

Регистры ТТЛШ

K555ИР8
533ИР8



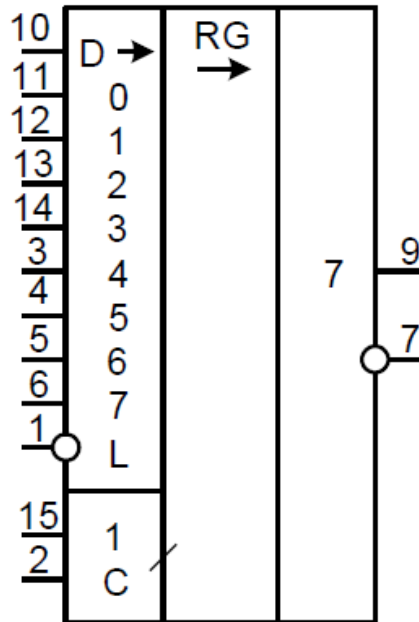
K555ИР15
533ИР15



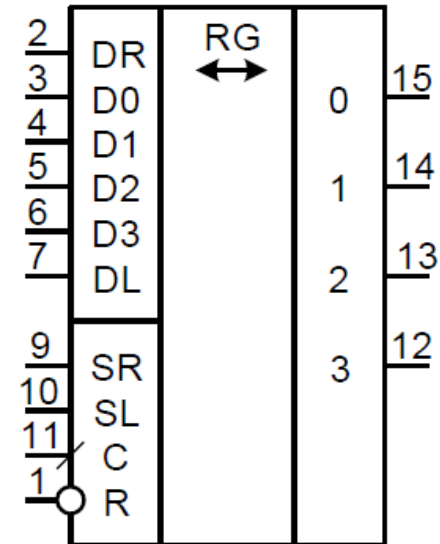
Виды интегральных микросхем

Регистры ТТЛШ

K555ИР9
533ИР9

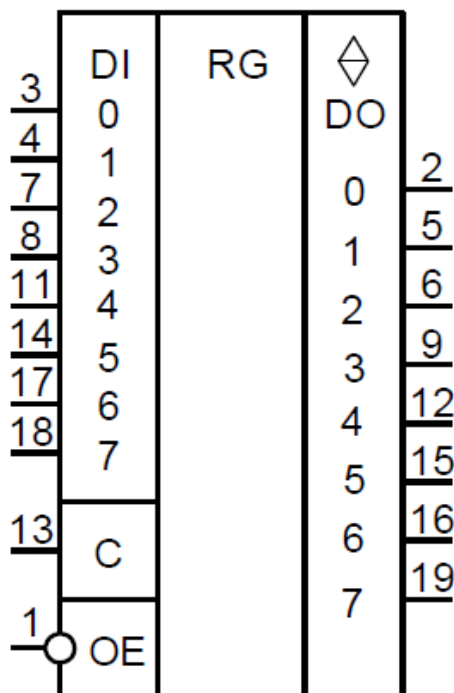


K555ИР11А
533ИР11А
530ИР11А
КР531ИР11А
КР1531ИР11А



Виды интегральных микросхем

Регистры ТТЛШ

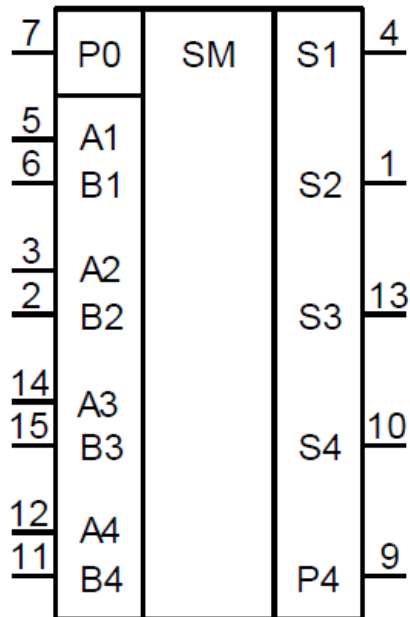


K555IP22
533IP22
530IP22
KP531IP22
KP1531IP22
KP1533IP22

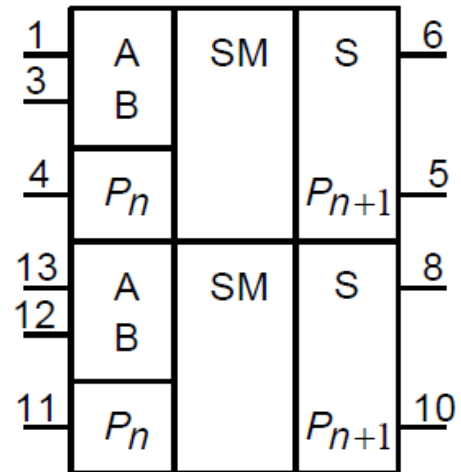
Виды интегральных микросхем

Сумматоры ТТЛШ

К555ИМ6
533ИМ6
КР1531ИМ6

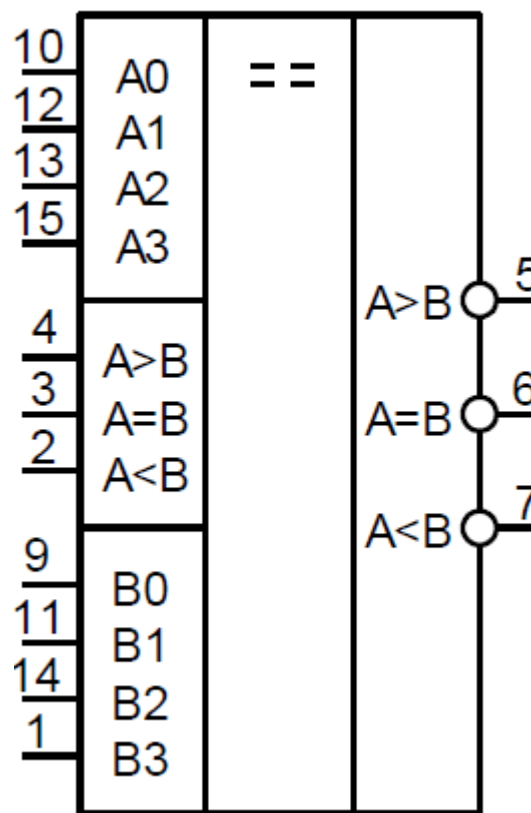


К555ИМ5
533ИМ5



Виды интегральных микросхем

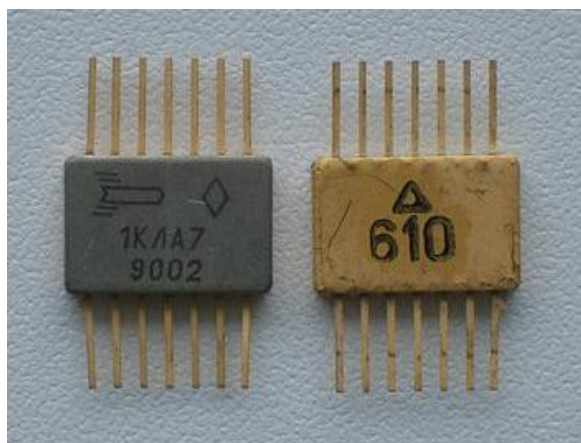
Компараторы ТТЛШ



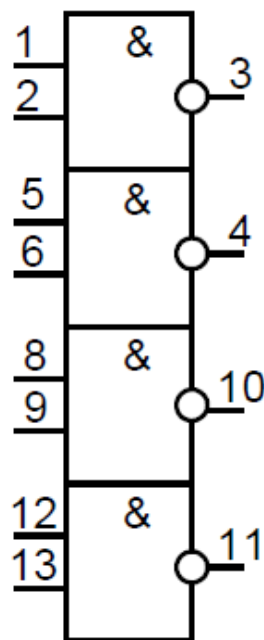
K555CP1
533CP1
530CP1
КР531СР1
КР531СР1

Виды интегральных микросхем

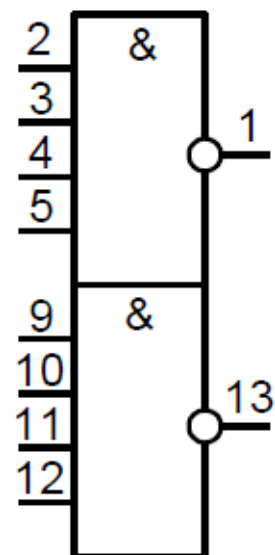
Логические элементы КМОП



К564ЛА7
К561ЛА7
КР1561ЛА7

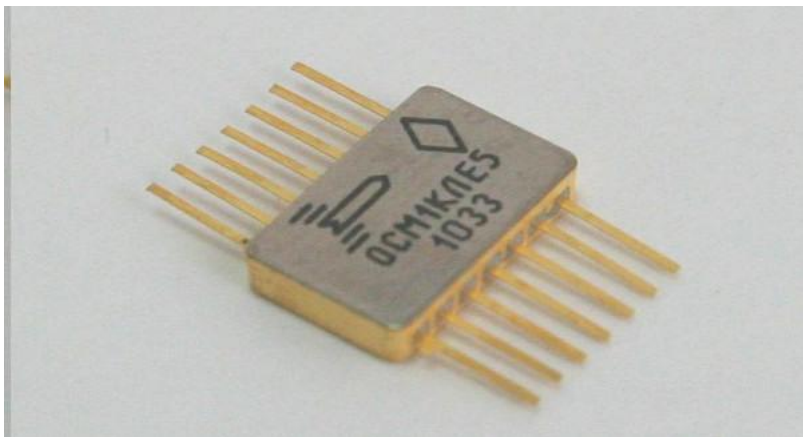


К564ЛА8
К561ЛА8
КР1561ЛА8

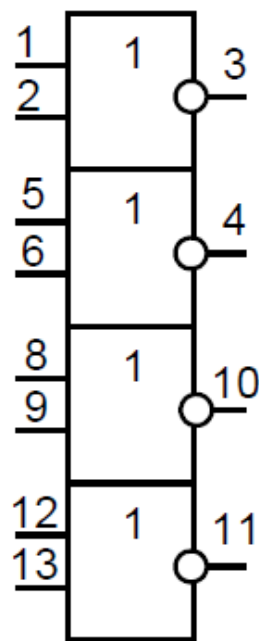


Виды интегральных микросхем

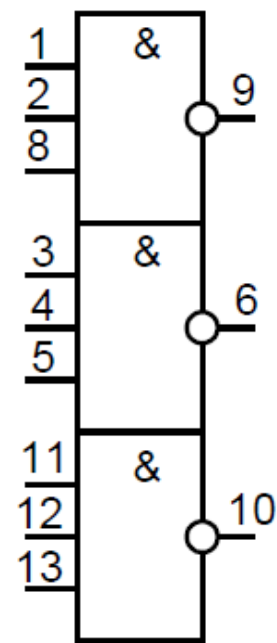
Логические элементы КМОП



K564ЛЕ5
K561ЛЕ5
КР1561ЛЕ5



K564ЛА9
K561ЛА9
КР1561ЛА9

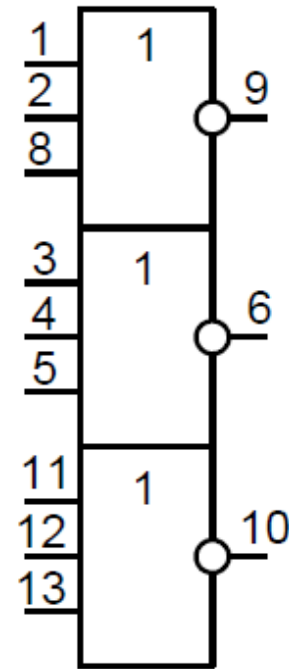


Виды интегральных микросхем

Логические элементы КМОП

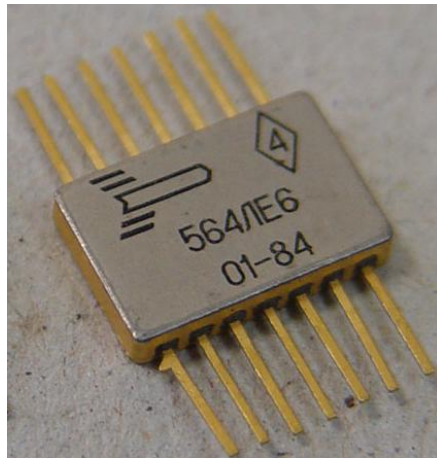


K564ЛЕ10
K561ЛЕ10
КР1561ЛЕ10

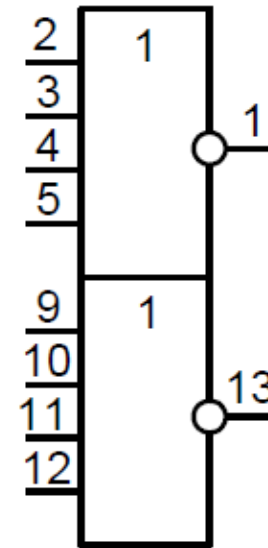


Виды интегральных микросхем

Логические элементы КМОП

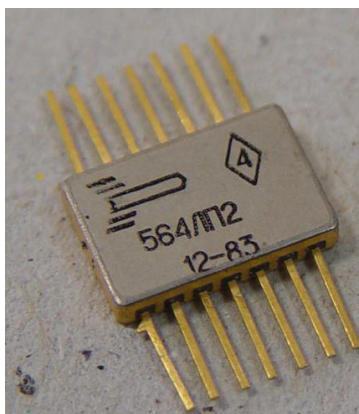


K564ЛЕ6
K561ЛЕ6
КР1561ЛЕ6

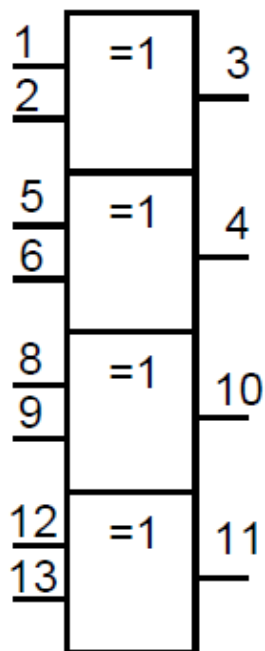


Виды интегральных микросхем

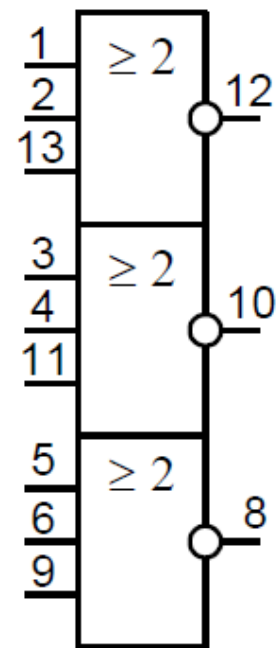
Логические элементы КМОП



К564ЛП2
К561ЛП2



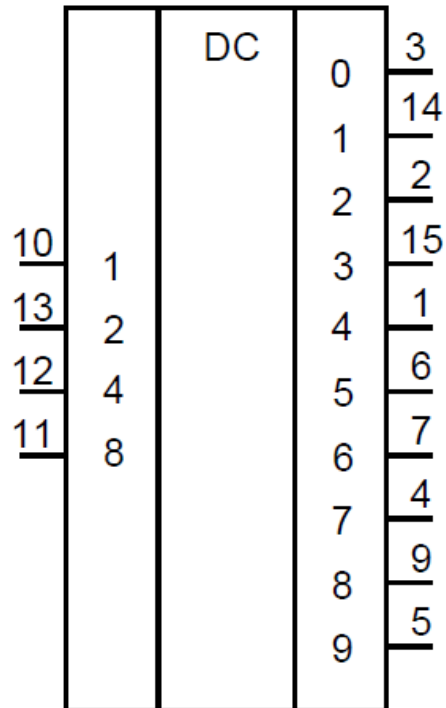
К564ЛП13
К561ЛП13



Виды интегральных микросхем

Дешифраторы КМОП

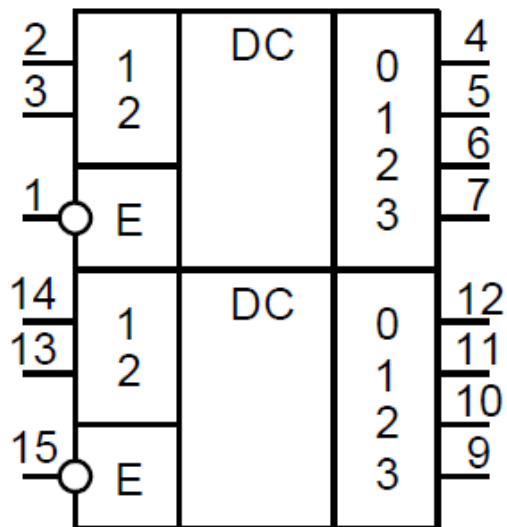
К564ИД1
К561ИД1



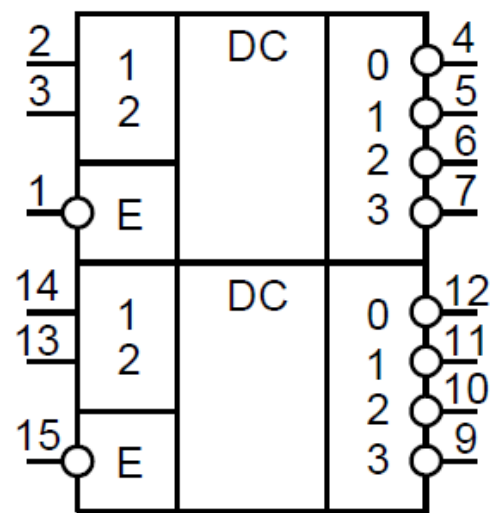
Виды интегральных микросхем

Дешифраторы КМОП

КР1561ИД6

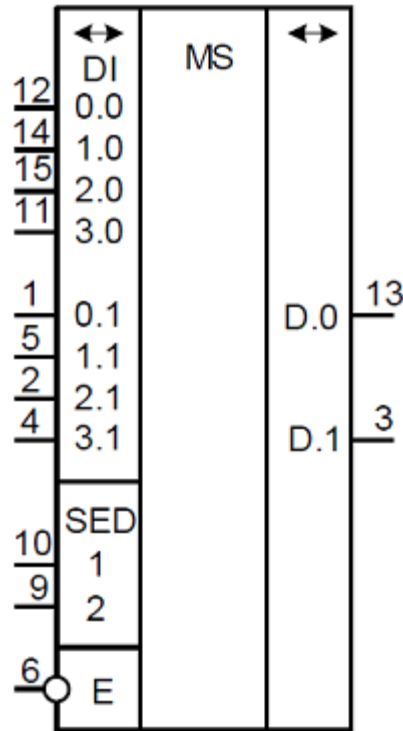
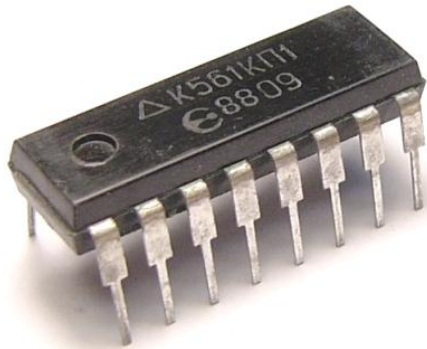


КР1561ИД7



Виды интегральных микросхем

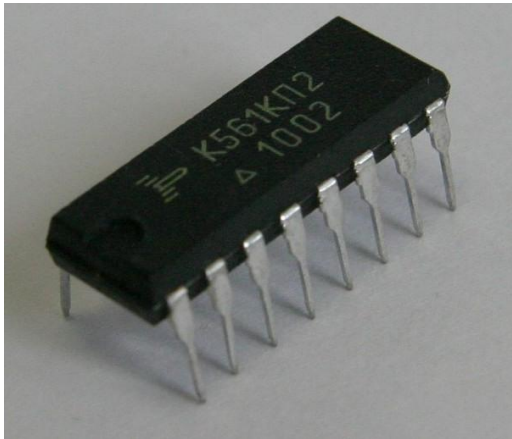
Мультиплексоры КМОП



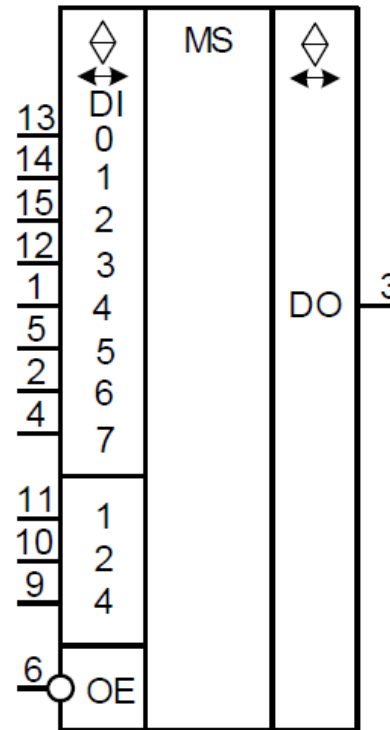
K564KP1
K561KP1
KP1561KP1

Виды интегральных микросхем

Мультиплексоры КМОП

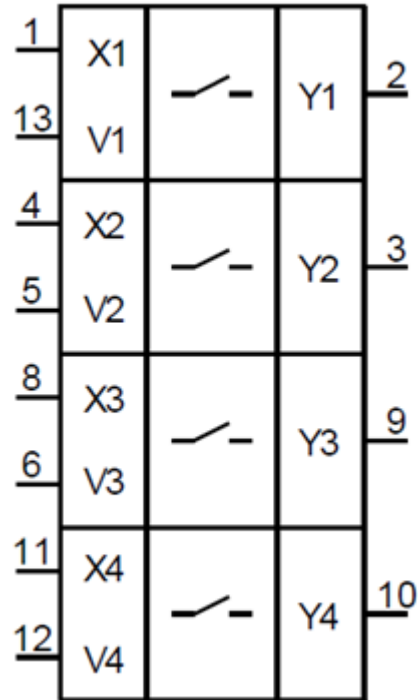


K564КП2
K561КП2
КР1561КП2



Виды интегральных микросхем

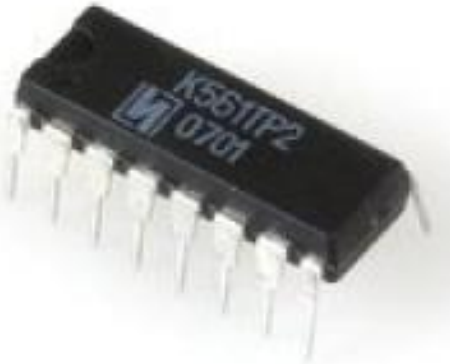
Ключи КМОП



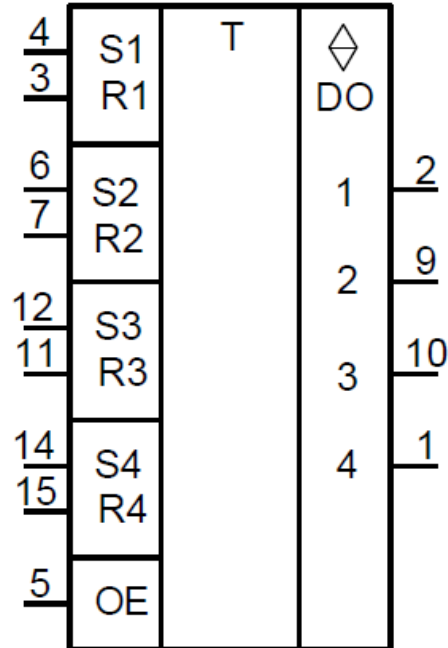
K564KT3
K561KT3
KP1561KT3

Виды интегральных микросхем

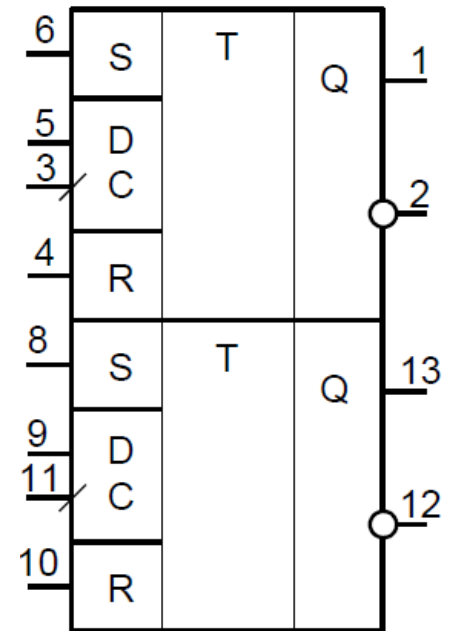
Триггеры КМОП



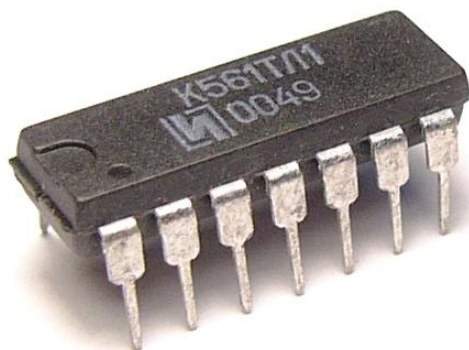
K564TP2
K561TP2



K564TM2
K561TM2

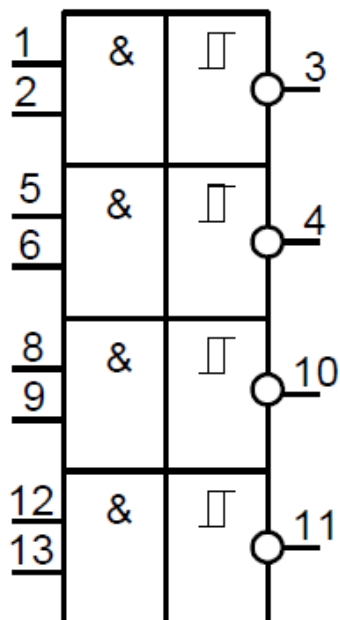


Виды интегральных микросхем

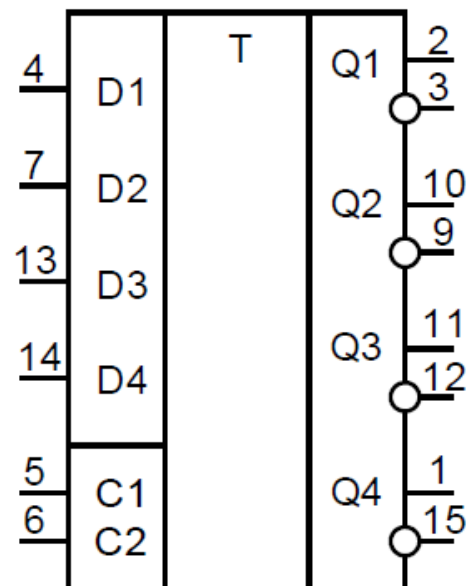


Триггеры КМОП

K564ТЛ1
K561ТЛ1
КР1561ТЛ1

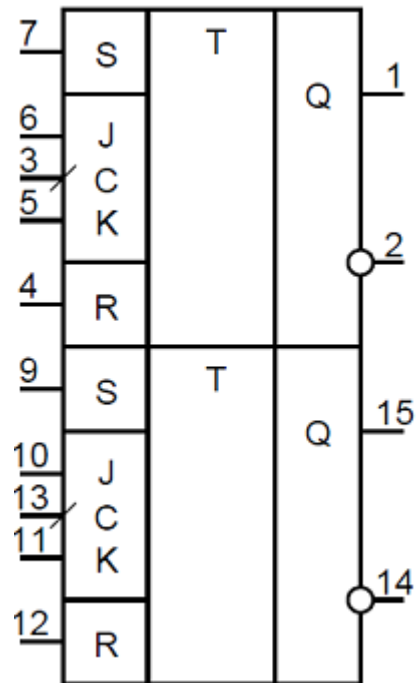


K564ТМ3
K561ТМ3



Виды интегральных микросхем

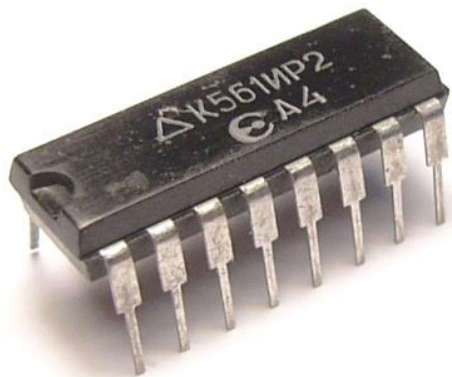
Триггеры КМОП



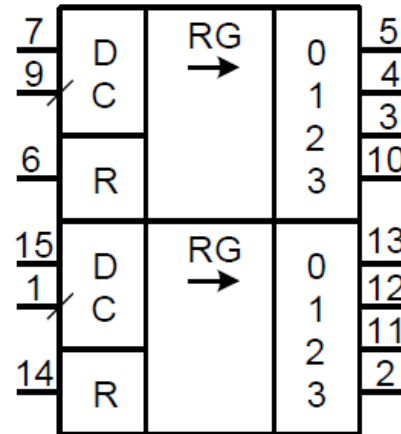
K564TB1
K561TB1
KP1561TB1

Виды интегральных микросхем

Регистры КМОП



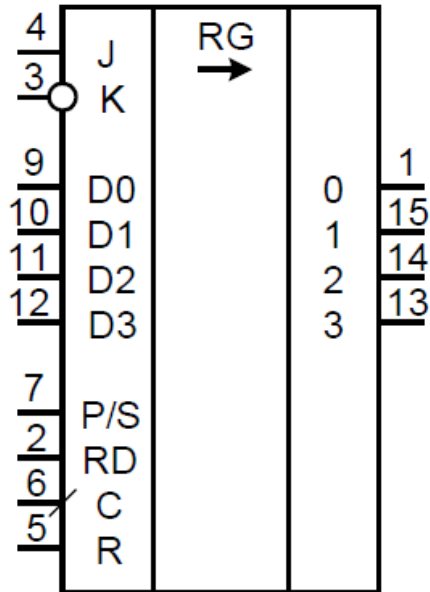
K564IP2
K561IP2



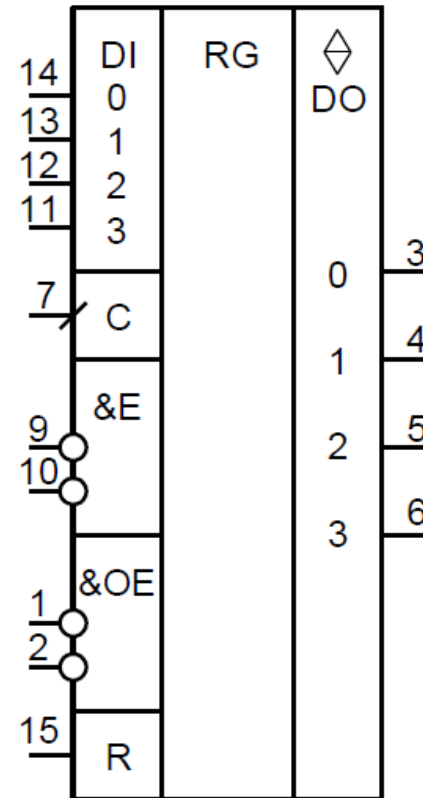
Виды интегральных микросхем

Регистры КМОП

K564ИП9
K561ИП9

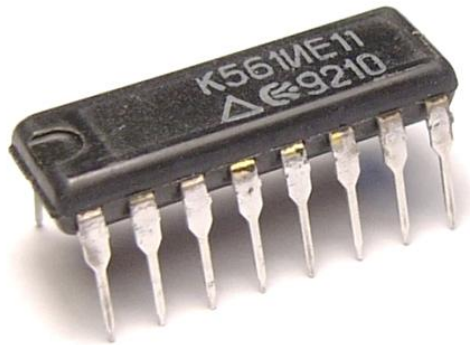


КР1561ИП14

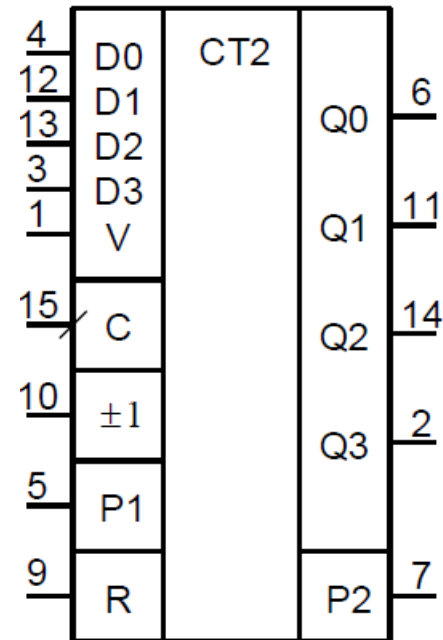


Виды интегральных микросхем

Счётчики КМОП



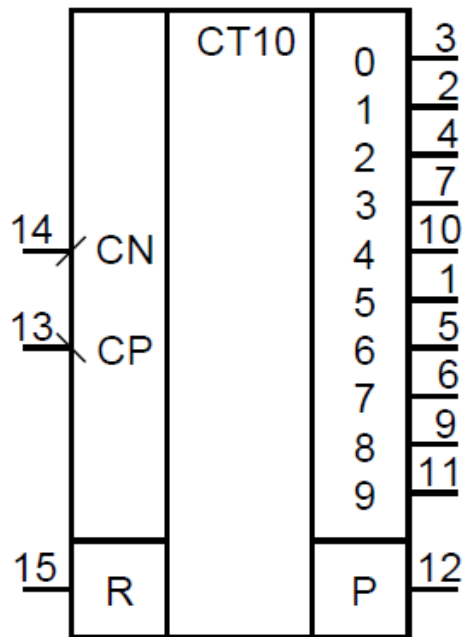
K564IE11
K561IE11



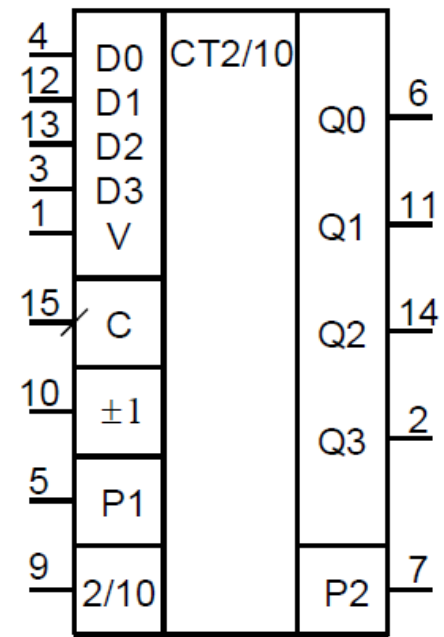
Виды интегральных микросхем

Счётчик КМОП

К561ИЕ8

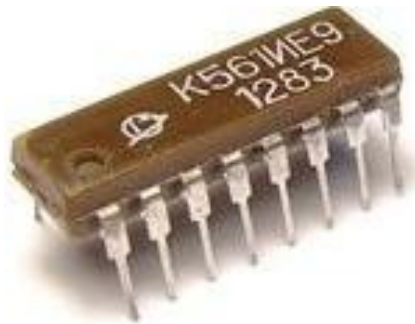


К564ИЕ14
К561ИЕ14

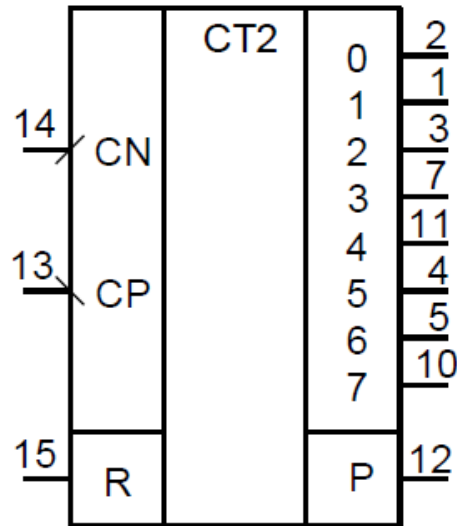


Виды интегральных микросхем

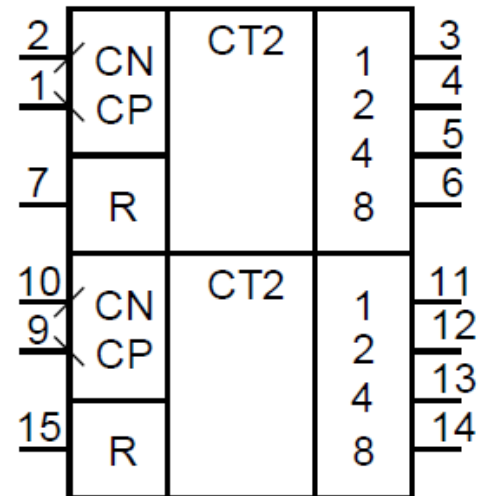
Счётчики КМОП



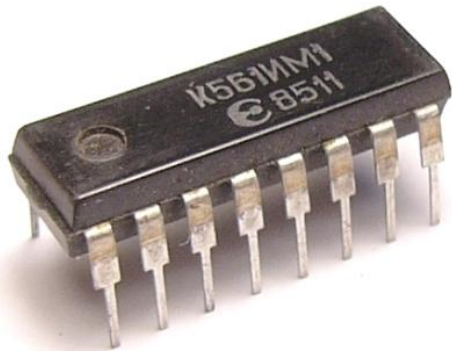
K564IE9
K561IE9



K564IE10
K561IE10
KP1561IE10

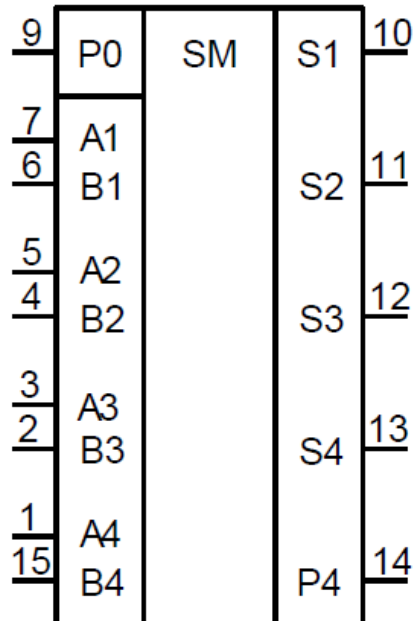


Виды интегральных микросхем

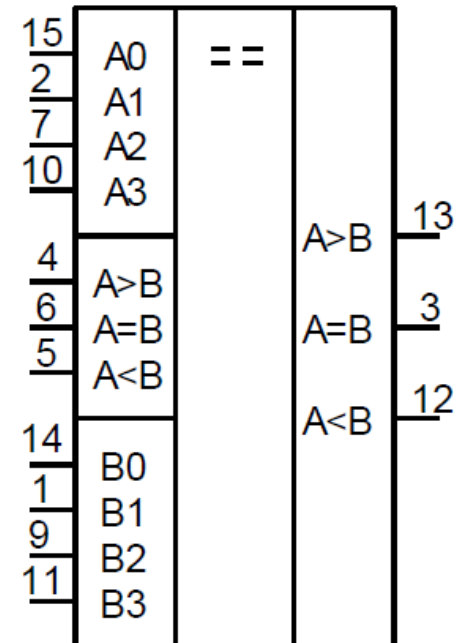


Сумматоры и компараторы КМОП

K564ИМ1
K561ИМ1



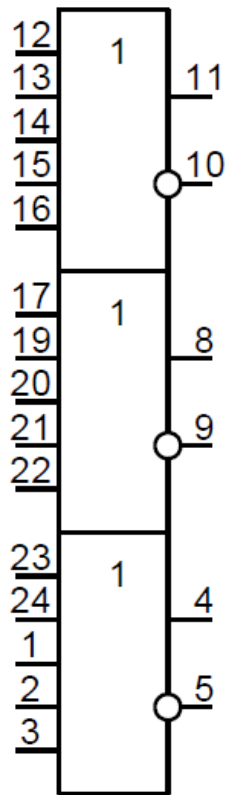
K564ИП2
K561ИП2



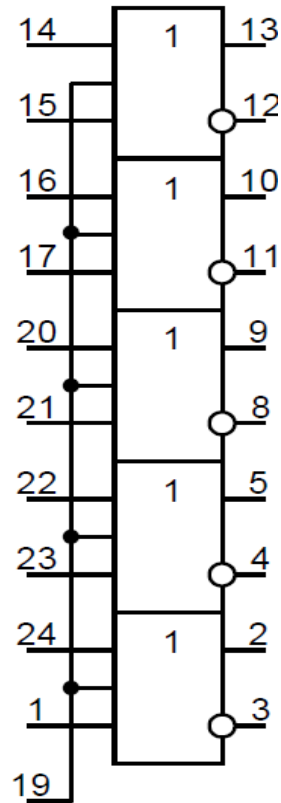
Виды интегральных микросхем

Логические элементы ЭСЛ

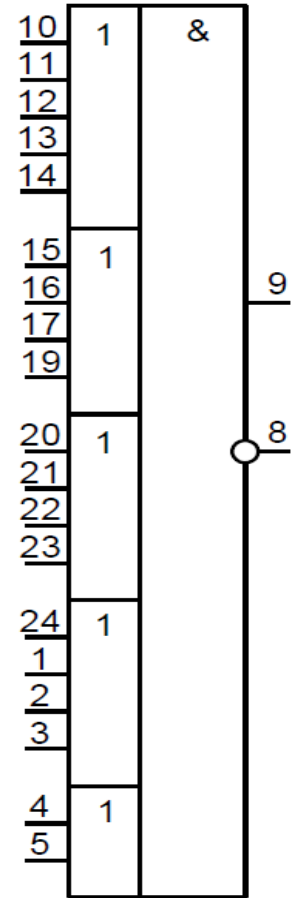
К1500ЛМ101



К1500ЛМ102

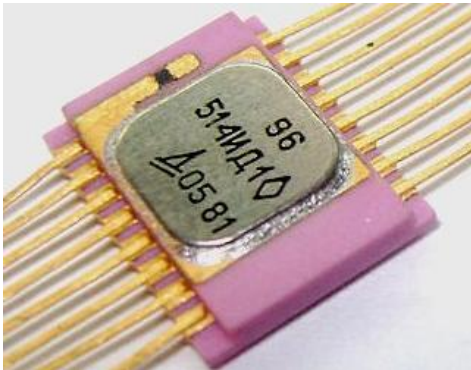


К1500ЛК118

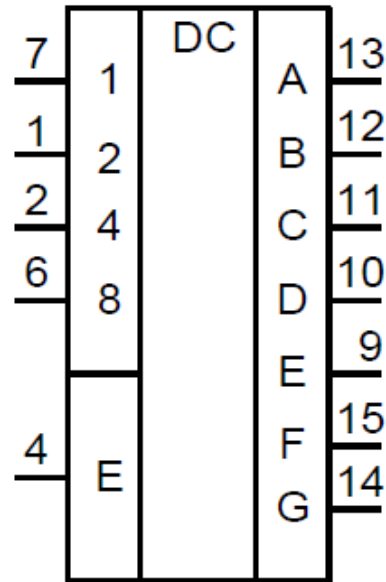


Виды интегральных микросхем

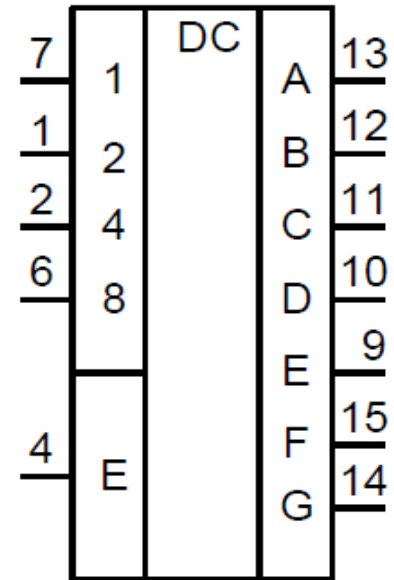
Дешифраторы для управления одnorазрядными
цифро-буквенными индикаторами



514ИД1

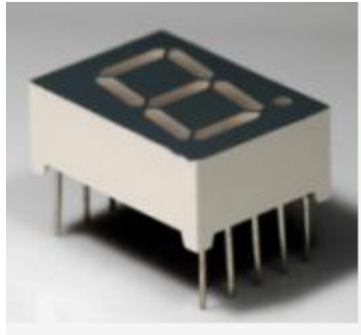


514ИД2

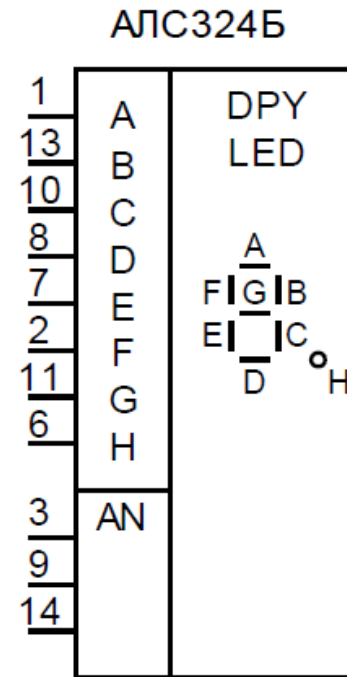
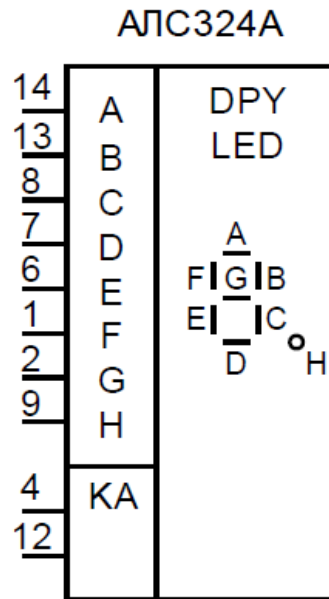


Виды интегральных микросхем

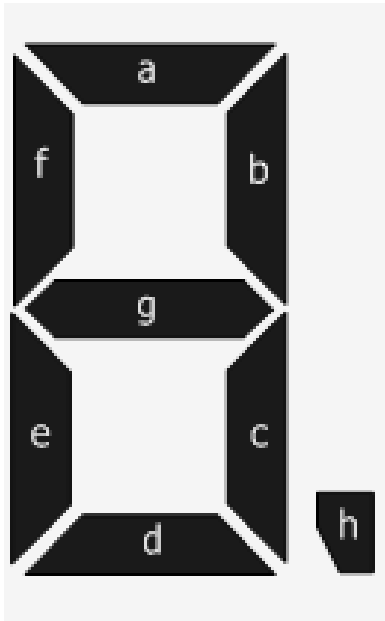
Одноразрядные светодиодные цифро-буквенные индикаторы



Внешний вид
семисегментного
индикатора



Виды интегральных микросхем



Обозначение выводов сегментов семисегментных индикаторов

таблица формирования цифр								
DEC	BIN	a	b	c	d	e	f	g
0	0000	1	1	1	1	1	1	0
1	0001	0	1	1	0	0	0	0
2	0010	1	1	0	1	1	0	1
3	0011	1	1	1	1	0	0	1
4	0100	0	1	1	0	0	1	1
5	0101	1	0	1	1	0	1	1
6	0110	1	0	1	1	1	1	1
7	0111	1	1	1	0	0	0	0
8	1000	1	1	1	1	1	1	1
9	1001	1	1	1	1	0	1	1

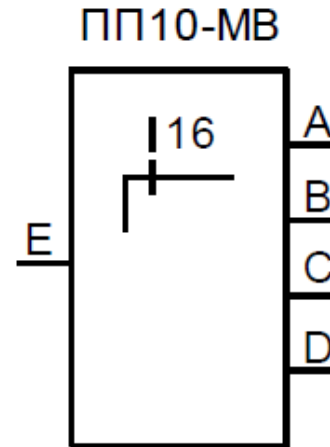
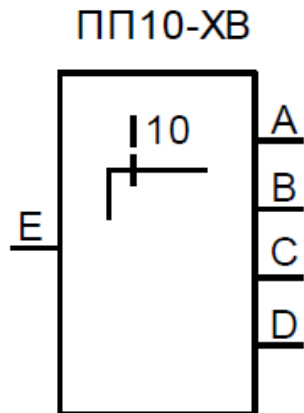
Виды интегральных микросхем



Семисегментные индикаторы разного свечения

Виды интегральных микросхем

Программные переключатели



Подключение выводов, не несущих логическую информации

Обозначение микросхемы	Номер вывода	
<p style="text-align: center;">K555, 533, 530, КР531, КР1531, КР1533: ЛА1, ЛА2, ЛА3, ЛА4, ЛА7, ЛА9, ЛА10, ЛА12, ЛА13, ЛИ1, ЛИ2, ЛИ3, ЛИ4, ЛИ6, ЛН1, ЛН2, ЛЛ1, ЛЕ1, ЛЕ4, ЛП3, ЛП5, ЛП12, ЛР4, ЛР11, ЛР13, ТЛ2, ТМ2, ТВ6, ИР8, ИМ5</p> <p style="text-align: center;">K564, K561, КР1561: ЛА7, ЛА8, ЛА9, ЛЕ5, ЛЕ6, ЛЕ10, ЛП2, ЛП13, КТ3, ТМ2, ТЛ1</p>	14	7
<p style="text-align: center;">K555, 533, 530, КР531, КР1531, КР1533: ИД6, ИД7, ИД10, КП2, КП7, ТР2, ТМ8, ТМ9, ТВ9, ИЕ6, ИЕ7, ИЕ9, ИЕ10, ИР9, ИР11А, ИР15, ИМ6, СП1, ИВ1</p> <p style="text-align: center;">K564, K561, КР1561: КП1, КП2, ИД1, ИД6, ИД7, ИМ1, ИП2, ТР2, ТМ3, ТВ1, ИР2, ИР9, ИР14, ИЕ8, ИЕ9, ИЕ10, ИЕ11, ИЕ14</p> <p style="text-align: center;">K514ИД1, K514ИД2</p>	16	8

Основные параметры ИМС ТТЛ и ТТЛШ

Параметр	Серии микросхем				
	Стандартные (133, К155, КМ155)	Маломощны е с диодами Шоттки (533, КМ533, К555, КМ555)	Быстродейст- вующие с диодами Шоттки (530, К530, КМ530, К531, КР531)	Маломощные усовершенст вованные (1533, КР1533)	Быстродейст- вующие усовершенст вованные с диодами Шоттки (1531, КР1531)
Входной ток, мА, не более: низкого уровня высокого уровня	-1,6 0,04	-0,4 0,04	-2 0,05	-0,2 0,02	-0,6 0,02
Выходное напряжение, В: низкого уровня, не более высокого уровня, не менее	0,4 2,4	0,4 2,5	0,5 2,5	0,4 2,5	0,5 2,5

Основные параметры ИМС ТТЛ и ТТЛШ

Параметр	Серии микросхем				
	Стандартные (133, К155, КМ155)	Маломощные с диодами Шоттки (533, КМ533, К555, КМ555)	Быстродействующие с диодами Шоттки (530, К530, КМ530, К531, КР531)	Маломощные усовершенствованные (1533, КР1533)	Быстродействующие усовершенствованные с диодами Шоттки (1531, КР1531)
Выходной ток, мА: низкого уровня, не более высокого уровня, не менее	16 -0,4	4 -0,4	20 -1	4 -0,4	20 -1
Нагрузочная способность	10	10	10	10	30
Время задержки распространения сигнала, нс, при: включении выключении	18,5 (Сн=15пФ) 18,5 (Сн=15пФ)	20 (Сн=15пФ) 20 (Сн=15пФ)	5 (Сн=15пФ) 4,5 (Сн=15пФ)	14 (Сн=50пФ) 14 (Сн=50пФ)	5,16 (Сн=50пФ) 6 (Сн=50пФ)

Основные параметры ИМС ТТЛ и ТТЛШ

Параметр	Серии микросхем				
	Стандартные (133, К155, КМ155)	Маломощны е с диодами Шоттки (533, КМ533, К555, КМ555)	Быстродейст- вующие с диодами Шоттки (530, К530, КМ530, К531, КР531)	Маломощные усовершенст- вованные (1533, КР1533)	Быстродейст- вующие усовершенст- вованные с диодами Шоттки (1531, КР1531)
Средний ток потребления, мА, не более	15	3	26	1,91	6,5
Помехоустойчи- вость, В, не более	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3
Частота переключения, МГц, не более	15	25	75	30	100

Основные параметры ИМС ТТЛ и ТТЛШ

Параметр	Серии микросхем				
	Стандартные (133, К155, КМ155)	Маломощны е с диодами Шоттки (533, КМ533, К555, КМ555)	Быстродейст- вующие с диодами Шоттки (530, К530, КМ530, К531, КР531)	Маломощные усовершенст вованные (1533, КР1533)	Быстродейст- вующие усовершенст вованные с диодами Шоттки (1531, КР1531)
Максимальное напряжение питания, В	6	5,5	6	6	6
Максимальное напряжение на входе, В	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
Минимальное напряжение на входе, В	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,5

Основные параметры ИМС ТТЛ и ТТЛШ

Параметр	Серии микросхем				
	Стандартные (133, К155, КМ155)	Маломощны е с диодами Шоттки (533, КМ533, К555, КМ555)	Быстродейст- вующие с диодами Шоттки (530, К530, КМ530, К531, КР531)	Маломощные усовершенст- вованные (1533, КР1533)	Быстродейст- вующие усовершенст- вованные с диодами Шоттки (1531, КР1531)
Напряжение питания, В	$5 \pm 10\%$ (133, 533, 530, 1533, 1531) $5 \pm 5\%$ (К155, К555, КР531, КР1533, КР1531)				
Максимальная емкость нагрузки, пФ	200	150	150	200	200
Диапазон рабочих температур, °С	$-60..+125$ (133, 533, 530, 1533, 1531) $-10..+70$ (К155, К555, КР531, КР1533, КР1531)				

Основные параметры ИМС ЭСЛ при 25 °С

Параметр	Серии микросхем					
	100 (K100)		500 (K500)		1500 (K1500)	
	Не менее	Не более	Не менее	Не более	Не менее	Не более
Выходное напряжение, В: низкого уровня высокого уровня	-0,96 -1,85	-0,81 -1,65	-0,96 -1,85	-0,81 -1,65	-1,025 -1,81	-0,88 -1,62
Выходное пороговое напряжение, В: низкого уровня высокого уровня	-0,98 –	– -1,63	-0,98 –	– -1,63	-1,035 –	– -1,61
Входной ток, мкА: низкого уровня высокого уровня	– 0,5	265 –	– 0,5	265 –	– 0,5	350 –
Входное пороговое напряжение, В: низкого уровня высокого уровня	-1,105 –	– -1,475	-1,105 –	– -1,475	-1,165 –	– -1,475

Основные параметры ИМС ЭСЛ при 25 °С

Параметр	Серии микросхем					
	100 (K100)		500 (K500)		1500 (K1500)	
	Не менее	Не более	Не менее	Не более	Не менее	Не более
Предельно-допустимое входное напряжение, В	-2	-0,5	-2	-0,5	-2,1	-0,8
Выходной ток, мА	–	32	–	32	–	20
Входное напряжение, В: низкого уровня высокого уровня	-0,81	–	-0,81	–	-0,88	–
	–	-1,85	–	-1,85	–	-1,81
Напряжение питания, В	-5,2±5%		-5,2±5%		-4,5±5%	
Диапазон рабочих температур, °С	-10.+75	–	-10.+75	–	-10.+70	–

Основные параметры ИМС ЭСЛ при 25 °С

Параметр	Серии микросхем					
	100 (K100)		500 (K500)		1500 (K1500)	
	Не менее	Не более	Не менее	Не более	Не менее	Не более
Время задержки распространения сигнала, нс, при: включении Выключении	–	2,9*	–	2,9*	–	1,3**
	–	2,9*	–	2,9*	–	1,3**
<p>* Для ИМС 100ЛМ105, 500ЛМ105</p> <p>** Для ИМС 1500ЛМ101</p>						

Основные параметры ИМС КМОП при 25 °С

Параметр	Серии микросхем					
	564		561		1564	
	При напряжении питания 5 В	При напряжении питания 10 В	При напряжении питания 5 В	При напряжении питания 10 В	При напряжении питания 2 В	При напряжении питания 6 В
Выходное напряжение, В: низкого уровня, не более высокого уровня, не менее	0,01 4,99	0,01 9,99	0,05 4,99	0,01 9,99	0,1 1,9	0,26 5,5
Входной ток, нА, не более: низкого уровня высокого уровня	— —	-50 50	— —	0,1 0,1	— —	-1 1

Основные параметры ИМС КМОП при 25 °С

Параметр	Серии микросхем					
	564		561		1564	
	При напряжении питания 5 В	При напряжении питания 10 В	При напряжении питания 5 В	При напряжении питания 10 В	При напряжении питания 2 В	При напряжении питания 6 В
Выходной ток, мА, не менее: низкого уровня высокого уровня	0,25 -0,25	0,5 -0,6	0,12 0,25	0,22 0,55	– –	– –
Ток потребления, мкА, не более	0,05	0,1	–	2	–	1
Время задержки распространения сигнала, нс, (C _н =50пФ) при: включения выключения	140 150	100 100	160 250	80 120	150 150	25 25
Напряжение питания, В	5±10% 10±10%		3÷15		2÷6	

Основные параметры ИМС КМОП при 25 °С

Параметр	Серии микросхем					
	564		561		1564	
	При напряжении питания 5 В	При напряжении питания 10 В	При напряжении питания 5 В	При напряжении питания 10 В	При напряжении питания 2 В	При напряжении питания 6 В
Время перехода, нс, не более из состояния низкого уровня в состояние высокого уровня	250	130	–	–	–	–
из состояния высокого уровня в состояние низкого уровня	230	130	–	–	–	–
Входная емкость, пФ, не более	–	5	–	12	–	–

Стандартные коды

Десятичное число	Двоичное число	Шестнадцатеричное число	Двоично-десятичные коды		Код Грея
			8-4-2-1	с избытком 3	
0	0000	0	0000 0000	0000 0011	0000
1	0001	1	0000 0001	0000 0100	0001
2	0010	2	0000 0010	0000 0101	0011
3	0011	3	0000 0011	0000 0110	0010
4	0100	4	0000 0100	0000 0111	0110
5	0101	5	0000 0101	0000 1000	0111
6	0110	6	0000 0110	0000 1001	0101
7	0111	7	0000 0111	0000 1010	0100
8	1000	8	0000 1000	0000 1011	1100
9	1001	9	0000 1001	0000 1100	1101
10	1010	A	0001 0000	0100 0011	1111
11	1011	B	0001 0001	0100 0100	1110
12	1100	C	0001 0010	0100 0101	1010
13	1101	D	0001 0011	0100 0110	1011
14	1110	E	0001 0100	0100 0111	1001
15	1111	F	0001 0101	0100 1000	1000

Аналоговые интегральные микросхемы

Аналоговые интегральные схемы (АИС) выполняют преобразования аналоговых сигналов – физических величин (напряжение, ток, частота колебаний и т.д.), мера которых отображает (кодирует) информацию. Выполняемые реальными интегральными схемами преобразования можно представить в виде аналоговых функций (АФ), описывающих действия, производимые АИС над сигналами. Аналоговые функции, как идеализированные модели преобразований над сигналами, не учитывают ошибок, присущих реальным АИС и вызываемых такими факторами, как конечное значение сопротивлений АИС, частотные и температурные зависимости, дрейф параметров, взаимное рассогласование элементов, шумы, нестабильность при изменении питающих напряжений и т.д.

Аналоговые интегральные микросхемы

Замена реальных АИС идеализированными аналоговыми функциями упрощает синтез микроэлектронной аппаратуры (МЭА) и является оправданным, поскольку аналоговые ИС обладают большими запасами по усилению, стабильности, точности и другим параметрам и характеристикам, применяются в таких включениях и режимах, в которых ошибки АИС оказываются несущественными с точки зрения задач, решаемых микроэлектронной аппаратурой.

Аналоговые интегральные микросхемы

Многообразие задач, возлагаемых на МЭА, предполагает количество разновидностей АФ бесконечно большой величиной. Однако, для унификации и удобства проектирования МЭА из всего многообразия реальных АФ выделяют лишь **основные аналоговые функции (ОАФ)**: усиление, сравнение, ограничение, перемножение, частотную фильтрацию.

Перечисленные функции в совокупности образуют функционально полную систему операций, совершаемых над аналоговыми сигналами, и являются удобными, так как эти ОАФ воплощены в виде АИС.

Например, функцию усиления реализуют ИС операционных усилителей (ОУ); функцию сравнения реализуют ИС ОУ и компараторов напряжения; функцию перемножения – ИС перемножителей и т.д.

Аналоговые интегральные микросхемы

При синтезе МЭА используют также **специальные аналоговые функции (САФ)**, которые образуют с помощью структур, состоящих из основных аналоговых функций, эталонов и навесных компонентов. Специальные аналоговые функции реализуют АИС стабилизаторов напряжения, взаимного преобразования аналоговых и цифровых величин, так как основаны на применении аналоговых эталонов напряжения (в виде стабилизаторов и высокоточных резистивных матриц) в сочетании с ОАФ, реализуемых ОУ или компараторами.

Классификация аналоговых интегральных микросхем

Производство аналоговых ИС определяется техническими возможностями изготовления активных и пассивных элементов с требуемыми параметрами, а их применение – мощностью и способностью преобразования сигналов переменного тока.

По мере усовершенствования технологии и методов проектирования номенклатура и выпуск аналоговых ИС увеличивается. Этому способствуют такие факторы:

- создание транзисторных структур с высокими пробивными напряжениями;
- создание высокочастотных транзисторов в интегральном исполнении;
- высокая степень согласования одинаковых параметров различных элементов, выполняемых в одном кристалле;

Классификация аналоговых интегральных микросхем

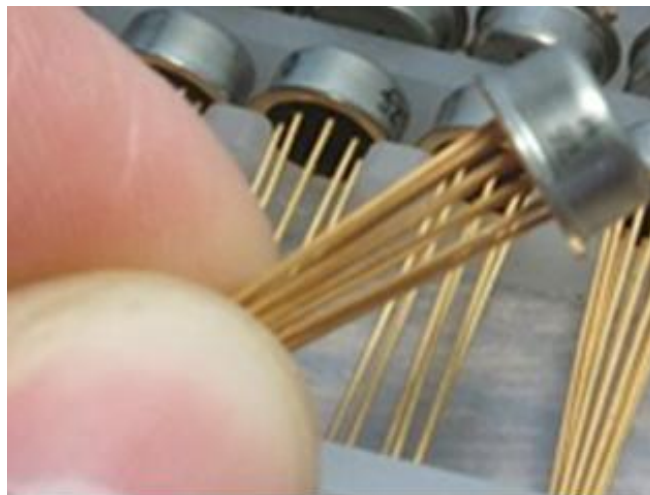
- создание биполярных транзисторов типов $n-p-n$ и $p-n-p$ в одном кристалле единым технологическим процессом;
- технологическая реализация RLC -структур с распределенными параметрами в микроэлектронном исполнении;
- совершенствование технологических процессов микроэлектроники в целом.

Перечисленные факторы позволяют реализовать в интегральном исполнении основные и специальные аналоговые функции, что обеспечило создание широкой номенклатуры аналоговых ИС.

Классификация аналоговых интегральных микросхем

В зависимости от выполняемой функции аналоговые ИС подразделяются на следующие классы: **операционные усилители, инструментальные ИС, радиочастотные ИС, силовые ИС.**

Операционный усилитель – это многоцелевая ИС, предназначенная для построения схем с фиксированным коэффициентом передачи и точно синтезированной передаточной функцией.



Операционные
усилители 140УД14

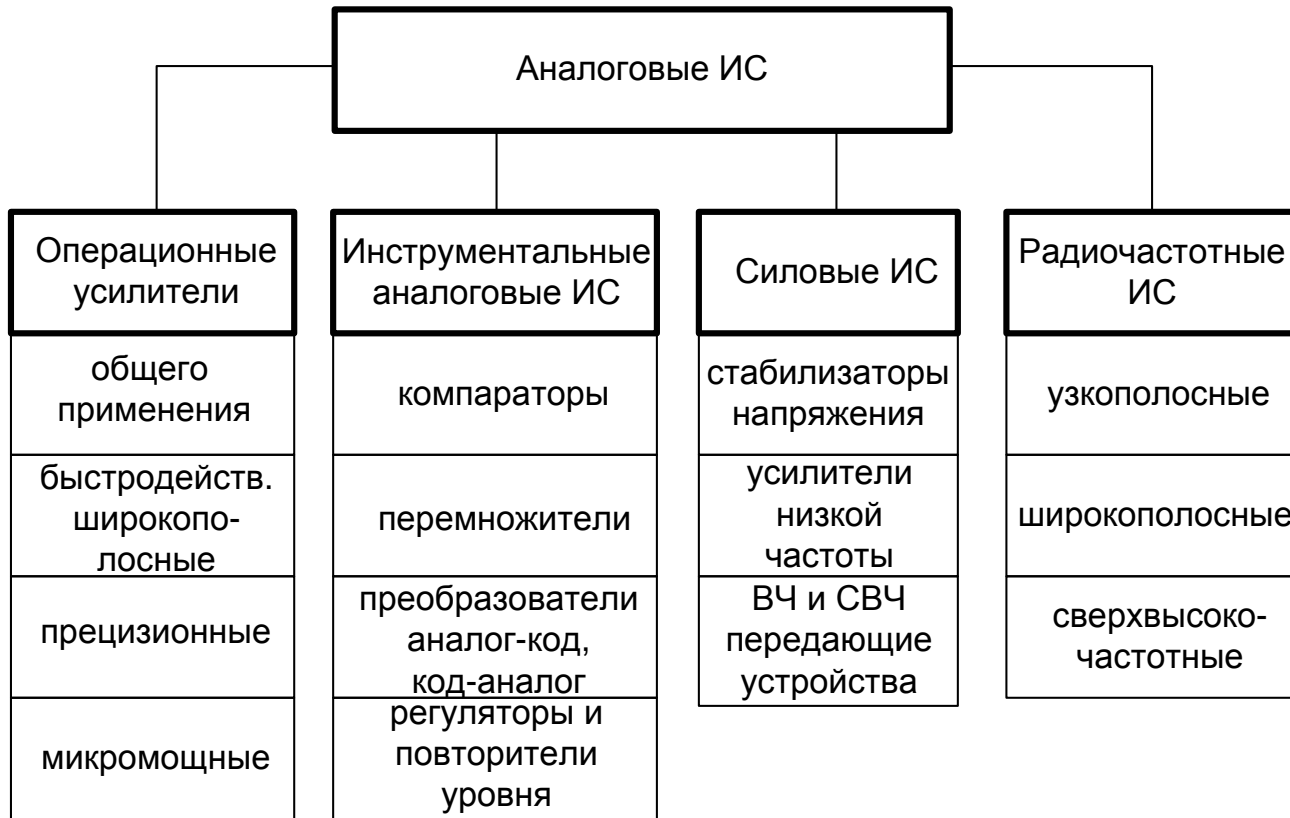
Классификация аналоговых интегральных микросхем

Инструментальная аналоговая ИС – это многоцелевая ИС, осуществляющая прецизионные преобразования аналоговых сигналов с обеспечением выполнения комплекса требований по точности, частотным свойствам и электрическим параметрам. От операционных усилителей инструментальные ИС отличаются либо наличием цифровых цепей наряду с аналоговыми, либо внутренними обратными связями, реализующими стабилизацию определённых электрических параметров.

Радиочастотные ИС предназначены для усиления и преобразования сигналов радиотехнического диапазона волн.

Силовые ИС предназначены для использования в источниках вторичного электропитания, усилительных и передающих устройствах.

Классификация аналоговых интегральных микросхем



Классификация аналоговых интегральных микросхем

Классификация аналоговых интегральных микросхем

Среди аналоговых ИС **наибольшее применение получили операционные усилители**. ОУ используются как основные функциональные узлы в различных линейных и нелинейных устройствах. Широкому распространению ОУ в значительной мере способствовали успехи микроэлектроники, что позволило снизить стоимость и размеры ОУ до стоимости и размеров транзисторов. Надежность операционных усилителей мало уступает надежности транзисторов, а по своим функциональным возможностям ОУ относятся к самым универсальным элементам микроэлектронной аппаратуры.

Классификация аналоговых интегральных микросхем

Высокий коэффициент усиления, стабильность нулевого уровня, высокое входное и низкое выходное сопротивления, высокое быстродействие и возможность работы с разнообразными цепями обратной связи позволяют выполнять различные преобразования входного сигнала – суммирование, вычитание, интегрирование, дифференцирование, сравнение, запоминание, умножение, логарифмирование, возведение в степень и ряд других преобразований.

Классификация аналоговых интегральных микросхем

Операционные усилители характеризуются большим числом параметров, значения которых варьируются в широких пределах в зависимости от предъявляемых к ОУ требований. Учитывая это, представленная классификация операционных усилителей отражает наиболее важные параметры:

- **ОУ общего применения** используются для построения МЭА, имеющей суммарную приведённую погрешность на уровне 1% и характеризуются относительно малой стоимостью и средним уровнем параметров;
- **быстродействующие широкополосные ОУ** используются для преобразования быстроменяющихся сигналов и характеризуются высокой скоростью нарастания выходного сигнала, малым временем установления, высокой частотой единого усиления, а по остальным параметрам, как правило, уступают ОУ общего применения;

Классификация аналоговых интегральных микросхем

- **прецизионные ОУ** используются для усиления малых электрических сигналов, сопровождаемых высоким уровнем помех, и характеризуются малым значением напряжения смещения и его температурным дрейфом, большими коэффициентами усиления и подавления синфазного сигнала, большим входным сопротивлением и низким уровнем шумов, но как, правило, имеют невысокое быстродействие;

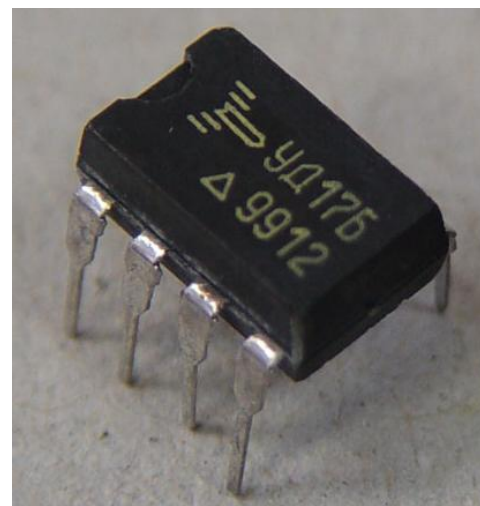
- **микромощные ОУ** необходимы в случаях, когда потребляемая мощность жёстко лимитирована.

Однако для разработки ОУ недостаточна классификация по параметрам. Необходима **классификация по принципам построения** или **структурным схемам ОУ**.

Операционные усилители



Микросхемы типа 140УД14
соответствуют техническим условиям
БКО.347.004 ТУ 11

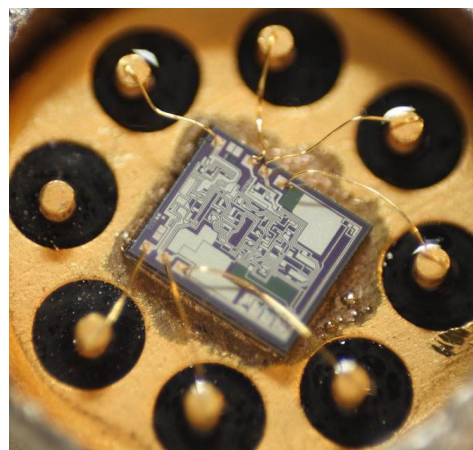


Микросхема
типа КР140УД17Б

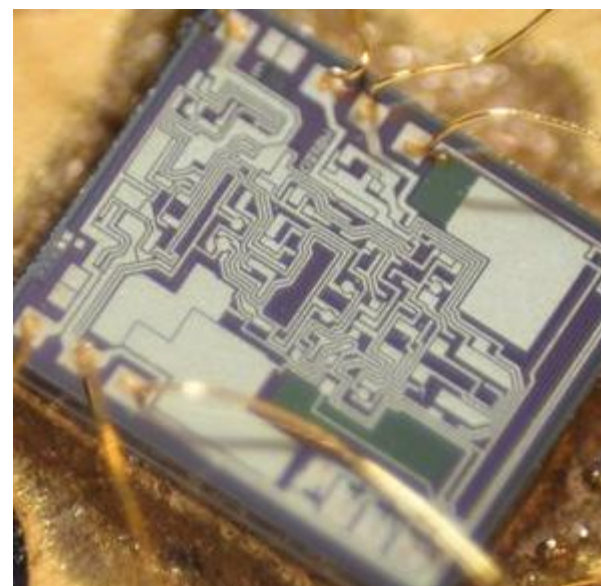
Операционные усилители



Внешний вид
микросхемы
типа 140УД14

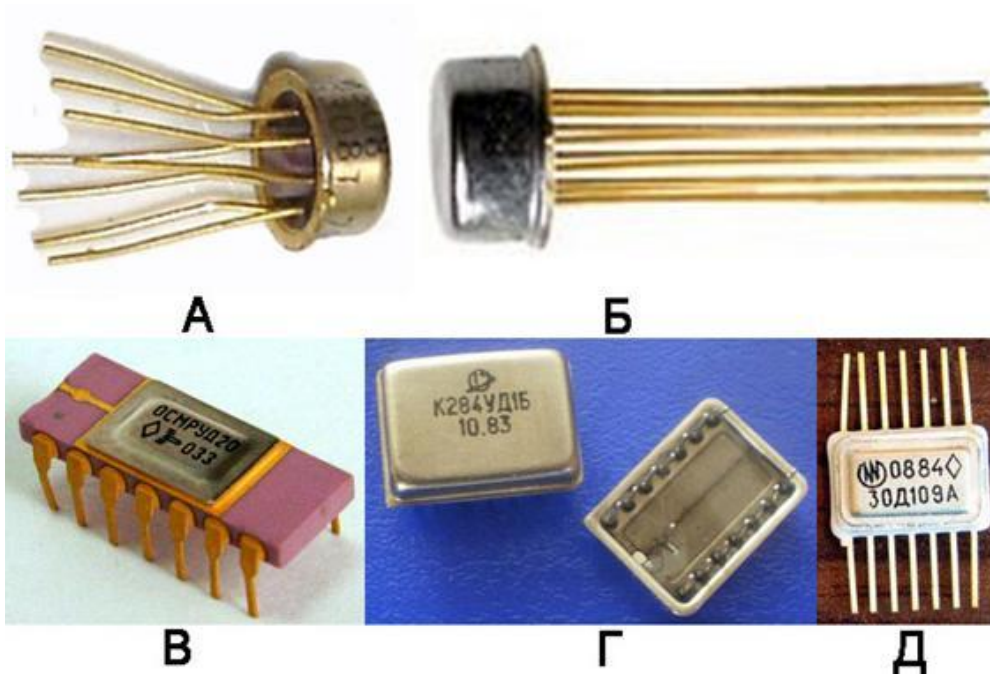


ИМС 140 УД14
с контактными
площадками,
подключенными к
выводам ИМС



Топология ИМС 140 УД14

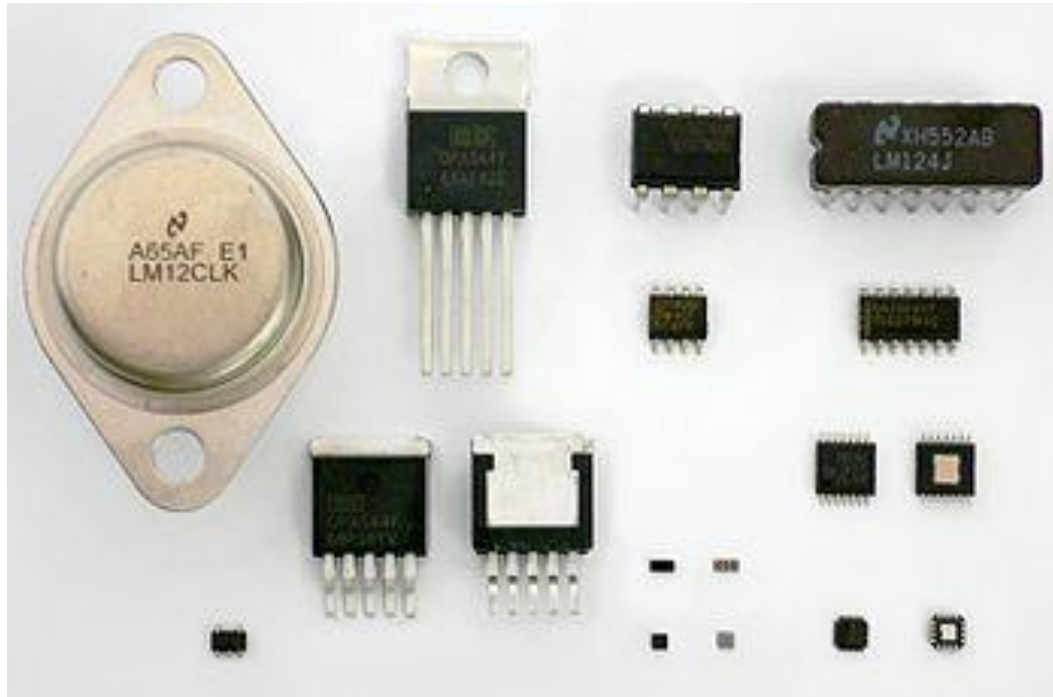
Операционные усилители



Операционные усилители

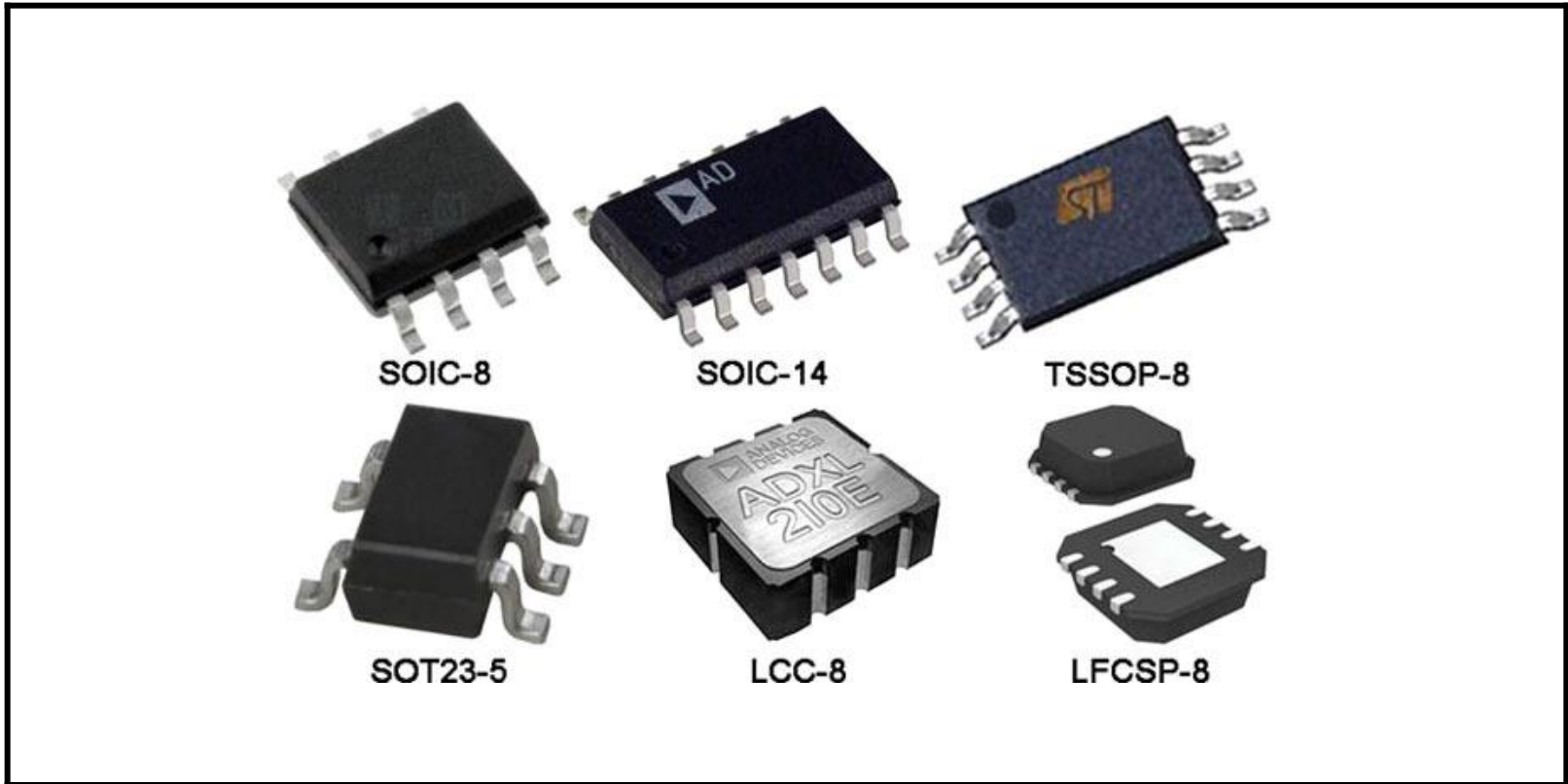
•Круглый корпус (рис. А, Б) применялся, как основной, для импортных ОУ примерно до середины 70-х годов, а для отечественных ОУ — до середины 80-х и применяется сейчас для так называемых «военных» применений («5-я приемка»).

Операционные усилители



- Разные операционные усилители в различных корпусах, в том числе несколько операционных усилителей в одном корпусе

Операционные усилители



Корпуса современных операционных усилителей зарубежных производителей для поверхностного монтажа (SMD)

Характеристики и параметры ОУ

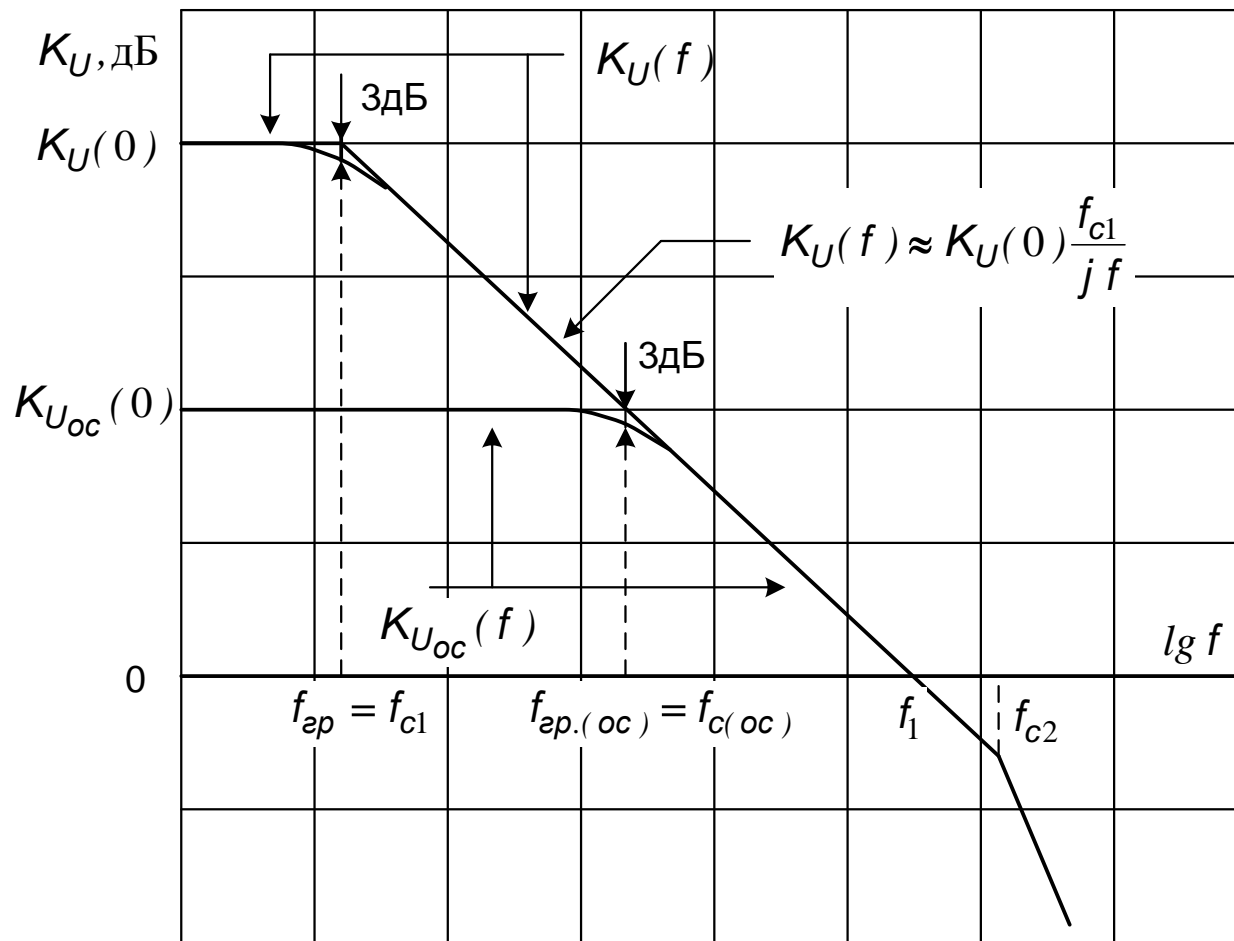
Стандартный набор технических характеристик ОУ включает большое число параметров. Некоторыми из них следует руководствоваться при выборе типа ОУ, в наибольшей степени подходящего для конкретного применения, а другие предназначены для использования в качестве исходных данных при проектировании.

Характеристики и параметры ОУ

Для анализа установившихся режимов широко применяют частотные характеристики.

Частотные характеристики отражают реакцию операционного усилителя на тестовое гармоническое воздействие в установившемся режиме. Для контактного представления частотных характеристик применяют логарифмический масштаб, в котором строят логарифмические частотные характеристики- логарифмическую амплитудно-частотную характеристику (ЛАЧХ) и логарифмическую фазочастотную характеристику (ЛФЧХ).

Характеристики и параметры ОУ



Логарифмическая амплитудно-частотная характеристика ОУ
(диаграмма Бode)

Характеристики и параметры ОУ

Частота единичного усиления f_1 – это частота, на которой модуль коэффициента усиления ОУ при разомкнутой обратной связи равен единице.

Зачастую вводится понятие **частоты среза** ($f_{ср}$) - частоты единичного усиления при таких параметрах корректирующих цепей, при которых возможно введение полной отрицательной обратной связи, то есть соединение выхода ОУ с инвертирующим входом.

Граничная частота $f_{гр}$ определяется частотой, на которой коэффициент усиления по напряжению усилителя без обратной связи на Здб меньше коэффициента усиления, измеренного на низкой частоте.

Характеристики и параметры ОУ

Полосой пропускания называют диапазон частот, где коэффициент усиления уменьшается не более чем на 3дб от своего максимального значения.

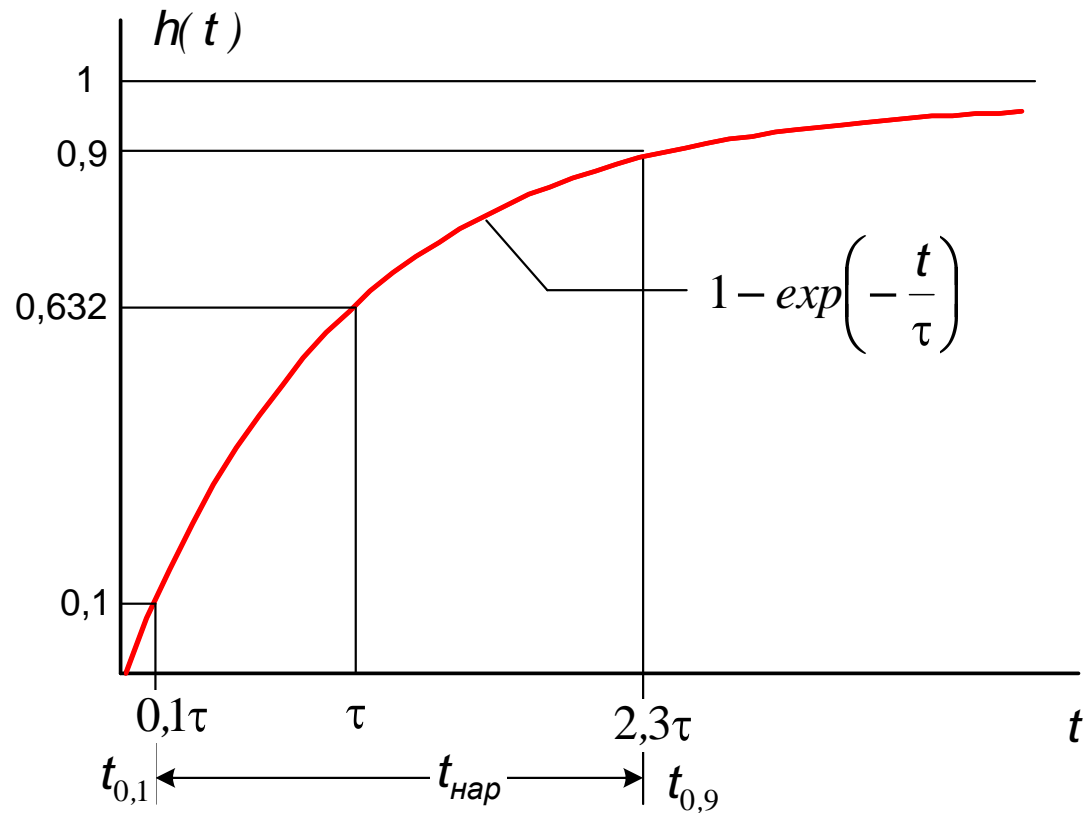
Характеристики и параметры ОУ

Временные характеристики отражают реакцию электронной схемы на типовые импульсные воздействия при переходе из одного стационарного режима в другой. В качестве типовых воздействий наибольшее применение находят единичное импульсное воздействие и единичное ступенчатое воздействие.

Реакция электронной схемы на единичное импульсное воздействие представляет собой **импульсную характеристику** $g(t)$.

Реакцией электронной схемы на единичное ступенчатое воздействие является **переходная характеристика** $h(t)$.

Характеристики и параметры ОУ



Переходная характеристика (нормированная)

Характеристики и параметры ОУ

Для описания работы большинства схем во временной области достаточно одного параметра переходной характеристики - *времени нарастания*. Это время, в течение которого выходной сигнал увеличивается от некоторого нижнего до некоторого верхнего уровня. Обычно нижним и верхним пределами считают уровни соответственно 0,1 и 0,9 от максимального значения выходного сигнала.

Характеристики и параметры ОУ

Напряжение смещения – это небольшое постоянное напряжение, обычно порядка 1мВ, хотя у некоторых ОУ максимальное напряжение смещения может достигать (5-10)мВ. В прецизионных ОУ максимальное напряжение смещения составляет (10-100)мкВ.

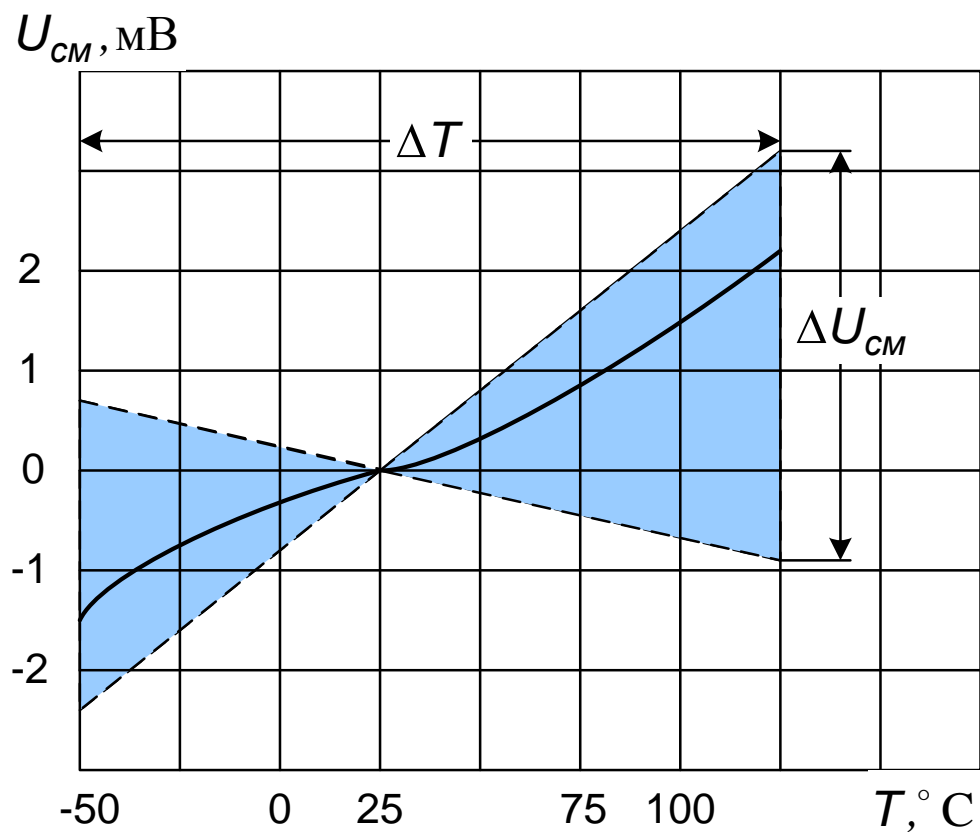
Дрейф входного напряжения смещения определяется как отношение изменения входного напряжения смещения к изменению окружающей температуры

$$\delta U_{см} = \frac{\Delta U_{см}}{\Delta T}$$

В технических характеристиках иногда приводится значение дрейфа, соответствующее $\Delta T = 1^\circ \text{C}$, которое, по существу, является температурным коэффициентом напряжения смещения $TКН_{U_{см}}$.

При $U_{см} = 1\text{мВ}$, $TКН_{U_{см}} \approx 3\text{мкВ}/^\circ\text{C}$.

Характеристики и параметры ОУ



Типовая зависимость напряжения смещения от температуры

Характеристики и параметры ОУ

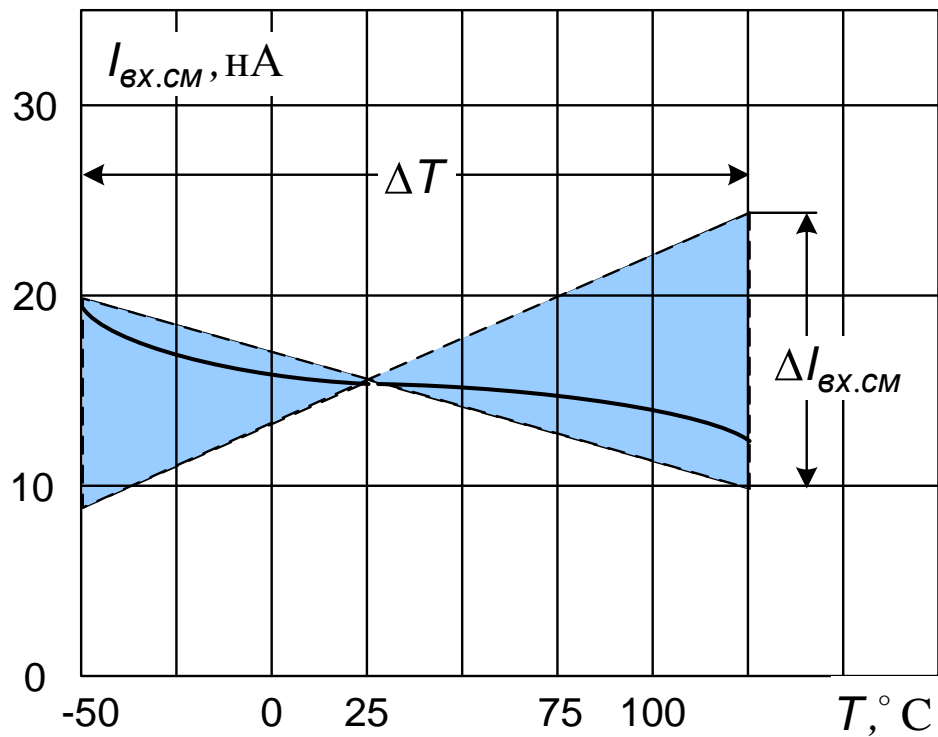
Входной ток покоя $I_{вх}$ равен среднеарифметическому значению двух токов покоя баз (или затворов) дифференциального входного каскада при отсутствии внешнего сигнала.

Входной ток смещения $I_{вх.см}$ определяется как разность двух входных токов, при которой выходное напряжение становится равным нулю.

Дрейф входного тока смещения определяется как отношение изменения входного тока смещения к изменению окружающей температуры

$$\delta I_{вх.см} = \frac{\Delta I_{вх.см}}{\Delta \Phi}$$

Характеристики и параметры ОУ



Типовая зависимость входного тока смещения от температуры

Характеристики и параметры ОУ

Диапазон синфазной составляющей входного напряжения

определяет границы области, в пределах которой изменения этой составляющей входного напряжения не вызовет отклонения параметров ОУ от заданных. Приводимые в технических характеристиках максимальные положительные и отрицательные значения этого напряжения всегда меньше напряжений источников питания и для современных ОУ эта разница не превышает (1-3) В.

Диапазон дифференциальной составляющей входного напряжения

определяет максимальную дифференциальную составляющую входного напряжения, которое может быть приложено между входами ОУ, не вызывая его выхода из рабочего состояния.

Характеристики и параметры ОУ

Диапазон выходного напряжения - диапазон значений выходного напряжения (между выходом и общим узлом ОУ), в котором параметры ОУ, определяемые малым сигналом, лежат в гарантированных пределах. В современных ОУ, использующих двухтактные выходные каскады, амплитуды положительных и отрицательных импульсов обычно равны и меньше не больше чем на (1-2)В напряжений питания $+U_{ип}, -U_{ип}$.

Характеристики и параметры ОУ

Выходной ток $I_{вых.мах}$ представляет собой предельное амплитудное значение выходного тока (положительное или отрицательное) при оговоренном выходном напряжении, не вызывающее необратимые изменения в ОУ.

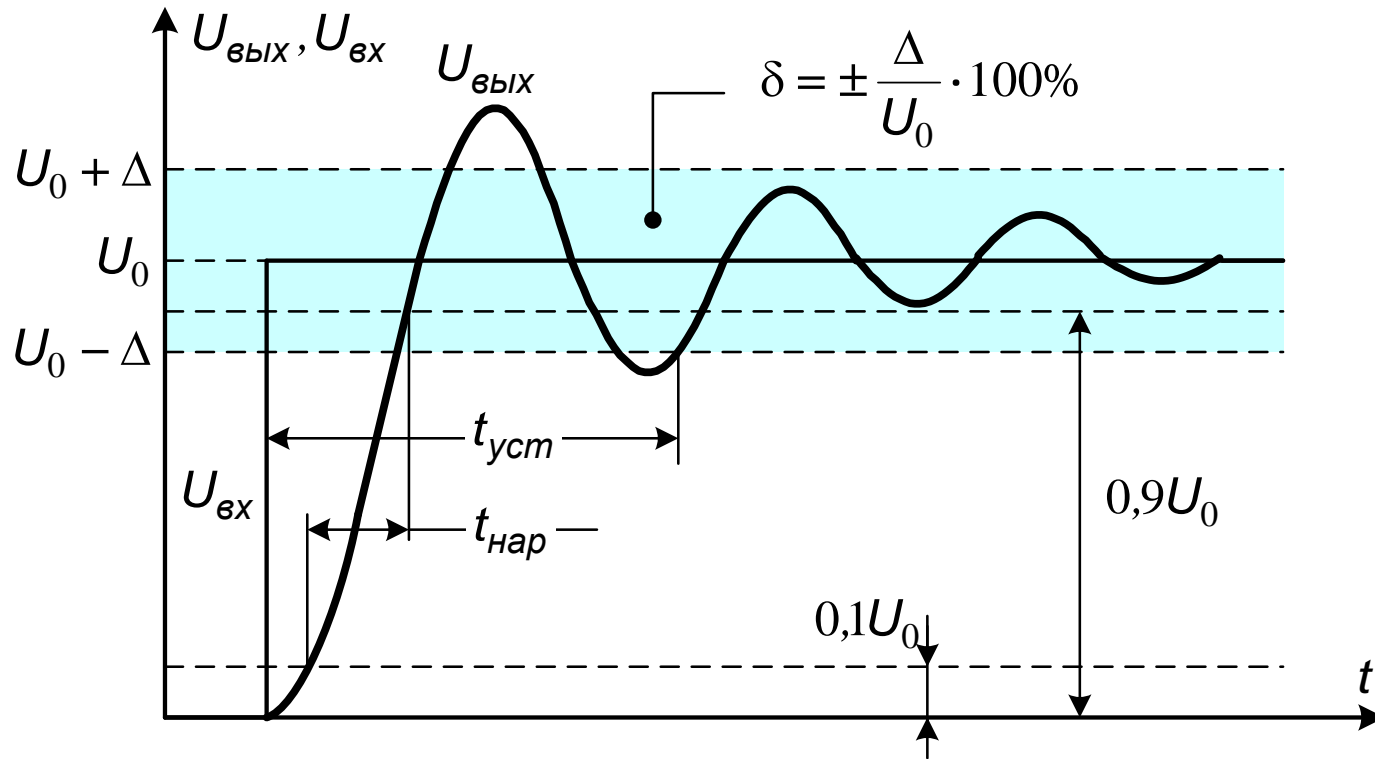
Большинство ОУ предназначены для работы с двухполярным источником питания и имеют схему двухстороннего ограничения как максимального отрицательного тока $I_{вых.мах}^-$, так и максимального положительного тока $I_{вых.мах}^+$. На практике эти токи примерно одинаковы и имеют величину (20-25) мА.

Характеристики и параметры ОУ

Время установления выходного напряжения $t_{уст}$ - время от подачи на вход импульса напряжения прямоугольной формы до момента последнего вхождения выходного напряжения в зону заданной погрешности .

Максимальная скорость нарастания выходного напряжения
 $V_{U_{вых.мах}}$ - наибольшая скорость изменения выходного напряжения ОУ при воздействии импульса максимального входного напряжения прямоугольной формы .

Характеристики и параметры ОУ



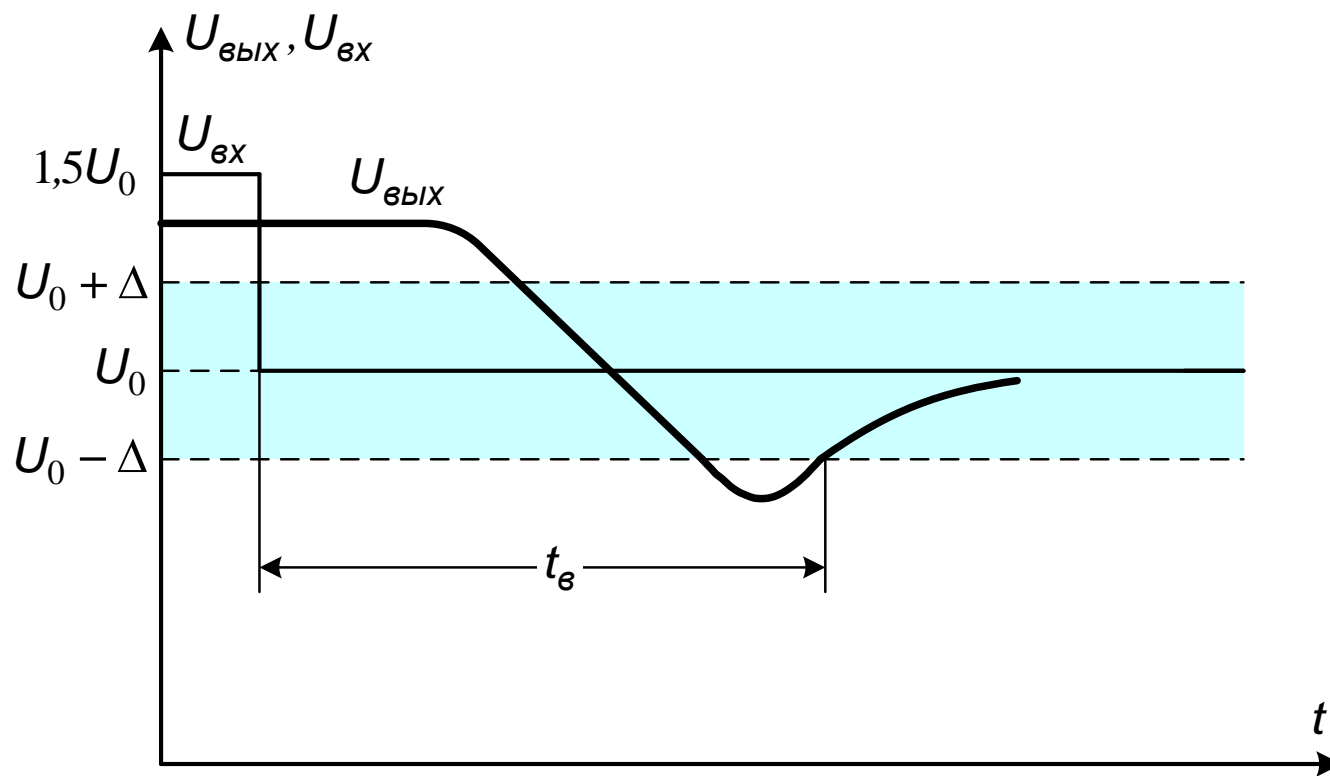
Время установления, время нарастания и скорость нарастания выходного напряжения операционного усилителя (зона погрешности дана в увеличенном, по отношению к сигналу, масштабе)

Характеристики и параметры ОУ

Время восстановления – время с момента снятия скачком входного сигнала перегрузки до момента последнего вхождения выходного напряжения в зону погрешности, заданную относительно идеального значения.

Несмотря на то, что время восстановления очень важный параметр, этот параметр часто не указывается в технических характеристиках и поэтому пользователь должен определять его эмпирически.

Характеристики и параметры ОУ



Время восстановления выходного напряжения

Характеристики и параметры ОУ

Коэффициент ослабления нестабильности источника питания –

это отношение изменения напряжения смещения вследствие изменения напряжения питания к изменению напряжения питания.

Обычно выражается в децибелах, и имеет очень малые значения – от (-80дб) до (-100дб).

Характеристики и параметры ОУ

Реальные свойства операционных усилителей в значительной степени проявляются через наложенную на сигнал составляющую ошибки, вызываемую шумовыми свойствами отдельных частей усилителя, их старением, или их чувствительностью к внешним помехам.

С точки зрения воздействия шумов, самым критичным функциональным узлом операционных усилителей является входной каскад ОУ. Именно здесь сигнал самый слабый и, следовательно, наиболее чувствителен к воздействию шумов.

Характеристики и параметры ОУ

Входное напряжение ошибки $E_{ош}$ – это такое значение дифференциального входного напряжения при нулевом синфазном входном напряжении, которое соответствует нулевому выходному напряжению в отсутствие нагрузки ($E_{ош} = U_{вх.диф.}$).

Входной ток ошибки $I_{ош}^-$ или $I_{ош}^+$ – это такое значение тока инвертирующего и неинвертирующего входов, которое при нулевом синфазном входном напряжении соответствует нулевому выходному напряжению в отсутствие нагрузки ($I_{ош}^- = I_{вх.1}$; $I_{ош}^+ = I_{вх.2}$).

Характеристики и параметры ОУ

Собственные шумы ОУ определяется через *входное напряжение шумов* $E_{\text{ш}}$ (шумовая компонента напряжения ошибки $E_{\text{ош}}$) и *входные токи шумов* $I_{\text{ш}}^{-}$, $I_{\text{ш}}^{+}$ (шумовые компоненты токов ошибки $I_{\text{ош}}^{-}$, $I_{\text{ош}}^{+}$).

Интегральная характеристика шумов, соответствующая составляющим шума в определённой полосе частот, представляет собой эффективное (действующее, среднеквадратичное) значение напряжения $E_{\text{ш}}$ или тока шумов $I_{\text{ш}}$ за достаточно большой промежуток времени.

Характеристики и параметры ОУ

Спектральные плотности $e_{\text{ш}}$ и $i_{\text{ш}}$ входных напряжения $E_{\text{ш}}$ и тока $I_{\text{ш}}$ шумов выражают в дифференциальной форме частотную зависимость среднеквадратичных значений $E_{\text{ш}}$ и $I_{\text{ш}}$ в определённом диапазоне частот f :

$$e_{\text{ш}}^2 = \frac{dE_{\text{ш}}^2}{df}, \quad i_{\text{ш}}^2 = \frac{dI_{\text{ш}}^2}{df};$$

Характеристики и параметры ОУ

В операционных усилителях на биполярных транзисторах проявляется действие четырёх механизмов, генерирующих шумы четырёх типов: тепловые, дробовые, вида $1/f$ и импульсные.

Тепловой шум (или шум Джонсона) порождается хаотическим тепловым движением свободных электронов в интегральных резисторах. Их уровень не зависит ни от тока, протекающего через резистор, ни от падения напряжения на резисторе. Эквивалентная модель резистора R с шумами представляет собой схему, содержащую резистор R без шумов с последовательно включённым параллельно источником тока шумов

$$I_{\text{ш}} = \frac{E_{\text{ш}}}{R}$$

Тепловой шум является *белым шумом*, то есть его спектральная плотность тока или напряжения не зависит от частоты:

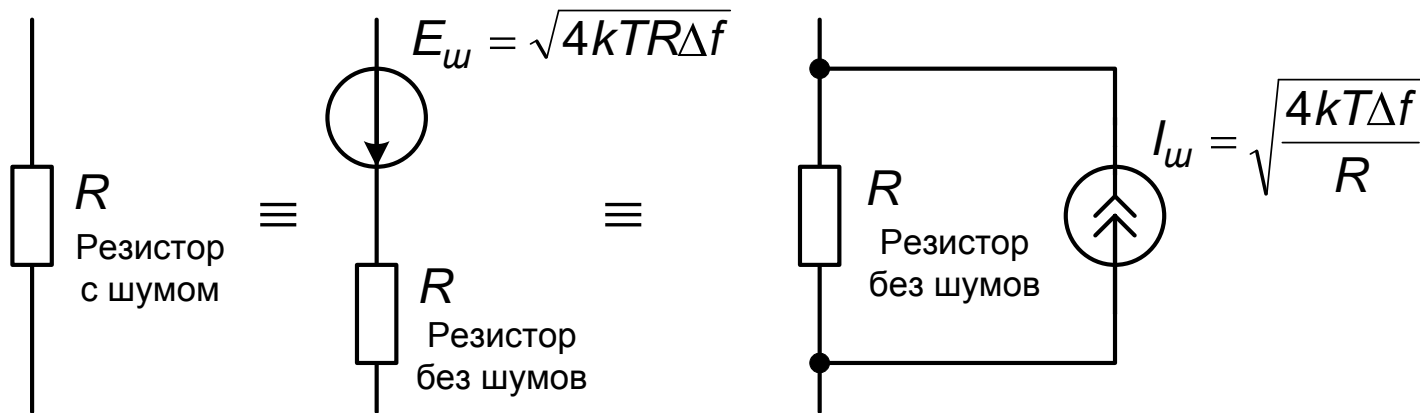
$$e_{\text{ш}} = \sqrt{4kTR}, \quad i_{\text{ш}} = \sqrt{\frac{4kT}{R}}$$

Характеристики и параметры ОУ

Среднеквадратичные (эффективные) значения напряжения $E_{ш}$ и тока $I_{ш}$ шумов, наблюдаемые в полосе частот $\Delta f = f_1 - f_2$, определяются формулами:

$$E_{ш} = \sqrt{4kTR\Delta f},$$

$$I_{ш} = \sqrt{\frac{4kT\Delta f}{R}};$$



Эквивалентная модель резистора с шумами

Характеристики и параметры ОУ

Дробовой шум (шум Шоттки) является результатом случайных флуктуаций тока при протекании тока через полупроводниковый переход. Эквивалентная модель р-п-перехода с шумами, возникающими при прохождении через него в прямом и обратном направлениях среднего тока I , состоит из не создающего шумов р-п-перехода и включенного параллельно с ним источника тока шумов $I_{ш}$, наблюдаемых в полосе частот Δf , притом:

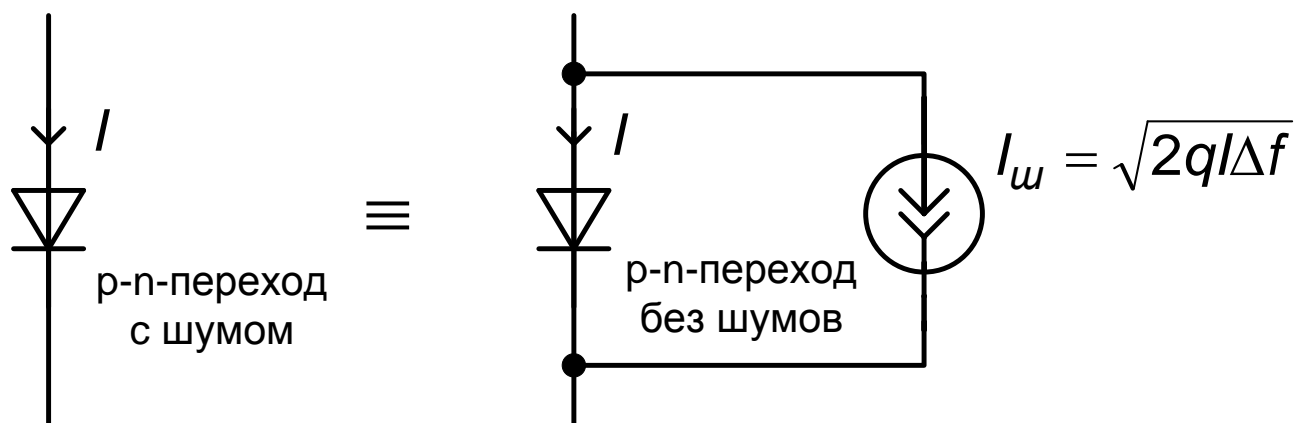
$$I_{ш} = \sqrt{2qI\Delta f};$$

где q - заряд электрона.

Дробовой шум также является белым шумом и имеет спектральную плотность:

$$i_{ш} = \sqrt{2qI}$$

Характеристики и параметры ОУ



Эквивалентная модель диода с шумами

Характеристики и параметры ОУ

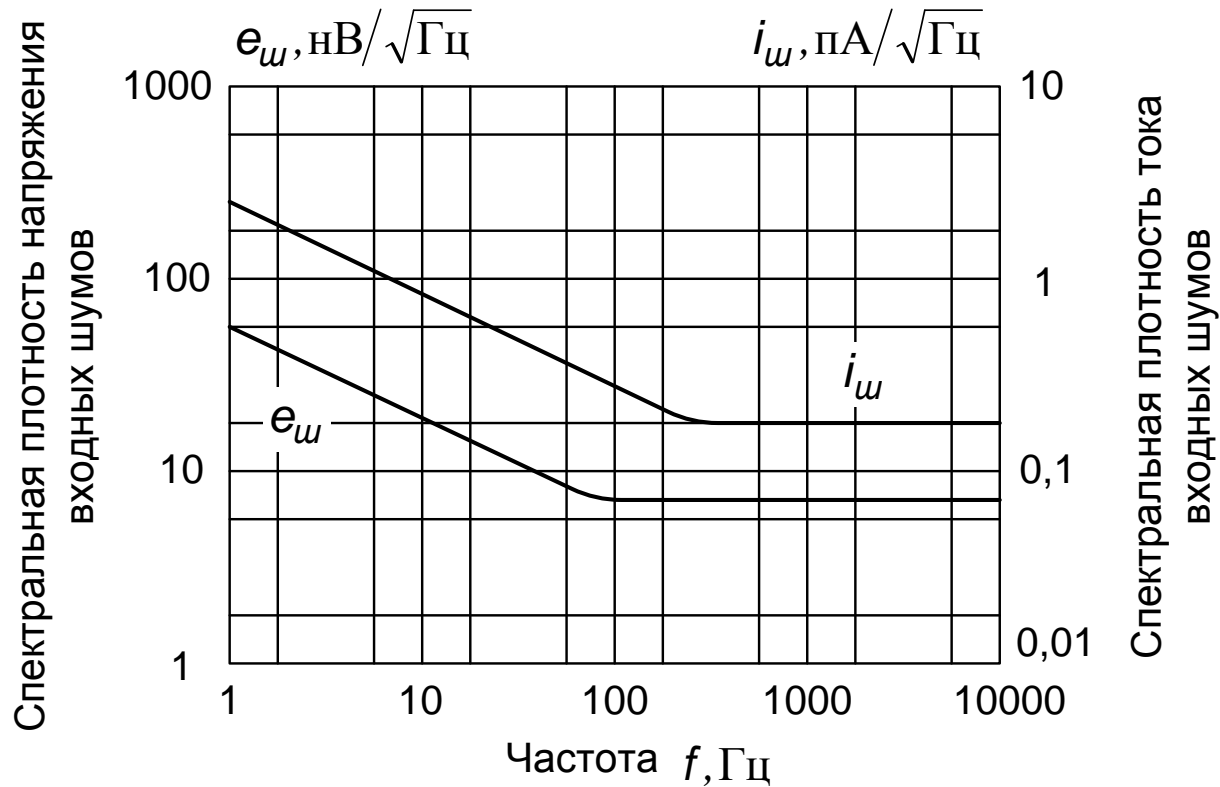
Формулы для определения среднеквадратичных значений напряжения и тока шумов при проверке на реальных резисторах и диодах дают хорошее совпадение с результатами измерений только в некоторой средней полосе частот. Ниже этой полосы наблюдаемые значения спектральных плотностей напряжения и тока шумов обычно возрастают. Этот *избыточный шум (фликкер-шум, шум вида $1/f$)* можно отнести к ещё одному, частотно-зависимому механизму генерации шума, который налагается на белый шум, и доминирует на низких частотах. Такого рода шум есть во всех электронных компонентах, включая резисторы, и связан с технологией изготовления ИС (с неоднородностями полупроводника, состоянием поверхности полупроводниковых областей ИС и т.д.).

Характеристики и параметры ОУ

Бистабильный (*импульсный шум*) – это шум, который как и шум вида $1/f$, также зависит от технологического процесса производства ОУ, но представление которого в функции, которая зависит от частоты, связано с непреодолимыми трудностями.

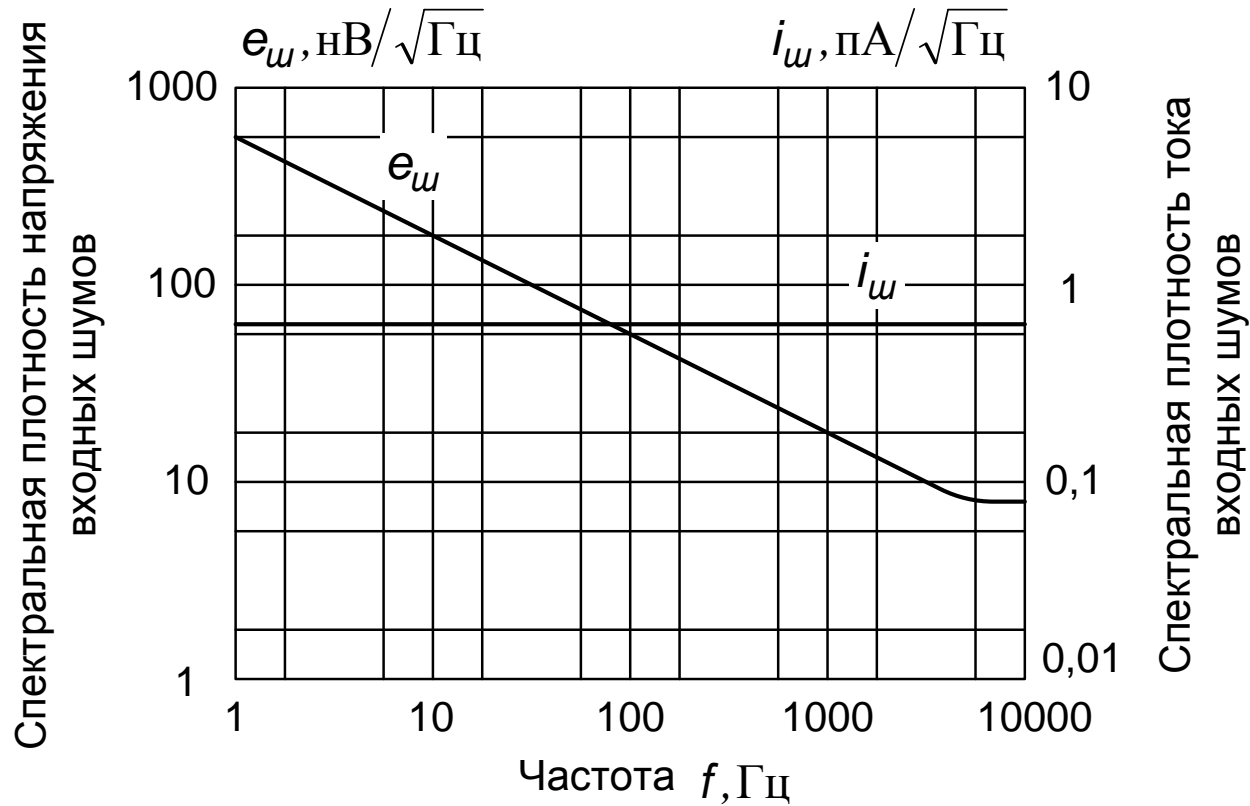
На практике интегральный шум ОУ следует измерять в двух частотных диапазонах. Низкочастотный шум, выражаемый в двойных амплитудных значениях, перекрывает полосу частот 0,01-1 Гц, в то время как широкополосный шум, выражаемый в эффективных (действующих) значениях, занимает диапазон частот 10 Гц-10 кГц.

Характеристики и параметры ОУ



Типичные спектральные плотности входных напряжений и токов шумов биполярного операционного усилителя

Характеристики и параметры ОУ



Типичные спектральные плотности входных напряжения и тока шумов операционного усилителя с входным каскадом на полевых транзисторах

Основные электрические параметры микросхемы типа 140УД14

Наименование параметра, режим измерения, единица измерения	Буквенное обозначение	Норма		Температура, °С
		Не менее	Не более	
1. Максимальное выходное напряжение, В $U_{и.п.} = \pm 5В$ $U_{и.п.} = \pm 15В$ $U_{и.п.} = \pm 18В$	$U_{вых.макс.}$	$\pm 3В$ $\pm 5В$ $\pm 15В$	-	от - 60 до + 125
2. Ток потребления, мА при $U_{и.п.}$ от $\pm 5В$ до $\pm 18В$	$I_{пот}$	-	0,6	+ 25
			0,4	+ 125
			1,5	- 60
3. Напряжение смещения, мВ при $U_{и.п.}$ от $\pm 5В$ до $\pm 18В$	$U_{см}$	-	+ 2	+ 25
			+ 3	+ 125
			+ 3	- 60

Основные электрические параметры микросхемы типа 140УД14

Наименование параметра, режим измерения, единица измерения	Буквенное обозначение	Норма		Температура, °С
		Не менее	Не более	
4. Коэффициент усиления напряжения $U_{и.п.} = \pm 5В$ $U_{и.п.} = \pm 15В$ $U_{и.п.} = \pm 18В$ $U_{и.п.} = \pm 5В$ $U_{и.п.} = \pm 15В$ $U_{и.п.} = \pm 18В$	$K_{у.и.}$	20000 50000 50000	-	+ 25
		10000 25000 25000	-	+125 ; - 60
5. Входной ток, нА при $U_{и.п.}$ от $\pm 5В$ до $\pm 18В$	$I_{вх}$	-	2	+ 25
			3	+125
			3	- 60
6. Разность входных токов, нА при $U_{и.п.}$ от $\pm 5В$ до $\pm 18В$	$\Delta I_{вх}$	-	0,2	+ 25
			0,4	+125
			0,4	- 60

Основные электрические параметры микросхемы типа 140УД14

Наименование параметра, режим измерения, единица измерения	Буквенное обозначение	Норма		Температура, °С
		Не менее	Не более	
7. Коэффициент ослабления синфазных входных напряжений, дБ при $U_{и.п.}$ от $\pm 5В$ до $\pm 18В$	$K_{ос.сф}$	85	-	от - 60 до +125
8. Диапазон синфазных входных напряжений, В $U_{и.п.} = \pm 5В$ $U_{и.п.} = \pm 15В$ $U_{и.п.} = \pm 18В$	$DU_{вх.сф}$	± 1 $\pm 13,5$ $\pm 13,5$	-	от - 60 до +125
9. Коэффициент влияния нестабильности источника питания на напряжение смещения, мкВ/В при $U_{и.п.}$ от $\pm 5В$ до $\pm 18В$	$K''_{вл.и.п.}$	-	100	от - 60 до +125

Основные электрические параметры микросхемы типа 140УД14

Наименование параметра, режим измерения, единица измерения	Буквенное обозначение	Норма		Температура, °С
		Не менее	Не более	
10. Входное сопротивление, МОм при $U_{и.п.} = \pm 15В$	$R_{вх}$	30	-	+25
11. Частота среза, МГц при $U_{и.п.} = \pm 15В$	$f_{ср.з}$	0,3	-	+25
12. Максимальная скорость нарастания выходного напряжения, В/мкс при $U_{и.п.} = \pm 15В$	$U_{U_{вых}}$	0,05	-	+25
13. Средний температурный дрейф разности входных токов, пА/°С при $U_{и.п.}$ от ± 5 до $\pm 18В$	$\frac{D(DI_{вх})}{DT}$	-	2,5	от -60 до +125
14. Средний температурный дрейф напряжения смещения, мкВ/°С при $U_{и.п.}$ от ± 5 до $\pm 18В$	$\frac{DU_{см}}{DT}$	-	15	от -60 до +125

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ

Развитие микроэлектроники позволило осуществить микроминиатюризацию устройств цифровой и линейной техники, работающей при небольших уровнях мощности.

Решение проблемы микроминиатюризации устройств электропитания привело к созданию и развитию класса *силовых интегральных микросхем* источников вторичного электропитания (ИВЭ), определяющим видом которых являются полупроводниковые интегральные стабилизаторы напряжения. В отличие от других аналоговых и цифровых классов полупроводниковых интегральных микросхем, интегральные стабилизаторы напряжения являются значительно более мощным и высоковольтными, характеризуются рядом специфических особенностей, которые необходимо учитывать при их проектировании, изготовлении и применении.

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ

Интегральные стабилизаторы напряжения, созданные в виде единой полупроводниковой микросхемы на основе объединения функций стабилизации напряжения, фильтрации пульсаций, защиты от электрических и тепловых перегрузок, позволяют рассматривать их как функциональную систему обеспечения заданного качества выходного напряжения.

Основным функциональным назначением стабилизатора напряжения является поддержание выходного напряжения относительно независимым от тока нагрузки, колебаний напряжения питания, температуры окружающей среды.

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ

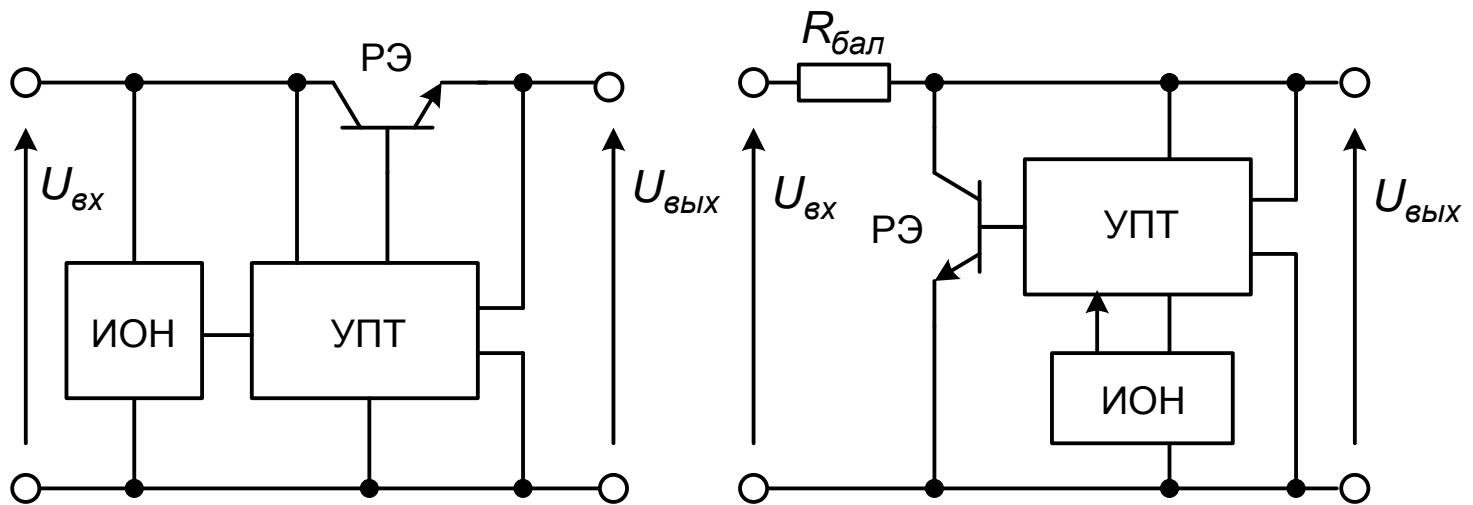
По принципу работы стабилизаторы напряжения подразделяются на два основных типа: непрерывного (линейного) и ключевого (импульсного) действия.

Стабилизаторы напряжения непрерывного действия

(непрерывные стабилизаторы напряжения - НСН) представляют собой линейную систему непрерывного автоматического регулирования с отрицательной обратной связью.

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ

Основными функциональными узлами НСН являются: регулирующий элемент (РЭ), выполняющий роль активного нелинейного сопротивления; схема сравнения и усиления постоянного тока (УПТ); источник опорного напряжения (ИОН).

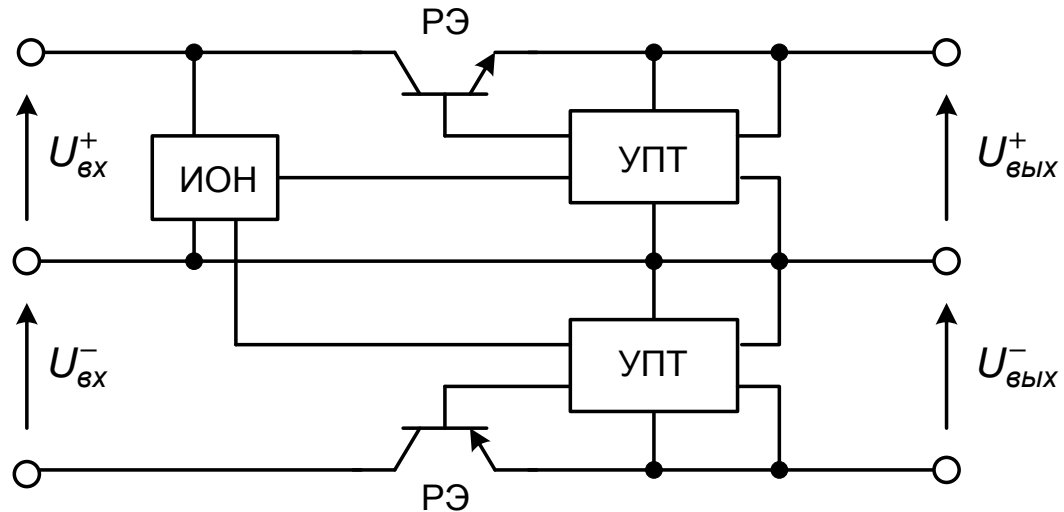


Стабилизаторы напряжения с последовательным и параллельным включением регулирующего элемента

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ

Обычно ИС-стабилизаторы предназначены для поддержания неизменным напряжения определённой полярности - положительный или отрицательной. Наряду с такими ИС- стабилизаторами существует большое количество ИС- стабилизаторов напряжения, одновременно обеспечивающих стабилизацию напряжения обоих уровней, причём одно из этих напряжений автоматически отслеживает колебания уровня другого.

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ



Функциональная схема стабилизатора напряжения с двухполярным входом и выходом

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ

Импульсные стабилизаторы напряжения (ИСН) представляют собой дискретную систему автоматического регулирования с отрицательной обратной связью. В отличие от стабилизаторов непрерывного действия на выходе импульсных стабилизаторов поддерживается постоянным среднее значение напряжения за счёт автоматического изменения времени закрытого и открытого состояния регулирующего транзистора. Импульсные стабилизаторы работают в режиме широтно-импульсной или релейной модуляции.

Крупнейшие в мире производители микросхем



Xilinx (США) — крупнейший в мире производитель микросхем программируемой логики (FPGA, CPLD) и отладочных средств для них. На мировом рынке ПЛИС Xilinx занимает более 50%. Фирма производит микросхемы в различных типах корпусов и в нескольких исполнениях, включая промышленное, военное и радиационно-стойкое.



Крупнейшие в мире производители микросхем



[Texas Instruments \(США\)](#) — мировой лидер в производстве дискретных полупроводниковых компонентов и интегральных микросхем. Texas Instruments является признанным лидером в области разработки компонентов для проектирования высокопроизводительных систем обработки и передачи данных, ЦОС, питания, в том числе специализированных и ответственных применений.



Крупнейшие в мире производители микросхем



[Micron Technology \(США\)](#) — крупнейший производитель микросхем и модулей памяти для вычислительных, телекоммуникационных и других приложений. Продукцию Micron отличает высокая надежность, что позволяет использовать ее в изделиях ВПК. Ряд микросхем имеет расширенный диапазон рабочих температур (-40 С...+105 С).



Крупнейшие в мире производители микросхем



Integrated Device Technology (IDT) – это международная компания, специализирующаяся на разработке, производстве и поставке интегральных микросхем. Компания была основана в США в 1980 году и на сегодняшний день владеет 35 исследовательскими и конструкторскими центрами по всему миру.



Крупнейшие в мире производители микросхем



Компания Infineon Technologies (Германия) в 1999 году была выделена из подразделения Siemens AG специализировавшегося на производстве полупроводников в самостоятельную компанию и на сегодняшний день является крупным производителем микросхем для телекоммуникационной отрасли.



Крупнейшие в мире производители микросхем



Компания [Linear Technology \(США\)](#) – была образована в 1981 году как производитель аналоговых микросхем. На сегодняшний день компания насчитывает более 3000 сотрудников, располагает центрами исследований и разработки по всему миру, а в ассортимент изделий входит более 7500 наименований различных компонентов.



Крупнейшие в мире производители микросхем



Компания Freescale Semiconductor (США) появилась в 1949 году как подразделение компании Motorola по производству полупроводников и в 2004 году была выделена в отдельную компанию. Сейчас Freescale входит в мировую двадцатку крупнейших производителей полупроводников и является мировым лидером в области производства полупроводниковых компонентов для построения встраиваемых систем и средств телекоммуникаций.



Крупнейшие в мире производители микросхем



Renesas Electronics образована в 2010 году в результате слияния компаний Renesas Technology и NEC Electronics. За счет разработок и производственных мощностей обеих компаний, Renesas Electronics стала производителем номер один на рынке микроконтроллеров. Кроме того компания предлагает наиболее конкурентно способные продукты на рынке систем на кристалле, дискретных полупроводников и оптоэлектроники.



Крупнейшие в мире производители микросхем



[Spansion Inc \(США\)](#) – крупнейший мировой производитель памяти NOR-Flash. Компания образована в 1993 году как совместное предприятие двух ведущих производителей полупроводников AMD и Fujitsu. Spansion предлагает разработчикам широкий спектр изделий с объемом памяти от 1Мб до 4Гб и питанием 1.8, 3 или 5В. Ключевыми отраслями для компании являются: телекоммуникационное оборудование, промышленная автоматизация, автомобильная и потребительская электроника.



Крупнейшие в мире производители микросхем



Marvell (США) – один из лидеров в производстве процессоров, контроллеров и других специализированных микросхем (ASIC) для средств телекоммуникации и устройств хранения данных. Центры разработки компании расположены по всему миру, а количество сотрудников составляет приблизительно 5700 человек.



Крупнейшие в мире производители микросхем



[International Rectifier \(США\)](#) – один из ведущих мировых производителей полупроводниковых компонентов для силовой электроники. На сегодняшний день IR является практически единственной компанией в мире поставляющей полный спектр решений для цикла преобразования энергии, от входных каскадов до схем подачи напряжения в нагрузку. Особое место в ассортименте продукции IR занимают Hi-Rel изделия для военной и аэрокосмической отрасли. Вся Hi-Rel продукция IR входит в официальный список Центра военного и космического снабжения США (QML список DSCC).



Крупнейшие в мире производители микросхем

winbond

Windbond Electronics Corporation (Тайвань) – один из крупнейших азиатских производителей микросхем памяти. Производственные мощности и центры разработки компании расположены на Тайване, в Китае, США и Японии. Богатый опыт в области исследований и разработки (компания основана в 1987 году) и гибкая производственная политика позволяют компании предлагать широкий спектр качественной продукции на рынке микросхем памяти.

winbond

Крупнейшие в мире производители микросхем



Компания [National Semiconductor \(США\)](#) – один из пионеров на рынке полупроводниковых компонентов (год основания 1959) и номер один на рынке аналоговых микросхем. Кроме того, компания является одним из крупнейших поставщиков полупроводниковых приборов для военной и аэрокосмической отраслей.



Крупнейшие в мире производители микросхем

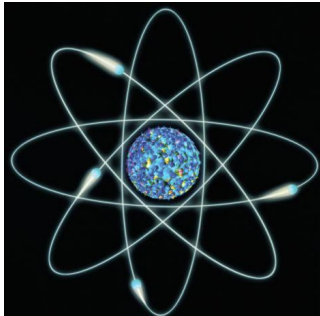


Компания Maxim Integrated Products (США) — один из ключевых производителей на рынке аналоговых и аналого-цифровых полупроводниковых компонентов. На сегодняшний день ассортимент Maxim насчитывает более 6000 компонентов различных типов, 70% из которых являются собственными разработками.



Заключение

- История развития микроэлектроники сопровождается постоянным поиском физических и технологических принципов создания альтернативной элементной базы.



- К настоящему времени достигнуты значительные успехи в области функциональной электроники, одноэлектроники, оптоэлектроники, фотоники, квантовой электроники, биоэлектроники и других областях. В то же время не по одному из перечисленных направлений не создано технологической базы, обеспечивающей экономически конкурентное производство высоконадежной элементной базы.