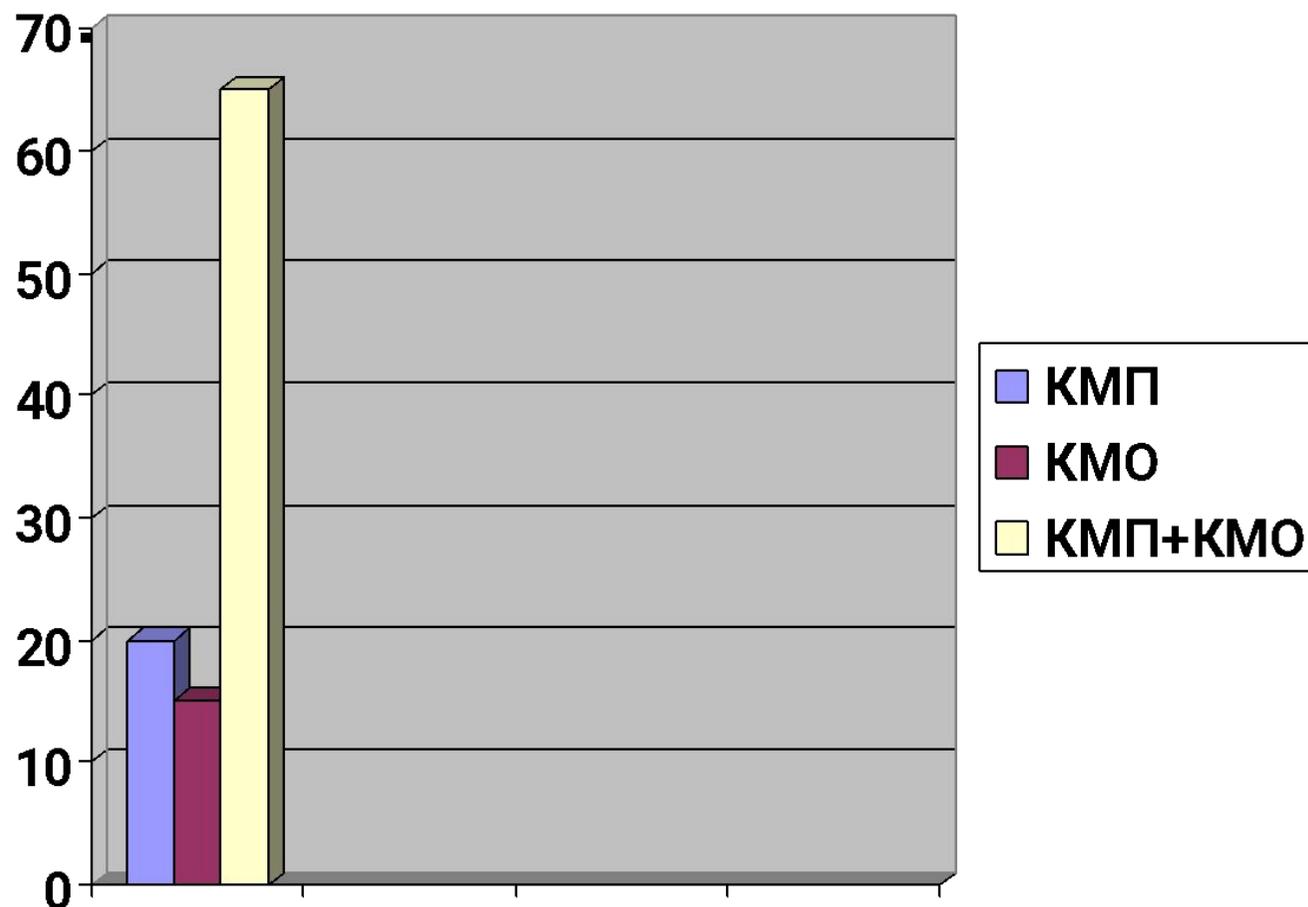


4.1.2 Технология поверхностного монтажа

Surface-Mount Technology (SMT)



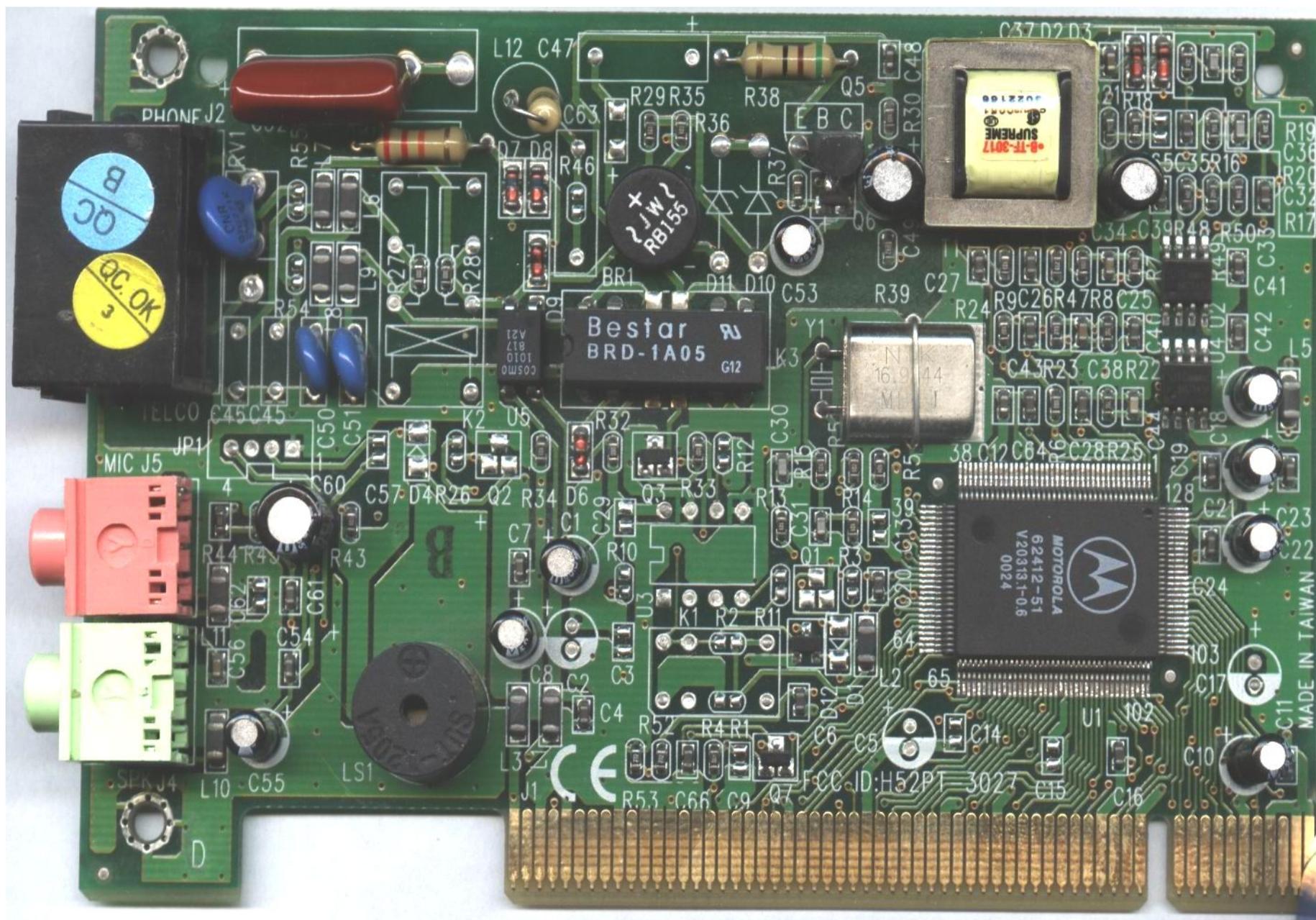
Современное соотношение доли печатных узлов различного исполнения:

КМП (компоненты монтируемые на поверхность или SMD) – узлы чисто с монтажом на поверхность (около 20 %)

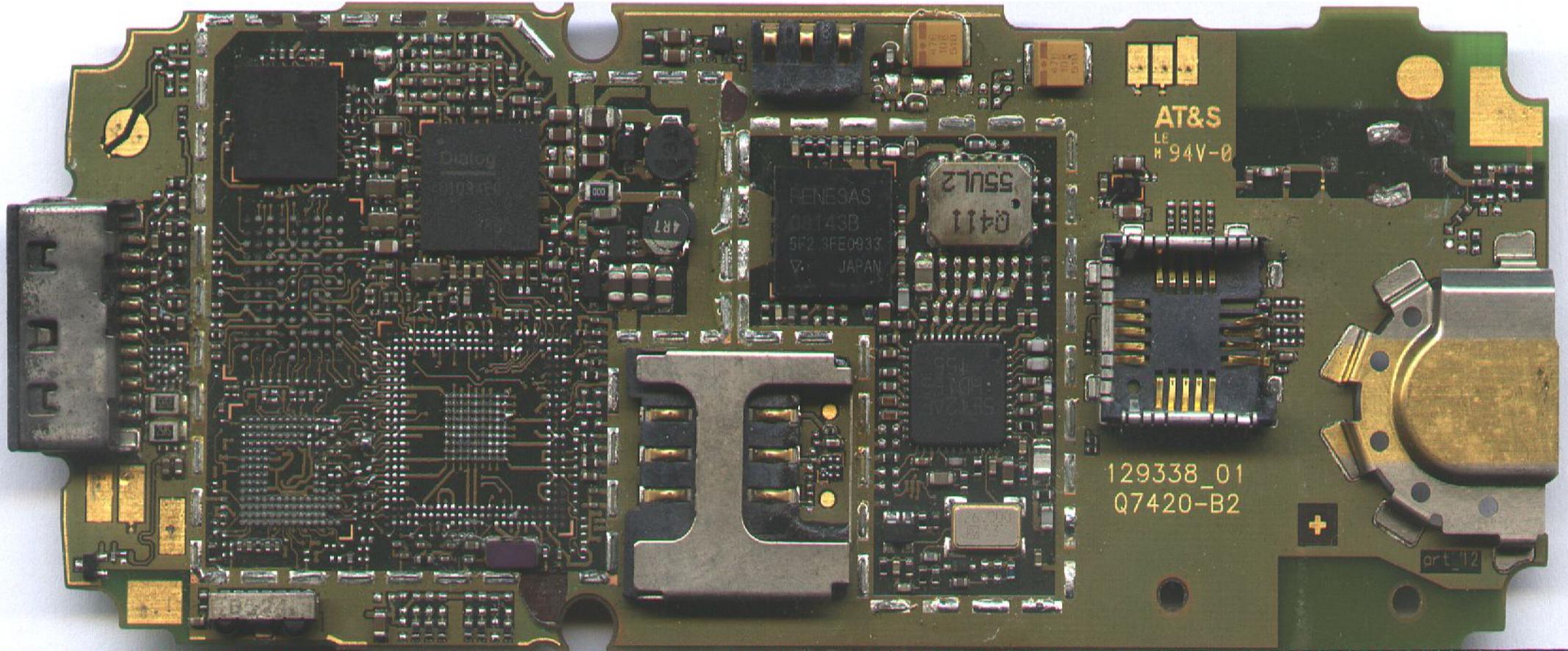
КМО – узлы чисто с компонентами, монтируемыми в отверстия (около 15 %)

КМП+КМО – смешанный монтаж (около 65 %)

Пример конструкции радиоэлектронного узла со смешанным монтажом



Пример конструкции радиоэлектронного узла преимущественно с монтажом на поверхность



MM
CM

1

2

3

4

5

6

7

8

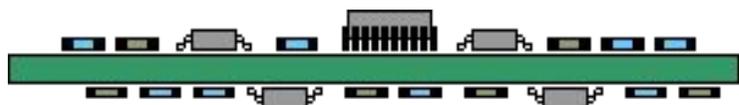
9

10

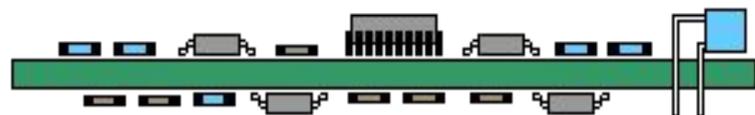
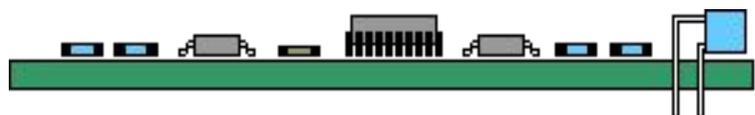
Разновидности электронных сборок (классификация приведена в соответствии с IPC782)



Тип 1В: SMT Только верхняя сторона



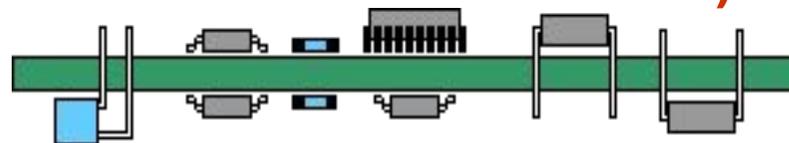
Тип 2В: SMT Верхние и нижние стороны



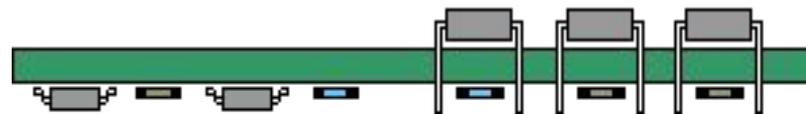
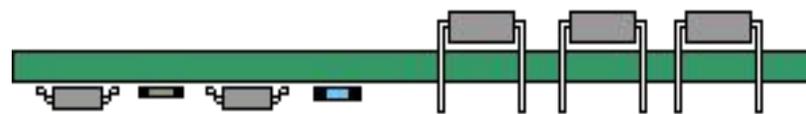
Специальный тип: SMT верхняя сторона в первом случае и верхняя и нижняя во втором, но PTH только верхняя сторона



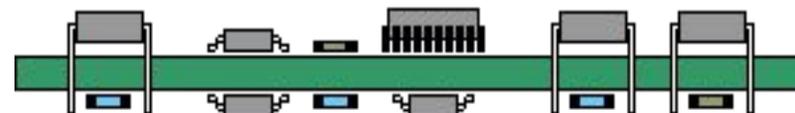
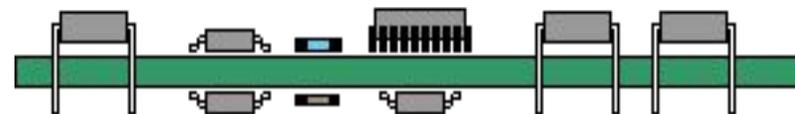
Тип 1С: SMT только верхняя сторона и PTH только верхняя сторона



Тип 2С: SMT верхняя и нижняя стороны или PTH на верхней и нижней стороне



Тип 2С: SMT только нижняя сторона или PTH только верхняя



Тип 2У: SMT верхняя и нижняя стороны или PTH только на верхней стороне

Принципы классификации:

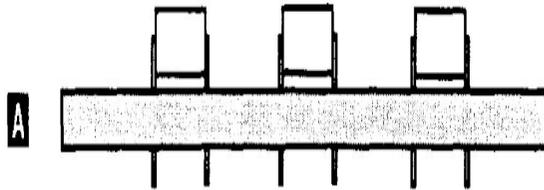
1 – монтаж односторонний; 2 – двусторонний

А – монтаж в отверстия; В – монтаж на поверхность; С – смешанный монтаж

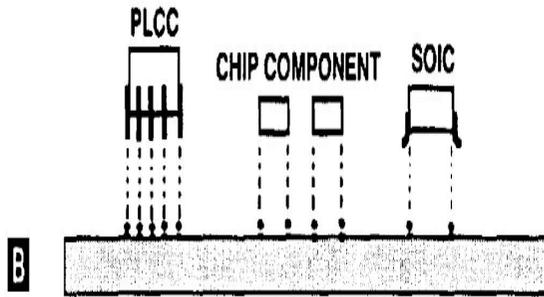
Варианты конструкций радиоэлектронных узлов (по стандарту IPC 782A)

Type 1

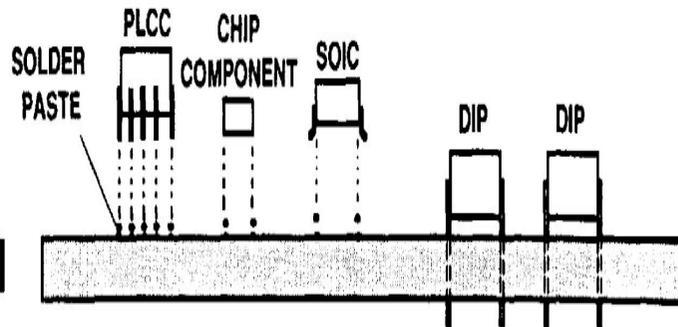
Through-hole
Simple



SMT
Simple

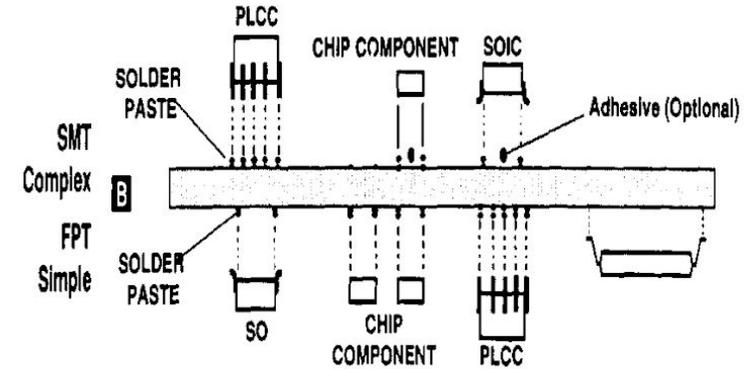


SMT/TH
Complex

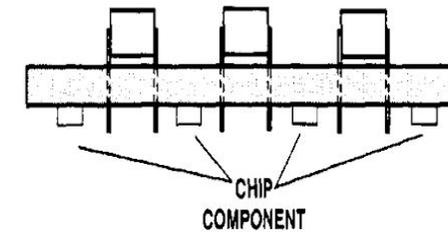


Type 2

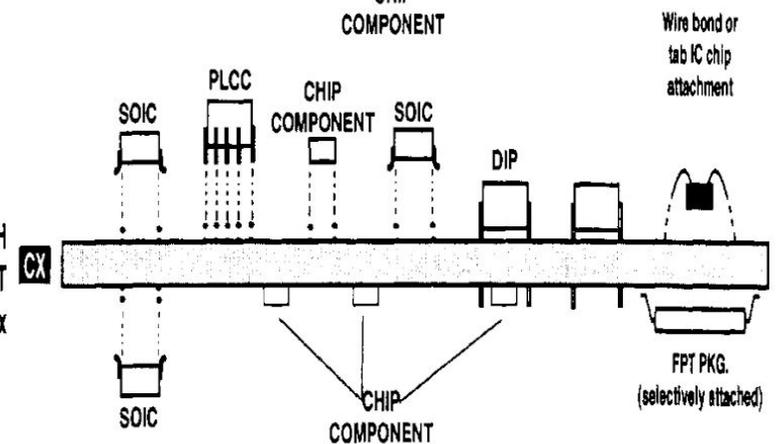
A 2-Sided Thru-hole (NOT RECOMMENDED)



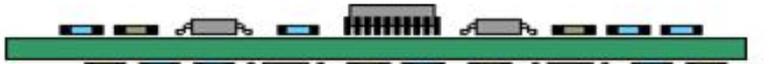
TH/SMT
Simple



SMT/TH
FPT/CMT
Complex

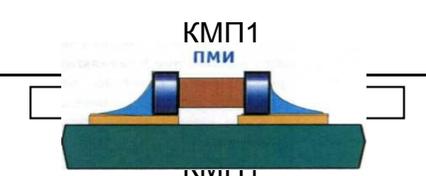
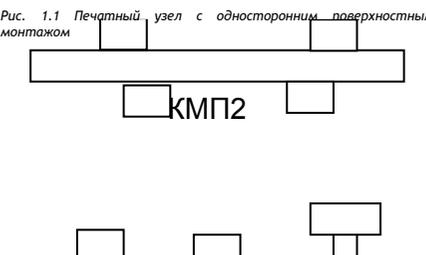
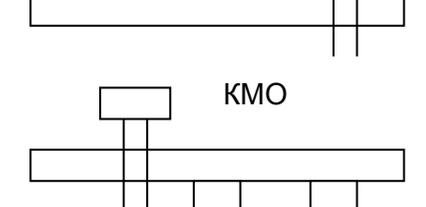
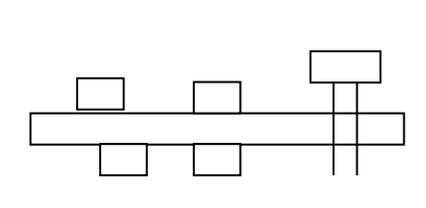


Конструктивные варианты и типы технологических процессов изготовления узлов с КМП (SMD)

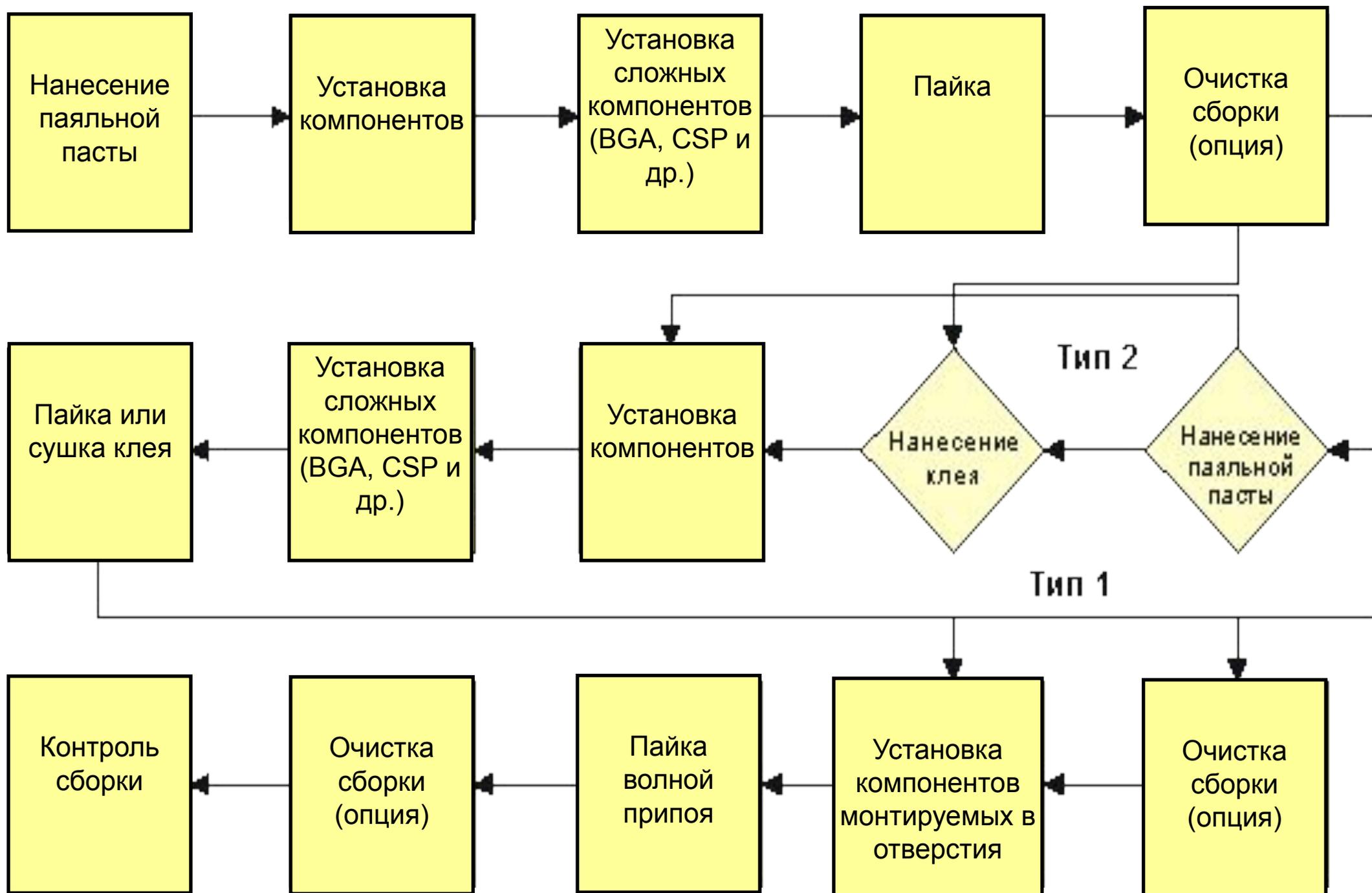
Технология	Конструктивное исполнение		Тип технологического процесса	Тип элементов			Метод пайки	Примечание
	Обозначение	Схема		КМП ₁	КМП ₂	КМО ₁		
ТМП	1		Тип 1 (А)	+	-	-	ИК, ПФ, ПН	Односторонний монтаж
	2			+	+	-	ИК, ПФ	Двусторонний монтаж
ТМП + ТМО	3		-	+	-	+	ИК, ПФ, ПН+ПФ	
	4		Тип 2 (В)	-	+	+	ВП	КМП ₂ – пассивные
	5		Тип 3 (С)	+	+	+	ИК, ПФ+ВП	КМП ₁ – пассивные и активные КМП ₂ – пассивные

Примечание: ИК – пайка инфракрасным излучением; ПФ – пайка в паровой фазе; ПН – пайка на плоских нагревателях; ВП – пайка волной припоя.

Конструктивные варианты и типы технологических процессов изготовления узлов с ТМП

Технология	Конструктивное исполнение		Тип технологического процесса	Тип элементов			Метод пайки	Примечание
	Обозначение	ТМП+ТМО Схема		КМП ₁	КМП ₂	КМО ₁		
ТМП	1	 <p>Рис. 1.1 Печатный узел с односторонним поверхностным монтажом</p>	Тип 1 (А)	+	-	-	ИК, ПФ, ПН	Односторонний монтаж
	2			+	+	-	ИК, ПФ	Двусторонний монтаж
ТМП+ТМО	3		Тип 2 (В)	+	-	+	ИК, ПФ, ПН+ПФ	КМП ₂ – пассивные
	4			-	+	+	ВП	
<p>Примечание: ИК – пайка инфракрасным излучением; ПФ – пайка в паровой фазе; ПН – пайка на плоских нагревателях; ВП – пайка волной припоя.</p>				+			ИК, ПФ+ВП	КМП ₁ – пассивные и активные КМП ₂ – пассивные

Технологически маршрут сборки печатных плат



Основные преимущества ТМП

- увеличение плотности монтажа из-за существенно меньших размеров компонентов, возможности их расположения с обеих сторон печатной платы, уменьшения шага расположения выводов вплоть до 0,25 мм, снижения ширины проводников до 0,1 мм. Небольшая высота компонентов – во многих случаях всего 1-1,5мм – позволяет создавать абсолютно плоские конструкции;
- улучшение помехозащищённости, быстродействия и частотных свойств компонентов (паразитная ёмкость и индуктивность уменьшаются в 2-10 раз благодаря практическому отсутствию выводов, уменьшению длины печатных проводников);
- улучшение условий теплоотвода за счёт непосредственного контакта нижней поверхности компонентов с платой;
- исключение таких подготовительных операций при сборке, как обрезка и формовка выводов;
- повышение надёжности межсоединений и устойчивости к механическим воздействиям;
- возможность полной автоматизации сборочно-монтажных работ.

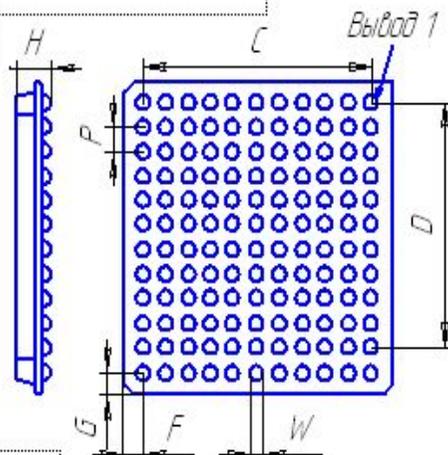
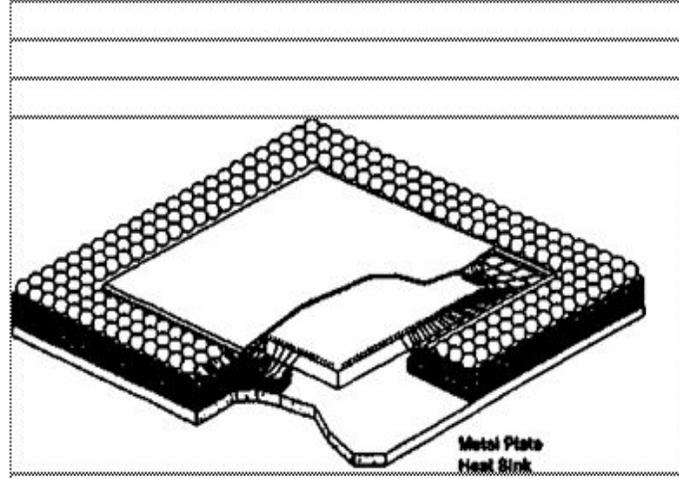
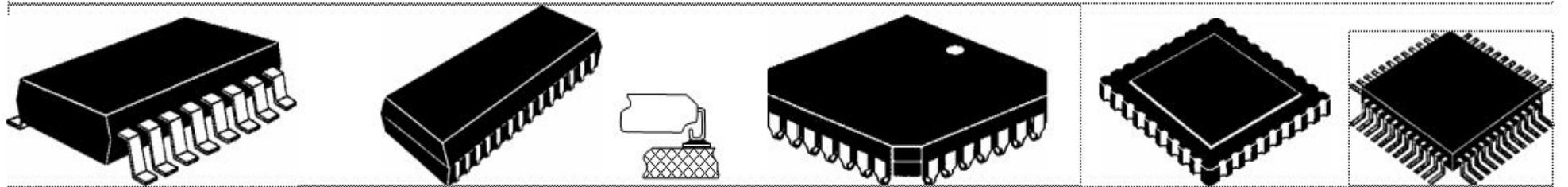
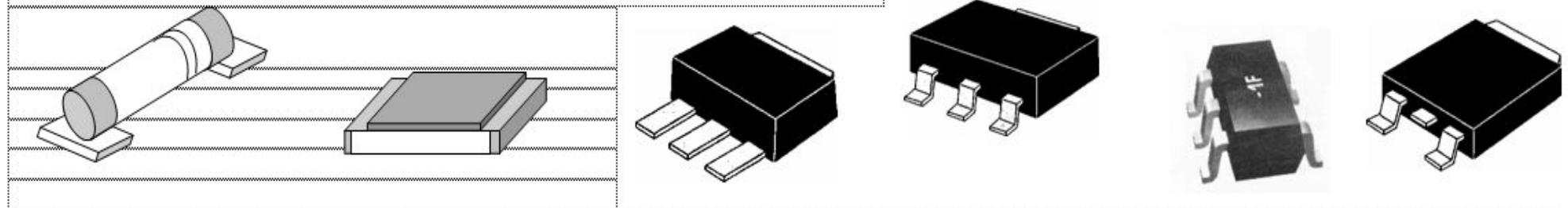
Состояние и тенденции развития элементной базы для поверхностного монтажа

Дополнительная литература:

1. Монтаж на поверхность: Элементная база / В. Н. Григорьев, А. П. Гриненко, А. А. Казаков и др.; Под общ. ред. И. О. Шурчкова. – М.: Издательство стандартов, 1993. – 60 с.
2. Компоненты поверхностного монтажа: Каталог. - М.: ЗАО Предприятие ОСТЕК, 1998. – 52 с.
3. Поверхностный монтаж. Электронные компоненты: Краткий каталог. - М.: ЗАО Предприятие ОСТЕК, 2000. – 44 с.
4. Маркировка электронных компонентов /Под ред. А.В. Перебаскина. – М.: ДОДЭКА, 2004. – 208 с.
5. Электронные компоненты для поверхностного монтажа 2004. Каталог фирмы ООО СМП. – М.: ООО СМП, 2004. – 48 с.
6. Электронные компоненты: Каталог ООО «Фирма Элирон». М.: ИП ООО «Фирма Элирон», 2004. – 26 с.
7. Леухин В.Н. Компоненты для монтажа на поверхность: Справочное пособие. – Йошкар-Ола, МарГТУ, 2006. – 300с.
8. Коды маркировки полупроводниковых SMD-компонентов /Сост. Родин А.В. - М.: СОЛОН-Пресс, 2006. - 256 с.
9. Турута Е.Ф. Активные SMD-компоненты: маркировка, характеристики, замена. – СПб.: Наука и Техника, 2006. – 544 с.
10. Транзисторы в SMD-исполнении. Том 1 и 2. Справочник. /Сост. Ю.Ф. Авраменко. – К.: «МК-Пресс», 2006. Т.1 – 544 с.

Состояние и тенденции развития элементной базы для поверхностного монтажа

Разновидности корпусов КМП

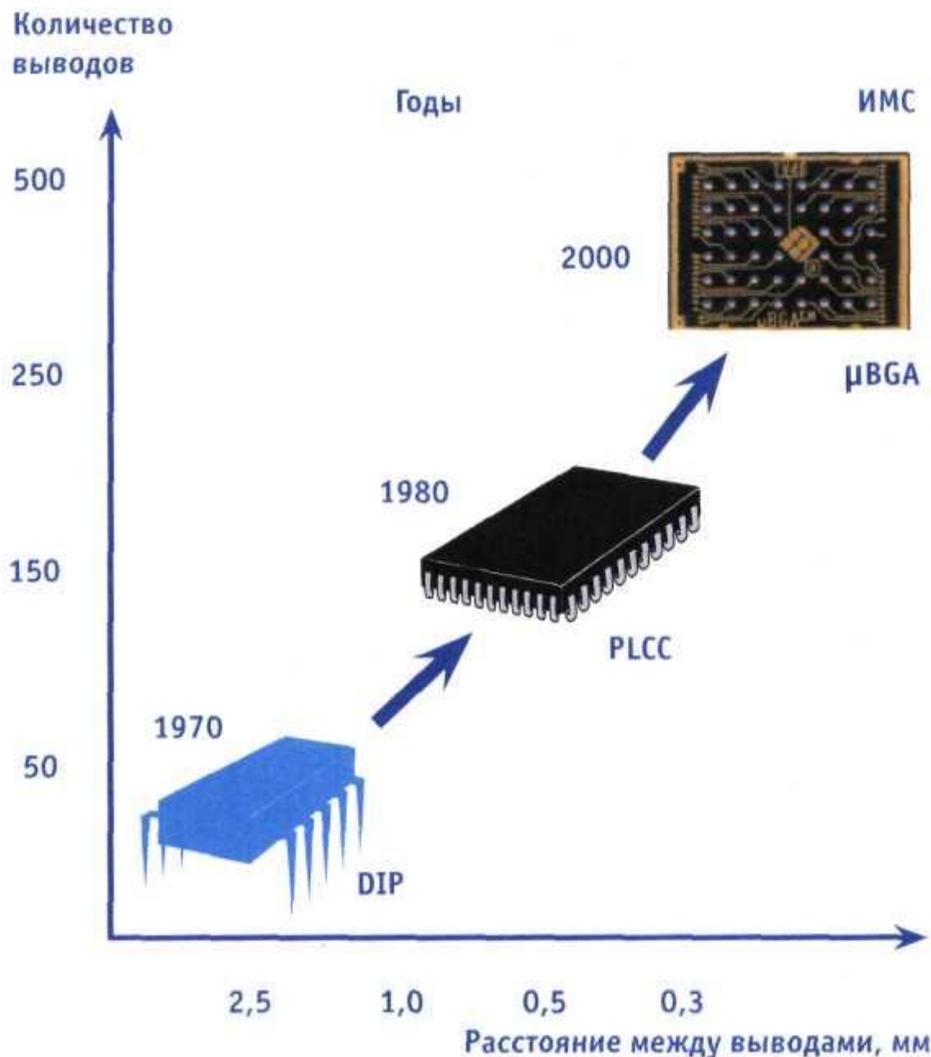


Минимальный размер чип-компонента 00501 – 0,127x0,25 мм

Корпуса типа QFP: максимальное количество выводов – 576
Шаг расположения выводов 0,25-0,3 мм
Ширина вывода 0,05x0,15 мм
Размер корпуса – до 44x44 мм

Корпуса типа BGA: максимальное количество выводов -1089
Размер корпуса 50x50 мм

Развитие корпусов микросхем



BGA [ball grid array] — корпус ИМС с массивом шариковых выводов под корпусом

μ BGA — корпус микроBGA с малым шагом выводов

COB [chip on board] — кристалл на плате

CSP [chip scale package] — корпус микросхемы с размерам кристалла, кристалл-корпус

DIP [dual-in-line package] — корпус ИМС с двухсторонним расположением штыревых выводов

FC, FCIP [flip chip, flip chip in package] — перевёрнутый кристалл

FCOB [flip chip on board] — перевёрнутый кристалл на плате

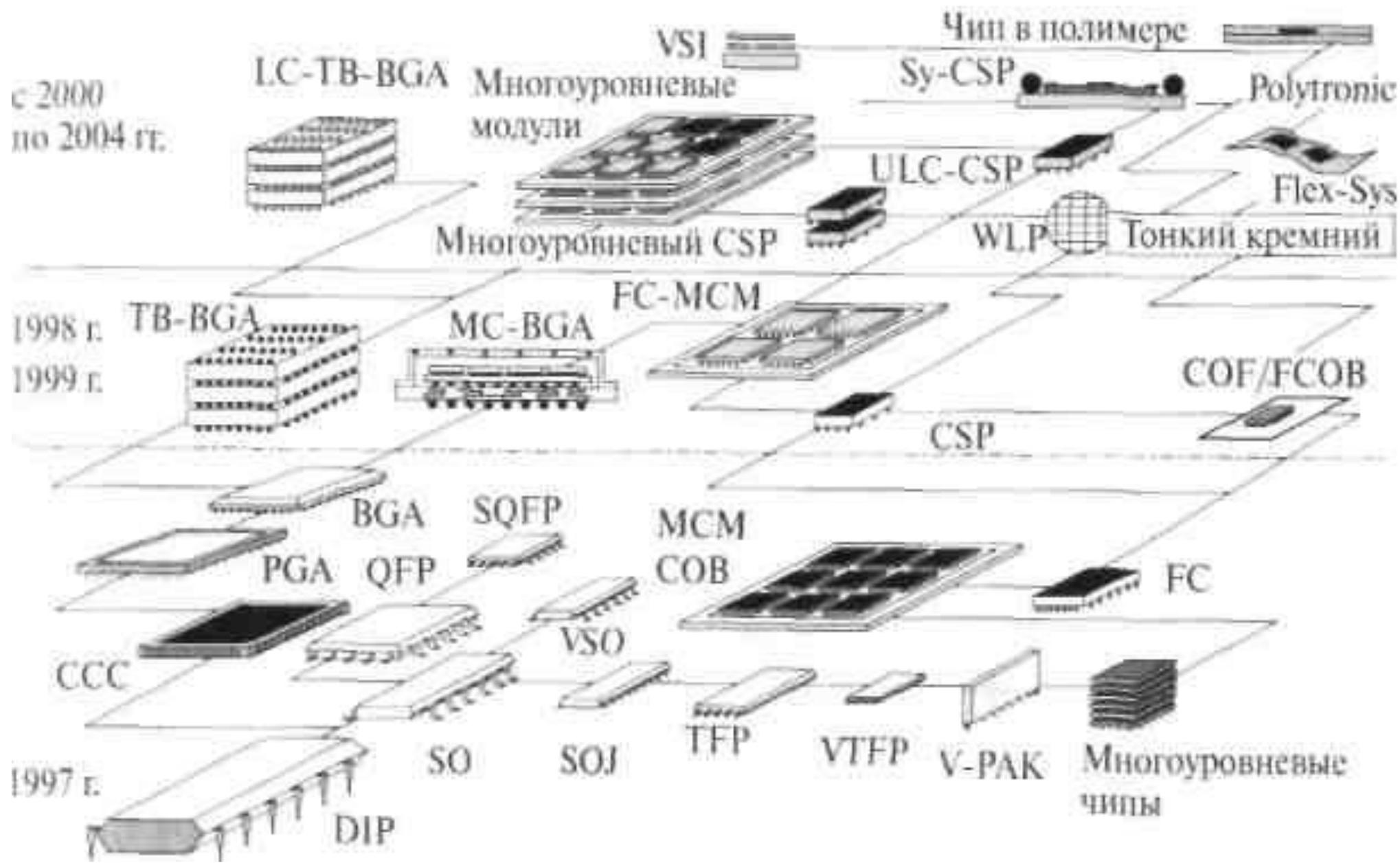
PLCC [plastic leaded chip carrier] — пластмассовый кристаллодержатель с выводами

QFP [quad flat pack] — плоский корпус ИМС с четырёхсторонним расположением выводов

TAB [tape automated bonding] — автоматизированная сборка на ленте-носителе

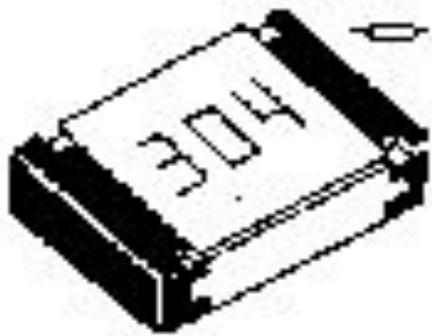
TCP [topologically close packed] — топологически плотноупакованный корпус ИМС

Эволюция корпусов микросхем

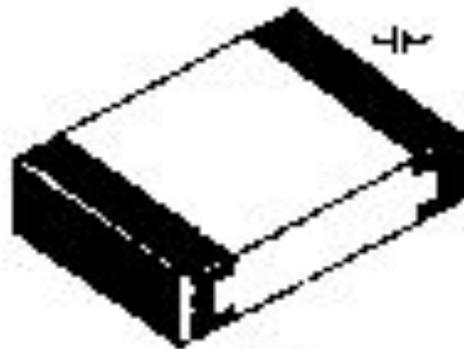


Разновидности корпусов КМП:

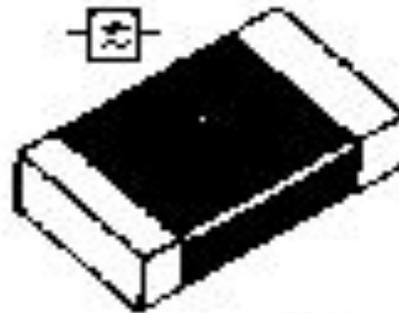
Чип резисторы и чип конденсаторы



а)



б)

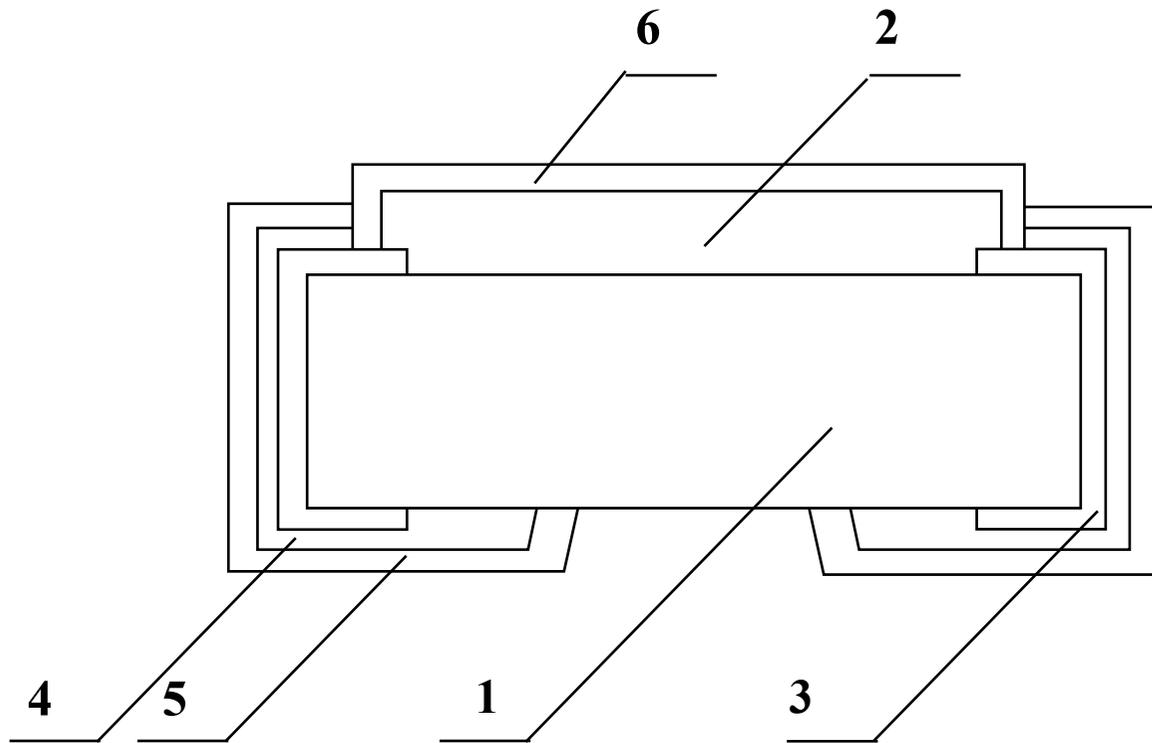


в)



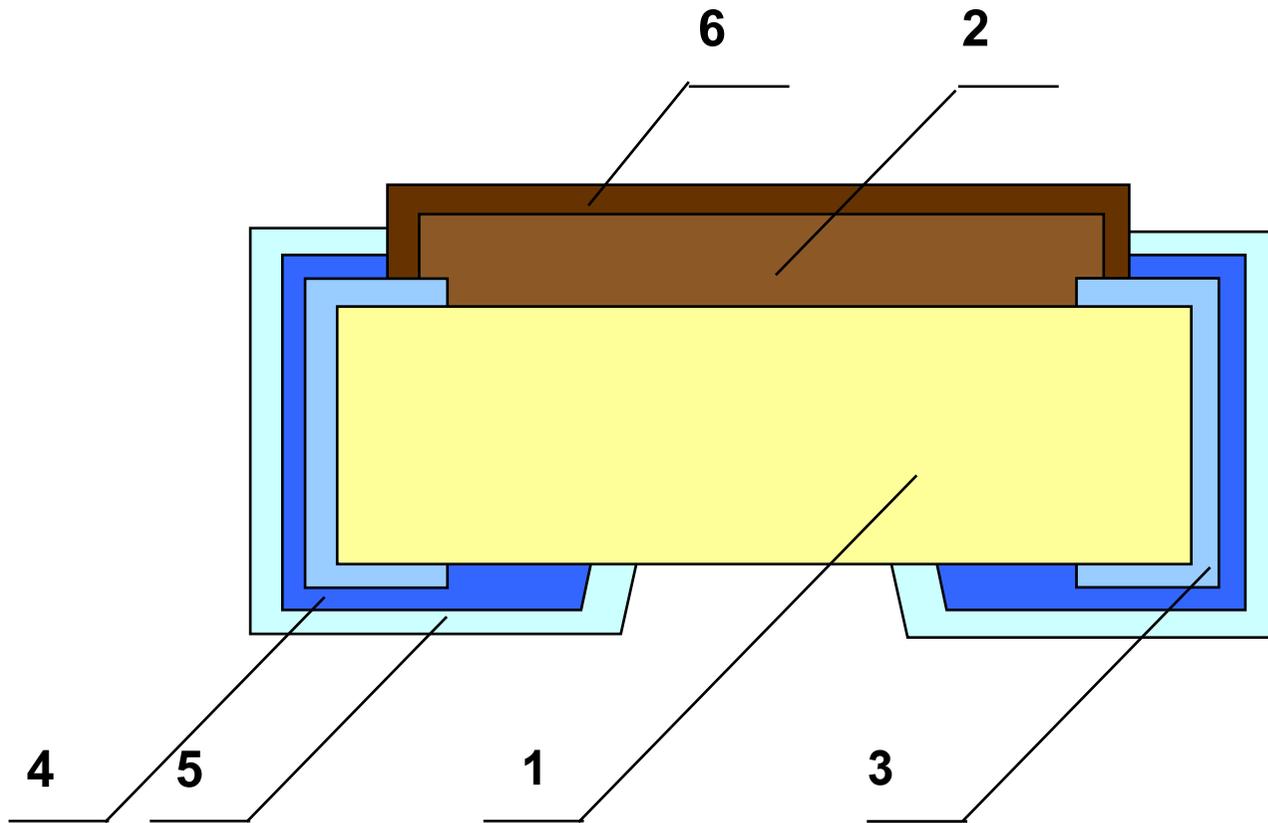
г)

Конструкция толстопленочного чип-резистора



1 – Керамическое основание;
2 – Резистивный слой (окись рутения);
3 – Внутренний контактный слой (палладий-серебро);
4 – Барьерный слой (никель);
5 – Внешний контактный слой (сплав олово-свинец);
6 - покрытие из боросиликатного стекла с нанесением несмываемой кодовой маркировки номинала.

Конструкция толстопленочного чип-резистора

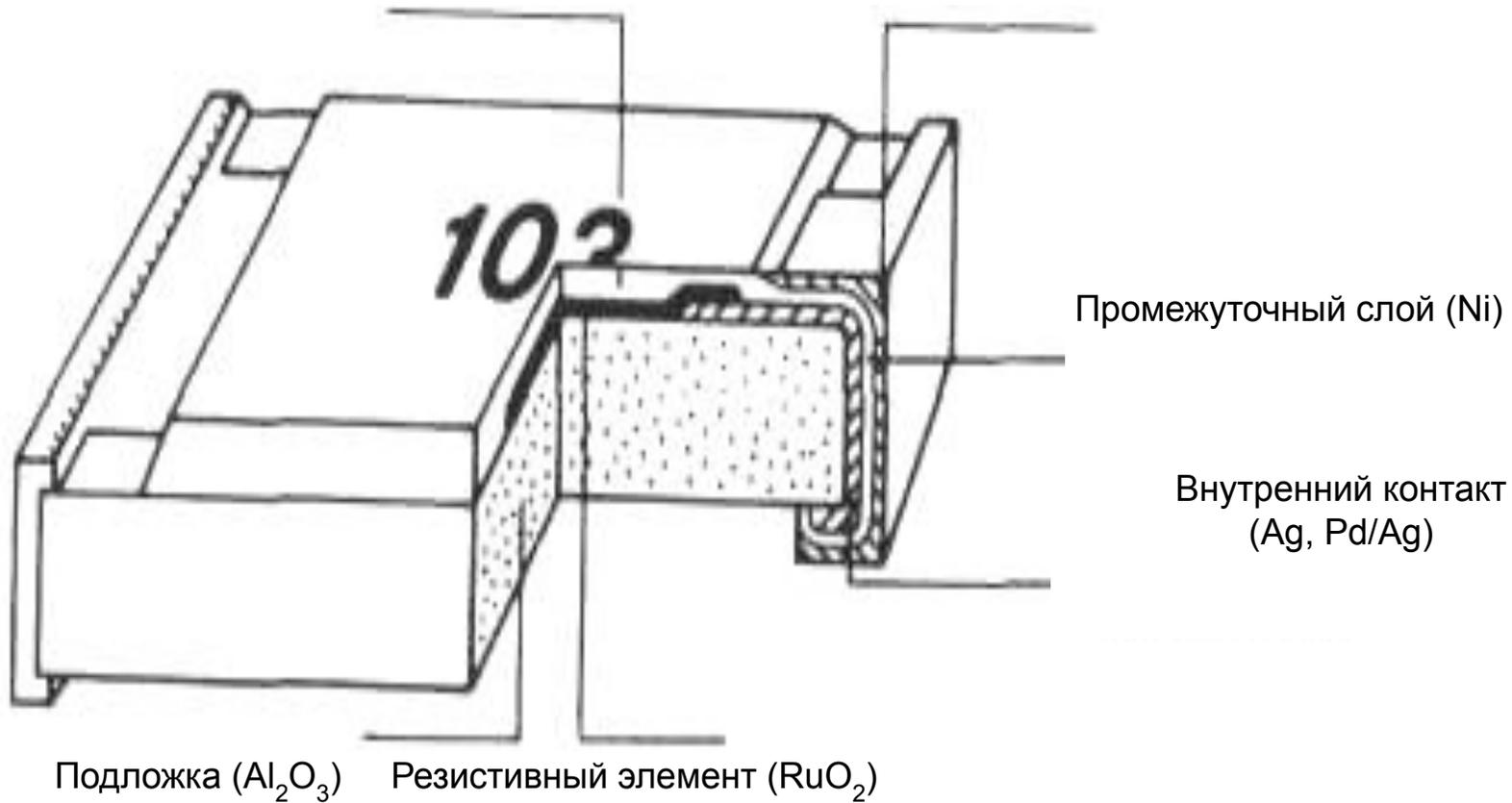


- 1 – Керамическое основание;
- 2 – Резистивный слой (окись рутения);
- 3 – Внутренний контактный слой (палладий-серебро);
- 4 – Барьерный слой (никель);
- 5 – Внешний контактный слой (сплав олово-свинец);
- 6 - покрытие из боросиликатного стекла с нанесением несмываемой кодовой маркировки номинала.

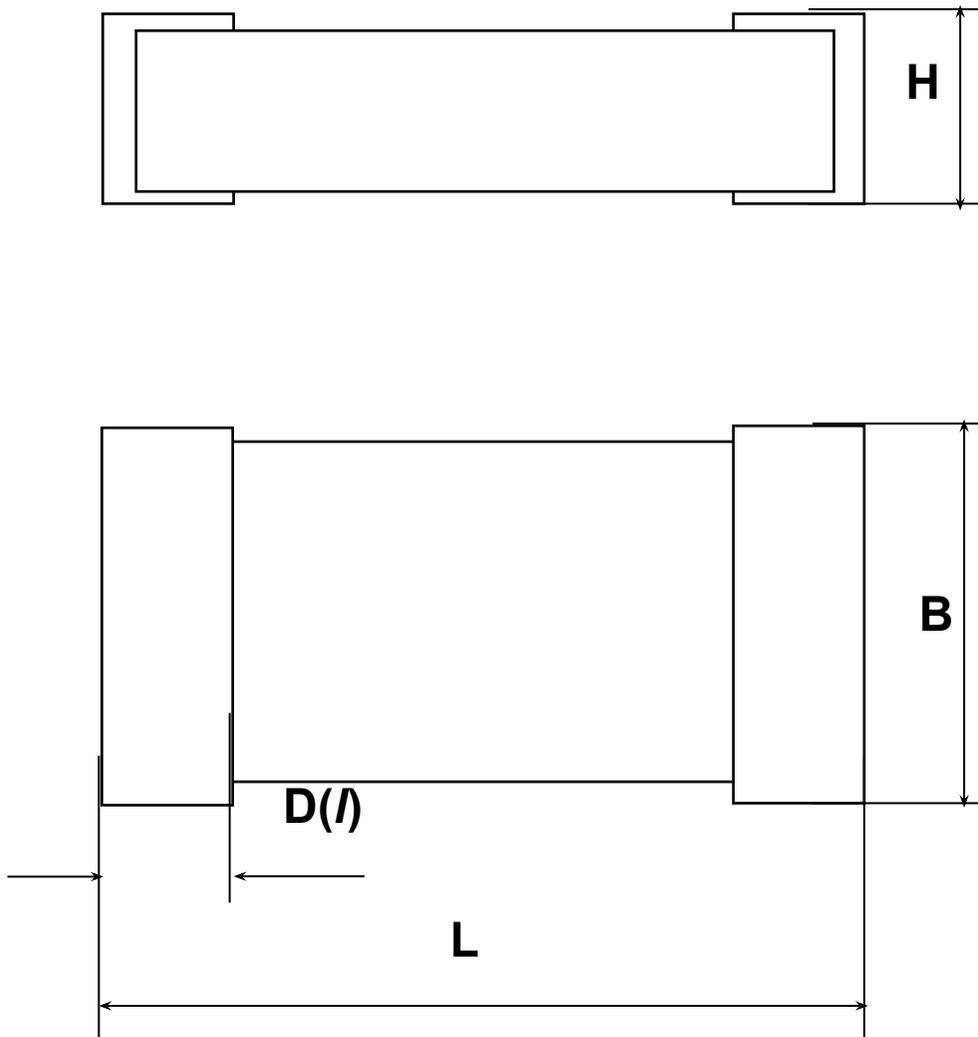
Конструкция толсто пленочного чип-резистора

Защитное покрытие (стекло)

Внешний контакт (припой)



Обозначение основных размеров ЧИП- компонента



Типоразмер чип- корпуса (в сотых долях дюйма)	Размеры в плане (BxL), мм
00501	0,125x0,25
0101	0,25x0,25
0201	0,5x0,25
0402	1x 0,5
0603	1,6x0,8
1206	3,2x1,6
1210	3,2x2,6
2412	6x3
2225	5,7x6,3

Сопоставительные размеры чип-компонентов (на фоне сетки 1 мм)

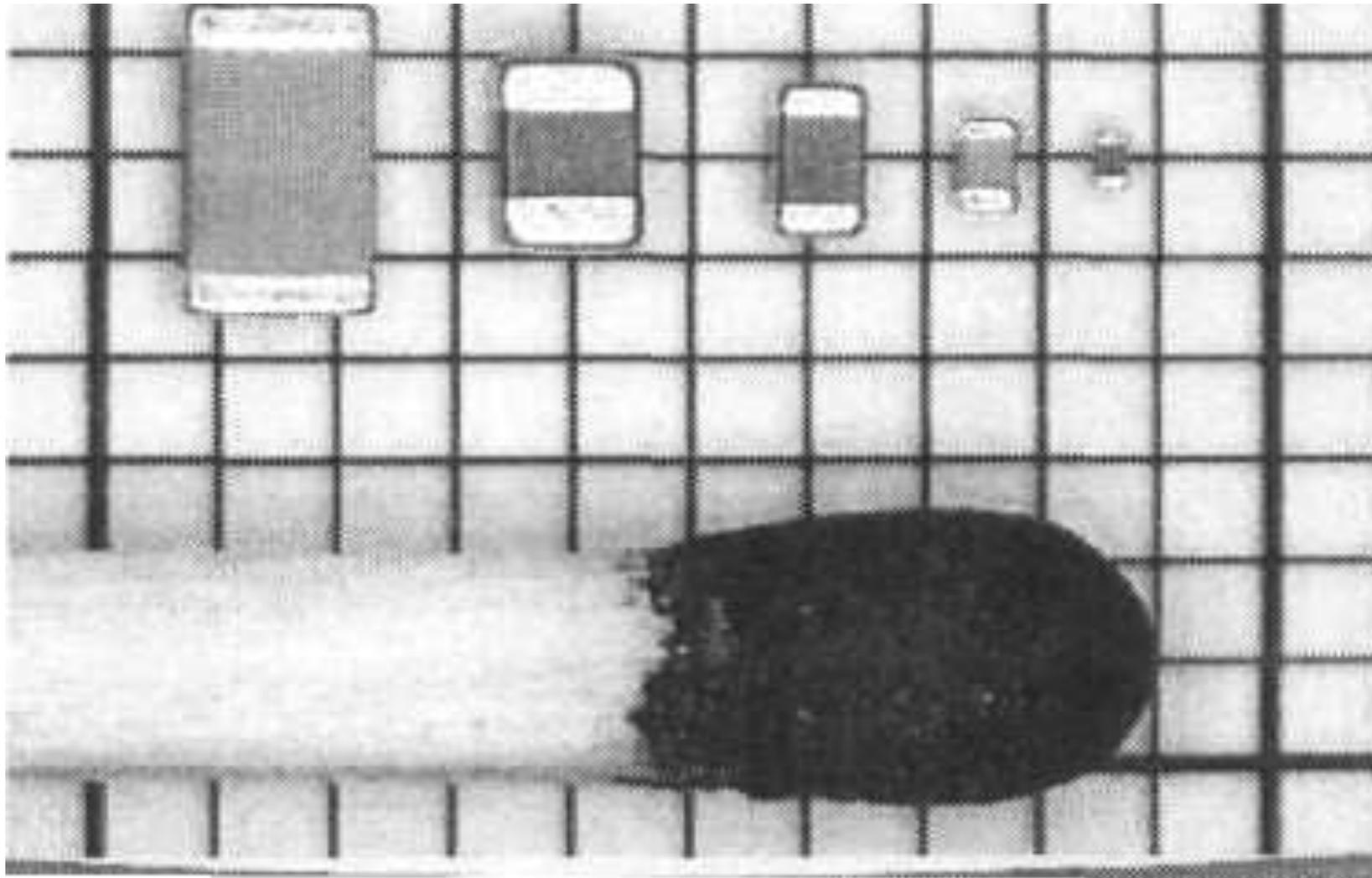
1206

0805

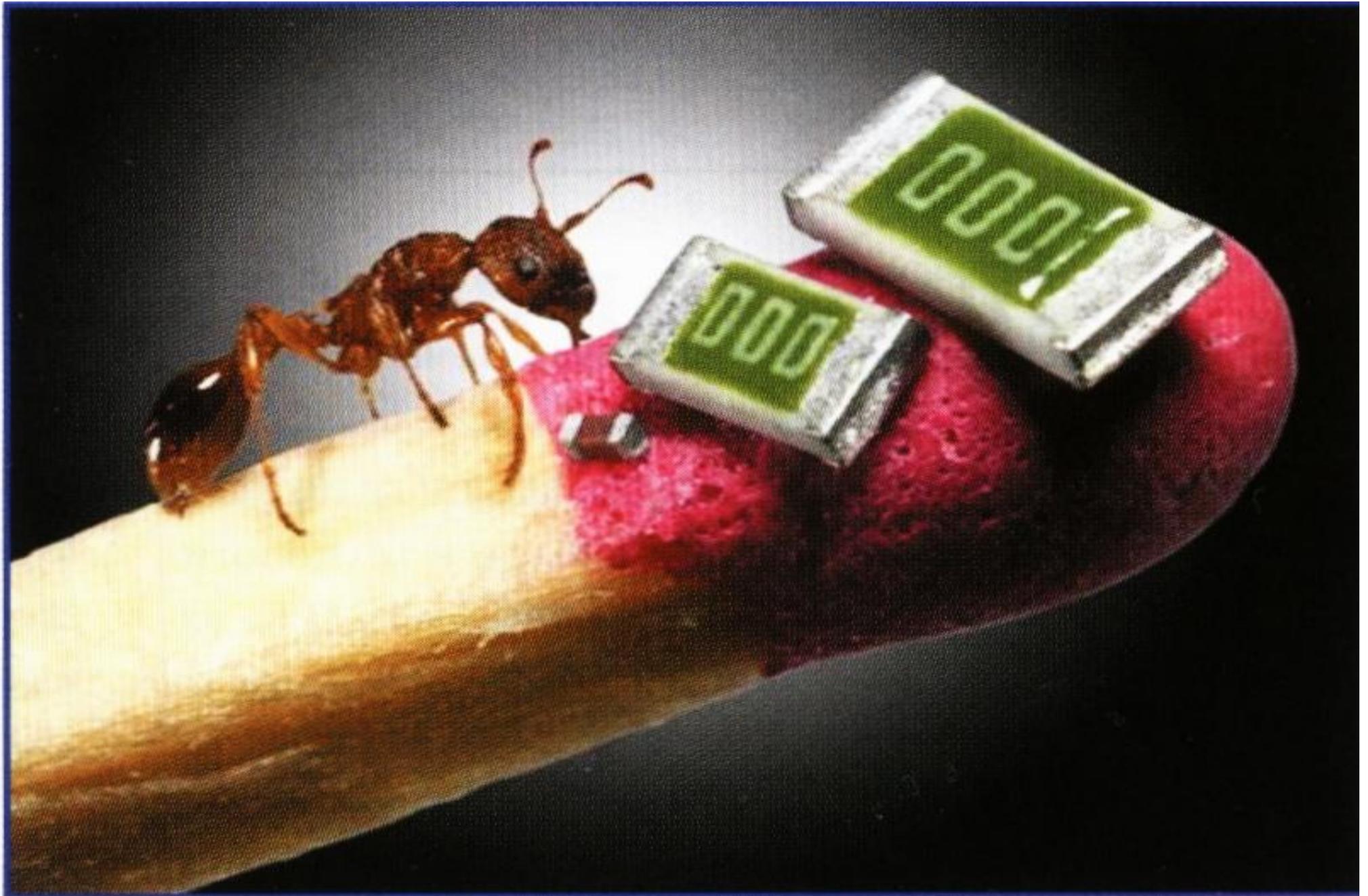
0603

0402

0201



Уменьшение размеров чип-компонентов



Уменьшение размеров чип-компонентов

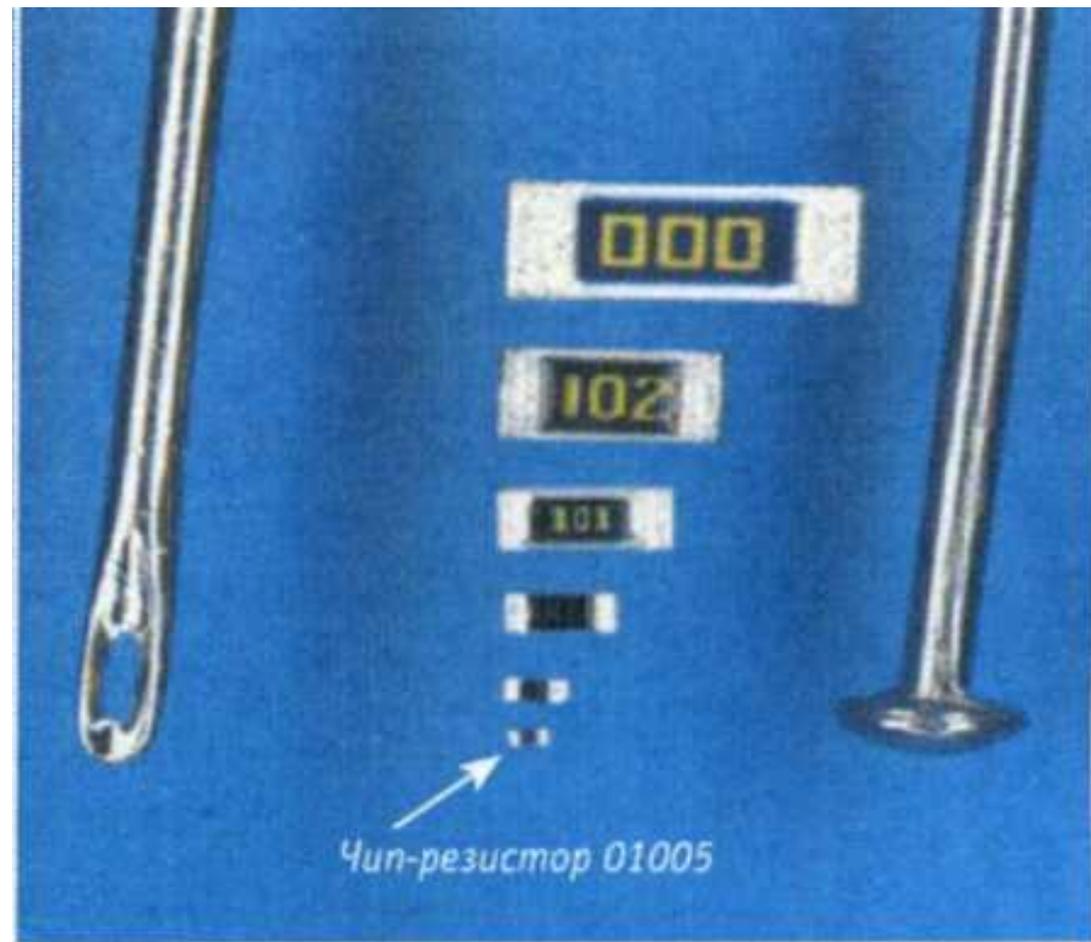
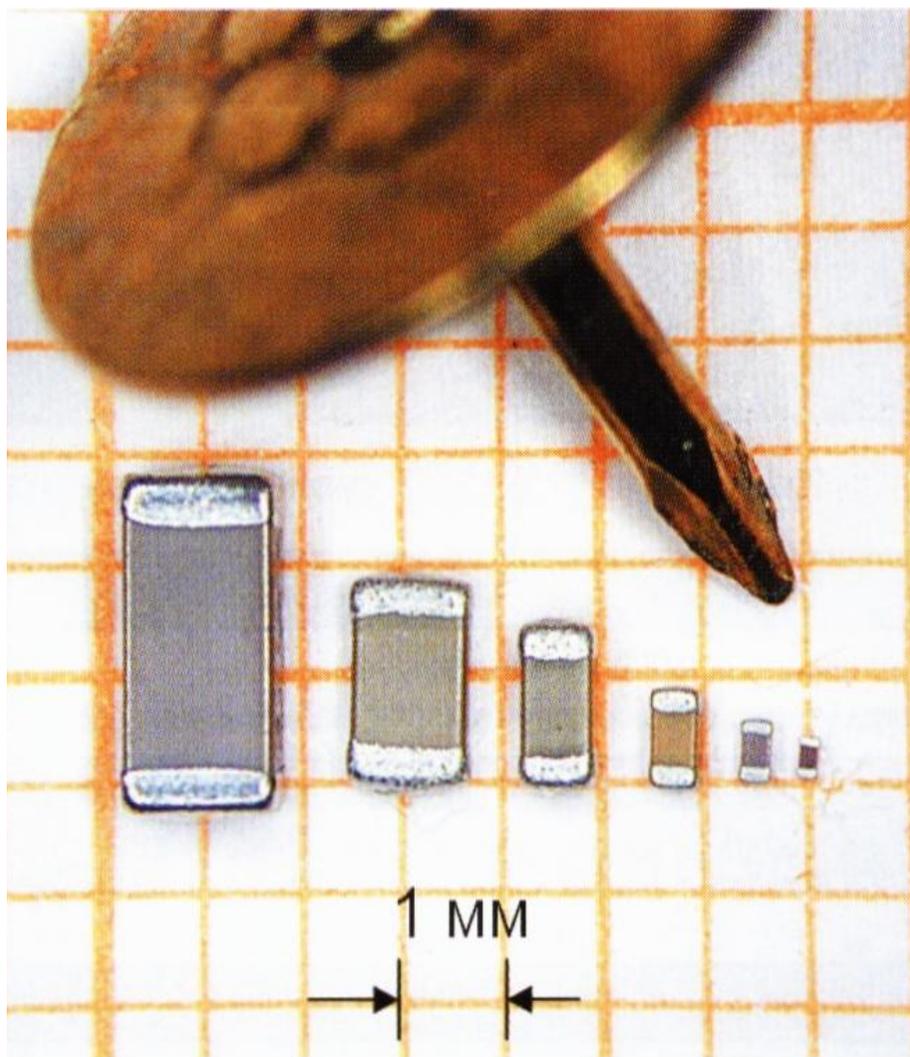
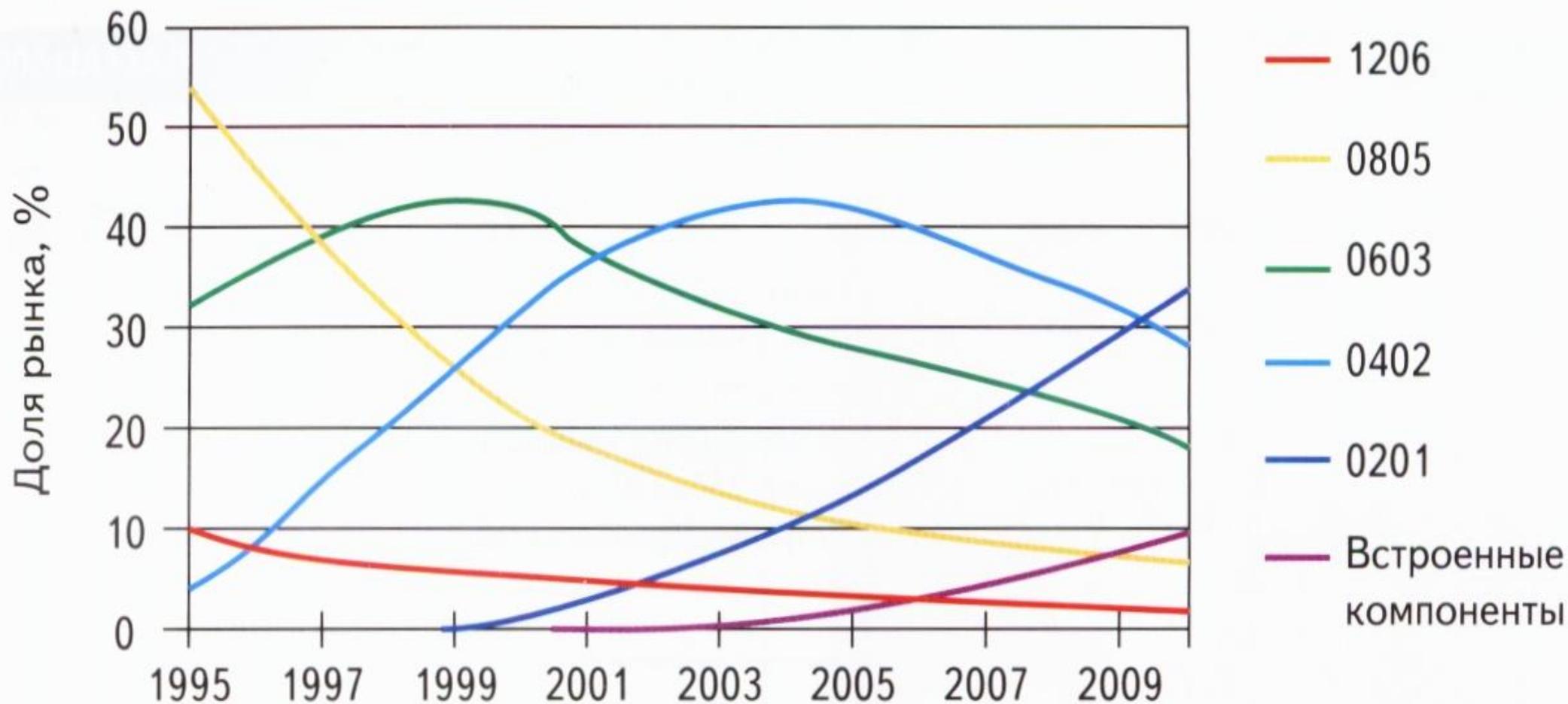


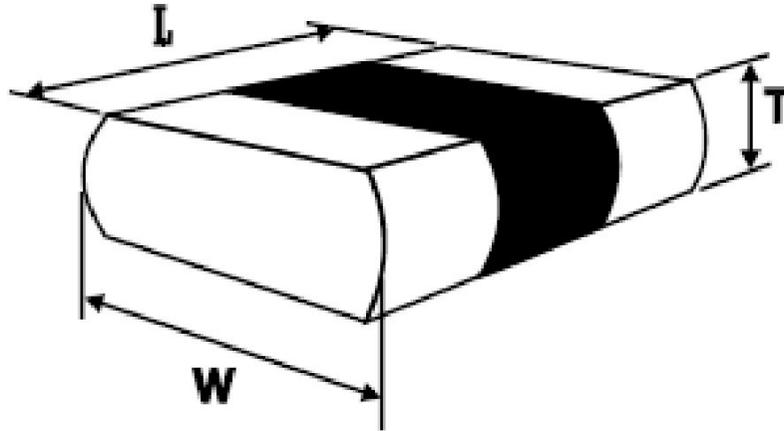
Рис. 3 Типоразмеры современных чип-конденсаторов (1206, 0805, 0603, 0402, 0201, 01005)

Тенденции мирового потребления различных типоразмеров пассивных компонентов



Керамические чип-конденсаторы

ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ



СИСТЕМА ОБОЗНАЧЕНИЙ

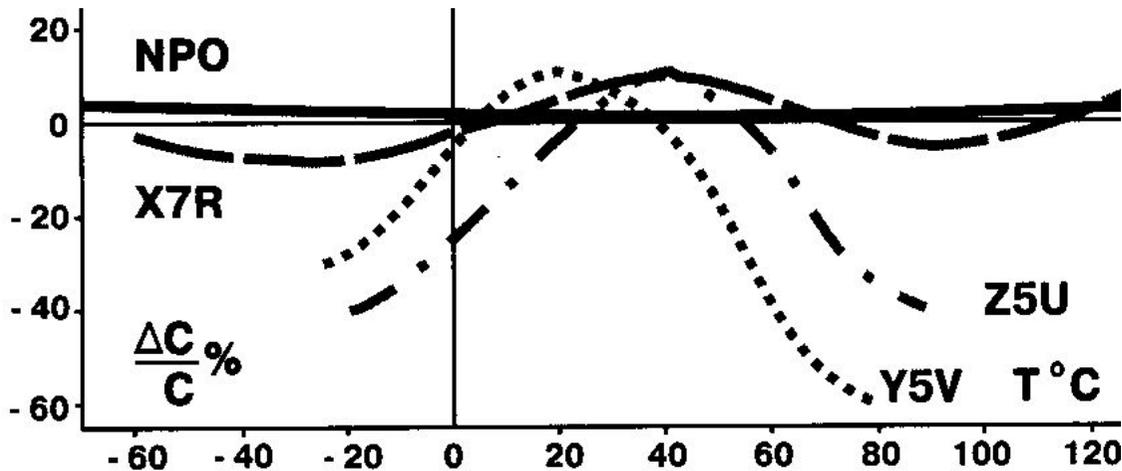
Керам. ЧИП конд.	100 пФ	NPO	5 %	0805
1	2	3	4	5

1. Тип: керамический ЧИП конденсатор
2. Номинальная емкость, пФ/мкФ
3. Тип ТКЕ: NPO, X7R, Y5V, Z5U
4. Точность: 5%, 10%, 20%, +80-20%
5. Типоразмер

NPO (COG) – используется в прецизионных цепях. Имеет очень малые потери при изменениях температуры и близкие к нулю эффекты старения. Низкая диэлектрическая проницаемость не позволяет получить конденсаторы с большой емкостью;

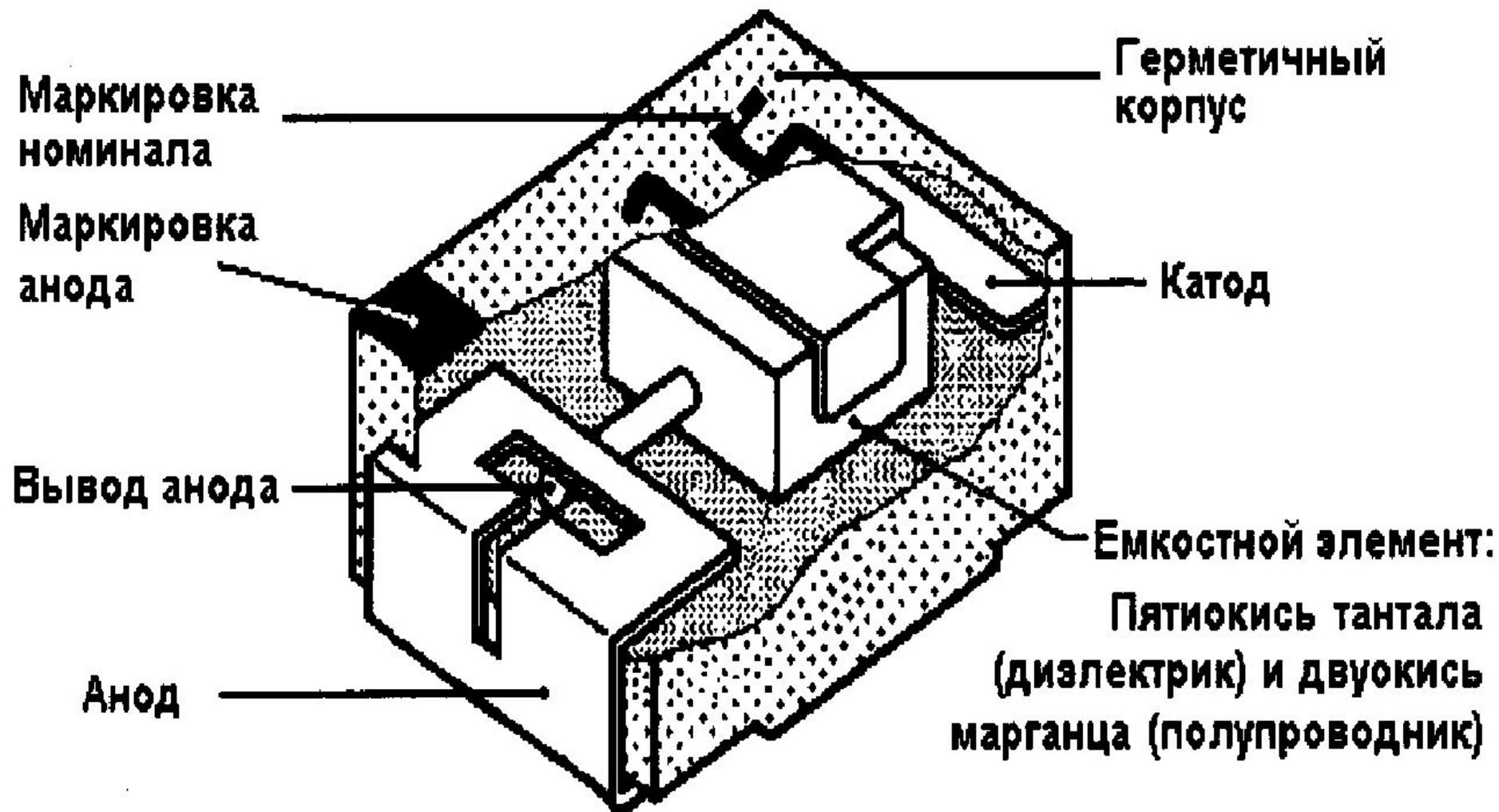
X7R – стабильный диэлектрик с предсказуемой температурной, частотной и временной зависимостью, обладающий высокой диэлектрической проницаемостью;

Y5V (**Z5U**) – очень высокая диэлектрическая проницаемость и значительный разброс параметров. Рекомендуется для некритичных применений.



Температурно-емкостная характеристика зарубежных диэлектриков

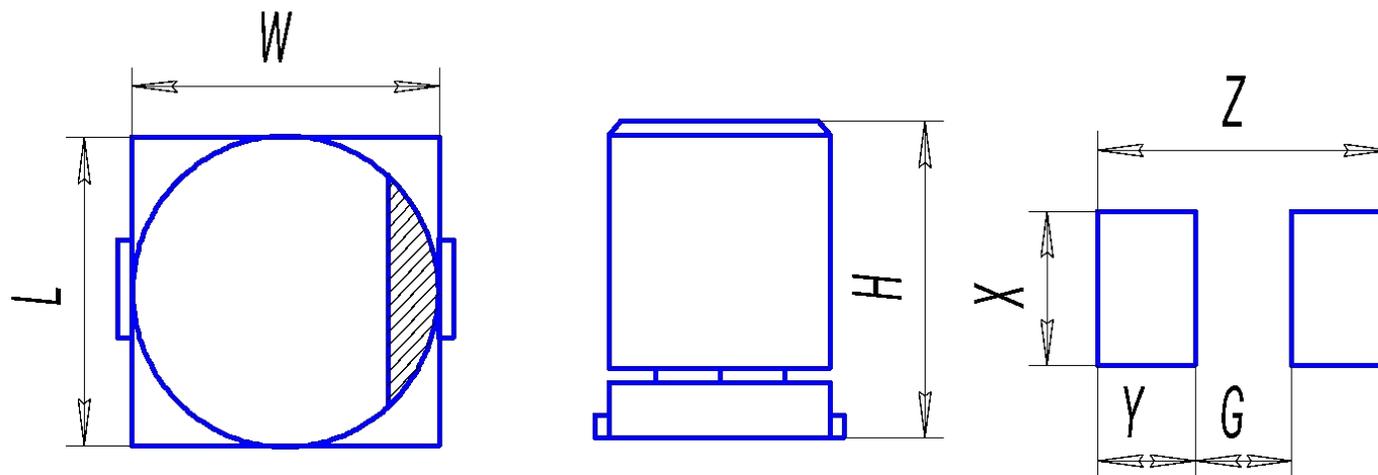
Конструкция танталового конденсатора



Диапазон емкостей – от 0,47 до 220 мкФ при рабочем напряжении от 6,3 до 40 В.

Алюминиевые оксидно-электролитические конденсаторы фирмы Sang Jing выпускаются в диапазоне номиналов от 0,1 до 1500 мкФ при рабочем напряжении от 6,3 до 400 В

Габаритный чертёж корпуса (а) и размеры контактных площадок (б) алюминиевого оксидно-электролитического конденсатора



Тип корпуса	Размеры, мм						
	L	W	H	X	Y	G	Z
A	4,3±0,2	4,3±0,2	5,5±0,5	1,6	2,6	1,0	6,2
B	5,3±0,2	5,3±0,2	5,5±0,5	1,6	3,0	1,4	7,4
C	6,6±0,2	6,6±0,2	5,5±0,5	1,6	3,5	2,1	9,2

Обозначение номиналов чип-компонентов

- **Резисторы:**

Маркировка резисторов состоит из трёх цифр для простых и четырёх цифр для высокоточных резисторов, причём последняя цифра означает количество нулей, которые необходимо дописать справа к номиналу в омах. Например: 160 – 16 Ом, 472 – 4,7 кОм, 112 – 1,1 кОм, 106 – 10 МОм, 2741 – 2,74 кОм. Маркировка низкоомных резисторов содержит букву «R», например, 4R7 – 4,7 Ом, 54R9 – 54,9 Ом.

Чип-перемычки, сопротивление которых не должно превышать 0,05 Ом, имеют маркировку **000**

Обозначение номиналов чип-компонентов

- **Конденсаторы:**

первые две цифры указывают номинал в пикофарадах, третья цифра – количество добавляемых справа нулей. Например: 105 – 1 мкФ, 153 – 0,015 мкФ.

Электролитические конденсаторы имеют несколько вариантов обозначений:

а) код содержит два или три знака (буквы или цифры). Буквы обозначают напряжение и емкость, а цифра указывает множитель

А А 6

Множитель (10^6)
Емкость, пФ (А – 1,0; Е – 1,5; J – 2,2; N – 3,3; S – 4,7; W – 6,8)
Рабочее напряжение, В (G – 4; J – 6,3; A – 10; C – 16; D – 20; E – 25; V – 35)

Перед буквами может ставиться цифра, указывающая на диапазон рабочих напряжений:

0 – до 10 В; 1 – до 100 В; 2 – до 1000 В, например
0E – 2,5 В; 1J – 63 В; 2D – 200 В;

Обозначение номиналов чип-компонентов

- **Конденсаторы:**

б) код содержит четыре знака (буквы и цифры), обозначающие номинальную емкость и рабочее напряжение. Первая буква обозначает напряжение, две последующие цифры – емкость в пФ, последняя цифра количество нулей. Например:

E475 – конденсатор емкостью 4,7 мкФ с рабочим напряжением до 25 В. Иногда емкость может указываться с использованием буквы μ : **E4 μ 7** – обозначение конденсатора, соответствующее вышеприведенному примеру.

Обозначение номиналов чип-компонентов

- **Конденсаторы:**

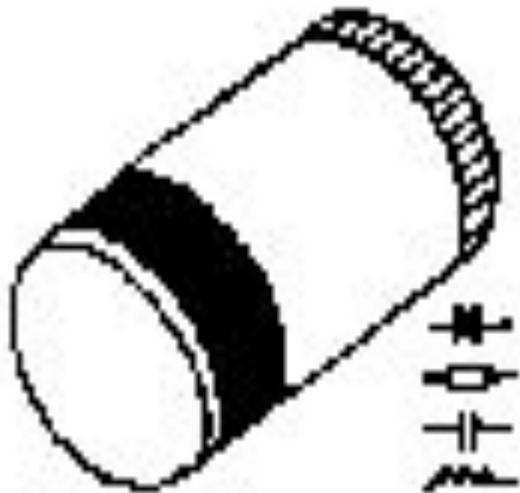
в) при большом размере корпуса код располагается в две строки. На верхней строке указывается номинал емкости, на второй – рабочее напряжение. При этом емкость может указываться в микрофарадах или пикофарадах с указанием количества нулей.

Обозначение конденсатора емкостью 10 мкФ на рабочее напряжение 20 В:

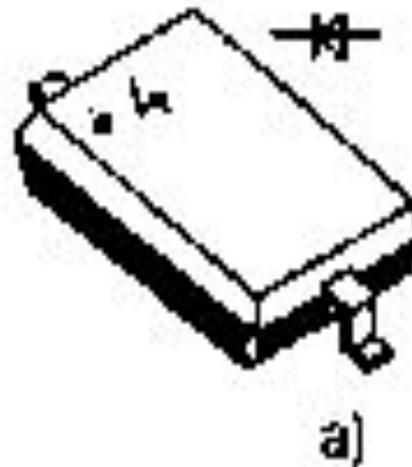
$$\begin{array}{ccc} 10 & = & 106 \\ 20V & & 20V \end{array}$$

Разновидности корпусов КМП:

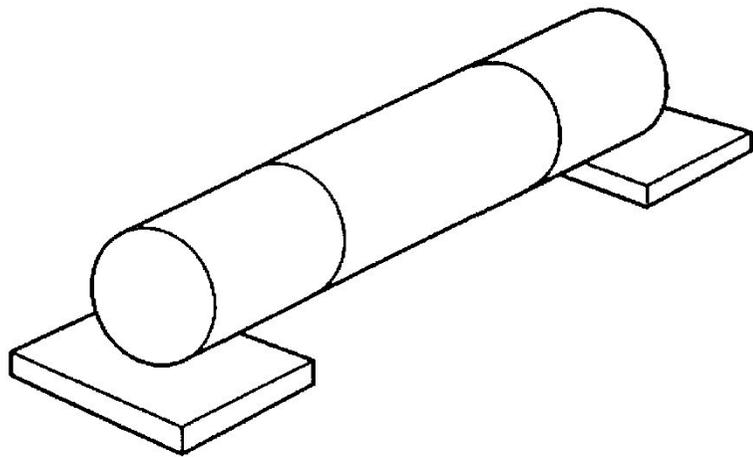
- Корпус типа MELF
(Metal Electrode Face
Bonded)



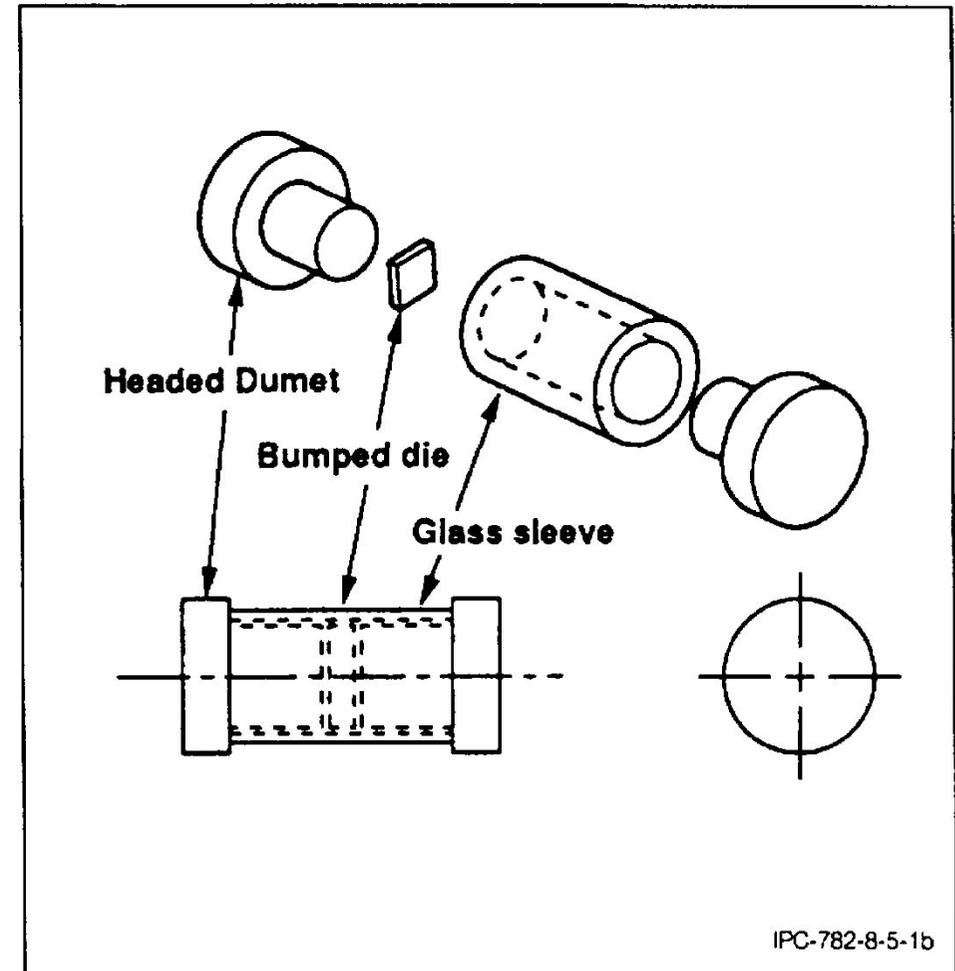
- Малогабаритный
диодный корпус SOD
(Small Outline Diode)



Конструкция корпуса типа MELF



IPC-782-8-5-1a

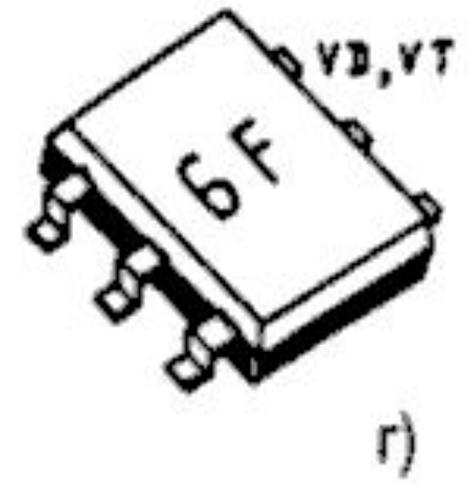
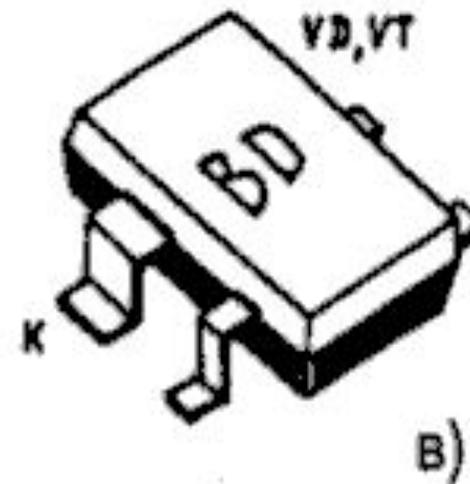
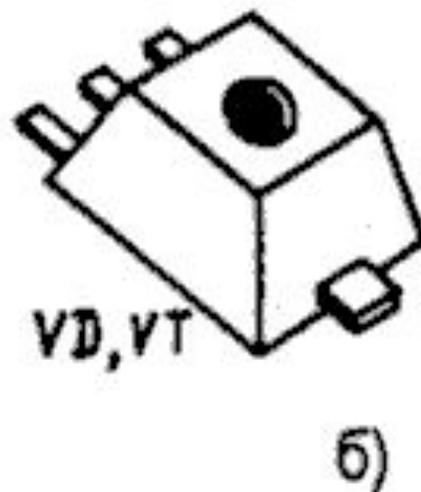
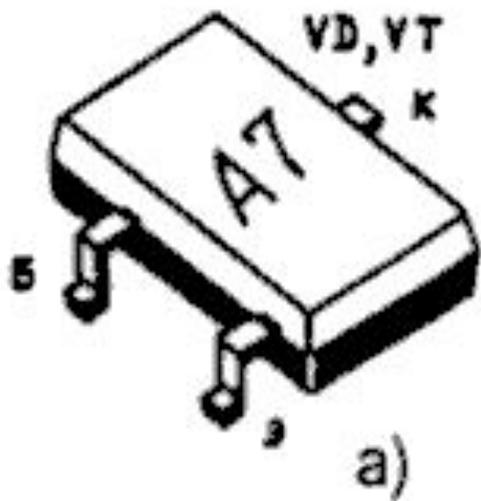


IPC-782-8-5-1b

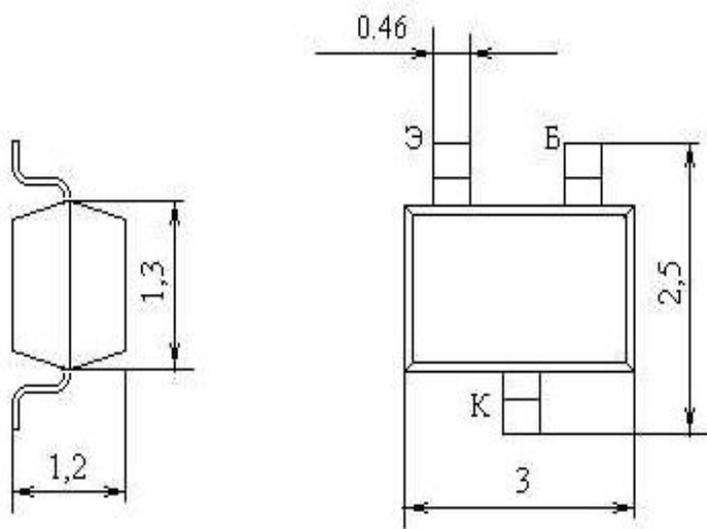
Резисторные и конденсаторные сборки



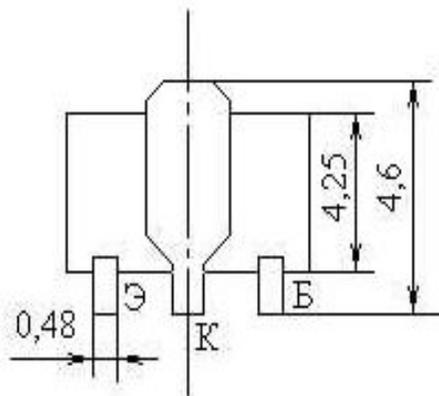
Малогабаритные транзисторные корпуса SOT (Small Outline Transistor)



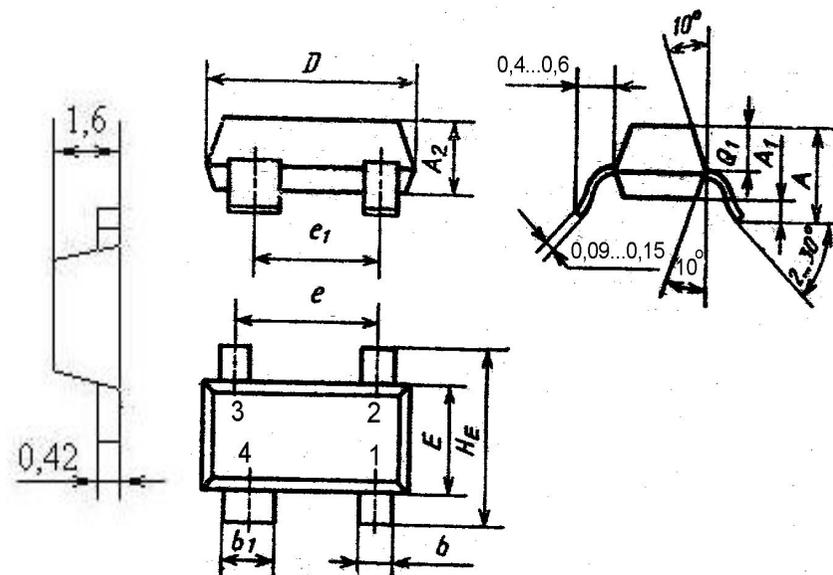
Габаритные размеры корпусов типа SOT



SOT-23 (KT-46)

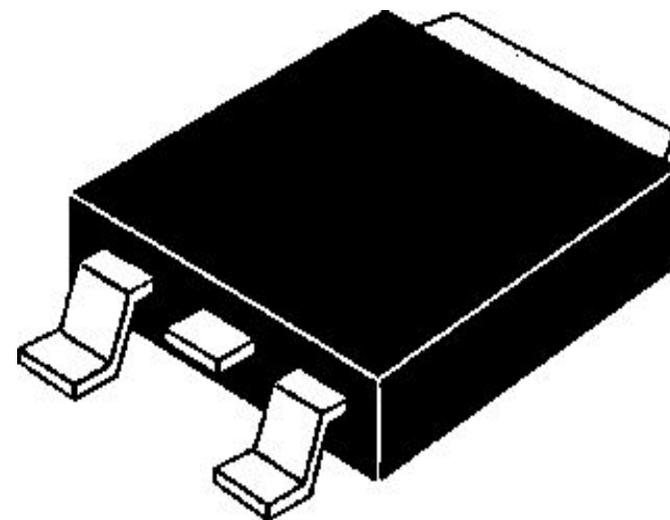
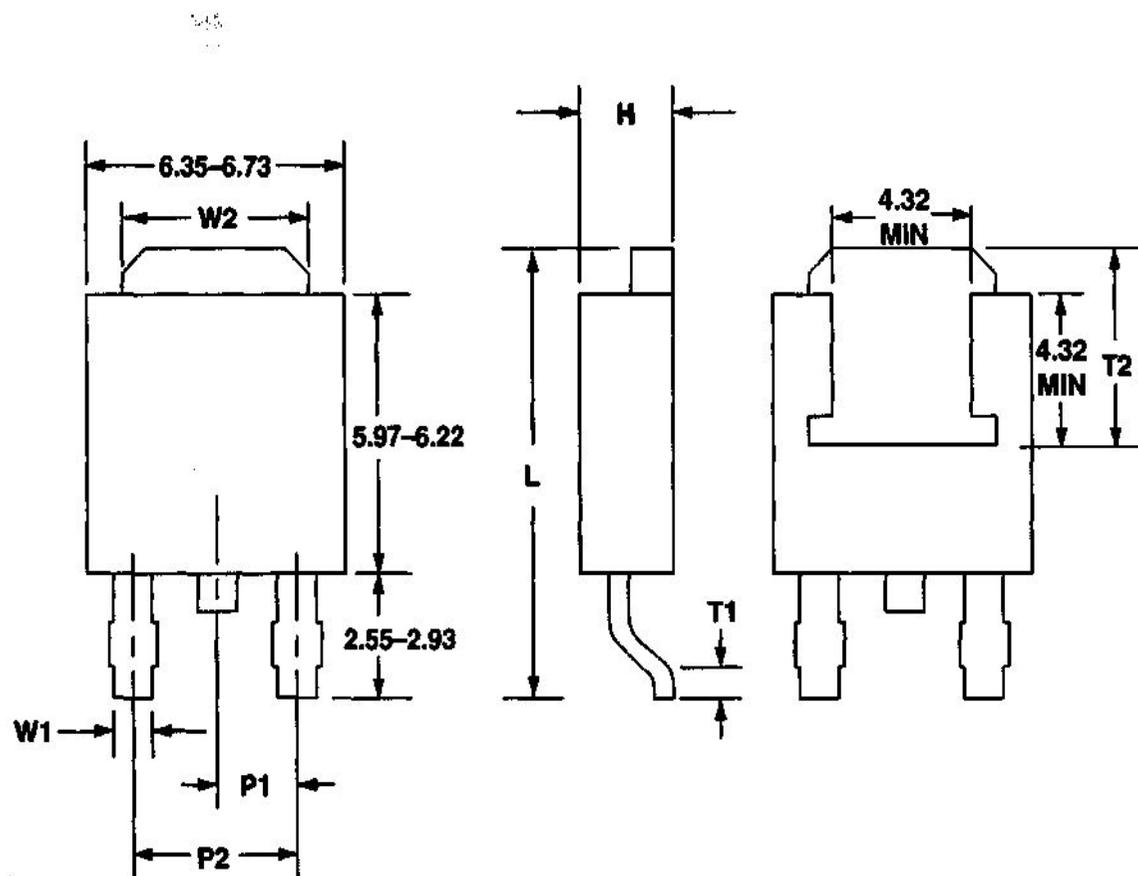


SOT-89 (KT-47)

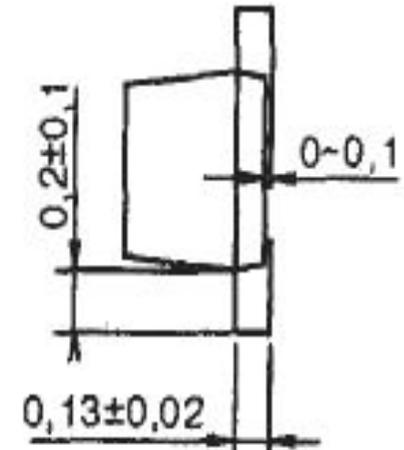
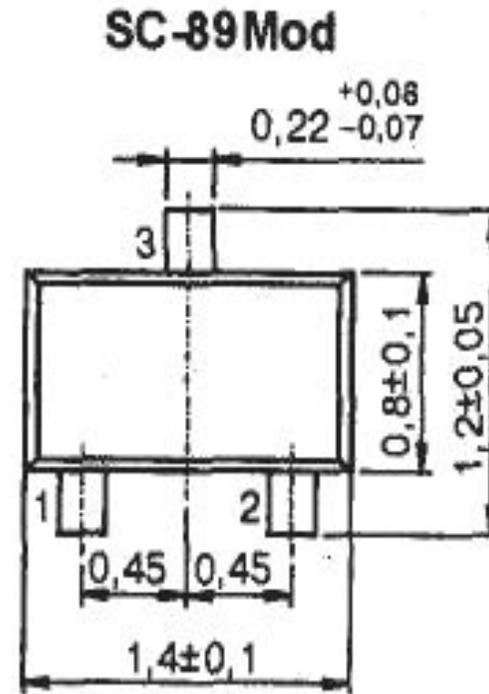
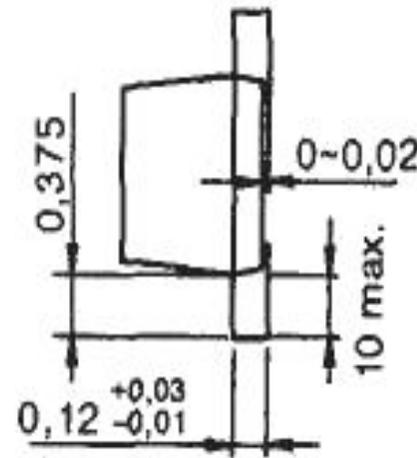
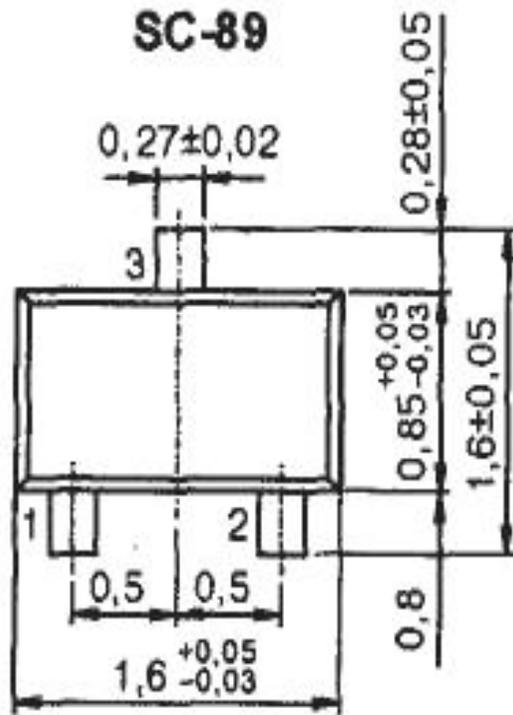


SOT-143 (KT-48)

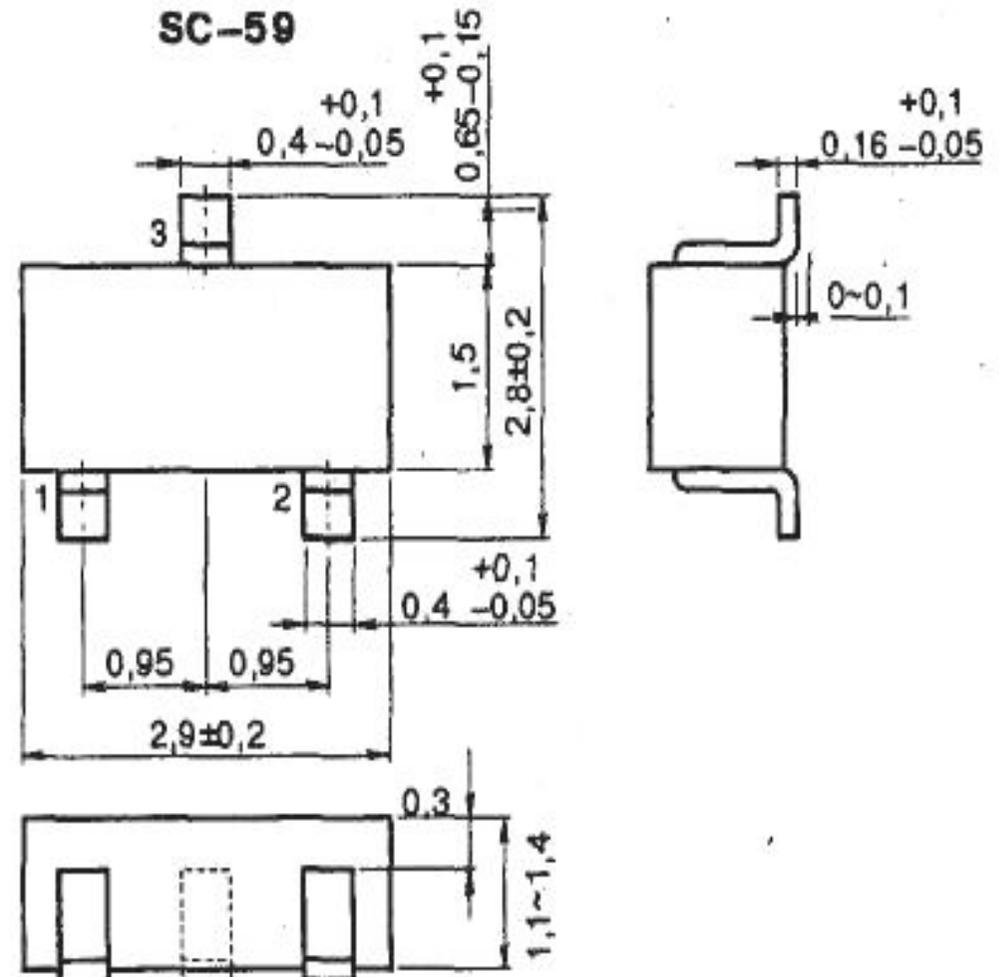
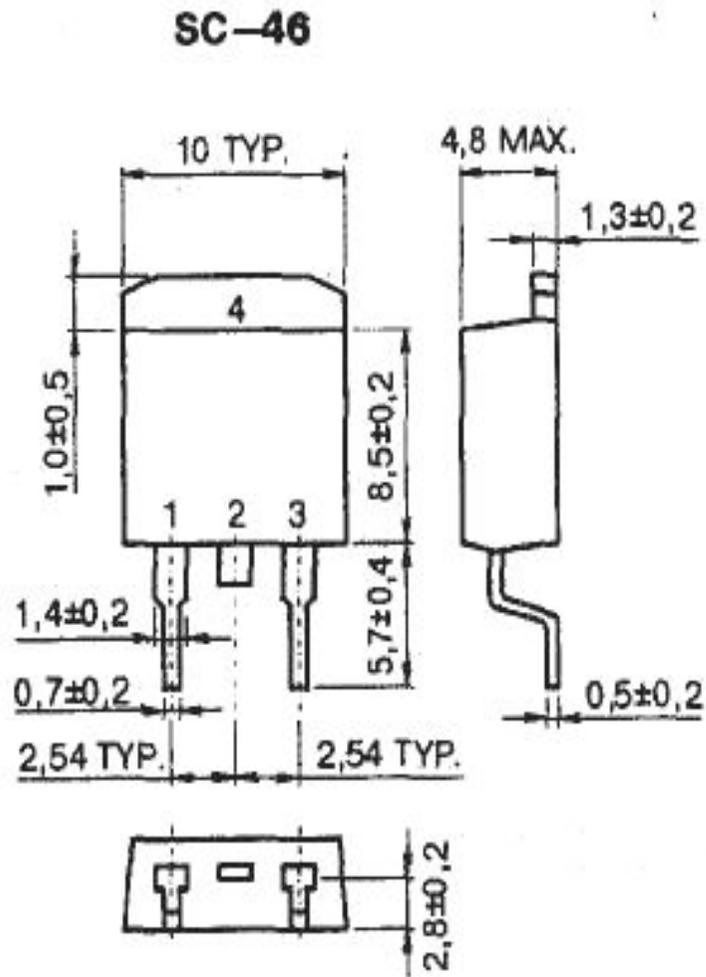
Корпус для мощных транзисторов типа TO-252



Корпуса транзисторов по стандарту EIAJ (Electronic Industries Association of Japan)

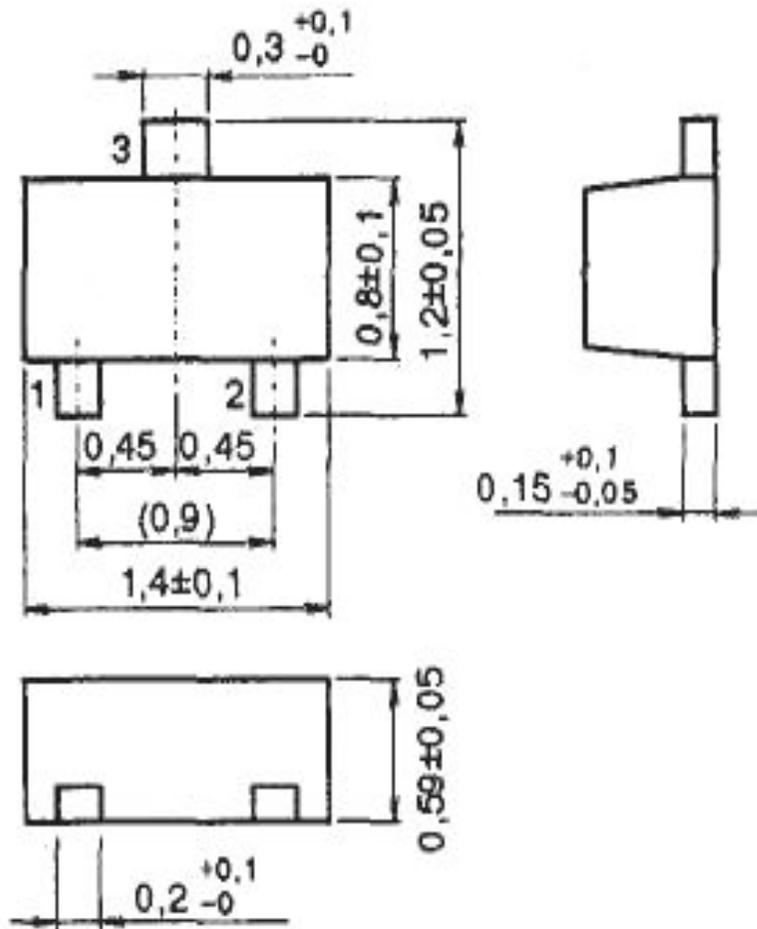


Корпуса транзисторов по стандарту EIAJ

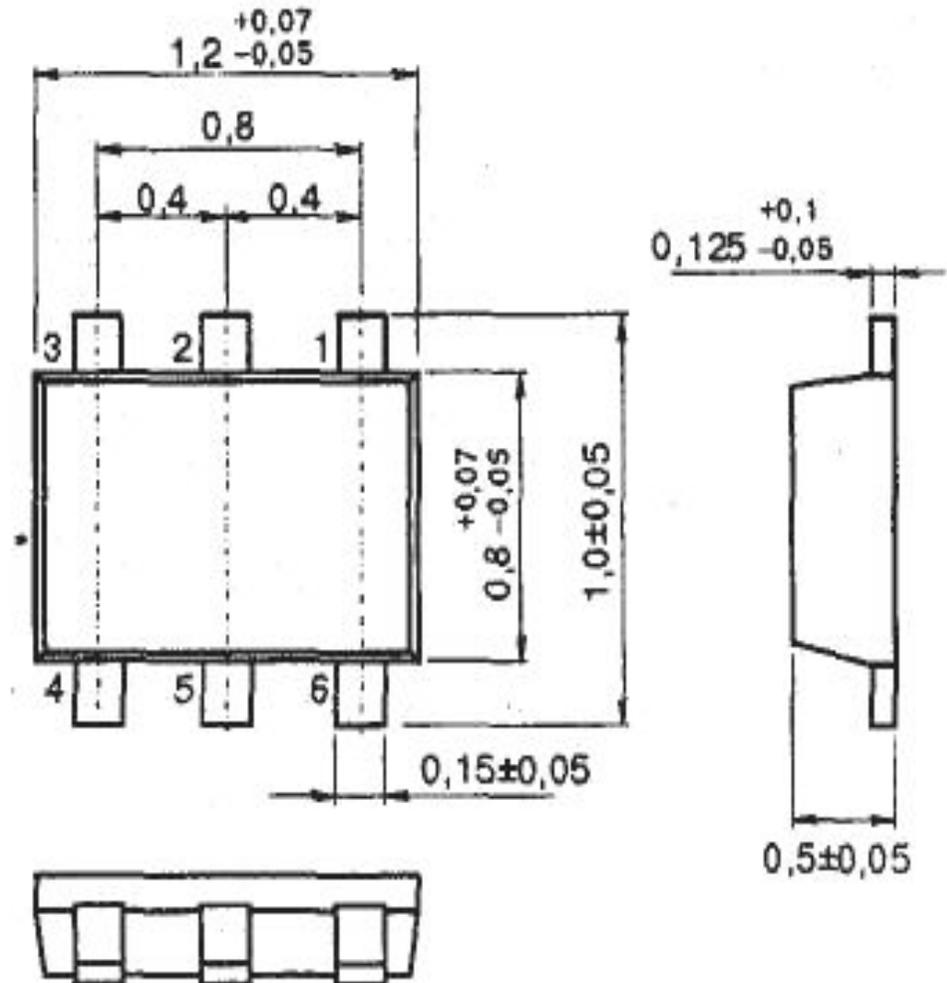


Разновидности корпусов транзисторов фирмы NEC

FL3PTTUSM (NEC)



6PLLM (NEC)



Разновидности корпусов транзисторов



Ультра-
мини

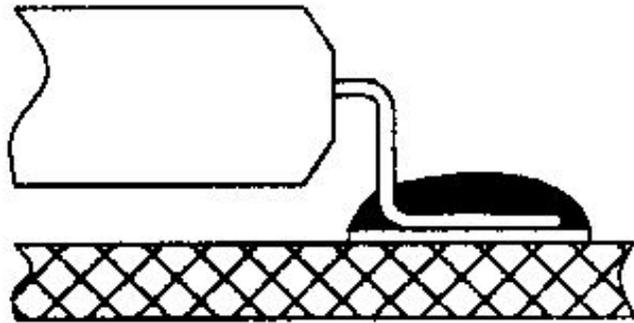
Мини

Стандартные

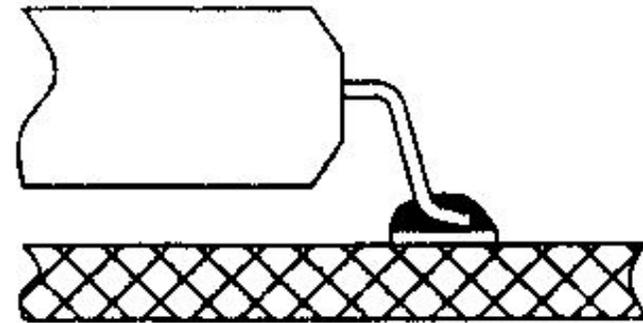
Большой мощности

УВЕЛИЧЕНИЕ РАЗМЕРОВ КОМПОНЕНТОВ

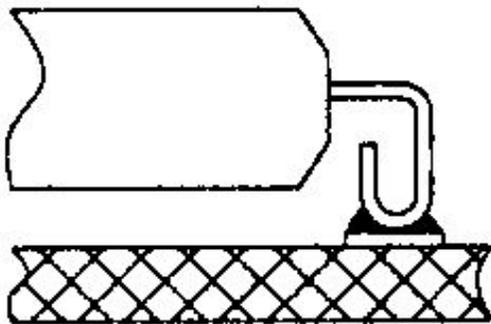
Конструкция выводов корпусов микросхем



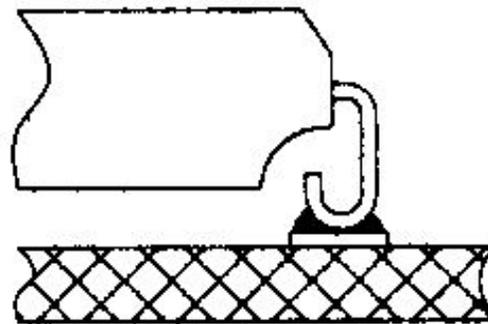
Крыло альбатроса



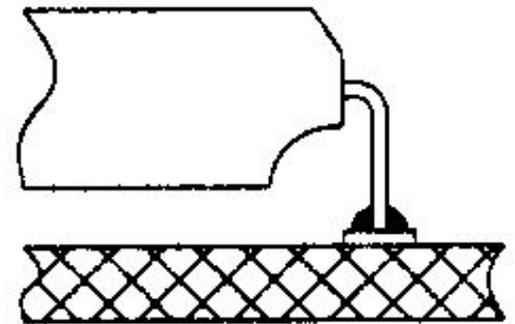
Крыло чайки
(L-образный)



J-образный
открытый

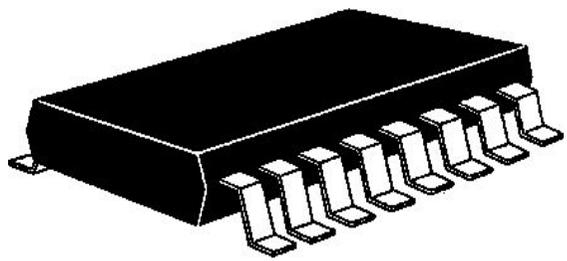


J-образный
скрытый

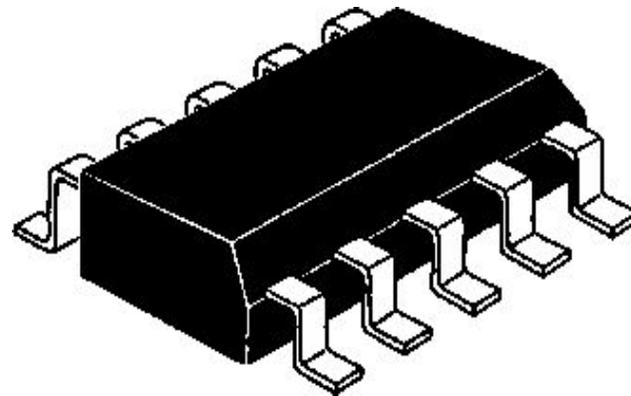


I-образный
(пайка в стык)

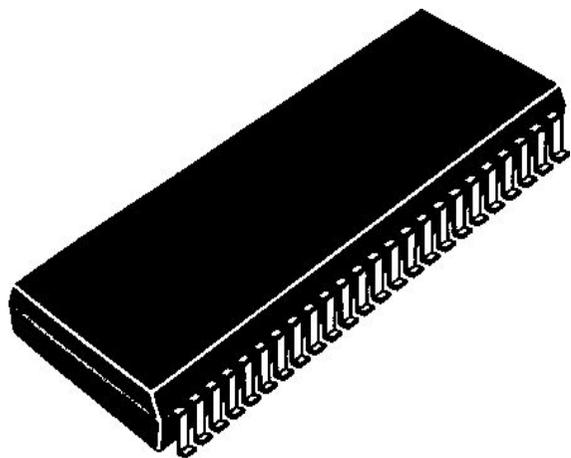
Разновидности корпусов микросхем с двусторонним расположением выводов в форме крыла чайки



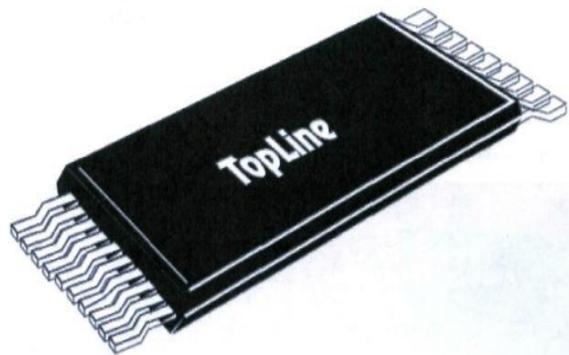
а



б



в



г

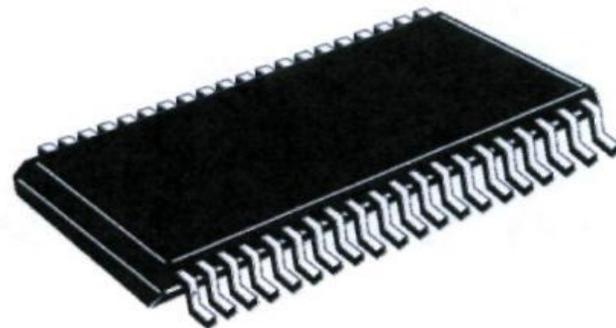
а – корпус типа SOIC; б – корпус типа SOP;
в – корпус типа SSOIC; г – корпус типа TSOP

Обозначение корпусов для микросхем

Корпуса типа SOIC (Small Outline Integrated Circuit) и **SOP** (Small Outline Packages) с двусторонним расположением выводов в форме крыла чайки (рис. 2.9.а, 2.9б). Шаг расположения выводов у этого типа корпусов 1,27 мм, количество выводов – от 6 до 42. Дальнейшим развитием корпусов подобного типа явилось создание корпуса **SSOIC** (Shrink Small Outline Integrated Circuit) с уменьшенным до 0,635 мм расстоянием между выводами при максимальном их количестве 64 (рис. 2.9.в) и корпуса **TSOP** (Thin Small Outline Packages) с уменьшенной до 1,27 мм высотой корпуса (рис. 2,9.г) и уменьшенным до 0,3 – 0,4 мм расстоянием между выводами;

Другие разновидности корпусов этого типа:

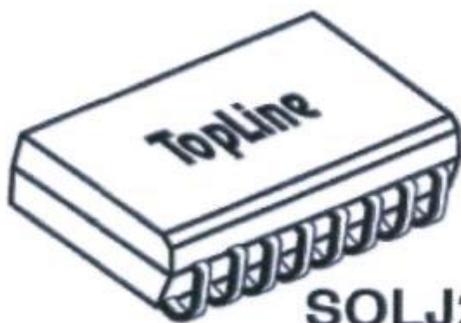
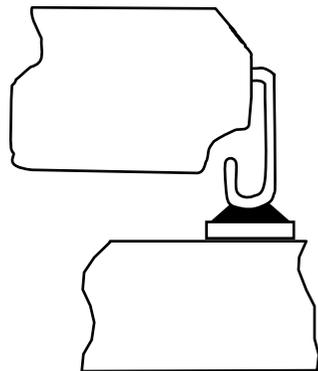
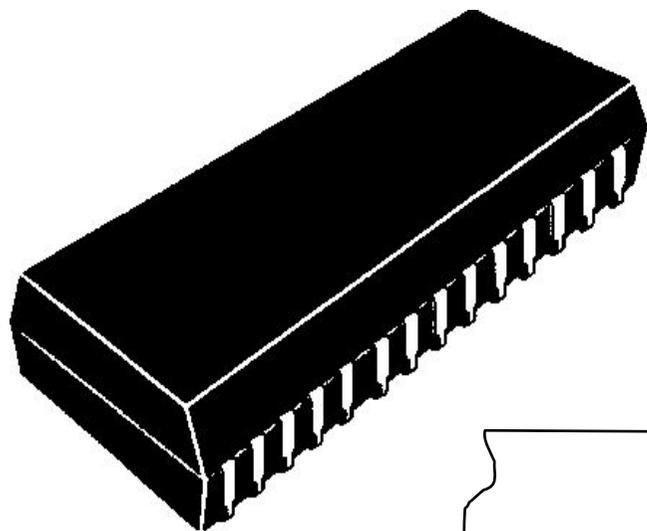
SSOP, TSSOP, MSOP



Корпус микросхемы с J-образными выводами

Корпуса типа SOJ (*Small Outline with «J» leads*) с

двусторонним расположением выводов J-образной формы, загнутых под корпус. Шаг расположения выводов – 1,27 мм, общее их количество – от 14 до 44.



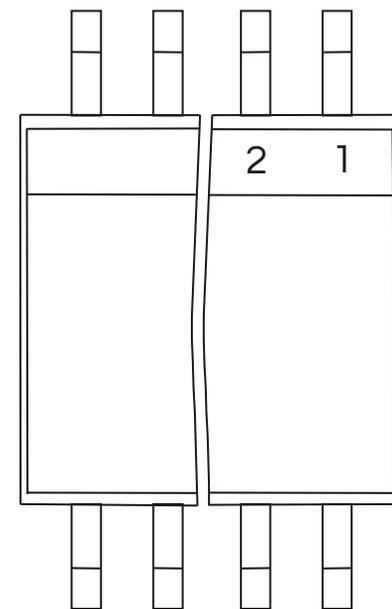
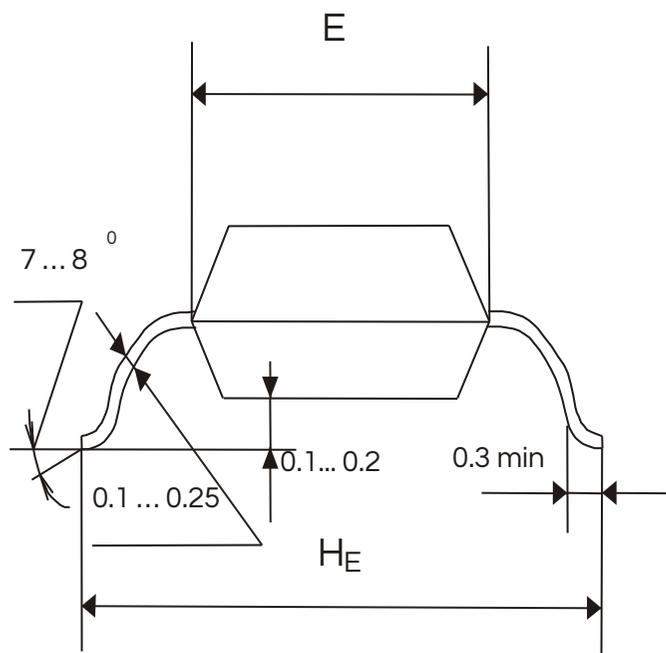
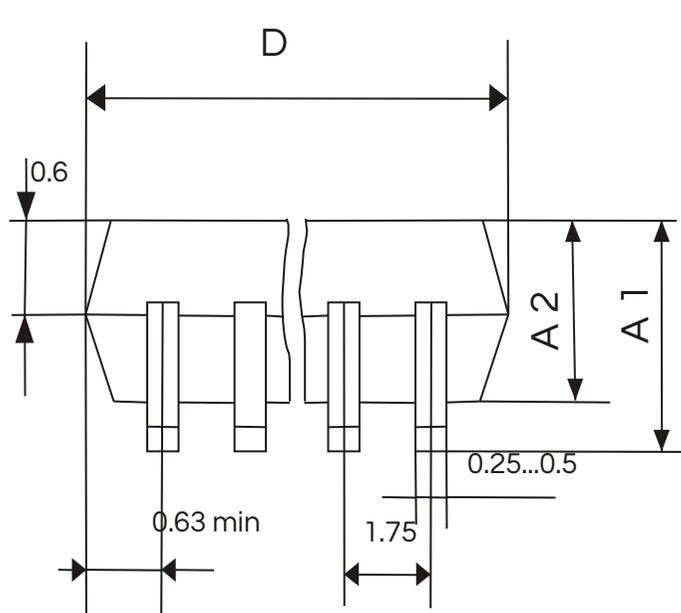
SOLJ20



SOLJ20/26

Отечественные корпуса микросхем

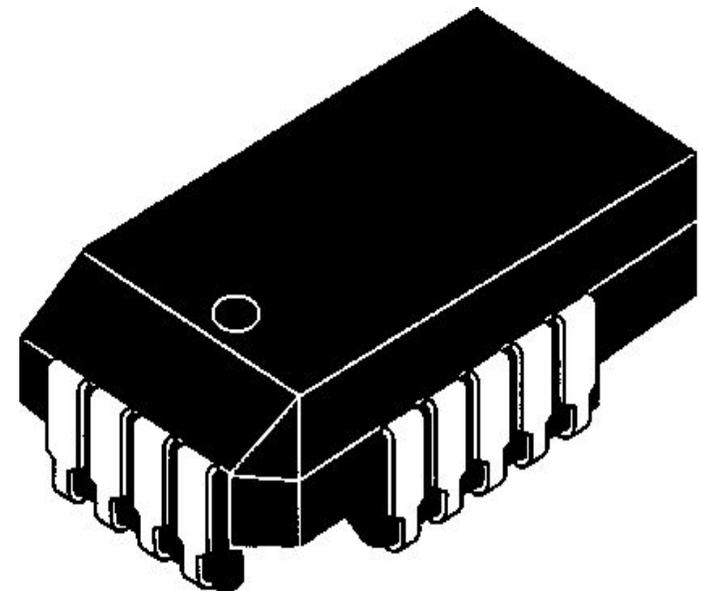
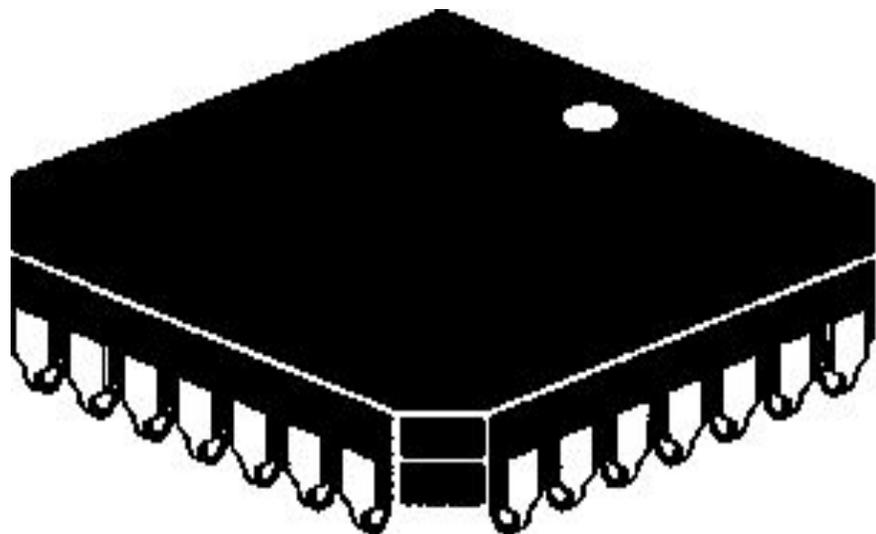
Габаритные размеры корпусов подтипа 43 (аналог SOIC)



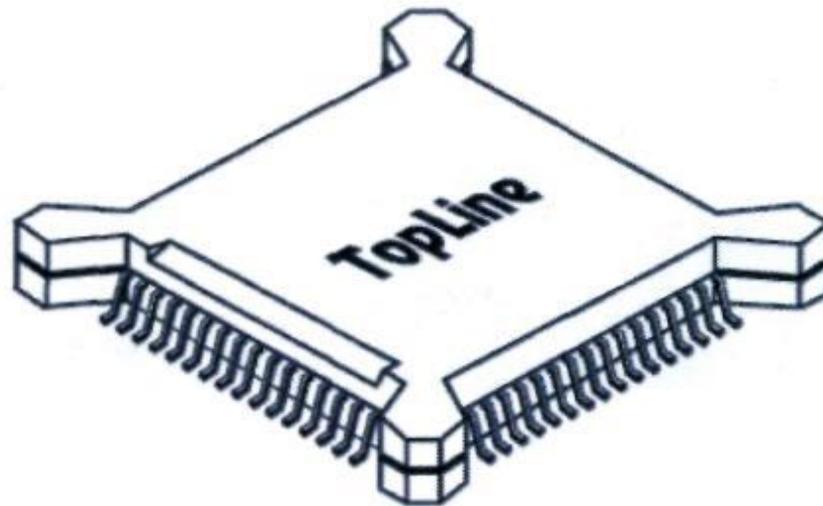
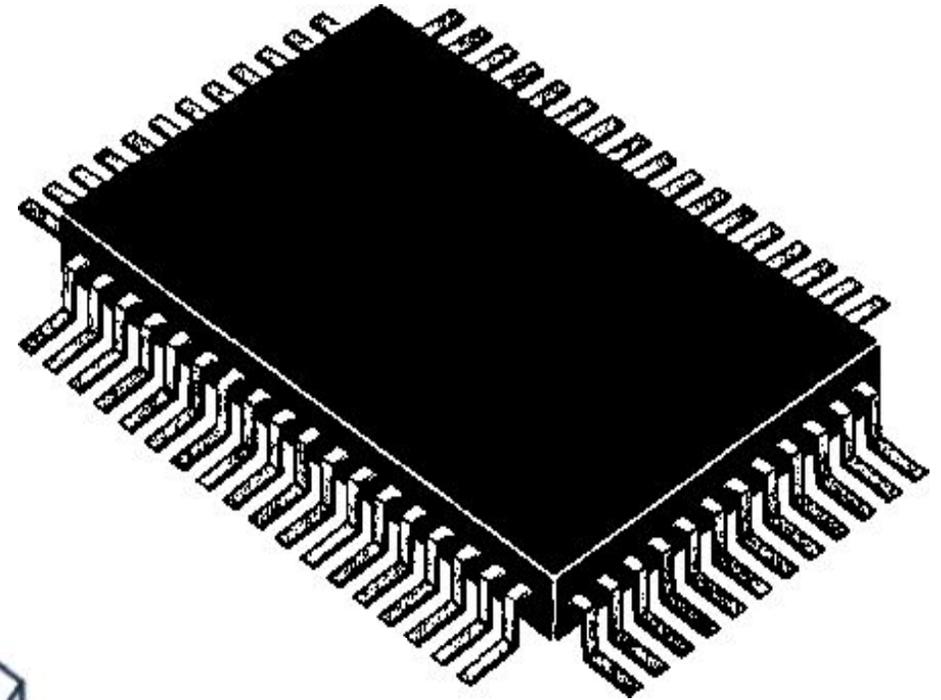
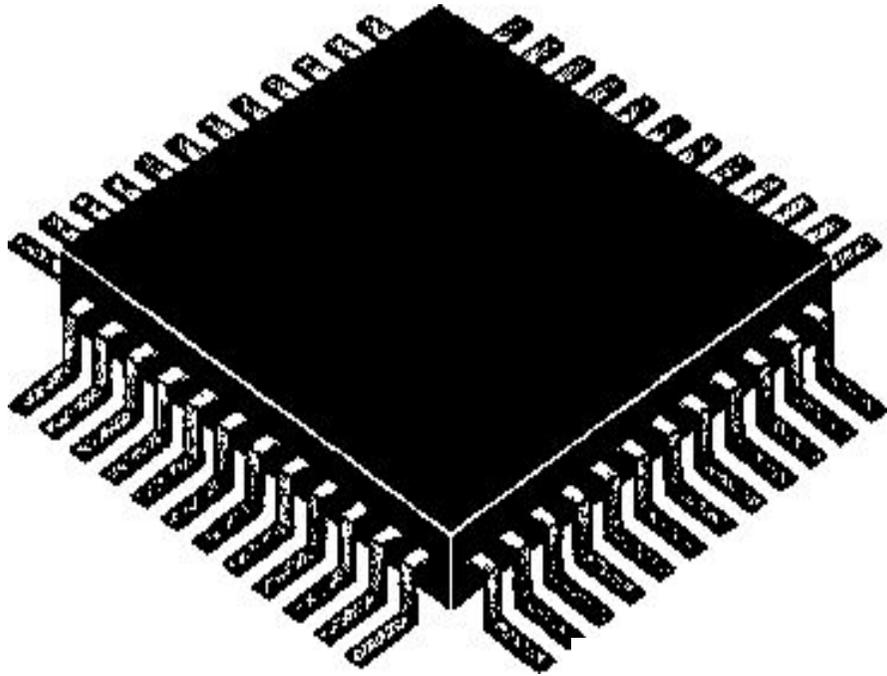
Корпус микросхемы с J-образными выводами и четырехсторонним расположением выводов (PLCC и PLCC-R)

PLCC (Plastic Leaded Chip Carrier)

Корпуса подобного вида имеют значительный по современным меркам шаг расположения выводов – 1,27 мм и в связи с этим большие геометрические размеры. Количество выводов квадратного корпуса – от 20 до 124, у прямоугольного – от 18 до 32



Разновидности корпусов микросхем с четырехсторонним расположением выводов в форме крыла чайки (QFP)



Характеристики корпусов типа QFP

Корпуса типа **QFP** (Quad Flat Pack) и **SQFP** (Shrink Quad Flat Pack), имеющие выводы в форме «крыла чайки», равномерно распределенные по четырем сторонам (рис. 2.11.а). Существует также разновидность корпуса в форме прямоугольника – SQFP-R (рис. 2.11.б). Шаг расположения выводов достаточно мал – всего 0,3 – 0,5 мм, что позволяет создавать корпуса с общим количеством выводов до 440;

Направления развития микрокорпусов

Поэтому для решения проблемы коммутации кристаллов микросхем в настоящее время выход ищут в следующих направлениях:

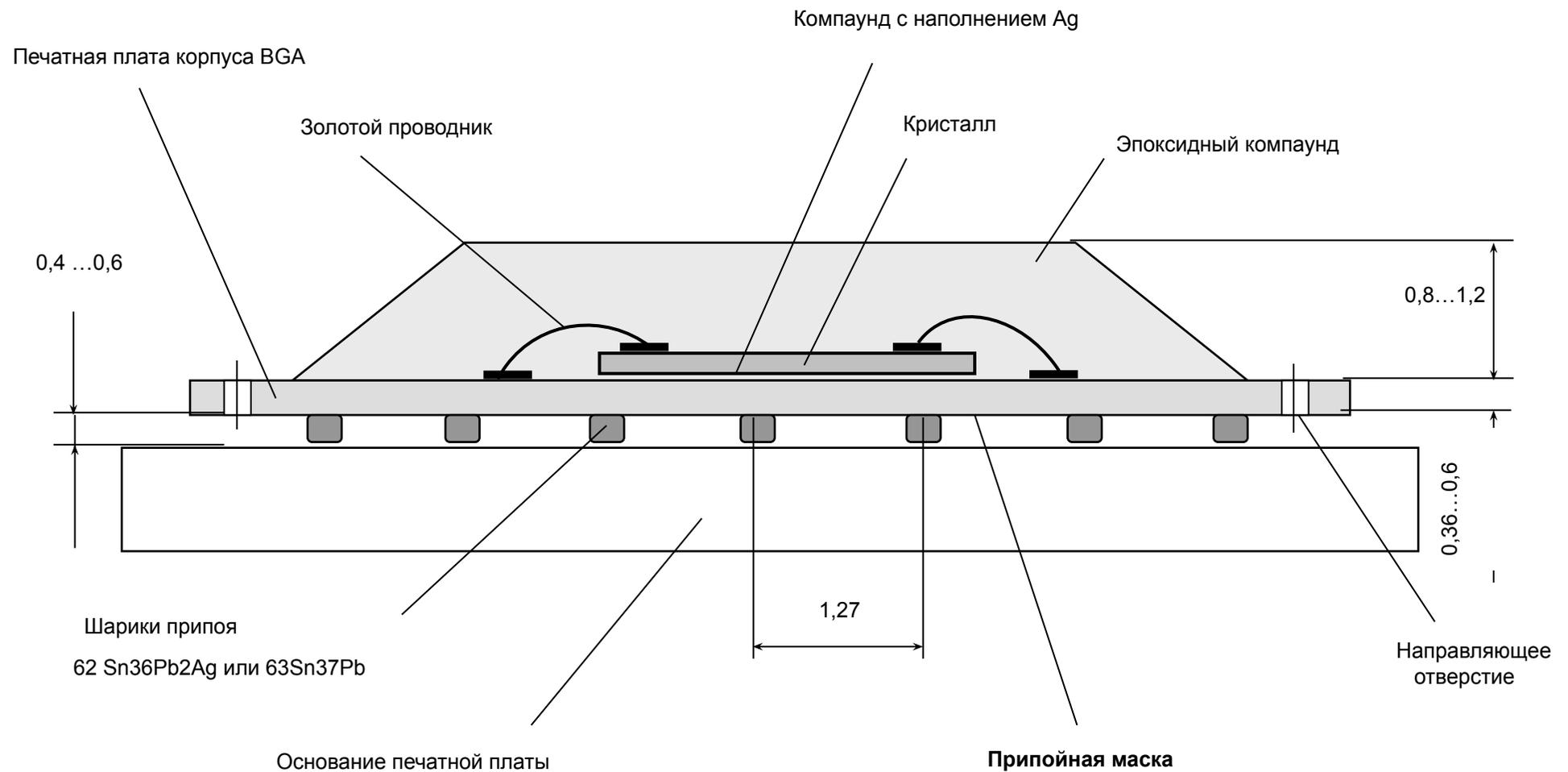
- переход к технологии COB (Chip On Board) и Flip Chip (метод перевернутого кристалла), при которой кристалл разваривается непосредственно на печатную плату;
- переход к технологии TAB (Tape Automate Bond) – крепление кристалла на ленточном носителе;
- переход к корпусам типа BGA (Ball Grid Array) – матрице шариковых выводов из припоя;
- переход к многокристальным модулям MCM (Multi Chip Module), которые представляют собой объединение нескольких кристаллов на миниатюрной подложке (печатной плате) внутри одного корпуса.

Матричные корпуса для микросхем

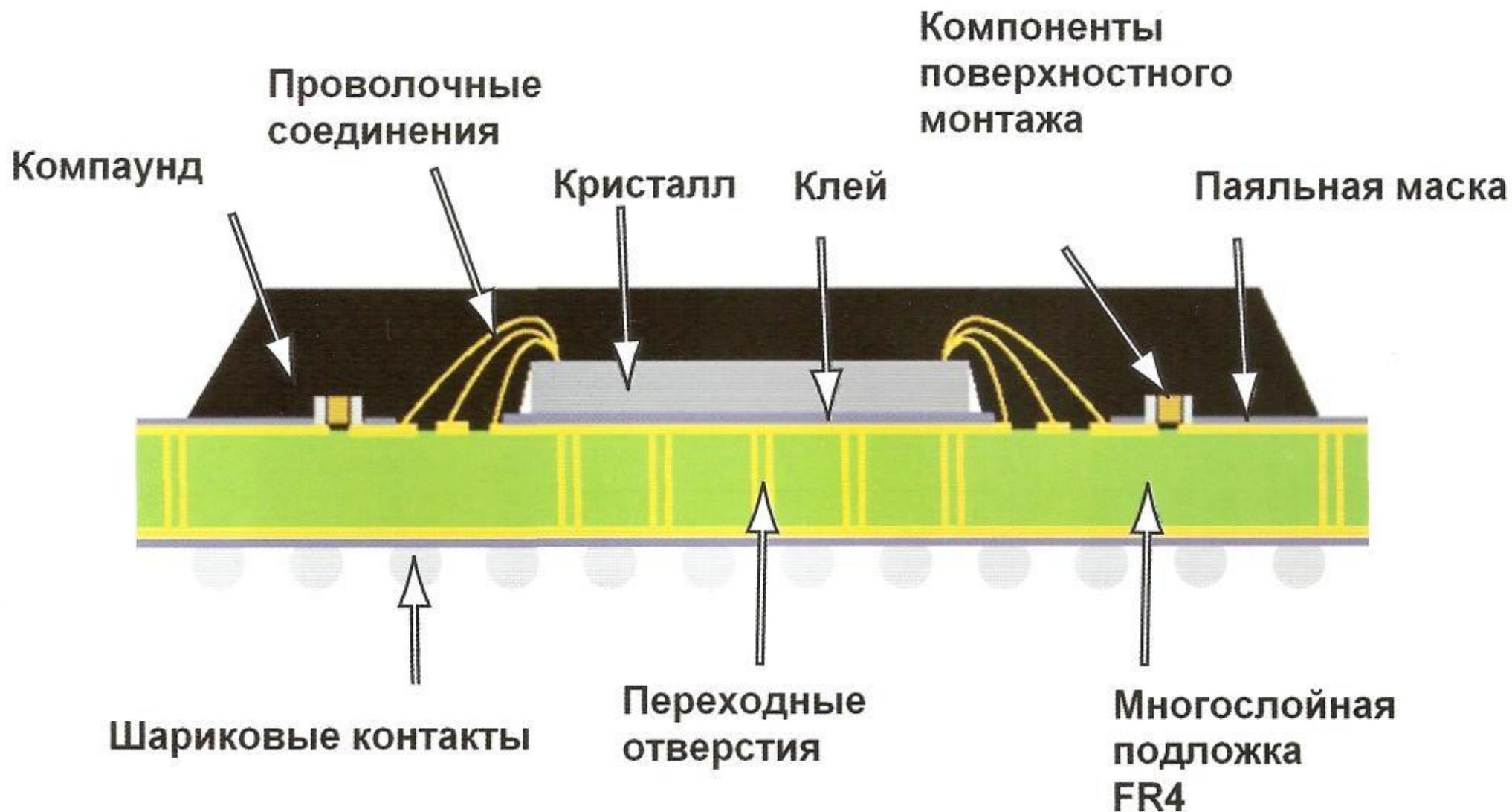
На сегодняшний день разработаны следующие типы матричных корпусов:

- **PBGA** – **Plastic** Ball Grid Array – пластмассовые корпуса с матрицей шариковых выводов;
- **CBGA** – **Ceramic** Ball Grid Array – керамические корпуса с матрицей шариковых выводов;
- **CCGA** – **Ceramic** Column Grid Array – керамические корпуса с матрицей столбиковых выводов;
- **TBGA** – **Tape** Bold Grid Array - матричные TAB корпуса
- **CSP** (Chip-scale Packages) – корпус, соизмеримый с размером кристалла.

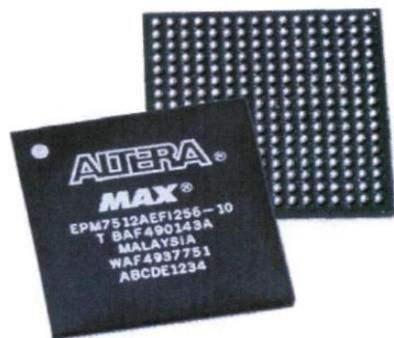
Конструкция корпуса типа BGA



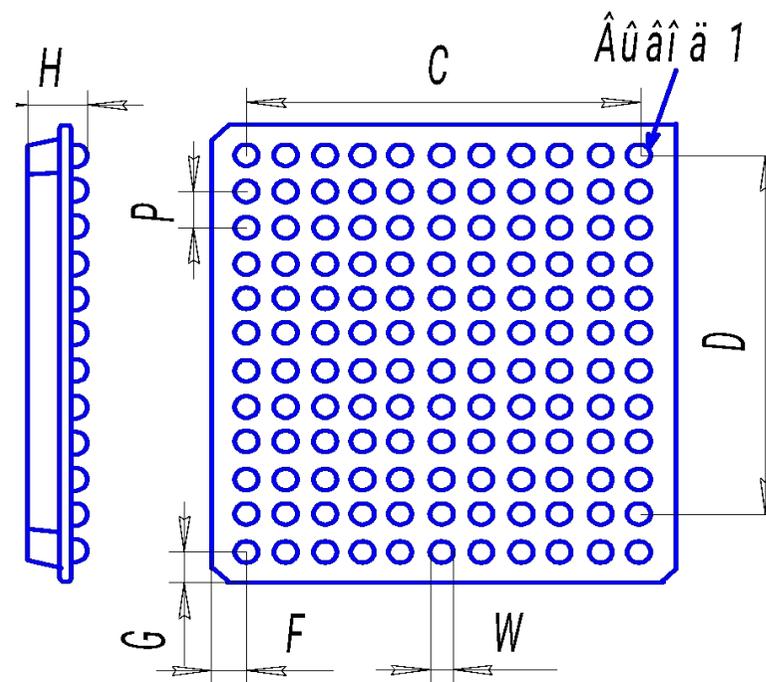
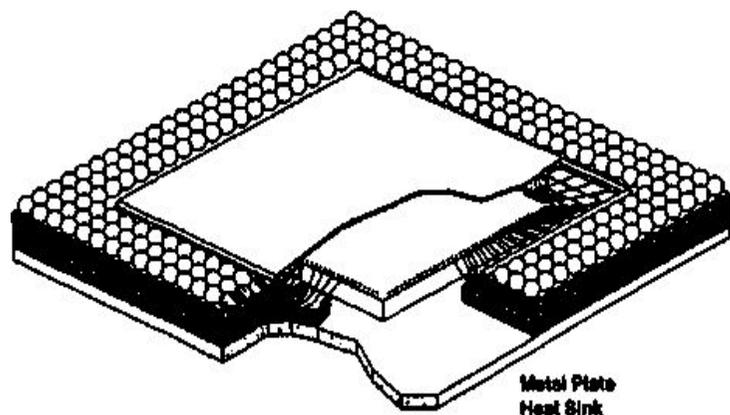
Простая система в корпусе BGA



Матричный корпус типа BGA



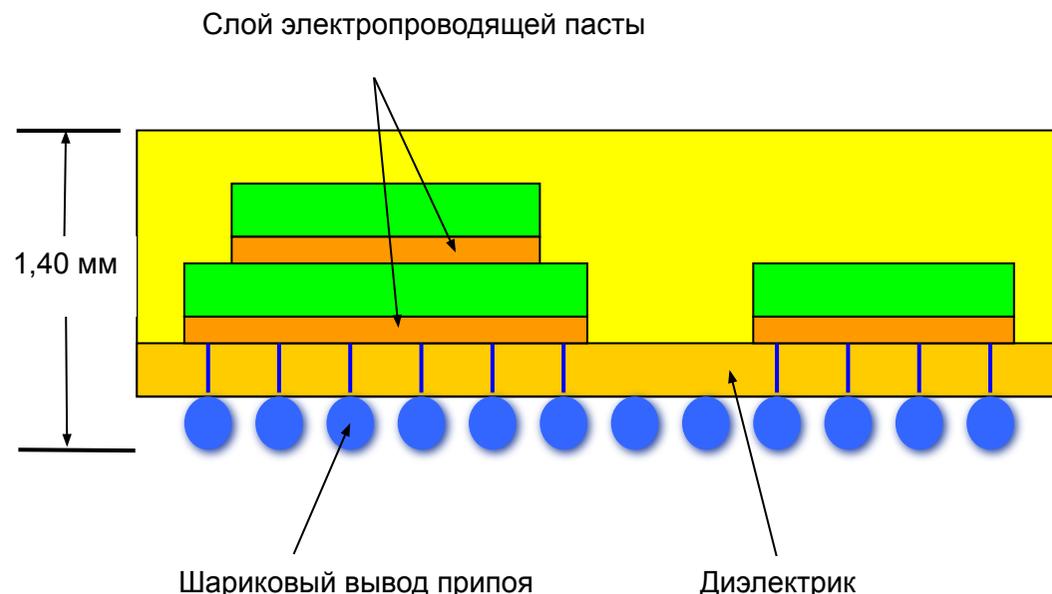
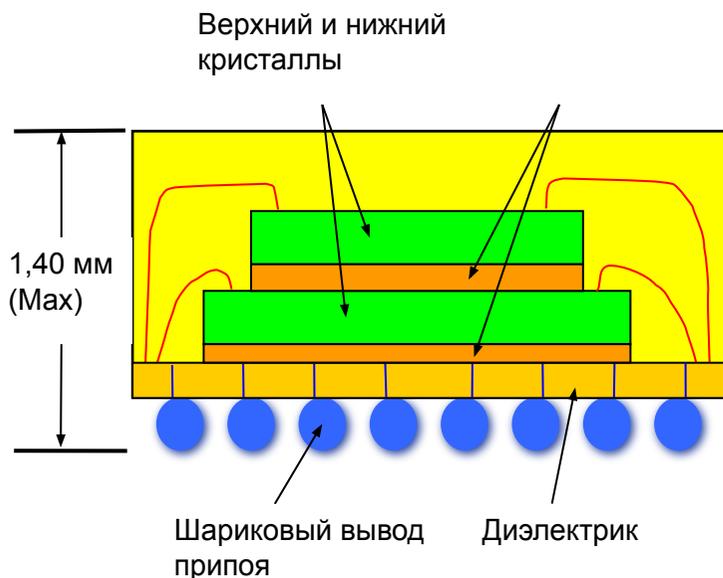
Вид снизу на корпус типа BGA



Матрица шариковых выводов может быть полной и неполной.
Минимальный размер матрицы – 3x3 (размер корпуса 7x7 мм),
максимальный размер матрицы – 33x33 (размер корпуса 50x50 мм)

Шаг расположения шариков от 1,27 мм до 0,5 мм

Корпуса типа CSP (Chip Scale Package)



Развитие технологии изготовления корпусов BGA привело к созданию корпусов CSP (Chip Scale Package), содержащих два (а) и более (б) кристаллов (рис. 1). Причем конструктивно CSP-корпус может быть выполнен с жесткой печатной платой (rigid-interposer type), гибкой печатной платой (flexible-interpaser type) или с заказной выводной рамкой (custom lead frame type).

Исключение печатной микроплаты и размещение шариковых выводов непосредственно на контактных площадках в верхнем слое металлизации кристалла позволило создать наиболее перспективную конструкцию CSP-корпуса, в которой после формирования шариковых выводов кристалл микросхемы заливают тонким слоем пластмассы и монтируют на печатную плату так же, как корпус BGA (рис. 2).

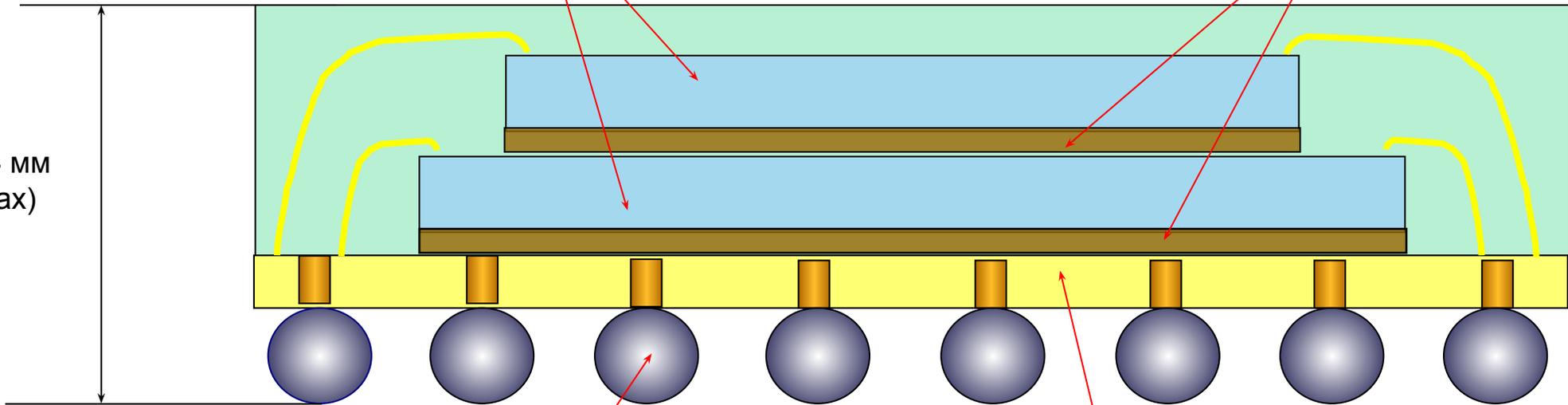
В микросхемах с малым количеством выводов габариты корпуса превышают размеры кристалла всего на 1 мм, а в микросхемах с большим количеством выводов они определяются размерами матрицы выводов для пайки на плате. Толщина современных CSP корпусов может достигать 0,3 мм.

Корпуса типа CSP

Верхний и нижний
кристаллы

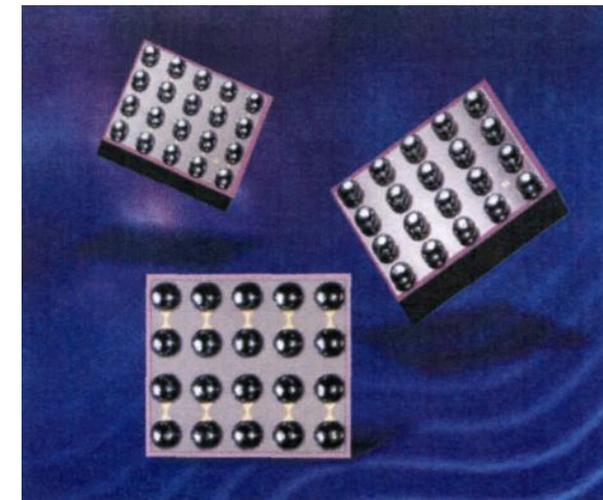
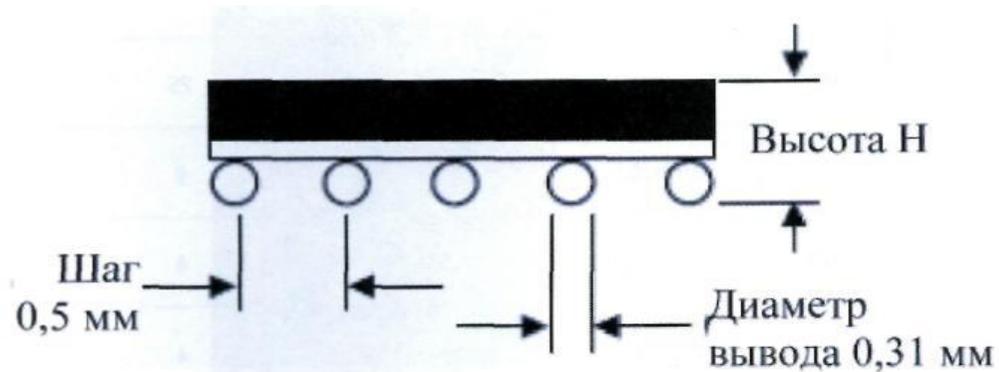
Слой электропроводящей
пасты

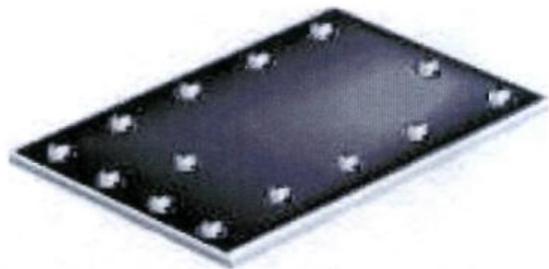
1,4 мм
(max)



Шариковый
вывод
припоя

Диэлектрик





Микросхемы в корпусах FC

(FCIP *flip chip* — перевёрнутый кристалл)

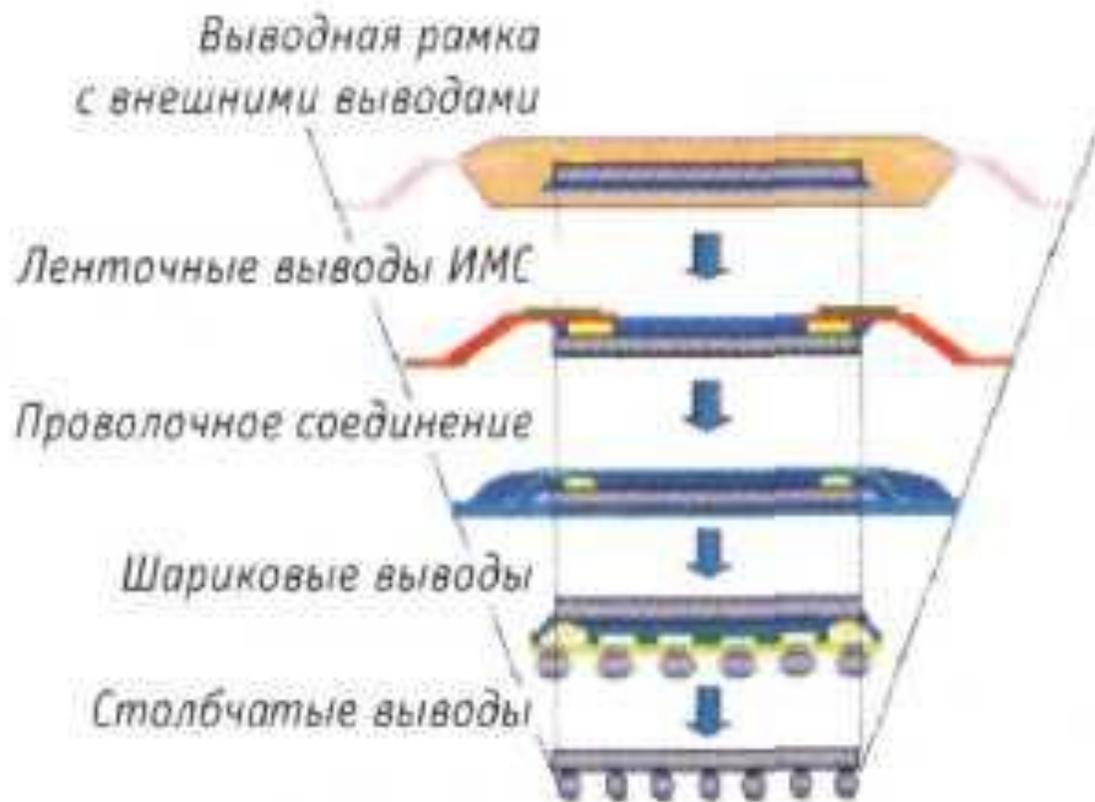
Тип компонента	Информация о выводах			Размеры кристалла, мм	Количество кристаллов в пластине 5"	Количество кристаллов в матричном поддоне 2x2"
	шаг, мкм	высота, мкм	диаметр, мкм			
FC48	457	140	178	6,3x6,3	236	25
FC317	254	119	125	5,08x5,08	340	36
FC579	300	100	110	11,0x11,0	Пластина 8"	9
FC960	225	90	100	7,2x7,2	Пластина 8"	25
FC1268	254	119	125	10,2x10,2	81-85	9
FC5072	254	119	125	20,0x20,0	18	4

Эффективность использования площади печатной платы при монтаже микросхем в различных корпусах

Конструкция корпуса ПМК	Тип корпуса ПМК	Установочная площадь ПМК, мм ²	Площадь, занимаемая корпусом ПМК относительно QFP, %
	QFP	900	100
	BGA	530	59
	CSP	225	25
	COB	169	19
	Flip-Chip	121	13

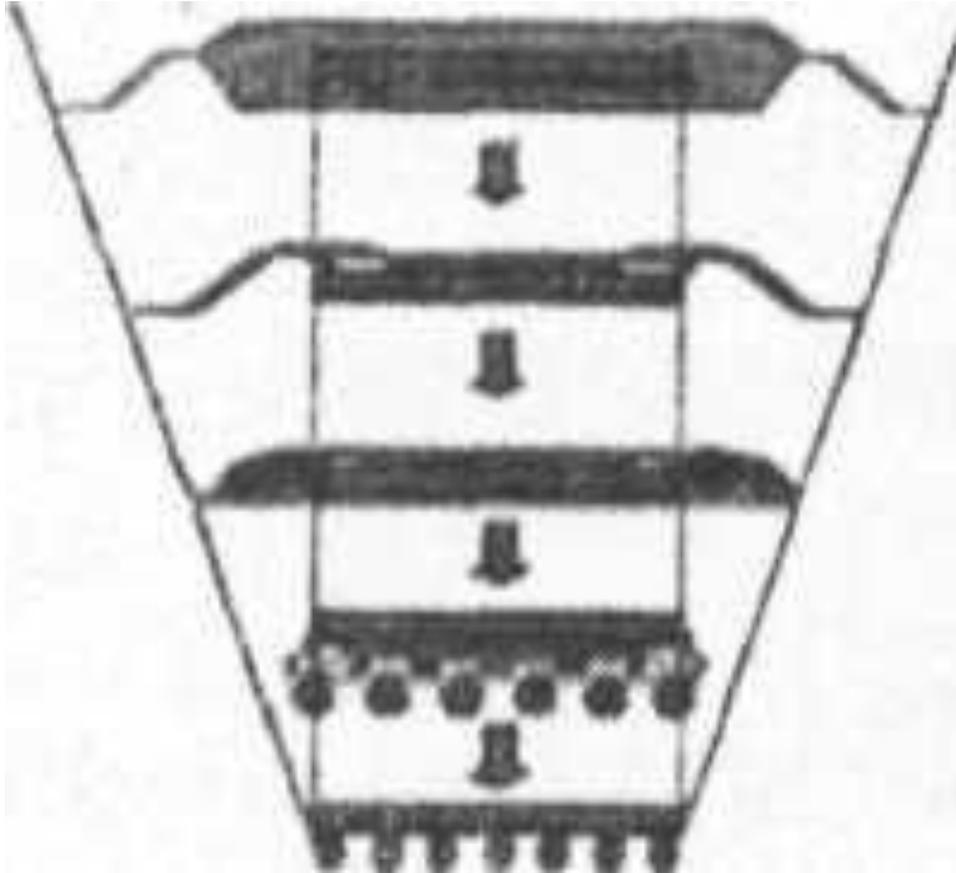
На сегодняшний день разработаны следующие типы матричных корпусов:

PBGA – Plastic Ball Grid Array – пластмассовые корпуса с матрицей шариковых выводов;
CBGA – Ceramic Ball Grid Array – керамические корпуса с матрицей шариковых выводов;
CCGA – Ceramic Column Grid Array – керамические корпуса с матрицей столбиковых выводов;
TBGA – Tape Bold Grid Array - матричные TAB корпуса
CSP (Chip-scale Packages) – корпус, соизмеримый с размером кристалла.



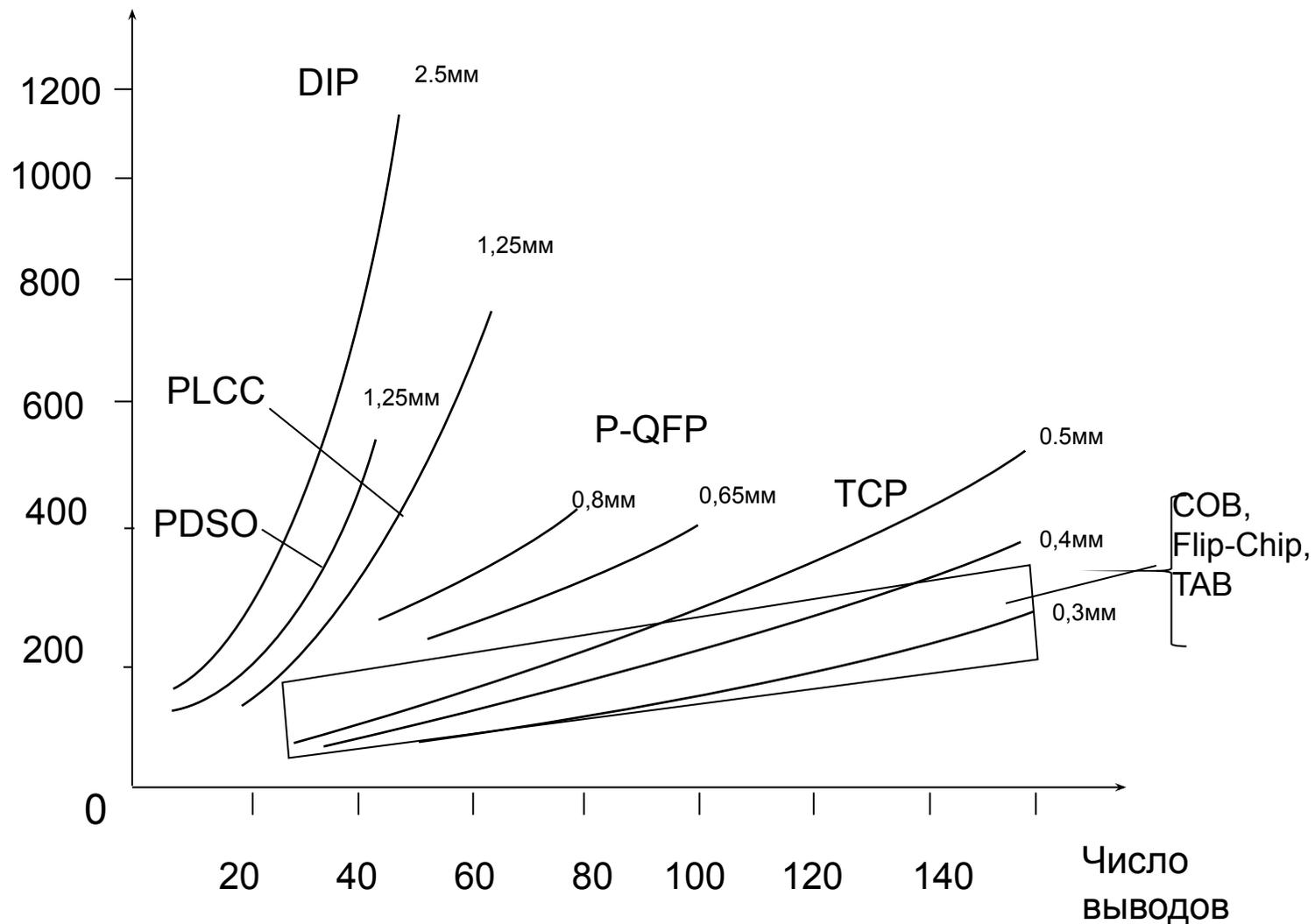
- **QFP** **900 мм² - 100%**
- **TAB/TCP** **400 мм² — 44%**
- **COB/BGA** **225 мм² — 25%**
- **FCIP/CSP** **115 мм² —13%**
- **FC/FCOB** **100 мм² —11%**

Эффективность использования площади печатной платы при монтаже микросхем в различных корпусах

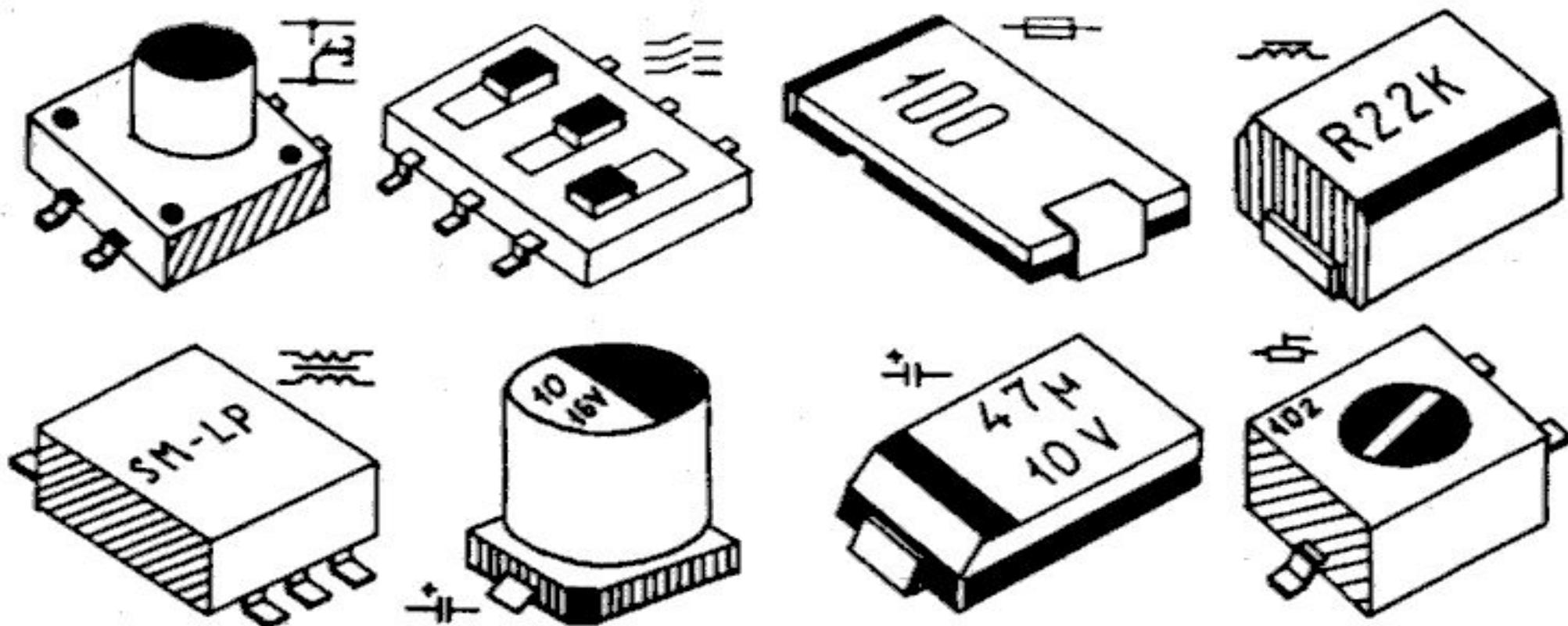


Тип корпус а	Занимаемая площадь, мм ²
QFP	900-100%
TAB/CP	400-44%
COB/BGA	225-25%
FCIP/CSP	115-13%
FC/FCOB	100-11%

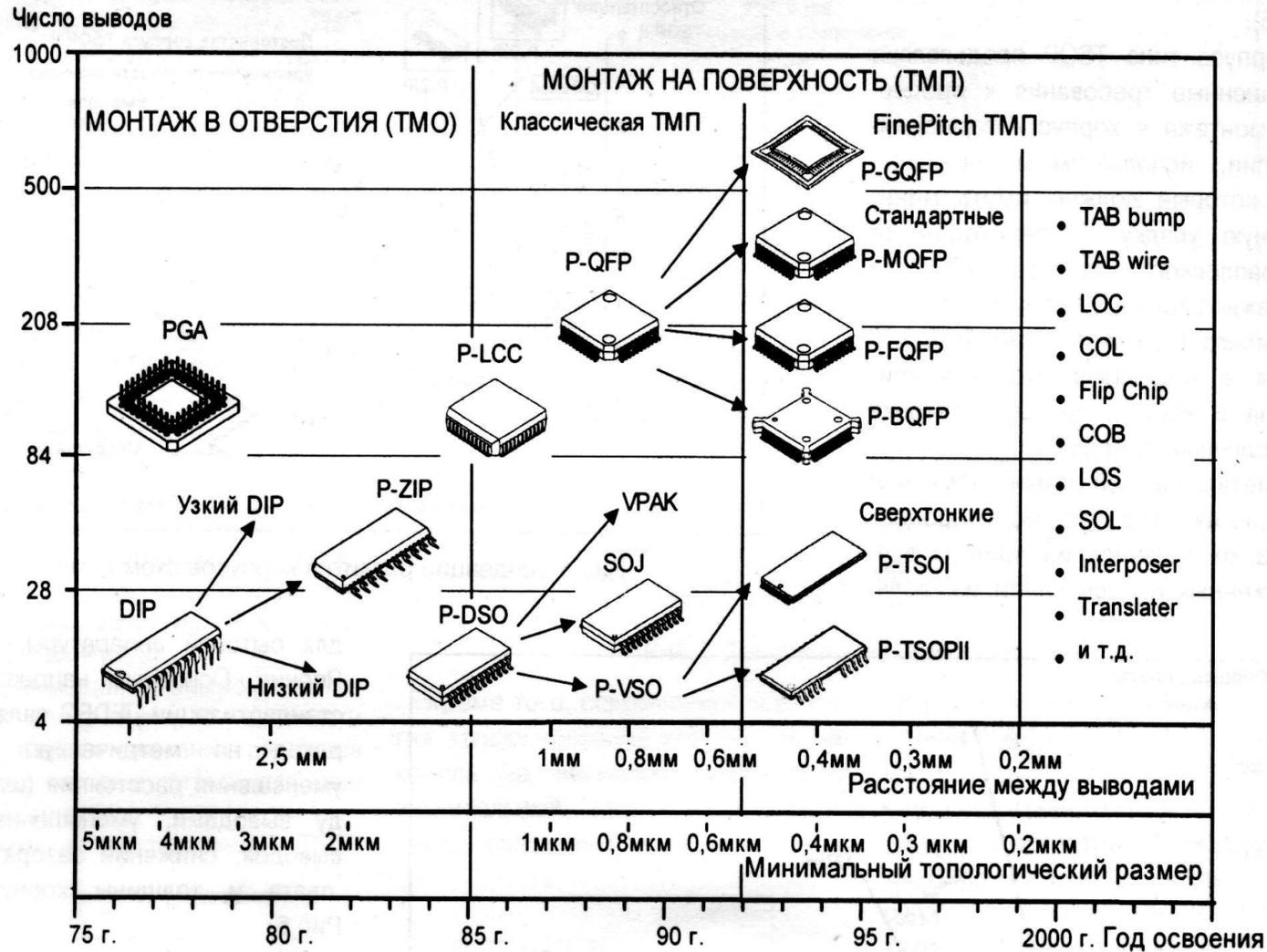
Топологические возможности корпусов различного типа



Нестандартные корпуса для компонентов неправильной формы



Этапы развития микроразъемов



BGA [ball grid array] — корпус ИМС с массивом шариковых выводов под корпусом

μBGA — корпус микроBGA с малым шагом выводов

COB [chip on board] — кристалл на плате

CSP [chip scale package] — корпус микросхемы с размерам кристалла, кристалл-корпус

DIP [dual-in-line package] — корпус ИМС с двухсторонним расположением штыревых выводов

FC, FCIP [flip chip, flip chip in package] — перевернутый кристалл

FCOB [flip chip on board] — перевернутый кристалл на плате

PLCC [plastic leaded chip carrier] — пластмассовый кристаллодержатель с выводами

QFP [quad flat pack] — плоский корпус ИМС с четырёхсторонним расположением выводов

TAB [tape automated bonding] — автоматизированная сборка на ленте-носителе

TCP [topologically close packed] — топологически плотноупакованный корпус ИМС

Прогноз развития микроэлектронных технологий

Характеристика микроэлектронной технологии	Годы					
	1999	2001	2003	2006	2009	2012
Минимальный топологический размер, нм	180	150	130	100	70	50
Емкость ДЗУПВ, бит	1Г	1...4 Г	4 Г	16 Г	64 Г	256 Г
МП, транз./кристалл	21 М	40 М	76 М	200 М	500 М	1400 М
Размер кристалла ДЗУПВ, мм ²	400	450	560	790	1120	1560
Размер кристалла МП, мм ²	340	380	430	520	620	750
Размер кристалла СпИС, мм ²	800	850	900	1000	1100	1300

Примечание: МП – микропроцессор; ДЗУПВ – динамическое запоминающее устройство с произвольной выборкой; СпИС – специализированная интегральная схема

Направления развития микрокорпусов

- Дальнейшее развитие микрокорпусов – в направлении уменьшения шага выводов и габаритных размеров, увеличения общего количества выводов. Освоенными в настоящее время являются корпуса микросхем с шагом выводов 0,4 и 0,25 мм при общем количестве 500-600 выводов. Однако корпуса с шагом выводов 0,4 и менее требуют весьма бережного обращения из-за малой жесткости выводов, что предъявляет высокие требования к сборочным автоматам и резко повышает их стоимость. В состав автоматов должны входить системы технического зрения для проверки компланарности выводов и центровки корпуса перед монтажом.

Матричные корпуса для микросхем

На сегодняшний день разработаны следующие типы матричных корпусов:

- **PBGA** – **Plastic** Ball Grid Array – пластмассовые корпуса с матрицей шариковых выводов;
- **CBGA** – **Ceramic** Ball Grid Array – керамические корпуса с матрицей шариковых выводов;
- **CCGA** – **Ceramic** Column Grid Array – керамические корпуса с матрицей столбиковых выводов;
- **TBGA** – **Tape** Bold Grid Array - матричные TAB корпуса
- **CSP** (Chip-scale Packages) – корпус, соизмеримый с размером кристалла.

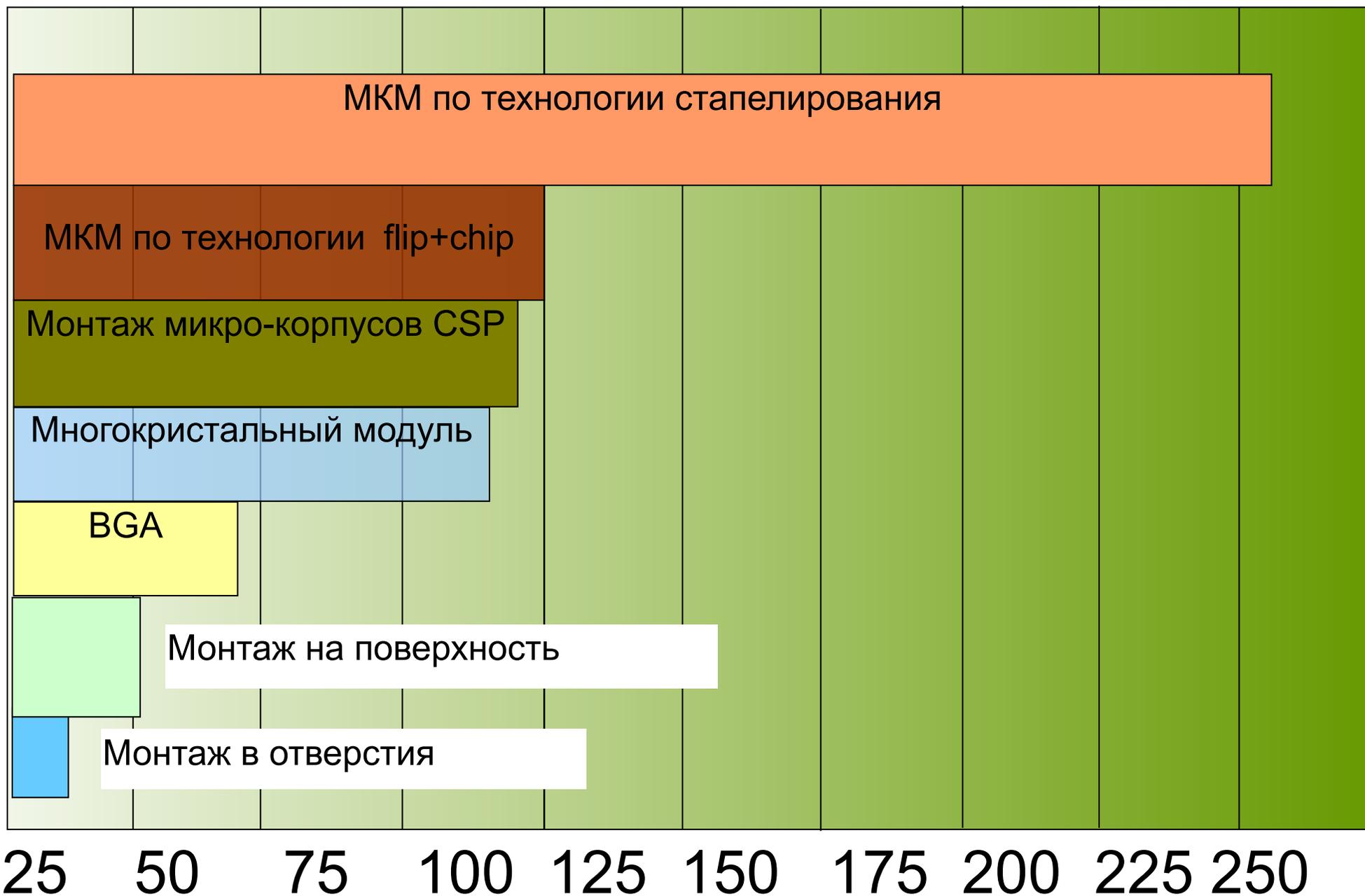
Максимальное количество выводов корпусов при заданном шаге

Расстояние между выводами и, мм	Число выводов, макс.	
	QFP	BGA
2,5	32	64
1,25	64	256
0,625	124	961
0,5	156	1528
0,4	196	3401
0,25	312	6084

Площадь корпуса при числе выводов 300 и заданном шаге

Расстояние между выводами , мм	Площадь корпуса, мм ²	
	QFP	BGA
2,5	4840	1160
1,25	2420	580
0,625	1210	290
0,5	970	230
0,4	770	185
0,25	485	180

Рост уровней плотности компоновки



Техника межсоединений ступенчатых кристаллов (а) и конструкция многокристального модуля с шариковыми выводами (б)

