

**Основы проектирования,
конструирования и
технологии производства
медицинской техники**

Лекции – 34 часов

Практические занятия – 34 часов

Зачет

Алгоритмическая схема технологии РИТМ

Текущий контроль:

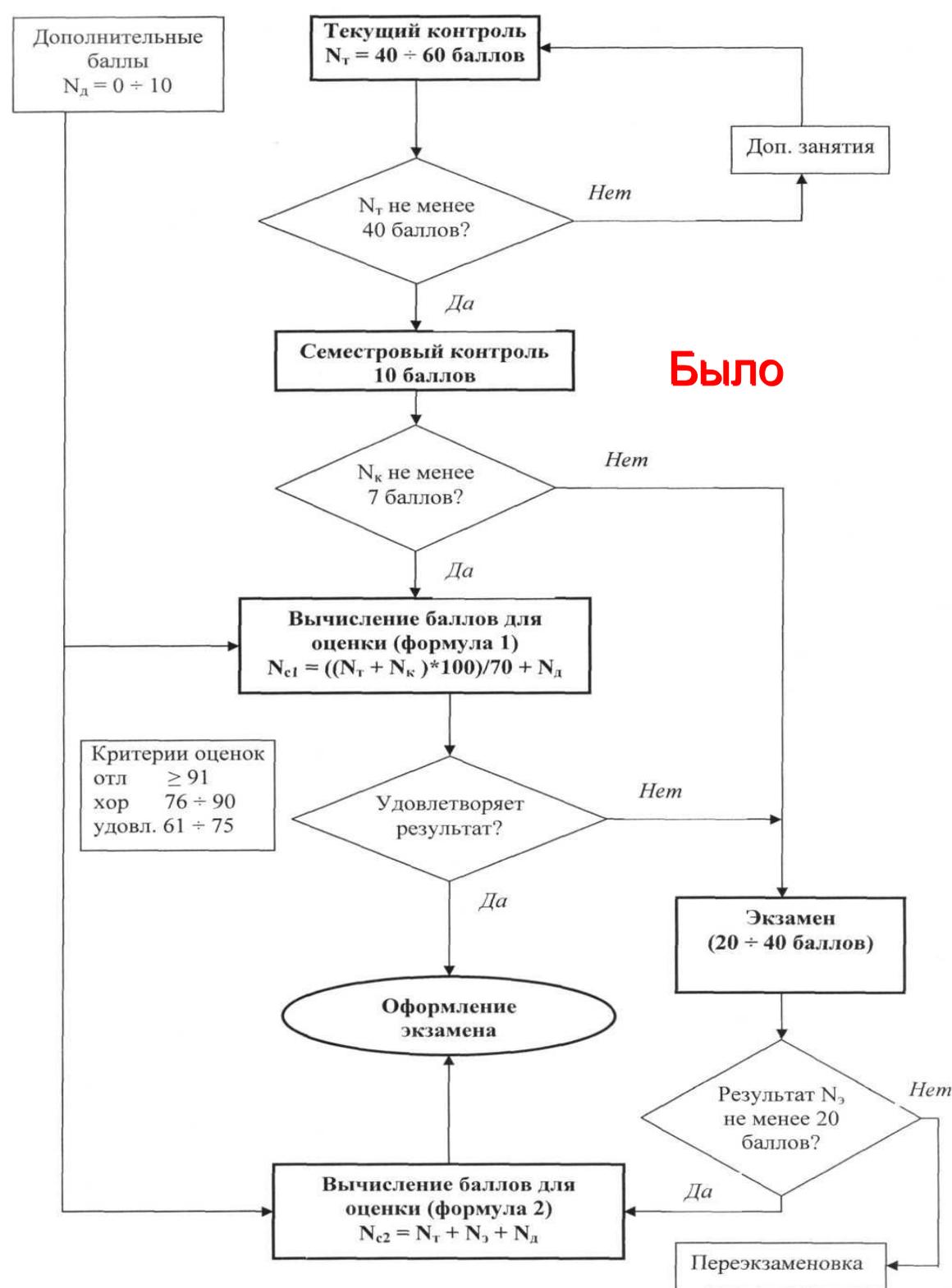
Коллоквиум – 5 баллов
Практ. работы – 8 баллов
РГР – 7 баллов

Семестровый контроль:

Ответ на 10 контрольных
вопросов по всем разделам
курса

Дополнительные баллы:

Участие в олимпиаде,
выполнение поисковых,
графических, макетных и др.
видов работ



Алгоритмическая схема технологии РИТМ

Текущий контроль:

Коллоквиум – 8 баллов

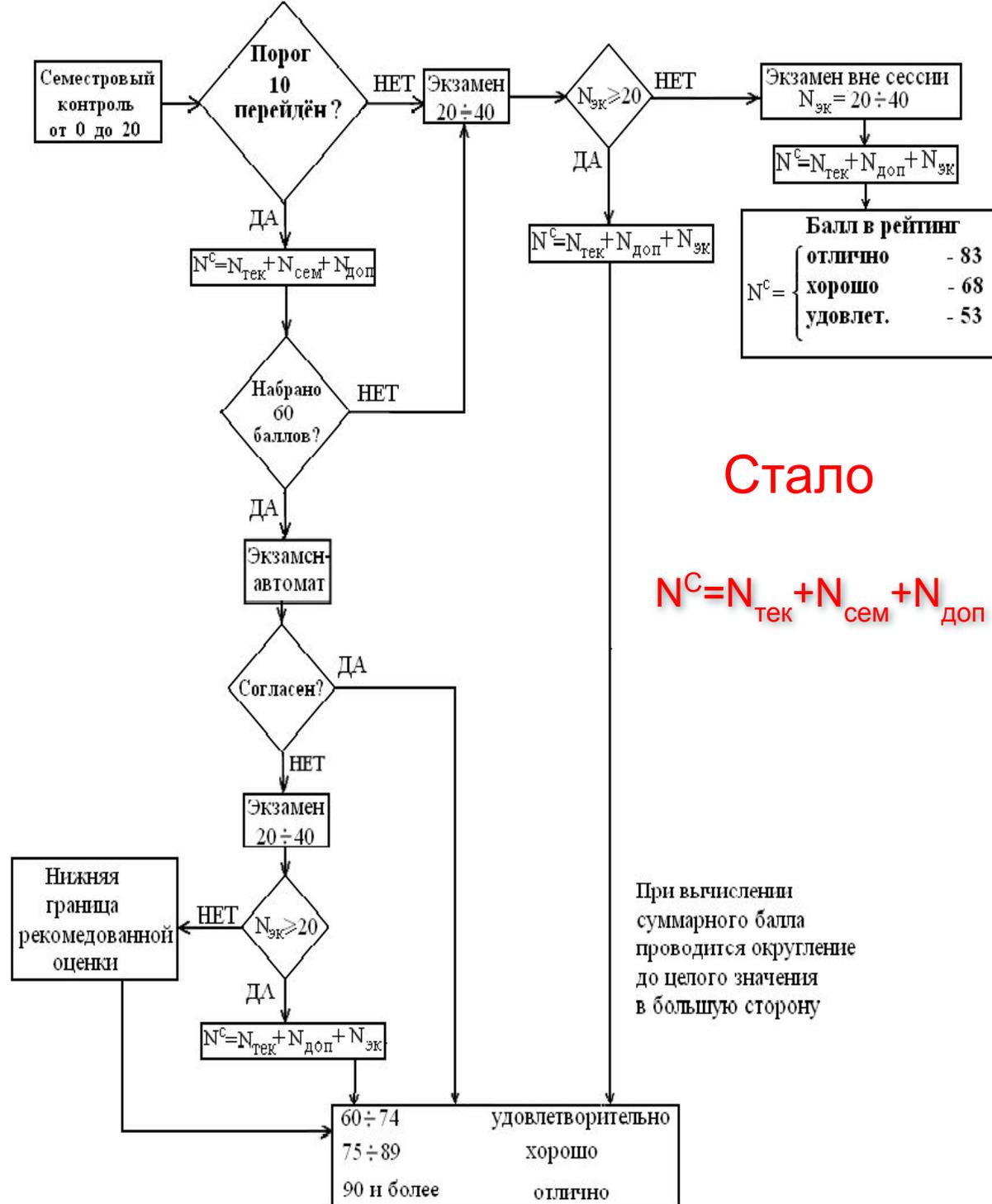
Практ. работы – 12 баллов

Семестровый контроль:

Ответ на 10 контрольных вопросов по всем разделам курса

Дополнительные баллы:

Участие в олимпиаде, выполнение поисковых, графических, макетных и др. видов работ



Литература (Теоретический курс)

№ п/п	Автор	Наименование	Год изда- ния	Количество экземпляров	
				в библ.	на кафедре
Основная					
1	Леухин В.Н.	Конструирование и технология радиоэлектронных систем: конспект лекций - Йошкар-Ола: МарГТУ. - 2009.- 196 с.	2009	50	2
2	Кореневский Н. А.	Введение в направление подготовки «Биотехнические системы и технологии»: учебное пособие / Н. А. Кореневский. – Старый Оскол:ТНТ, 2013. – 360 с.	2013	15	
3	Кореневский Н. А.	Медицинские приборы, аппараты, системы и комплексы : [учеб. пособие для студентов вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов 653900 "Биомед. техника"] / Н. А. Кореневский, Е. П. Попечителей, С. П. Серегин ; Курский гос. техн. ун-т, С.-Петерб. гос. электротехн. ун-т. - Изд. 2-е. - Курск : Курск, 2009. - 985 с. : ил.	2009	15	
4	Илясов Л. В.	Биомедицинская измерительная техника: учеб. пособие для студентов вузов по направ. подгот. дипломир. специалистов "Биотехн. и мед. аппараты и системы", "Инженерное дело в медико-биол. практике" и направ. подгот. бакалавров и магистров "Биомед. инженерия" / Л. В. Илясов. - М. : Высш. шк., 2007. - 341 с	2007	11	
Дополнительная					
		ГОСТ 20790-93 Приборы, аппараты и оборудование медицинские. Общие технические условия			

Рекомендуемая литература (для практических занятий)

1. Леухин, В. Н. Радиоэлектронные узлы с монтажом на поверхность: конструирование и технология: Учебное пособие. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 248 с.
2. Леухин, В. Н. Основы конструирования и технологии производства РЭС: учебное пособие по курсовому проектированию. - Йошкар-Ола: ПГТУ. - 2017.- 76 с.
3. Леухин, В. Н. Компоненты для монтажа на поверхность: Справочное пособие. - Йошкар-Ола: МарГТУ. - 2006.-300 с.
4. Леухин, В. Н. Проектирование радиоэлектронных узлов. - Йошкар-Ола: «Периодика Марий Эл». - 2003.-160 с.
5. Леухин, В. Н. Технология электронных средств: лабораторный практикум. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015. – 204 с.
6. Рекомендации по конструированию печатных узлов. – М.: ЗАО Предприятие ОСТЕК, 2008. – 276 с.
7. Медведев А.М. Печатные платы. Конструкции и материалы. – М.: Техносфера, 2005.- 304 с.
8. Медведев А.М. Сборка и монтаж электронных устройств. – М.: Техносфера, 2007. – 256 с.
9. Пирогова Е.В. Проектирование и технология печатных плат: Учебник . – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005. – 560 с.

Темы практических занятий

1. Проектирование конструкции радиоэлектронного узла с монтажом на поверхность
2. Разработка технологического процесса изготовления радиоэлектронного узла с монтажом на поверхность
3. Определение геометрических размеров компонентов и их марок по фотографии

ГОСТ 20790-93

ПРИБОРЫ, АППАРАТЫ

И ОБОРУДОВАНИЕ МЕДИЦИНСКИЕ

Стандарт распространяется на изделия медицинской техники, предназначенные для применения в медицинской практике, а также на составные части этих изделий, имеющие функциональное медицинское назначение и изготавливаемые отдельно (далее - изделия):

- медицинские приборы;
- медицинские аппараты;
- медицинское оборудование;
- медицинские комплексы.

Изделия медицинской техники

Термин	Пояснение
1 Изделия медицинской техники	<p>Изделия, предназначенные для диагностики, лечения, профилактики организма человека и (или) обеспечения этих процессов.</p> <p><i>Примечания</i></p> <p><i>1 Изделия медицинской техники подразделяют на медицинские приборы, аппараты, оборудование, инструменты и комплексы.</i></p> <p><i>2 Отличительной особенностью изделий медицинской техники является то, что любое из них должно быть разрешено к применению в медицинской практике органами здравоохранения.</i></p> <p><i>3 Под изделием понимают любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии по конструкторской документации</i></p>
2 Медицинские приборы	Изделия медицинской техники, предназначенные для получения, накопления и (или) анализа, а также отображения измерительной информации о состоянии организма человека с диагностической или профилактической целью
3 Медицинские аппараты	Изделия медицинской техники, предназначенные для лечебного или профилактического воздействия на организм человека, либо для замещения или коррекции функций органов и систем организма
4 Медицинское оборудование	Изделия медицинской техники, предназначенные для обеспечения необходимых условий для пациента и медицинского персонала при диагностических, лечебных и профилактических мероприятиях, а также при уходе за больными
5 Медицинские комплексы	Совокупность изделий медицинской техники, каждое из которых выполняет определенную частную функцию в системе сложного диагностического, лечебного или профилактического мероприятия

ГОСТ 20790-93

1 Классификация изделий

1.1 В зависимости **от возможных последствий отказа** в процессе использования изделия подразделяют на классы **А, Б, В, Г:**

А - изделия, отказ которых представляет непосредственную опасность для жизни пациента;

Б - изделия, отказ которых, не вызывая непосредственной опасности для жизни пациента, может вызвать вредные последствия для его здоровья;

В - изделия, отказ которых снижает эффективность или задерживает лечебно-диагностический процесс в не критических ситуациях, либо повышает нагрузку на медицинский или обслуживающий персонал;

Г - изделия, отказ которых не вызывает нарушения основных функций, а приводит только к изменению дополнительных характеристик, не вызывающих последствий для пациента.

ГОСТ 20790-93

В зависимости от воспринимаемых механических воздействий изделия подразделяют на пять групп:

1 - стационарные;

2 - носимые, переносные и передвижные, не предназначенные для работы при переносках и передвижениях в пределах лечебного учреждения;

3 - носимые, переносные и передвижные, предназначенные для работы при переносках и передвижениях в пределах лечебного учреждения;

4 - перевозимые, а также постоянно установленные на подвижных медицинских установках, не предназначенные для работы при перевозках или на ходу;

5 - перевозимые, а также постоянно установленные на подвижных медицинских установках, предназначенные для работы при перевозках или на ходу, подвижные медицинские установки.

ГОСТ 20790-93

1.4 В зависимости от устойчивости к климатическим воздействиям изделия, все части которых эксплуатируются в нормальных условиях в воздушной среде, подразделяют на виды климатических исполнений УХЛ4.2, У1, У1.1, У2, У3, У5, Т1, Т1.1, Т2, Т3, Т5, О4.1 и О4.2 по ГОСТ 15150.

Изделия, которые эксплуатируются внутри органов и полостей человека при наличии в них биологических жидкостей, тканевых и кожных выделений (кровь, моча, желчь и др.), изготавливают в климатическом исполнении У и Т по ГОСТ 15150 категории 6 по требованиям настоящего стандарта.

3.12 Изделия видов климатического исполнения УХЛ4.2, У1, У1.1, У2, У3, У5, Т1, Т1.1, Т2, Т3, Т5, О4.1 и О4.2 должны быть исправны в процессе эксплуатации при воздействии температуры и влажности, номинальные значения которых приведены в таблицах 2 и 3. Остальные требования - по ГОСТ 15150.

3.14 Изделия, изготовленные в климатических исполнениях У и Т категории 6, должны быть исправными в процессе эксплуатации при номинальных значениях температуры от 32 до 42 °С, остальные требования устанавливают по требованию заказчика.

3.15 Изделия категории 6 и аналогичные им составные части и рабочие органы изделий других категорий должны быть, по требованию заказчика, герметичны.

3.16 Изделия категории 6 и аналогичные им составные части и рабочие органы изделий других категорий должны быть устойчивы к воздействиям биологических жидкостей и выделений тканей организма, с которыми они контактируют в процессе эксплуатации.

Таблица 2

Исполнение изделия	Категория изделия	Номинальное значение температуры, °С	
		верхнее	нижнее
УХЛ	4.2	+35	+10
У	1; 1.1	+40	-40
	2	+40	-25*
	3	+40	+10
	5	+35	+10
Т	1; 1.1	+50	-10
	2	+45	+5
	3	+45	+10
	5	+45	+10
О	4.1	+25	+10
	4.2	+45	+10

* Для изделий, использование которых при отрицательных температурах невозможно, устанавливают нижнее значение температуры +5 °С.

Климатическое исполнение (по ГОСТ 15150-69)

В зависимости от макроклиматического района, в котором допускается эксплуатировать данные РЭС, различают девять основных климатических исполнений изделий:

- 1) **исполнение У** – для умеренного климата со среднегодовым максимумом и минимумом температуры $+40^{\circ}$ и -45° °С ;
- 2) **исполнение УХЛ** – для умеренного и холодного климата при минимуме температуры ниже -45° °С ;
- 3) **исполнение ТВ** – для влажного тропического климата с температурой $+20^{\circ}$ °С и выше в сочетании с относительной влажностью 80% и выше, действующей на изделие более половины суток ежедневно в течение двух месяцев и более;
- 4) **исполнение ТС** – для сухого тропического климата с температурой $+40^{\circ}$ °С и выше при минимальной относительной влажности 10%;
- 5) **исполнение М** – для умеренно холодного морского климата при нахождении в морях и океанах севернее 30° с.ш. или южнее 30° ю.ш., а также прибрежные территории;
- 6) **исполнение ТМ** – для тропического морского климата при нахождении в морях и океанах между 30° с.ш. и 30° ю.ш.;
- 7) **исполнение О** – общеклиматическое исполнение для суши;
- 8) **исполнение ОМ** – общеклиматическое морское для кораблей и судов с неограниченным районом плавания;
- 9) **исполнение В** – всеклиматическое исполнение для суши и моря (кроме Антарктиды).

Категории размещения на объекте (по ГОСТ 15150-69)

Для каждого климатического района возможны следующие укрупненные категории размещения на объекте:

1 – на открытом воздухе;

2 – под навесом и на объектах, где колебания температуры и влажности несущественно отличаются от условий открытого воздуха (палатки и т.п.);

3 – в закрытых помещениях с естественной вентиляцией без кондиционирования (ангары, склады и другие неотапливаемые или нерегулярно отапливаемые помещения);

4 – в помещениях с искусственным климатом (бытовые, производственные и другие помещения);

5 – в помещениях с повышенной влажностью, приводящей к частой конденсации влаги на стенах и потолке (подземные сооружения, трюмы кораблей).

ГОСТ 20790-93

Требования по устойчивости к механическим воздействиям

3.10 В процессе и (или) после механических воздействий изделия должны удовлетворять следующим требованиям:

- 1) изделия групп 2 и 4 должны обладать вибропрочностью, а изделия групп 3 и 5 - виброустойчивостью в режимах, указанных в таблице 1;
- 2) изделия группы 4 должны обладать ударопрочностью, а изделия групп 3 и 5 - удароустойчивостью в режимах, указанных в таблице 1;

Примечание:

Вибропрочностью называют способность конструкции противостоять разрушающему воздействию вибрации в заданном диапазоне частот и ускорений.

Виброустойчивостью называют способность конструкции РЭС выполнять свои функции при вибрации в заданном диапазоне частот и ускорений.

Таблица 1

Группа изделий	Вибрационные нагрузки		Ударные нагрузки	
	Диапазон частот, Гц	Амплитуда перемещения, мм	Пиковое ударное ускорение мс^{-2} (g)	Длительность действия ударного ускорения, мс
1	-	-	-	-
2	10-55	0,15	-	-
3, 4, 5	10-55	0,35	100 (10)	16

Виды механических воздействий

- При эксплуатации на каждом из объектов-носителей РЭС могут подвергаться механическим воздействием в виде **вибраций, ударов, линейного ускорения и акустического шума**. Уровень воздействия зависит от вида носителя и места расположения изделия на носителе.
- *Под вибрацией* РЭС обычно понимают длительные знакопеременные колебательные процессы в их конструкции, которые влияют на работу РЭС. Вибрация может быть периодической или случайной. В свою очередь, периодическая вибрация подразделяется на гармоническую и полигармоническую, а случайная – на стационарную, нестационарную, узкополосную и широкополосную. Вибрация характеризуется амплитудой колебаний и их частотой. Гармонические колебания при эксплуатации РЭС встречается крайне редко. Обычно на РЭС воздействует спектр колебаний с различными амплитудами и частотами, что затрудняет расчет виброустойчивости.
- *Ударом* называют кратковременное воздействие, длительность которого примерно равна двойному времени распространения ударной волны через объект, подвергшийся удару. В момент удара происходит колебание системы на вынужденной частоте, определяемой длительностью удара, а после него – на собственной частоте конструкции. Интенсивность ударного воздействия зависит от формы, амплитуды и длительности ударного импульса.

Характеристики механических воздействий

Механическое воздействие характеризуется перегрузкой n , которая кратна ускорению силы тяжести g .

Для вибрационных перегрузок

$$n_v \approx xf^2/250, \quad (2.1)$$

где x – амплитуда вибраций, мм;

f – частота колебаний, Гц.

При ударе

$$n_{уд} \approx 0,05V_{уд}/S, \quad (2.2)$$

где S – перемещение соударяющихся тел с учетом амортизации, мм;

$V_{уд}$ – мгновенная скорость в момент удара, мм/с.

Устойчивость РЭС к механическим воздействиям характеризуется их вибропрочностью и виброустойчивостью.

Первая характеристика связана с транспортной вибрацией (аппаратура выключена), вторая – с эксплуатационной (аппаратура включена).

Вибропрочностью называют способность конструкции противостоять разрушающему воздействию вибрации в заданном диапазоне частот и ускорений.

Виброустойчивостью называют способность конструкции РЭС выполнять свои функции при вибрации в заданном диапазоне частот и ускорений.

В результате механических воздействий в виде ударов и вибрации в РЭС могут наблюдаться следующие повреждения:

- полное разрушение корпуса или его частей вследствие удара или механического резонанса;
- отрыв монтажных связей и выводов электрорадиоэлементов;
- временный или окончательный выход из строя разъемных и неразъемных электрических контактов (в соединителях, реле);
- смещение положения органов настройки и регулировки;
- отслоение печатных проводников и расслоение многослойных печатных плат;
- выход из строя механических узлов (зубчатых пар, подшипников, крепежа);
- изменение параметров конденсаторов переменной емкости, катушек индуктивности вследствие смещения и изменения геометрических размеров;
- смещение частотного диапазона приемных устройств.

Зависимость надежности элементов от условий эксплуатации РЭС

Место установки РЭС	Поправочный коэффициент $k_{\lambda} = \lambda / \lambda_0$	Место установки РЭС	Поправочный коэффициент $k_{\lambda} = \lambda / \lambda_0$
Лабораторные и благоустроенные помещения Стационарные наземные устройства Корабль (защитный отсек) Автомобиль	1,0 10...20 17...40 25...50	Железнодорожная платформа (вагон) Самолет Управляемый снаряд Ракета	40...60 120...160 300...350 700...1000

3.3 Технология поверхностного монтажа

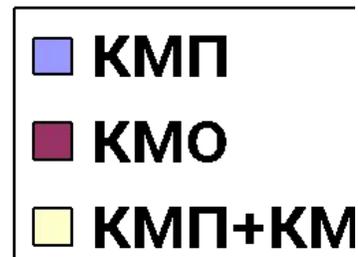
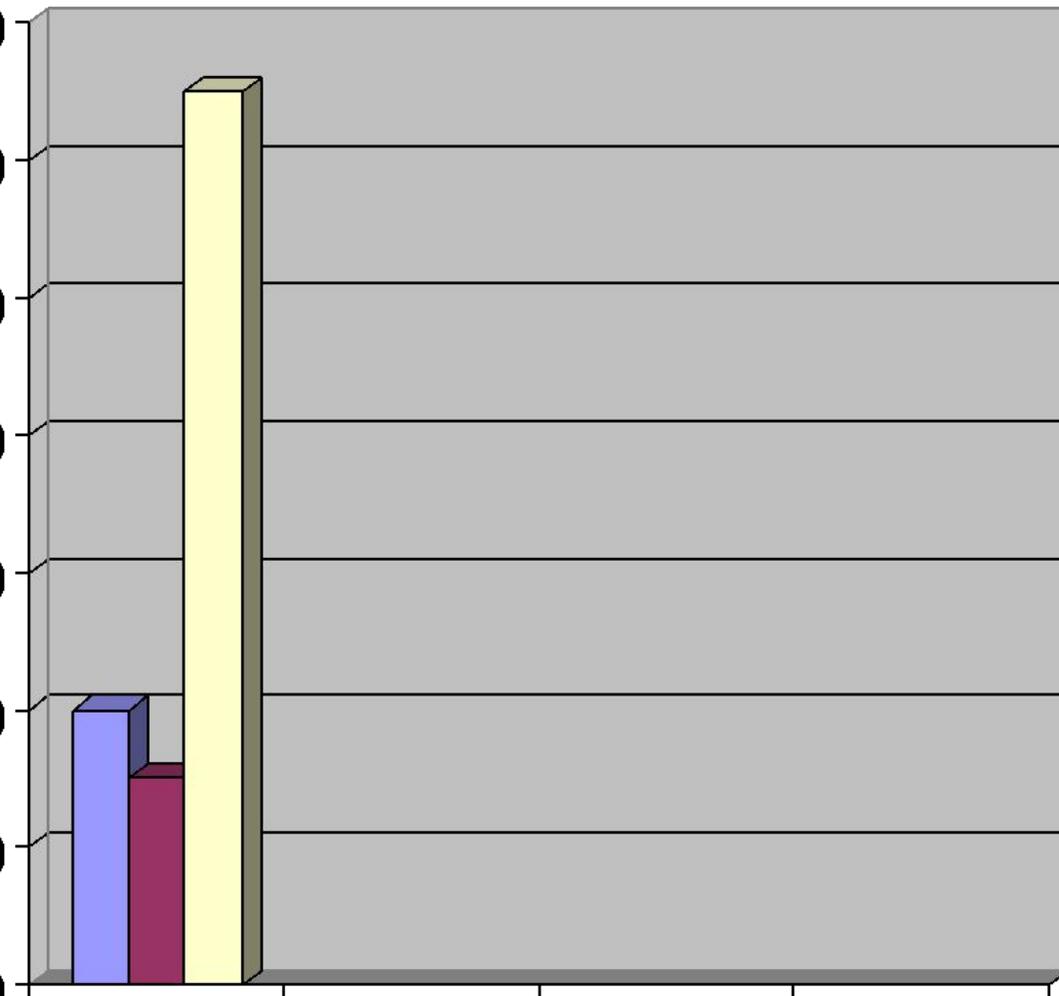
Surface-Mount Technology (SMT)

Современное соотношение доли печатных узлов различного исполнения:

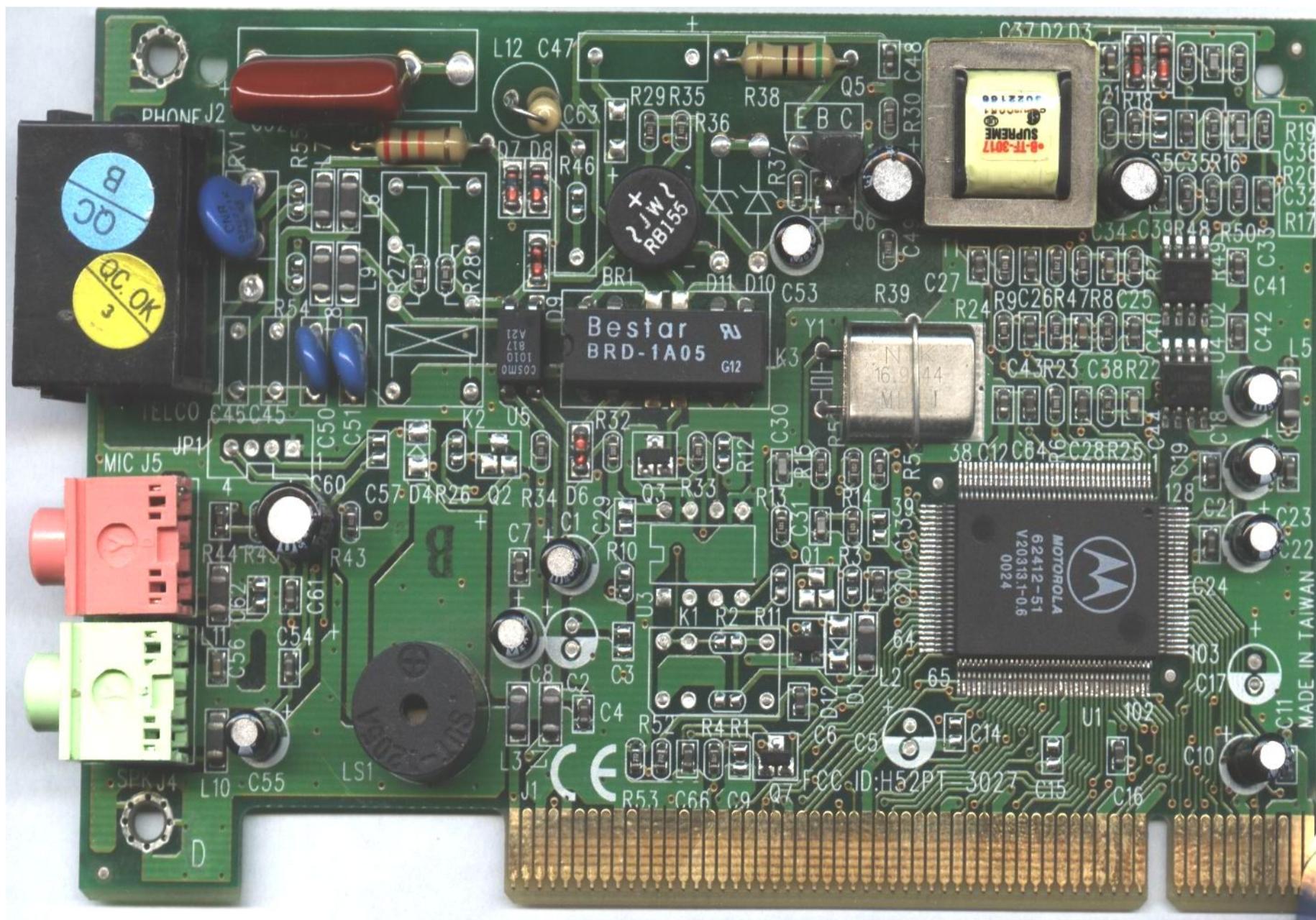
КМП – узлы чисто с монтажом на поверхность (около 20 %)

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

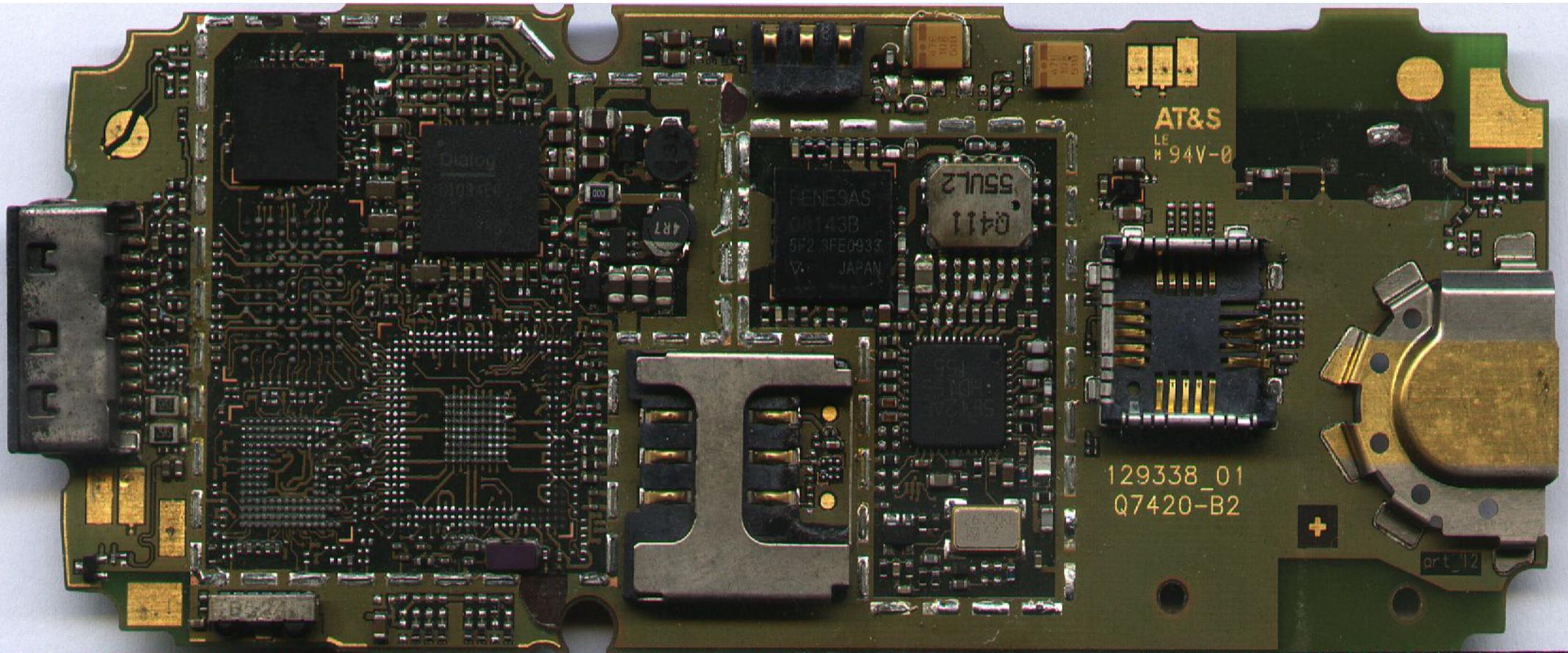
КМП+КМО – смешанный монтаж (около 65 %)



Пример конструкции радиоэлектронного узла со смешанным монтажом



Пример конструкции радиоэлектронного узла преимущественно с монтажом на поверхность



MM
CM

1

2

3

4

5

6

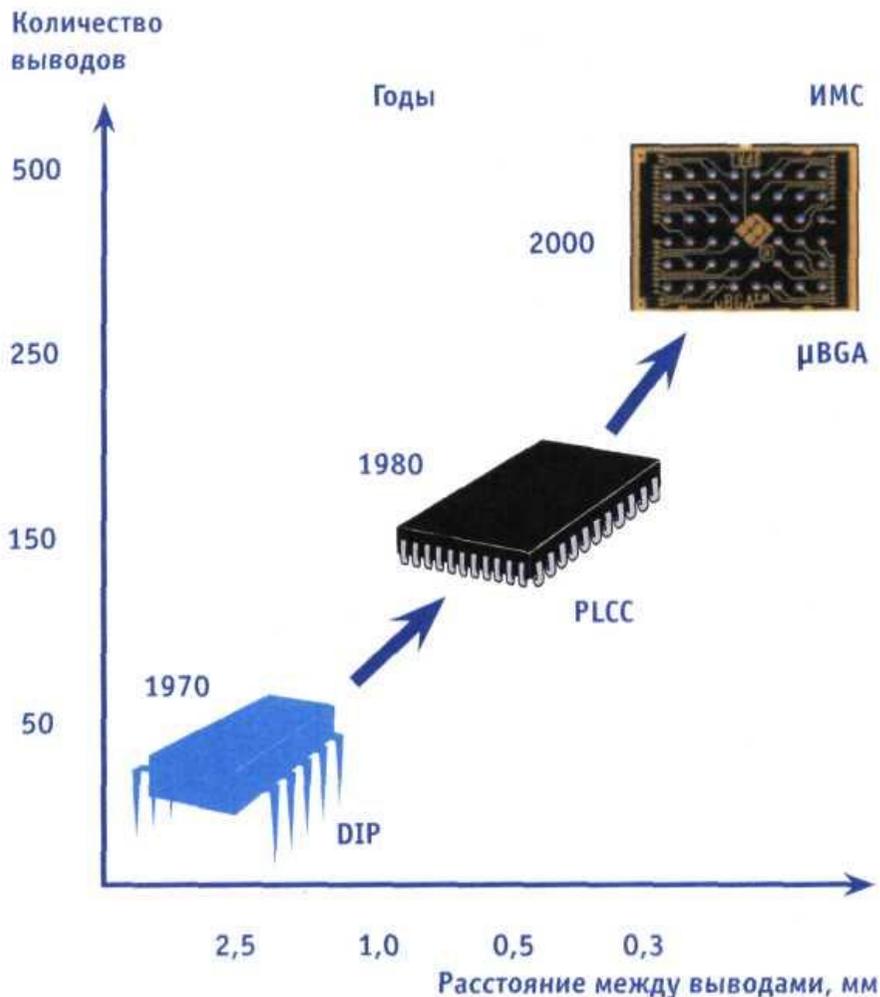
7

8

9

10

Развитие корпусов микросхем



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

μBGA — корпус ИМС 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

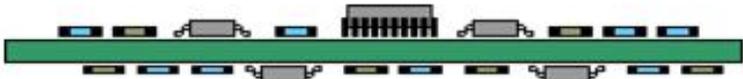
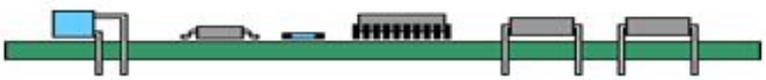
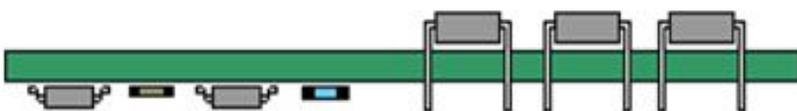
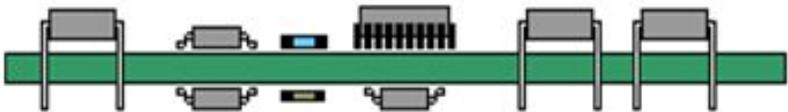
TCP [topologically close packed] — топологически плотноупакованный корпус ИМС

3.3 Технология поверхностного монтажа

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 и зазоров между ними до 0,05 мм. Небольшая высота компонентов – во многих случаях всего 1-1,5 мм – 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.

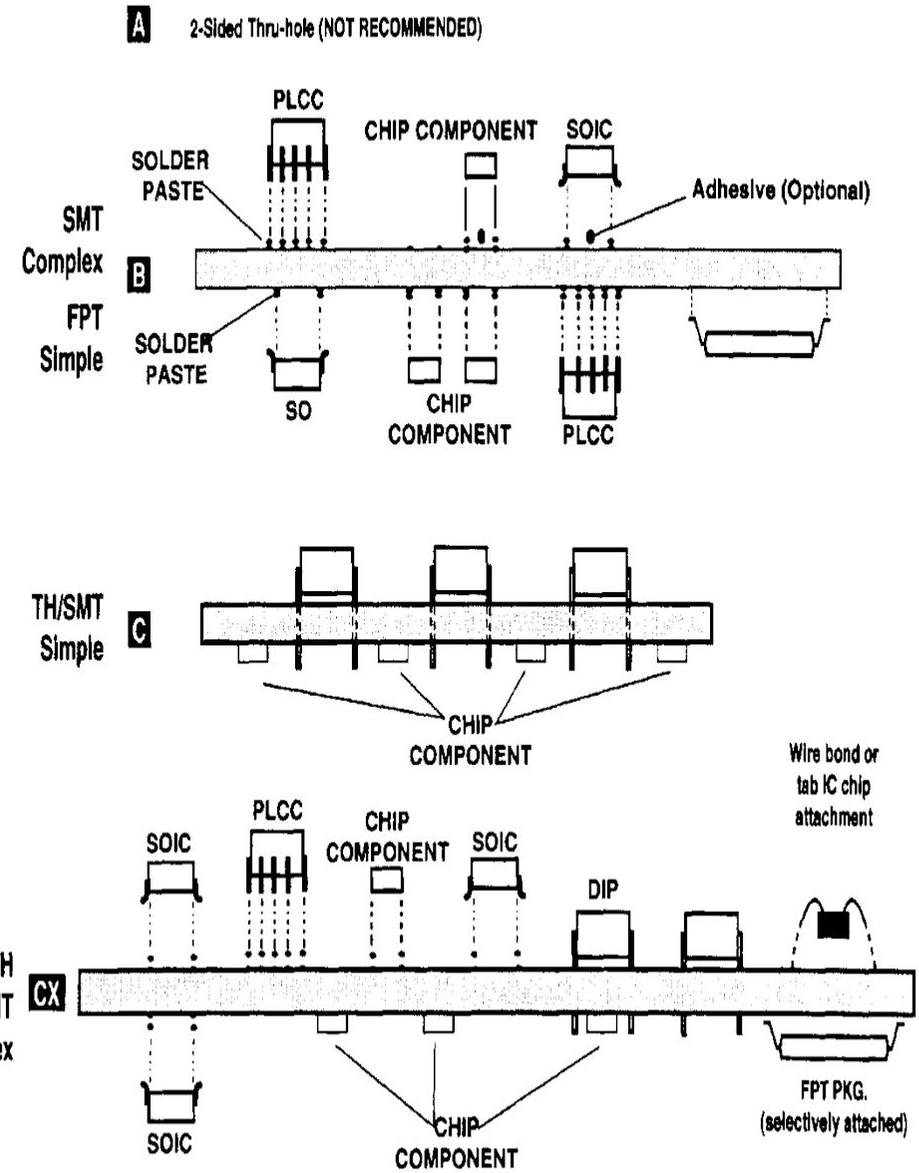
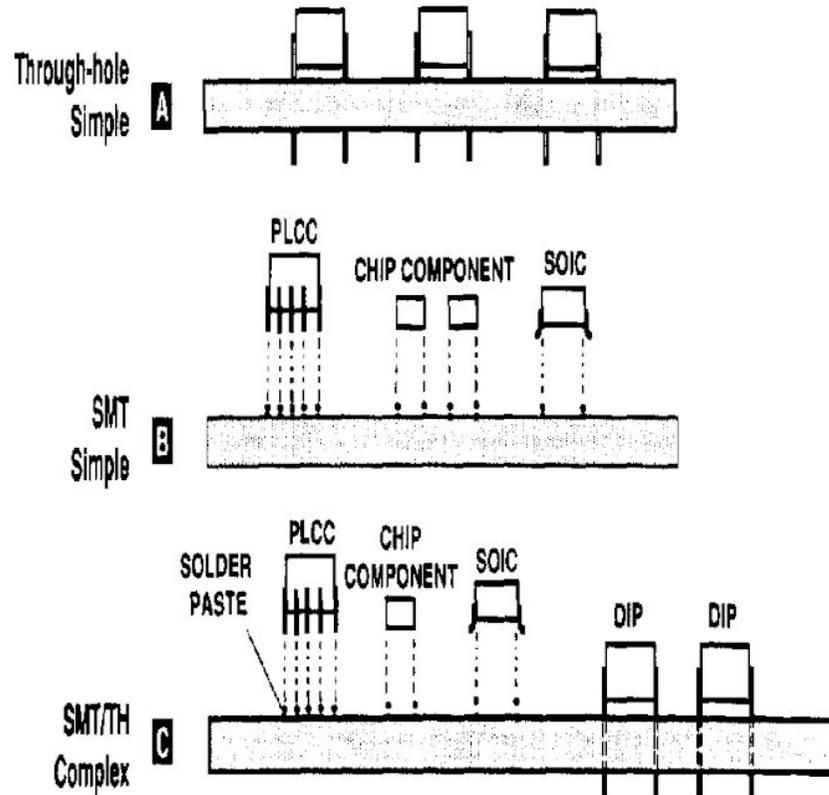
Конструктивные варианты и типы технологических процессов изготовления узлов с ТМП

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
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

3.3 Технология поверхностного монтажа

Варианты конструкций радиоэлектронных узлов
(по стандарту IPC782A)

Type 2



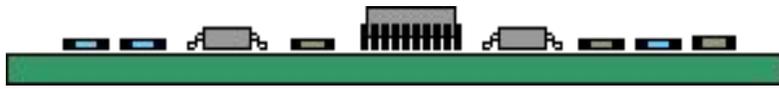
Типы SMT сборок

Surface-Mount Technology (SMT) - технология поверхностного монтажа.

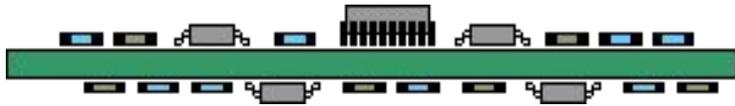
В электронной промышленности существует шесть общих типов SMT сборки, каждому из которых соответствует свой порядок производства:

- Тип 1 - монтируемые компоненты установлены только на верхнюю сторону
- Тип 2 - монтируемые компоненты установлены на обе стороны платы
- Класс А - только through-hole (монтируемые в отверстия) компоненты
- Класс В - только поверхностно монтируемые компоненты (SMD)
- Класс С - смешанная: монтируемые в отверстия и поверхностно монтируемы компоненты
- Класс Х - комплексно-смешанная сборка: through-hole, SMD, fine pitch, BGA
- Класс Y - комплексно-смешанная сборка: through-hole, surface mount, Ultra fine pitch, CSP
- Класс Z - комплексно-смешанная сборка: through-hole, Ultra fine pitch, COB, Flip Chip, TCP

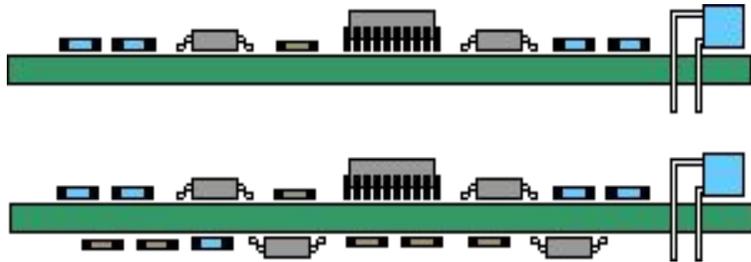
Разновидности электронных сборок



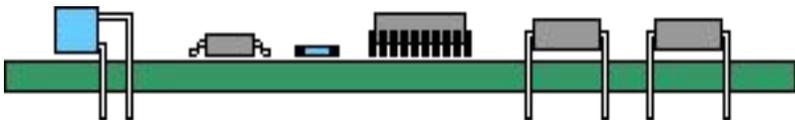
Тип 1В: SMT Только верхняя сторона



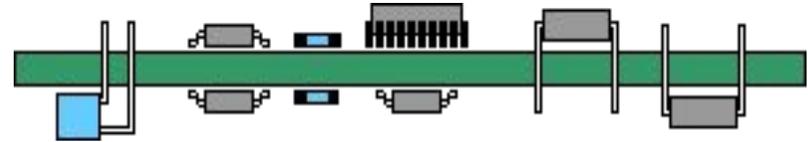
Тип 2В: SMT Верхние и нижние стороны



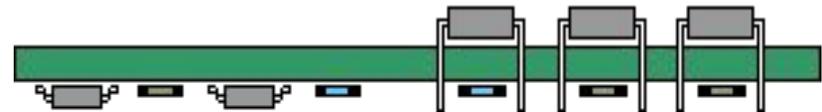
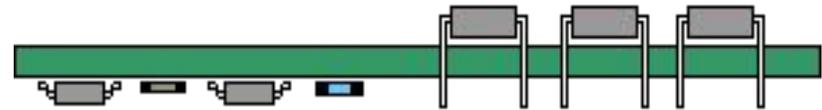
Специальный тип: SMT верхняя сторона в первом случае и верхняя и нижняя во втором, но PTH только верхняя сторона



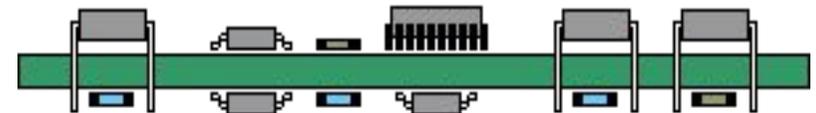
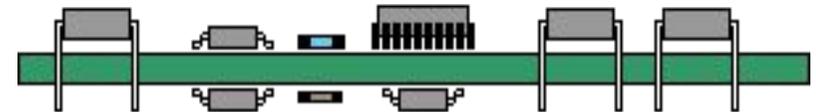
Тип 1С: SMT только верхняя сторона и PTH только верхняя сторона



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



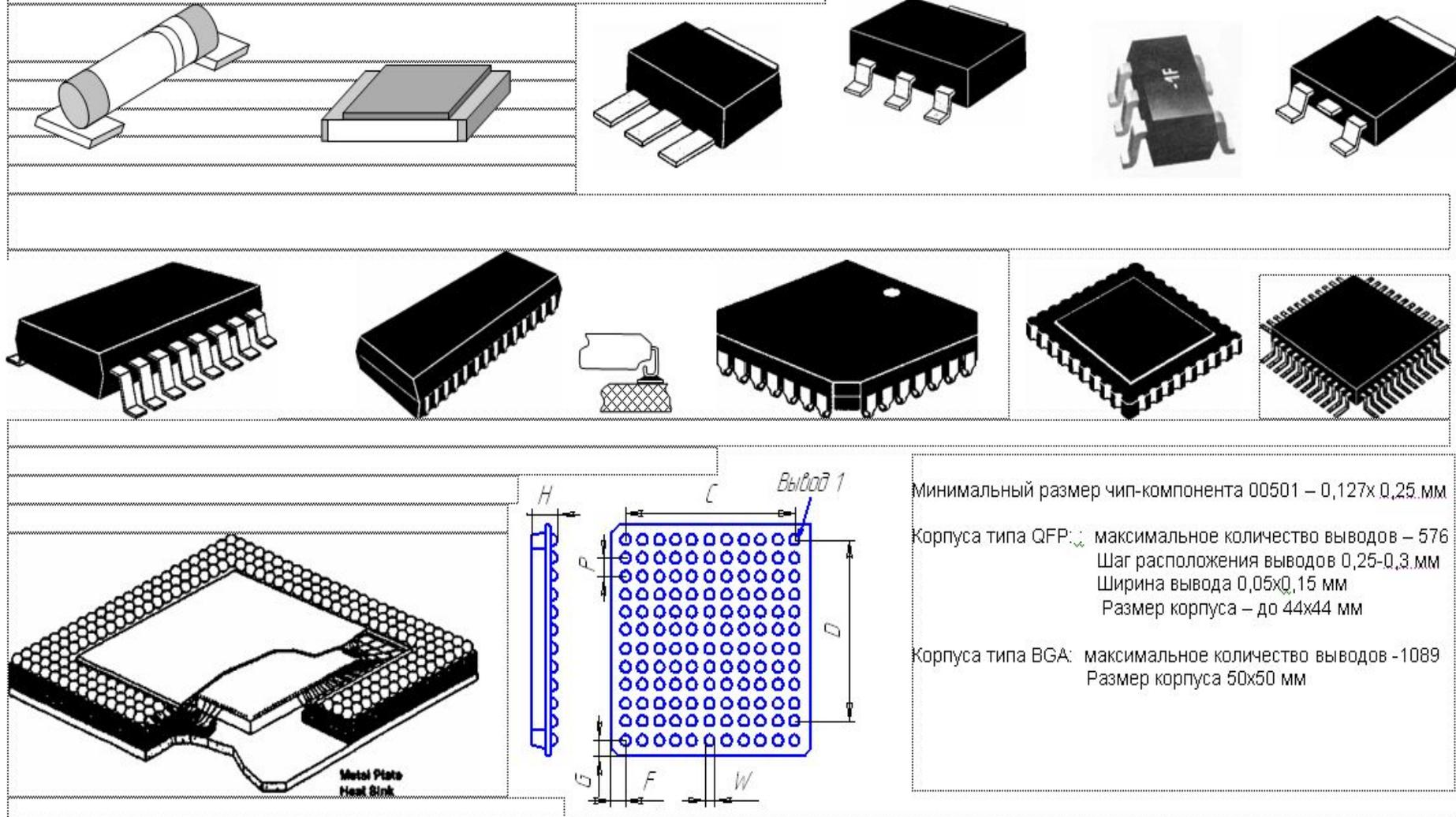
Тип 2С: SMT только нижняя сторона или PTH только верхняя



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

3.3.1. Состояние и тенденции развития элементной базы для поверхностного монтажа

Разновидности корпусов КМП



Состояние и тенденции развития элементной базы для поверхностного монтажа

Дополнительная литература:

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

Электронные ресурсы

- <http://www.erkon-nn.ru/catalog/OAO> «НПО «ЭРКОН» (резисторы)
- <http://www.elecond.ru/kondensatory> ОАО «Элеконд» (конденсаторы электролитические)
- <http://www.giricond.ru/production/AO> НИИ Гириконд (конденсаторы)
- <http://transistor.by/products/> Филиал ОАО «Интеграл» (полупроводниковые приборы и микросхемы)
- <http://integral.by/ru/products> ОАО «Интеграл» (микросхемы)
- <http://www.okbplaneta.ru/production.php> ОАО «ОКБ-Планета» (полупроводниковые приборы и микросхемы)
- <http://www.symmetron.ru/suppliers/angstrem/index.shtml> (силовая электроника)
- <http://monolit.by> Витебский завод радиодеталей (конденсаторы керамические, терморезисторы)
- <http://kulon.spb.ru/kondensatory> (Конденсаторы керамические)
- <http://www.symmetron.ru>
- <http://www.dart.ru/>
- http://eliron.ru/upload/pdf/Katalog_Eliron_2012.pdf

3.3.1. Состояние и тенденции развития элементной базы для поверхностного монтажа

Чип резисторы и чип конденсаторы



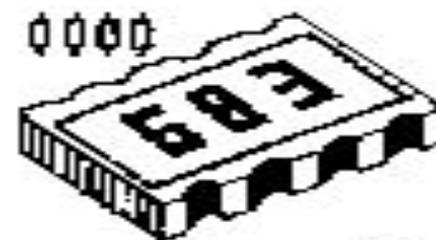
а)



б)

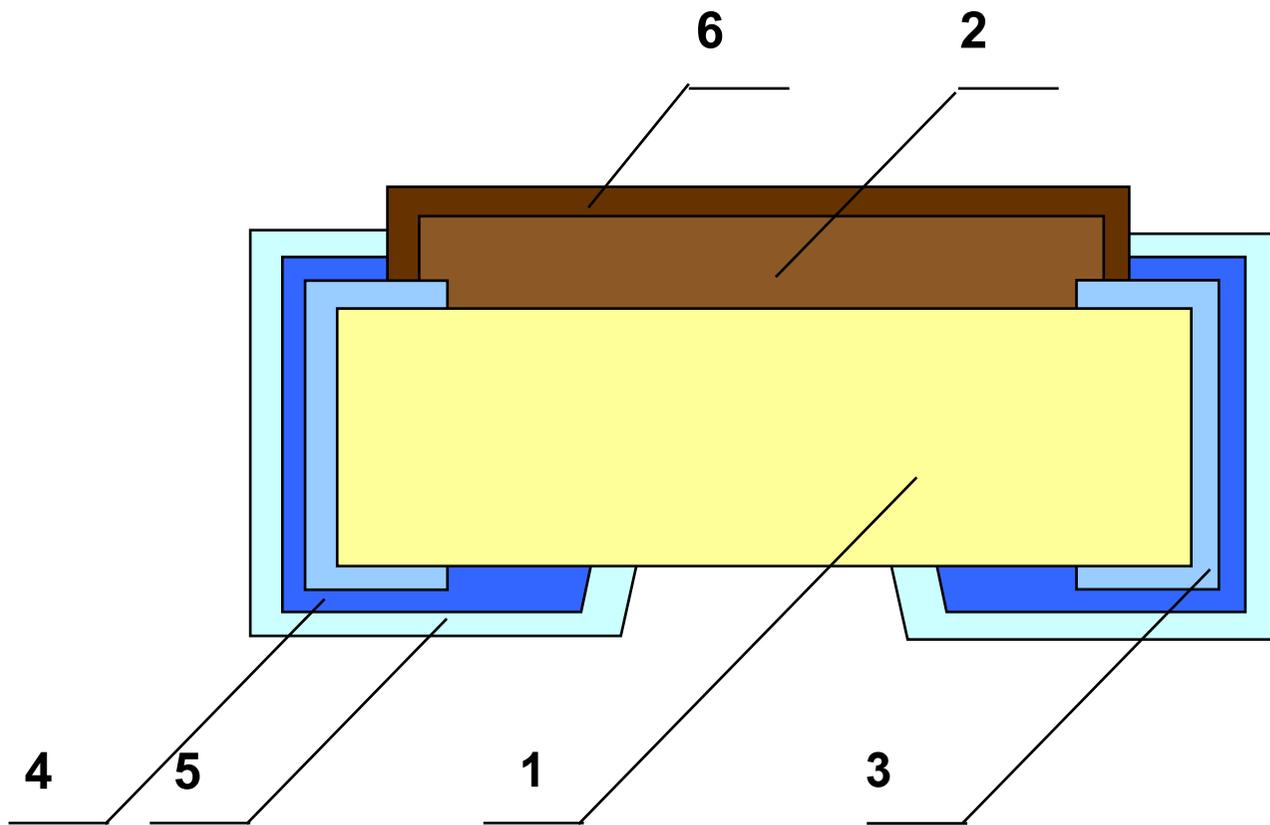


в)



г)

Конструкция толсто пленочного чип-резистора

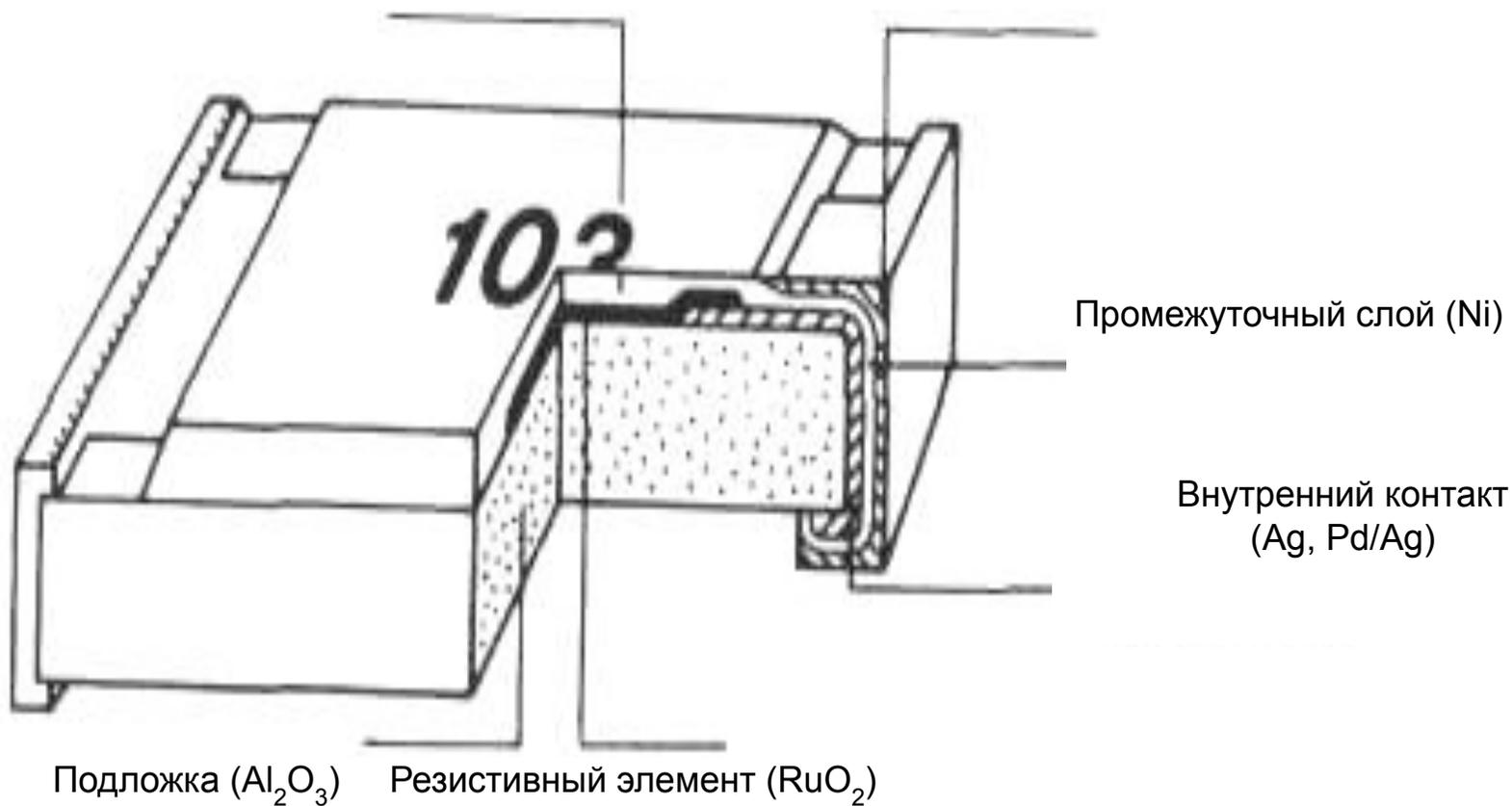


- 1 – Керамическое основание;
- 2 – Резистивный слой (окись рутения);
- 3 – Внутренний контактный слой (палладий-серебро);
- 4 – Барьерный слой (никель);
- 5 – Внешний контактный слой (сплав олово-свинец);
- 6 - покрытие из боросиликатного стекла с нанесением несмываемой кодовой маркировки номинала.

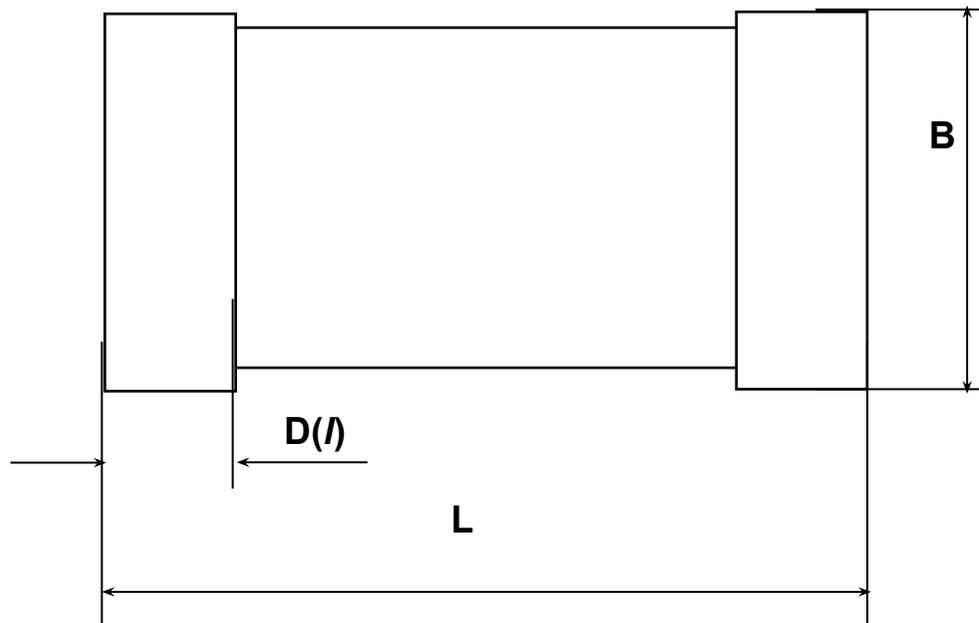
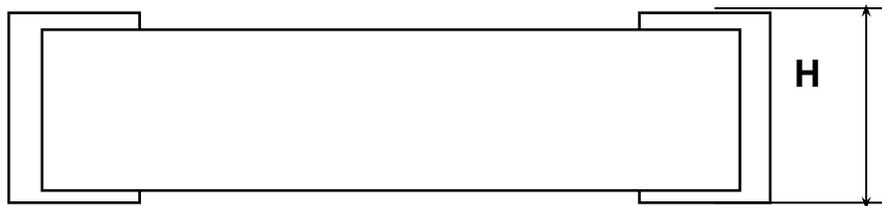
Конструкция толстопленочного чип-резистора

Защитное покрытие (стекло)

Внешний контакт (припой)



Обозначение основных размеров ЧИП- КОМПОНЕНТА



Типоразмер чип- корпуса (в сотых долях дюйма) 1 " = 25,4 мм	Размеры в плане (ВxL), 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

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

A A 6

Множитель (10^6)

Емкость, пФ (A – 1,0; E – 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)

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:

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



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

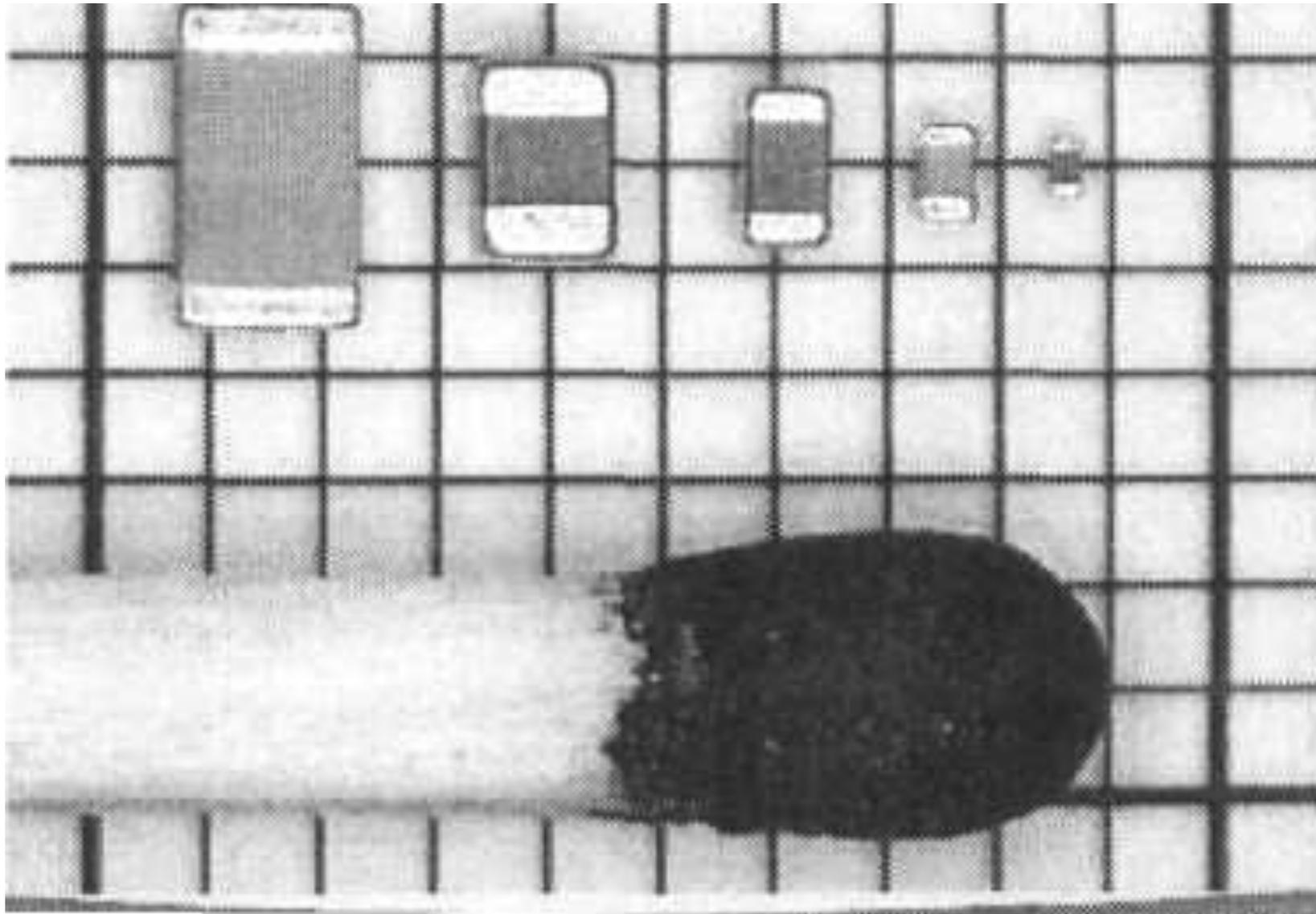
1206

0805

0603

0402

0201



Уменьшение размеров чип-компонентов



Уменьшение размеров чип-компонентов

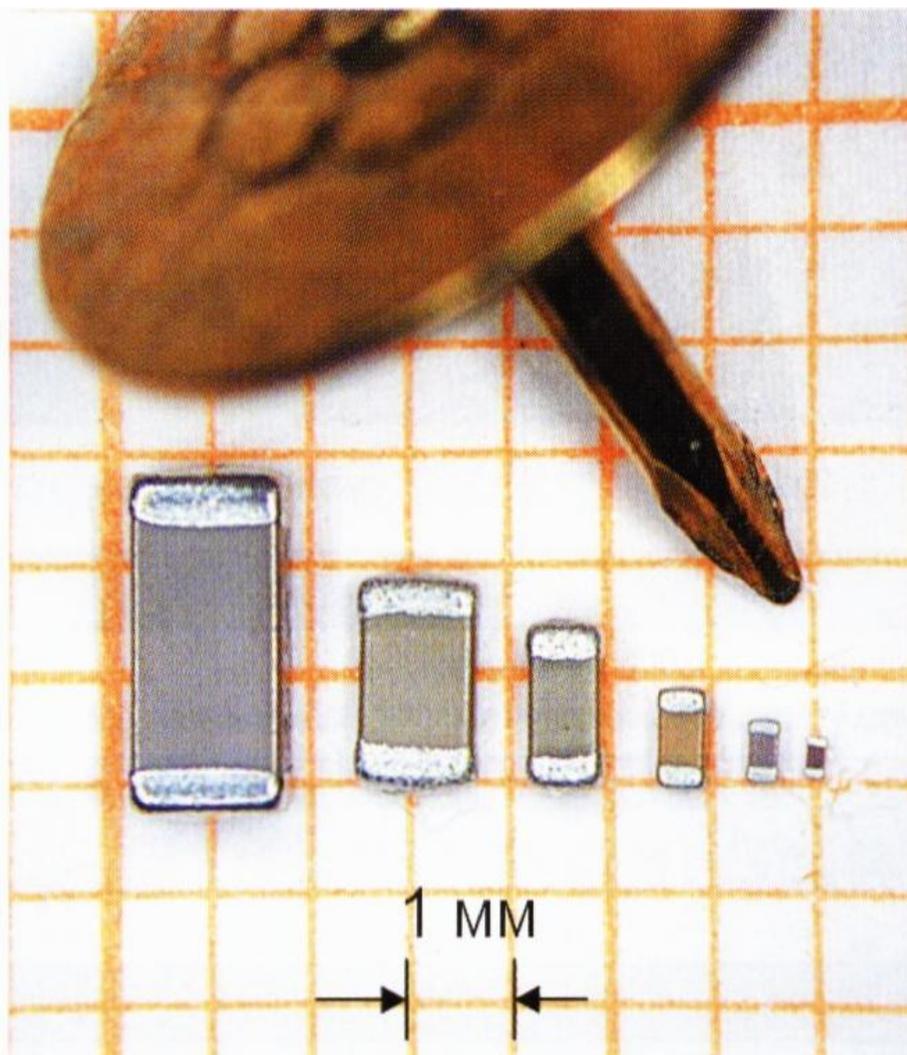
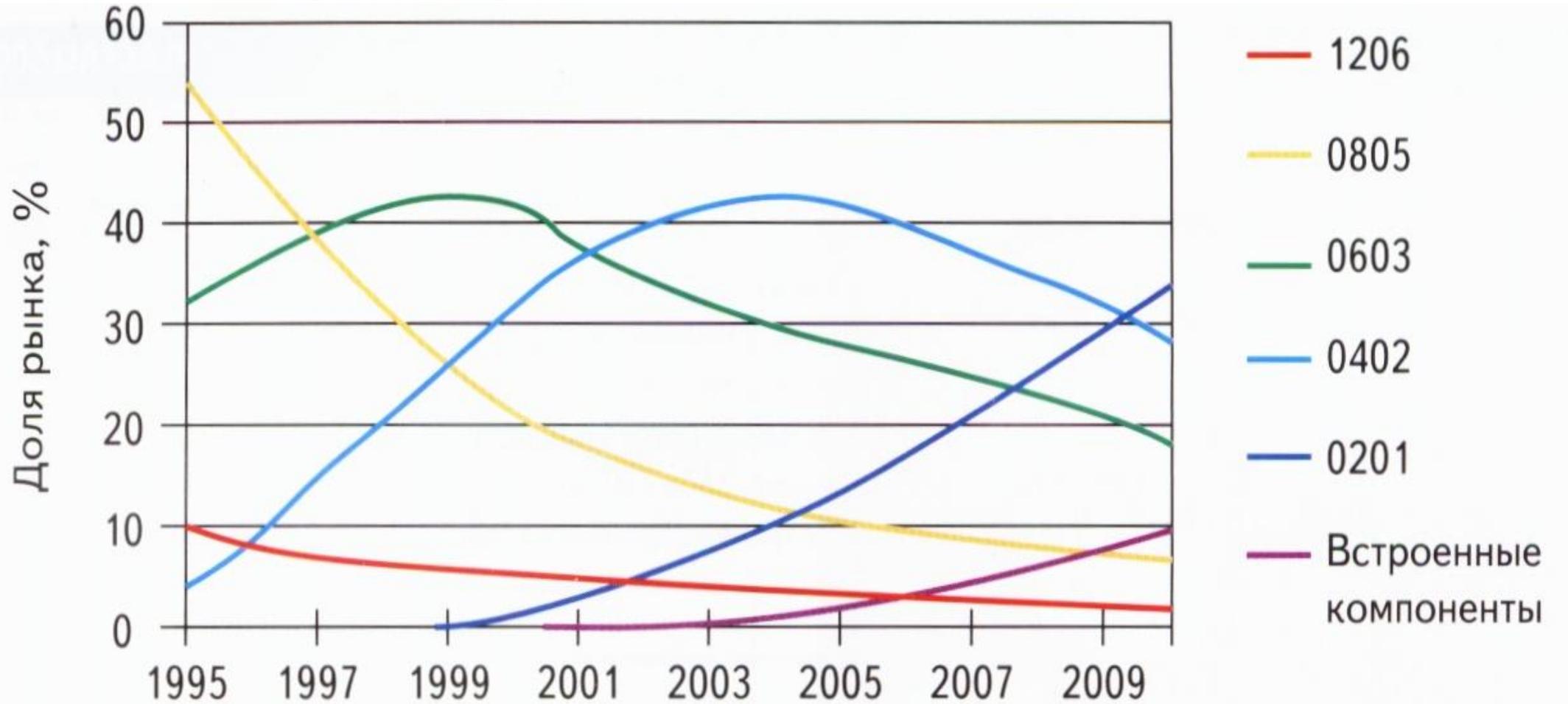


Рис. 3 Типоразмеры современных чип-конденсаторов (1206, 0805, 0603, 0402, 0201, 01005)

Тенденции мирового потребления различных типоразмеров пассивных компонентов



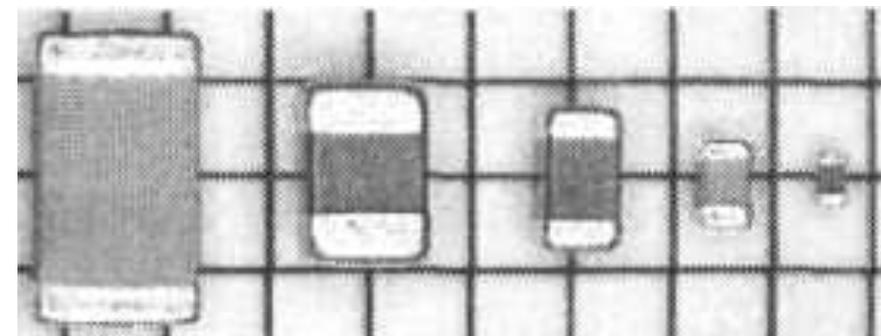
1206

0805

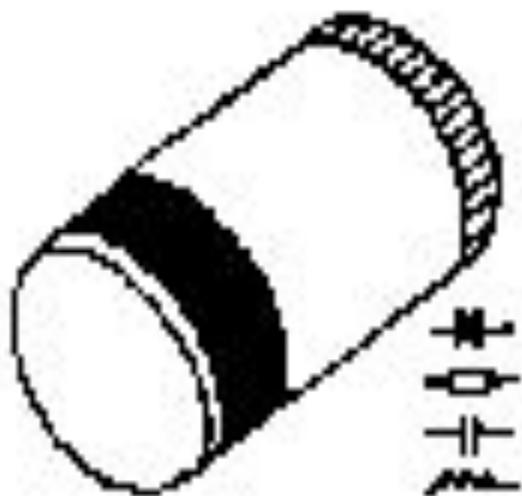
0603

0402

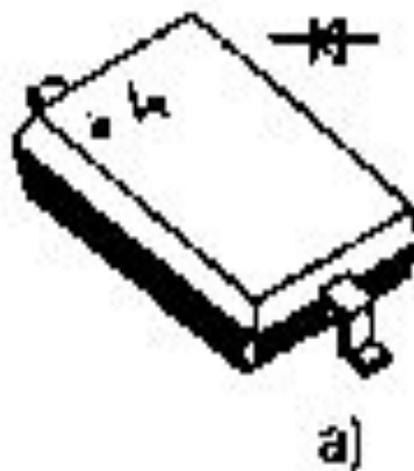
0201



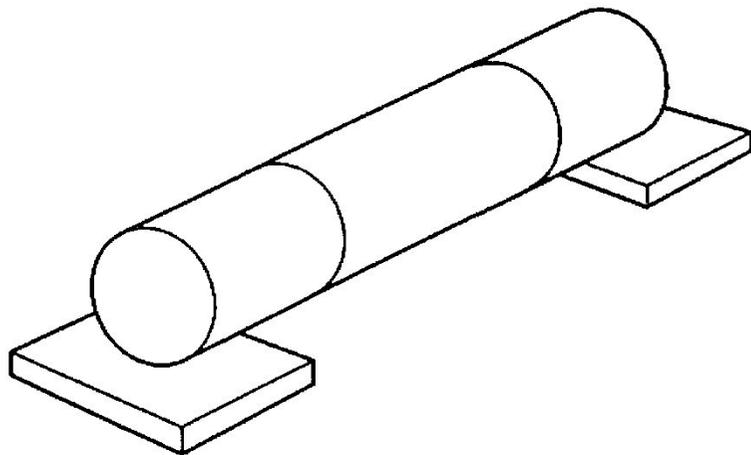
Корпус типа MELF
(Metal Electrode Face
Bonded)



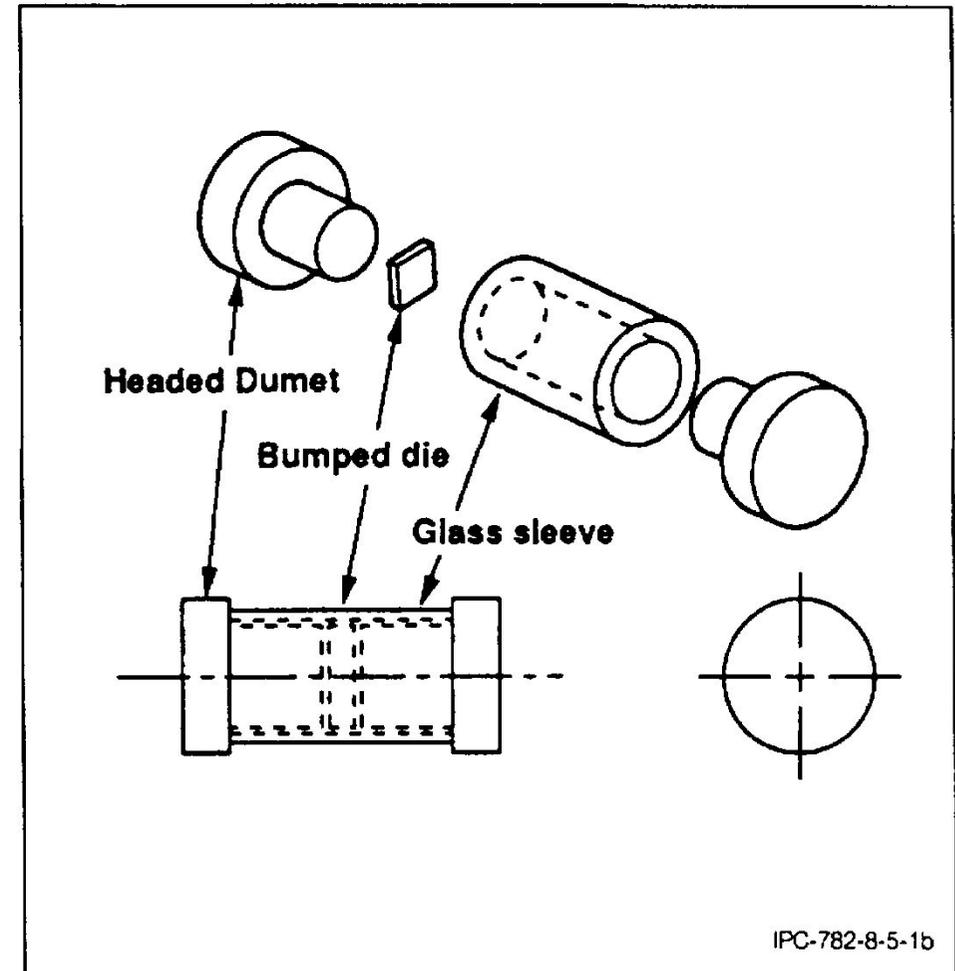
*Малогобаритный
диодный корпус SOD*
(Small Outline Diode)



Конструкция корпуса типа MELF



IPC-782-8-5-1a

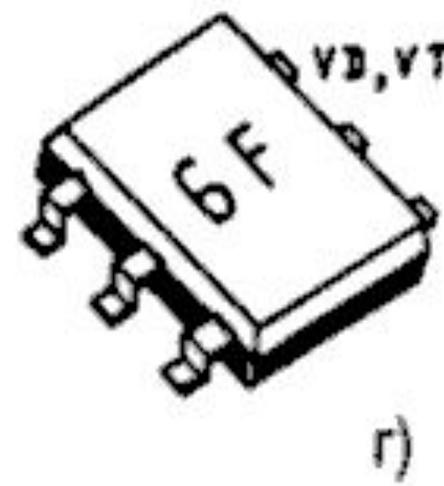
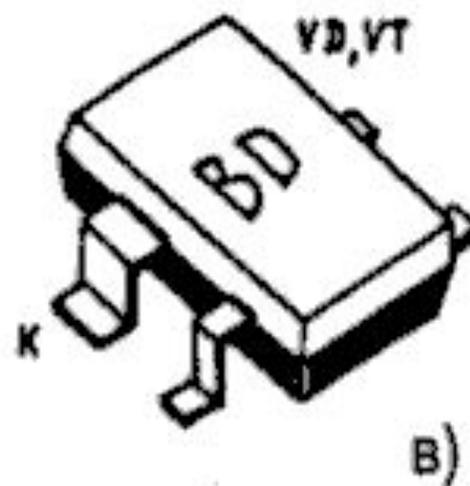
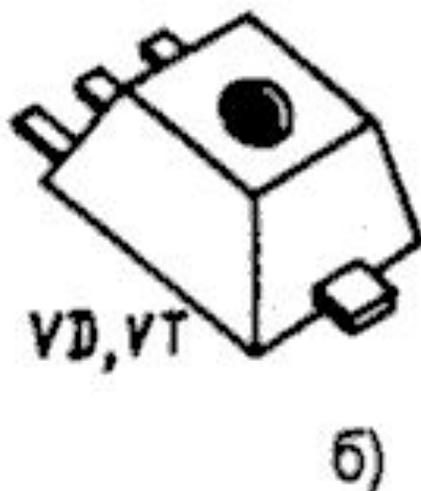
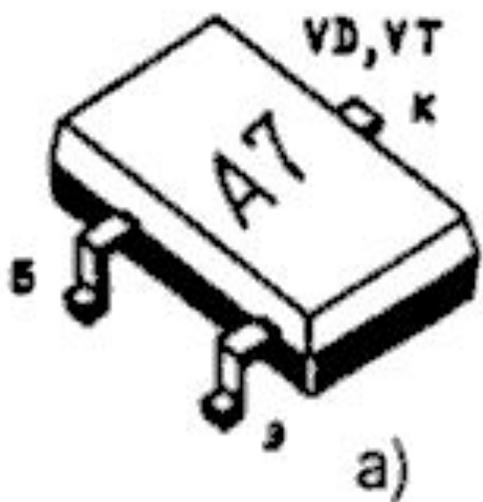


IPC-782-8-5-1b

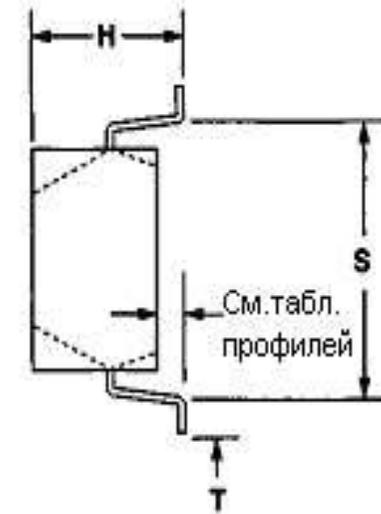
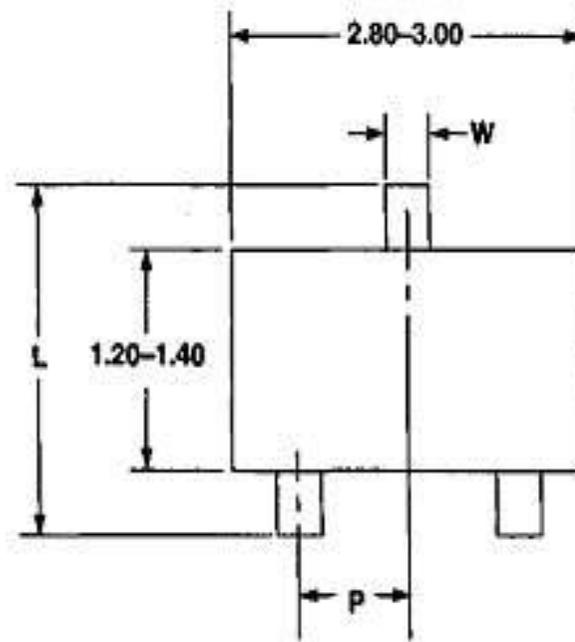
Резисторные и конденсаторные сборки



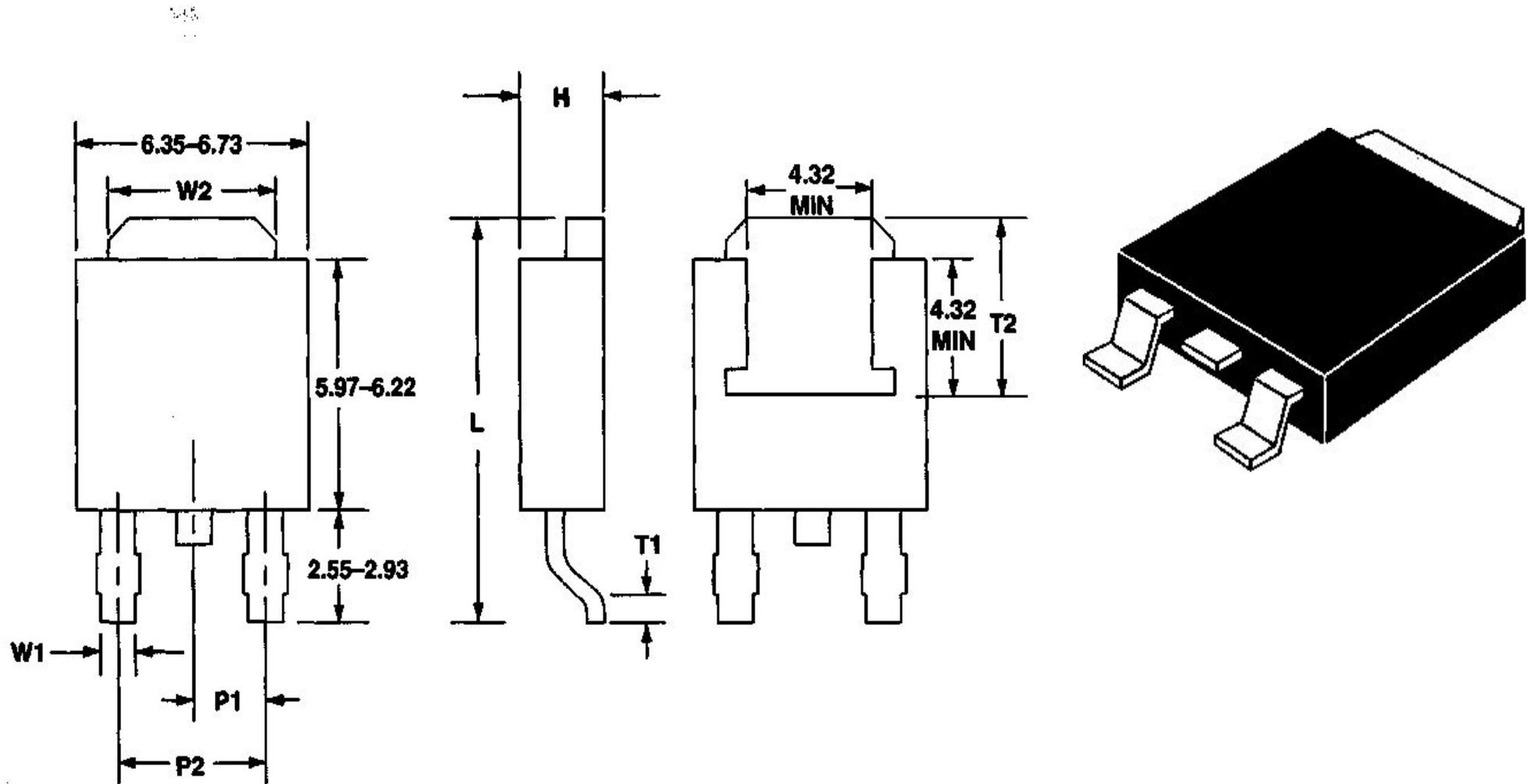
Малогабаритный транзисторный корпус SOT (Small Outline Transistor)



Транзистор в корпусе SOT-23

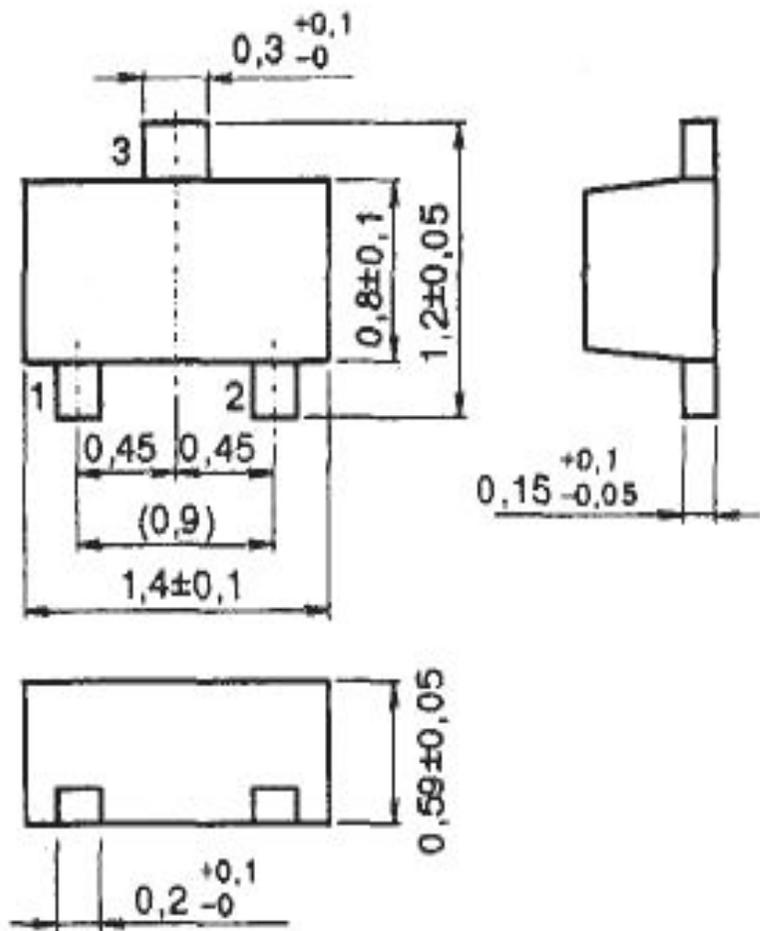


Корпус для мощных транзисторов типа TO-252

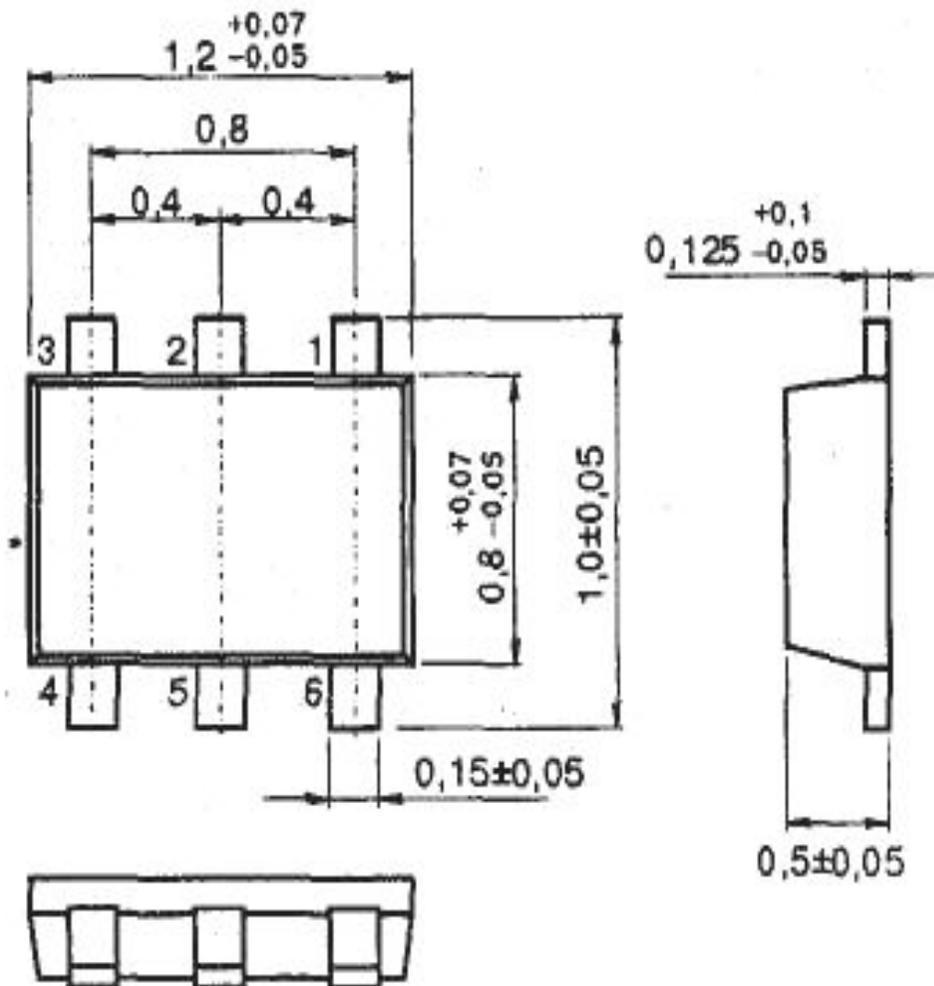


Разновидности корпусов транзисторов фирмы NEC

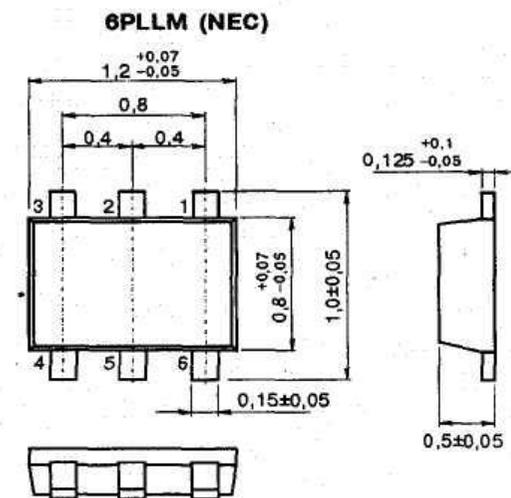
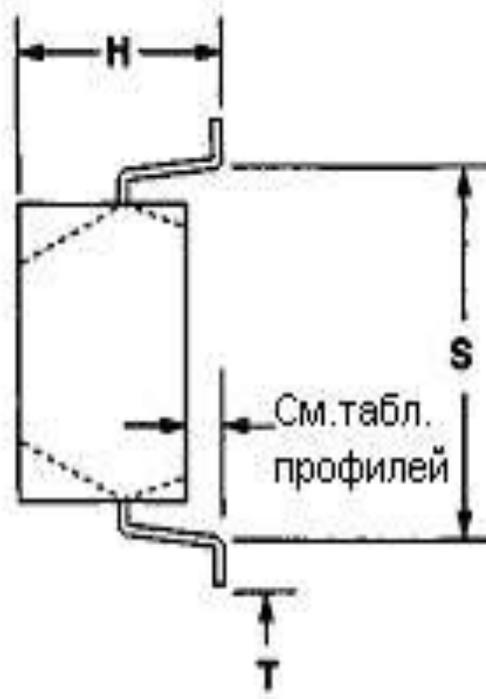
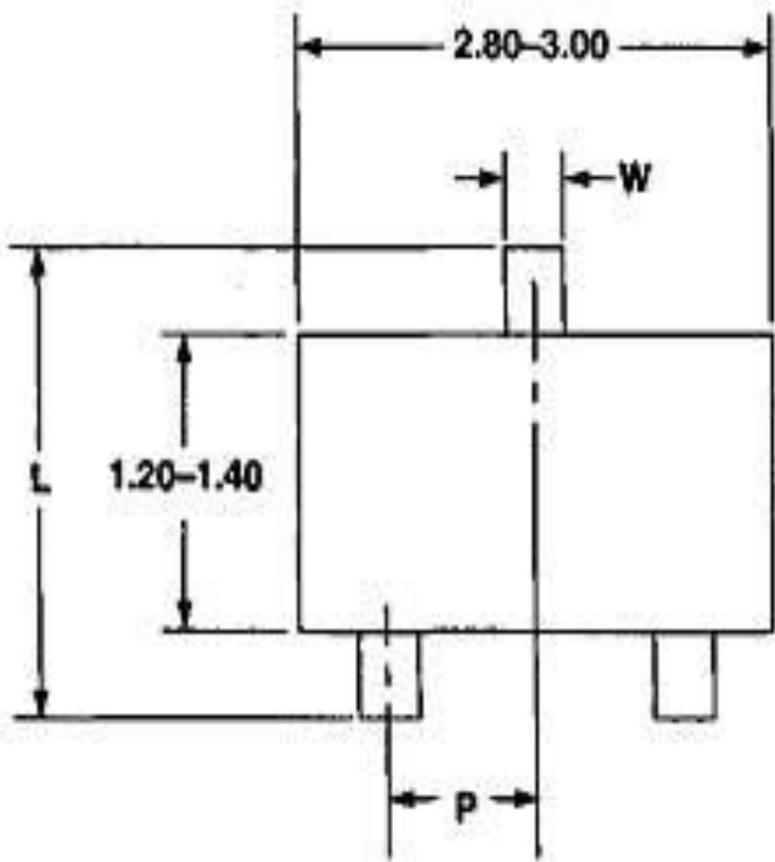
FL3PTTUSM (NEC)



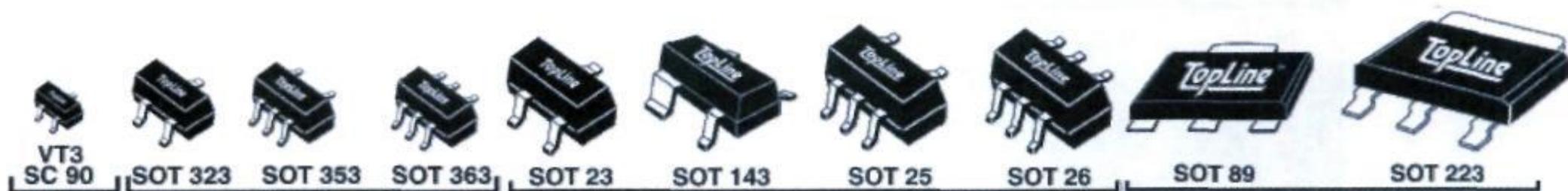
6PLLM (NEC)



Сопоставительные размеры корпусов SOT-23 и 6PLLM



Разновидности корпусов транзисторов



Ультра-
мини

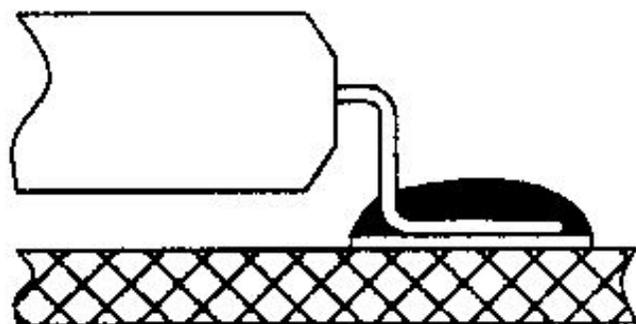
Мини

Стандартные

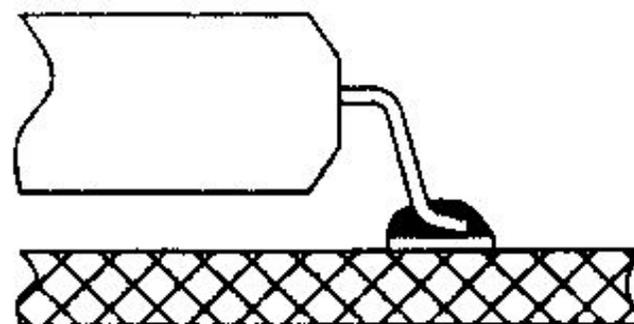
Большой мощности

УВЕЛИЧЕНИЕ РАЗМЕРОВ КОМПОНЕНТОВ

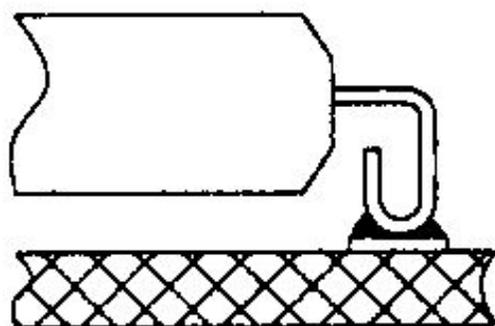
Конструкция выводов корпусов микросхем



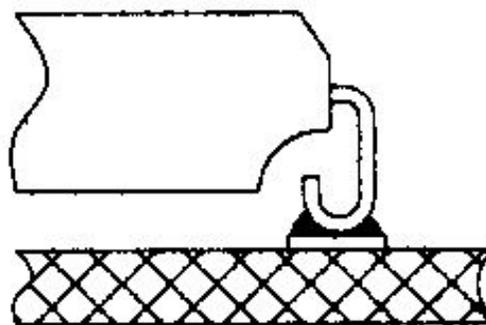
Крыло альбатроса



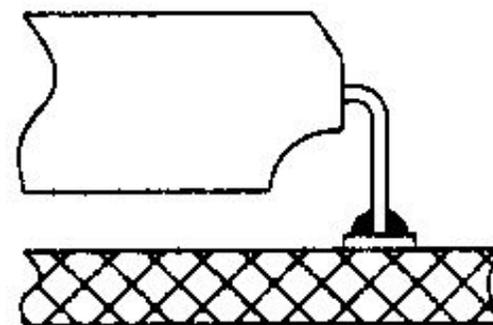
Крыло чайки
(L-образный)



J-образный
открытый

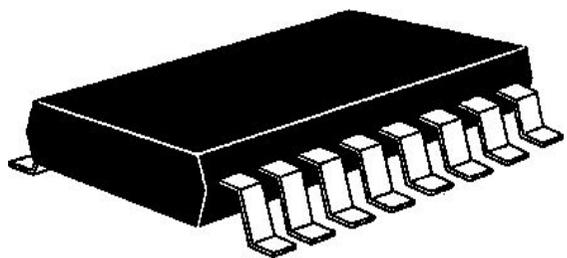


J-образный
скрытый

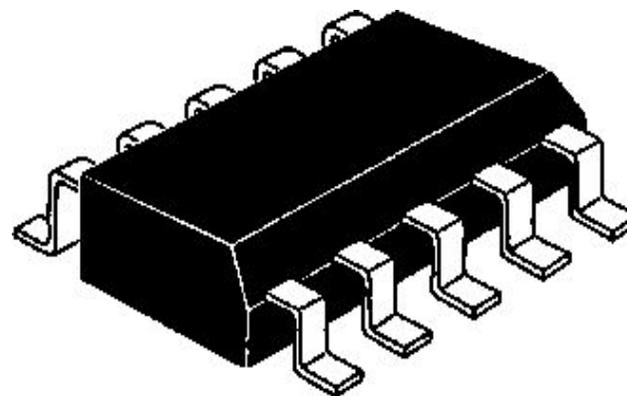


I-образный
(пайка в стык)

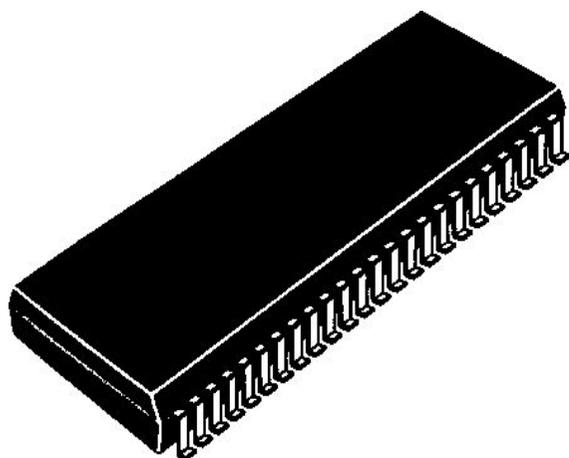
Разновидности корпусов микросхем с двусторонним расположением выводов в форме крыла чайки



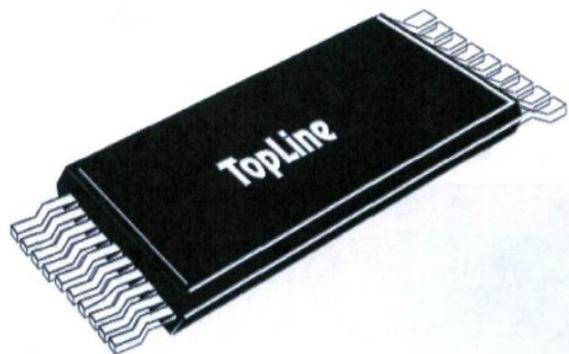
а



б



в



г

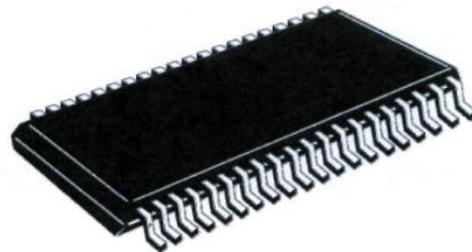
а – корпус типа SOIC; б – корпус типа SOP;
в – корпус типа SSOIC; г – корпус типа TSOP

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:

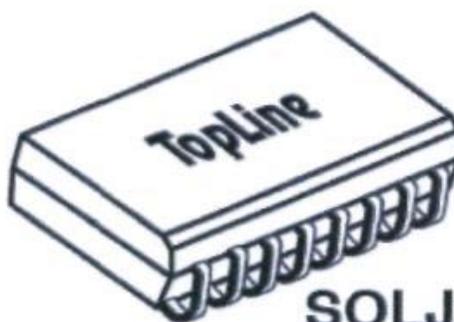
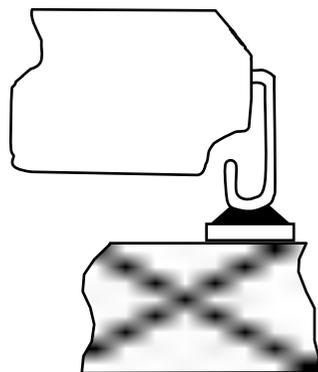
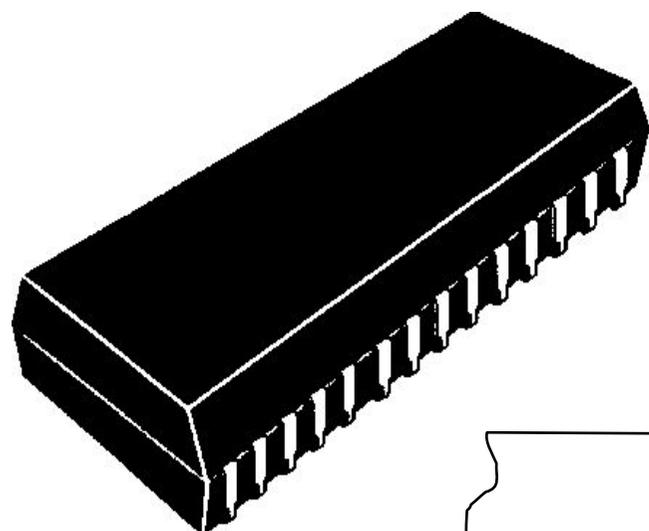
SSOP, TSSOP, MSOP



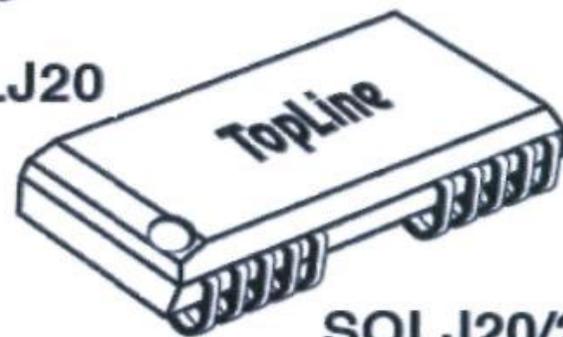
Корпус микросхемы с J-образными выводами

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.

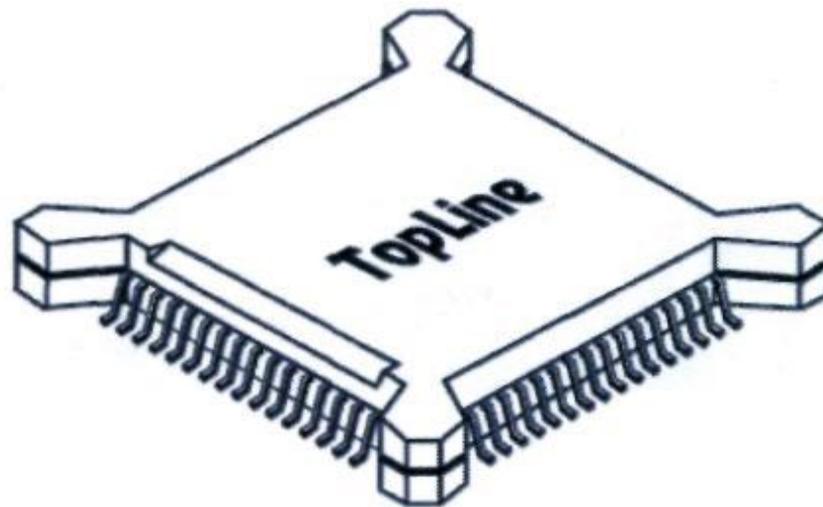
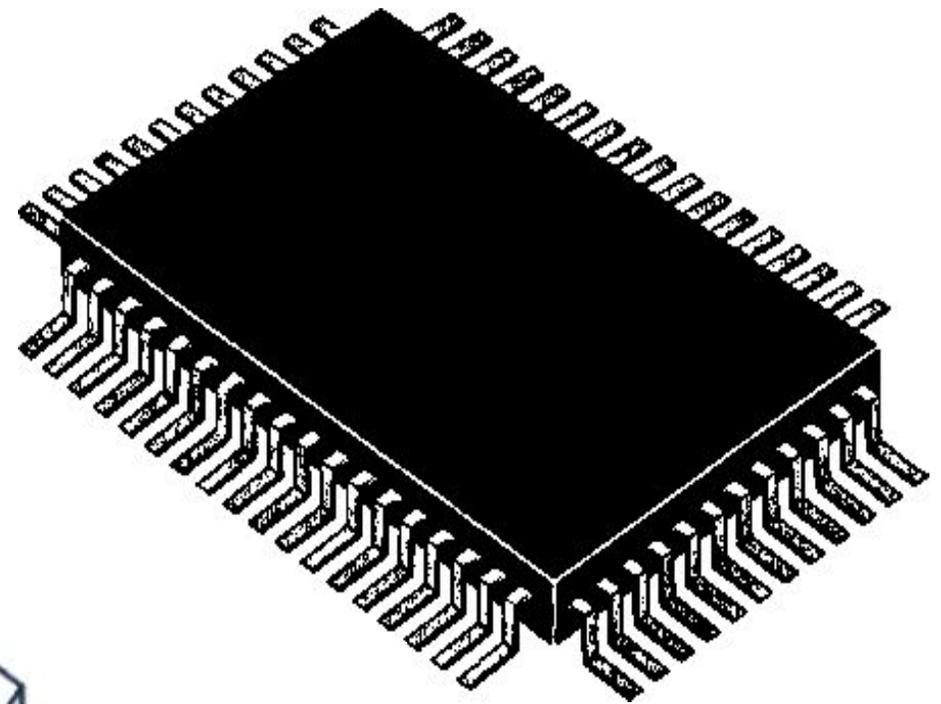
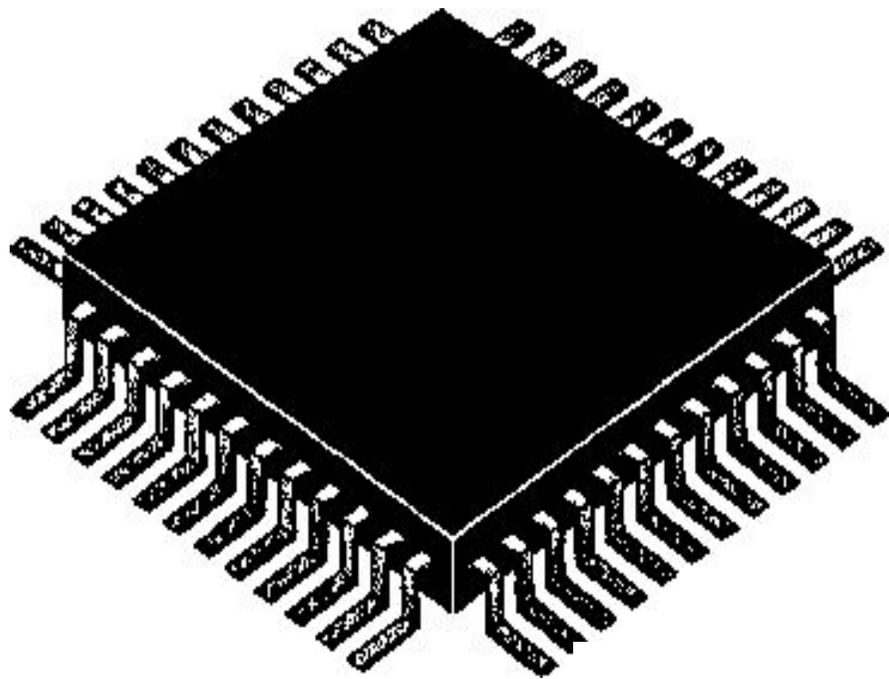


SOLJ20



SOLJ20/26

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

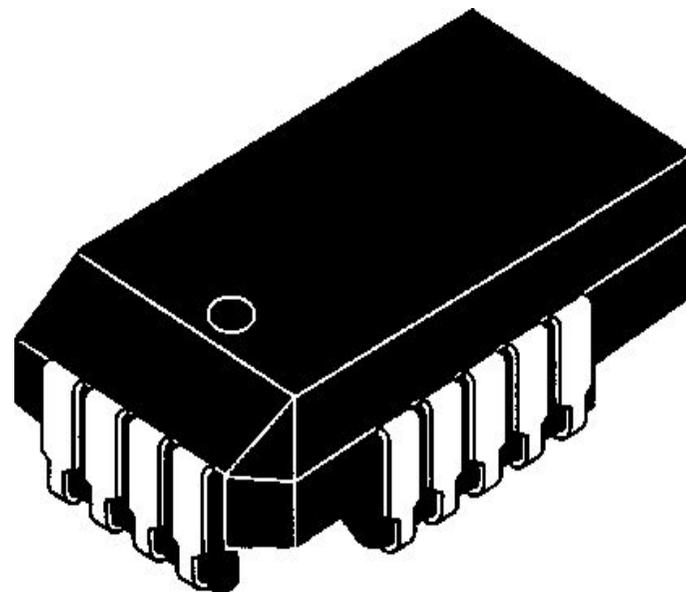
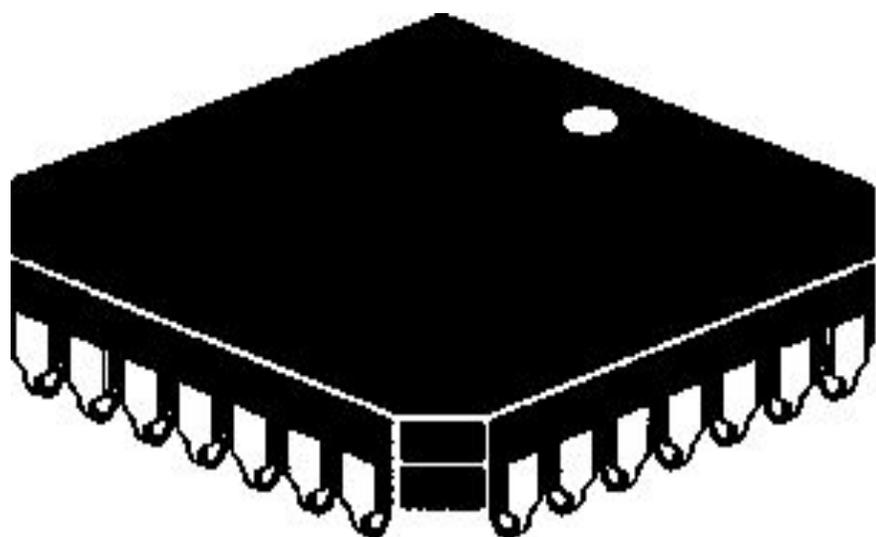
Существует также разновидность корпуса в форме прямоугольника – SQFP-R и BQFP (корпуса с «ушками»)

Шаг расположения выводов достаточно мал – всего 0,3 – 0,5 мм, что позволяет создавать корпуса с общим количеством выводов до 440;

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;

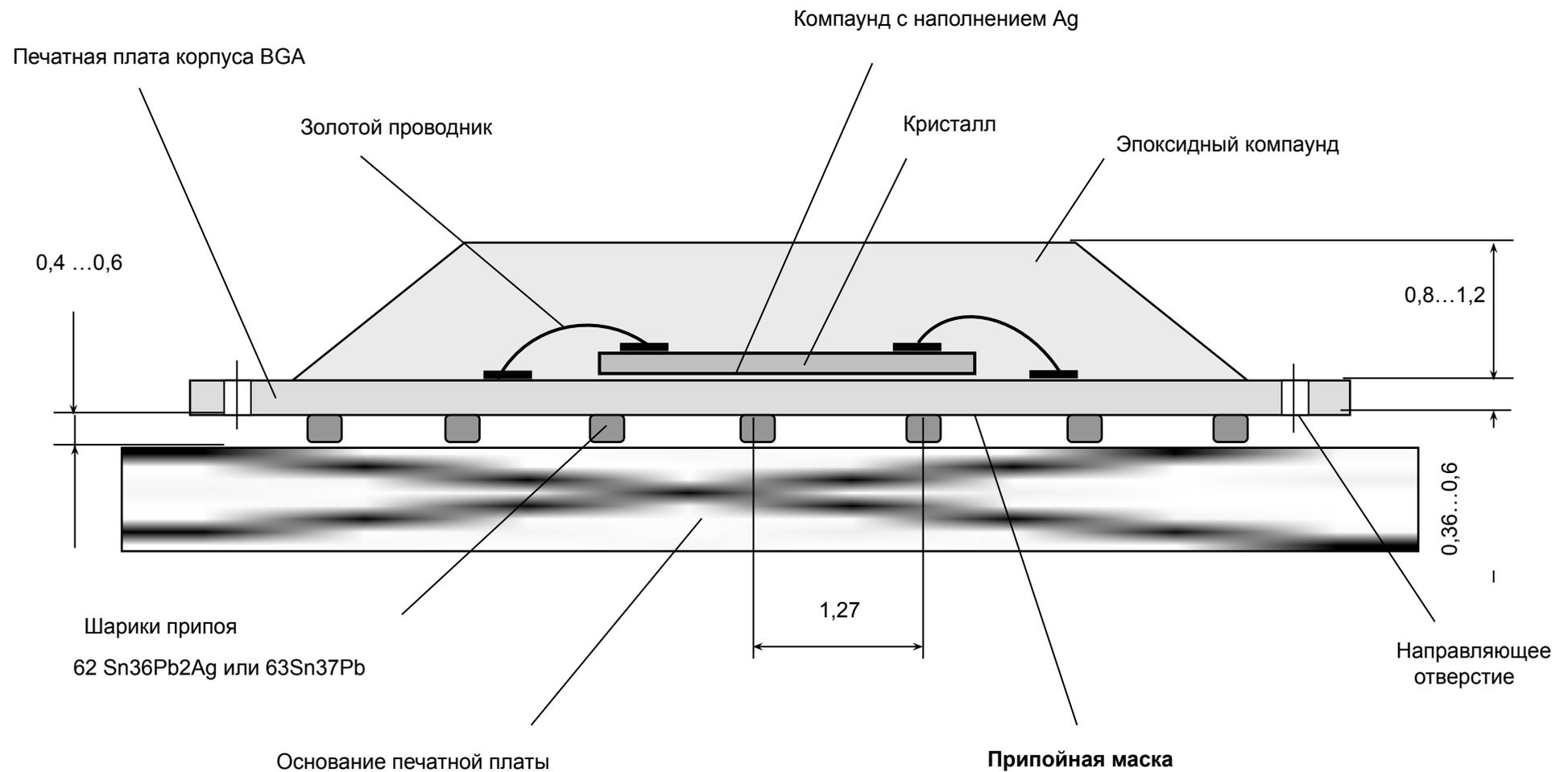


Матричные корпуса для микросхем

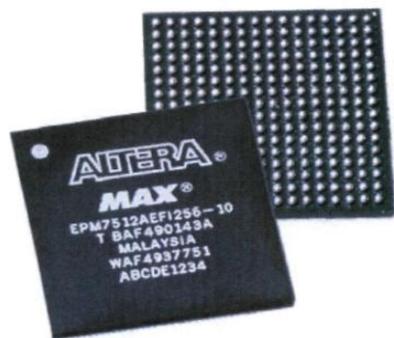
На сегодняшний день разработаны следующие типы матричных корпусов:

- **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.

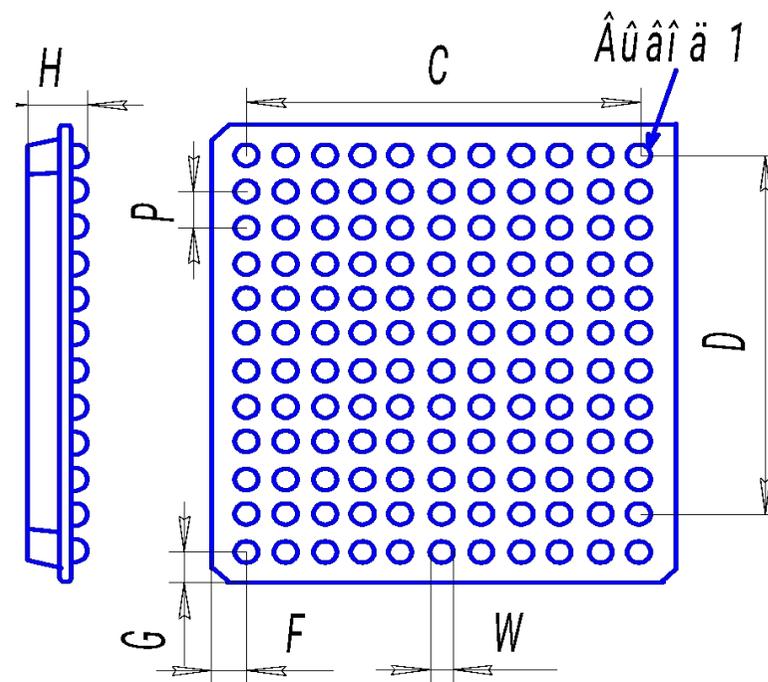
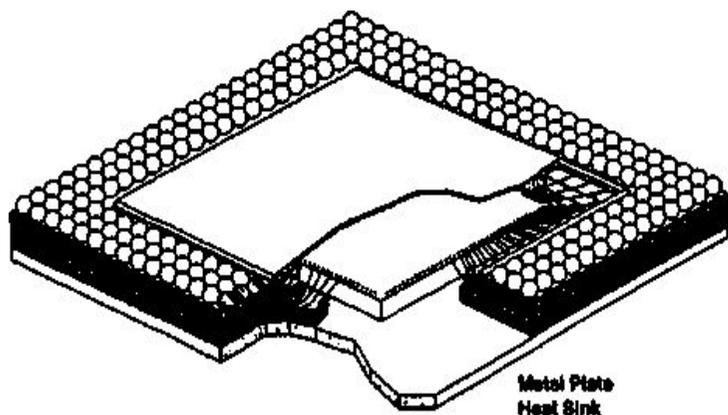
Конструкция корпуса типа BGA



Матричный корпус типа BGA

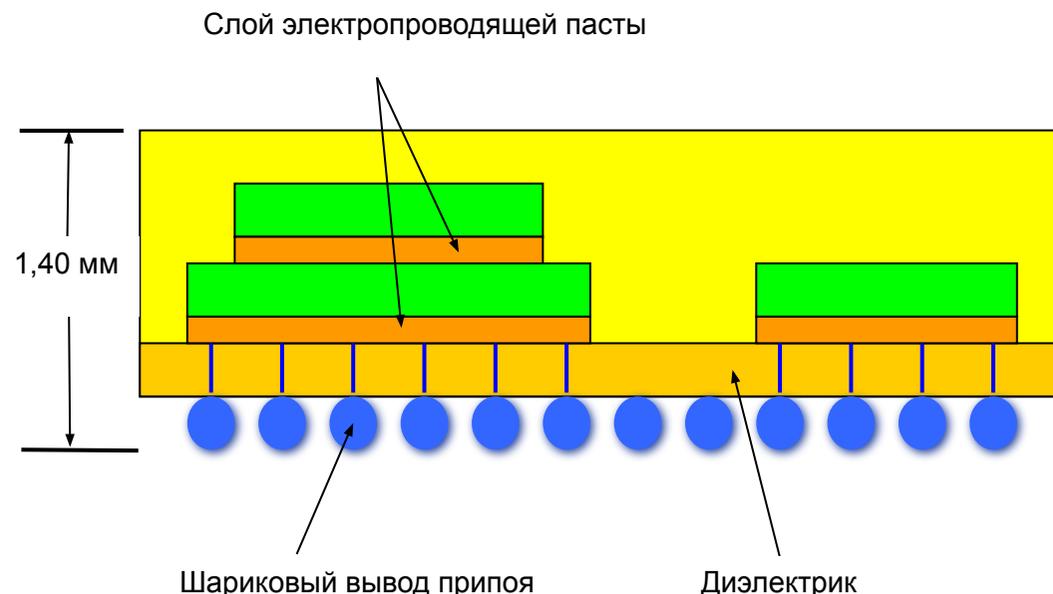
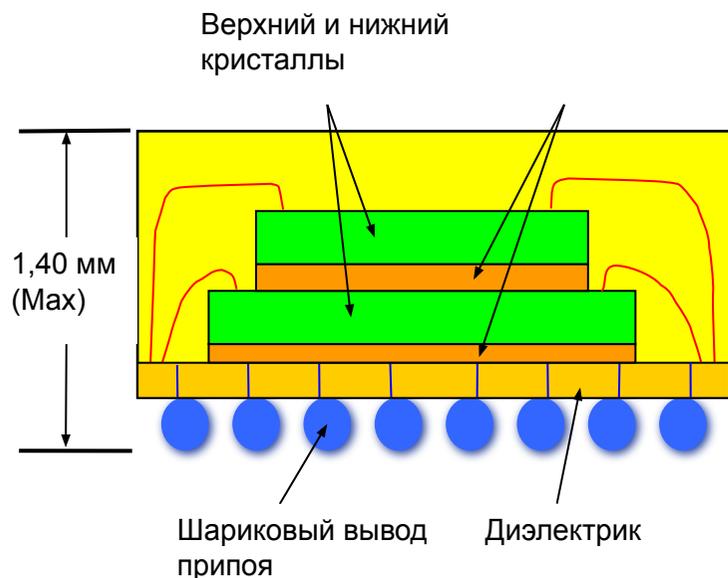


Вид снизу на корпус типа BGA



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

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).

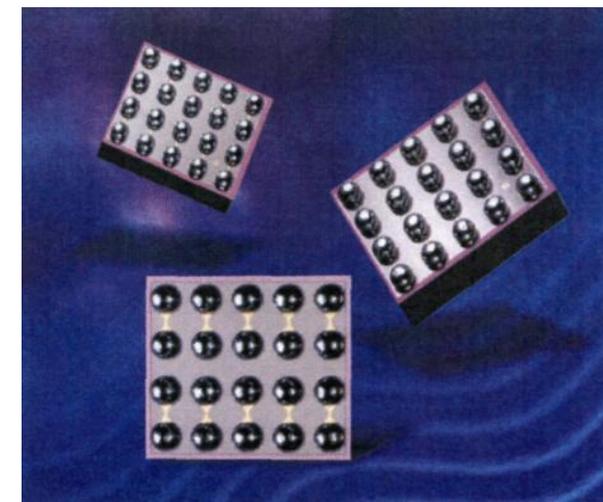
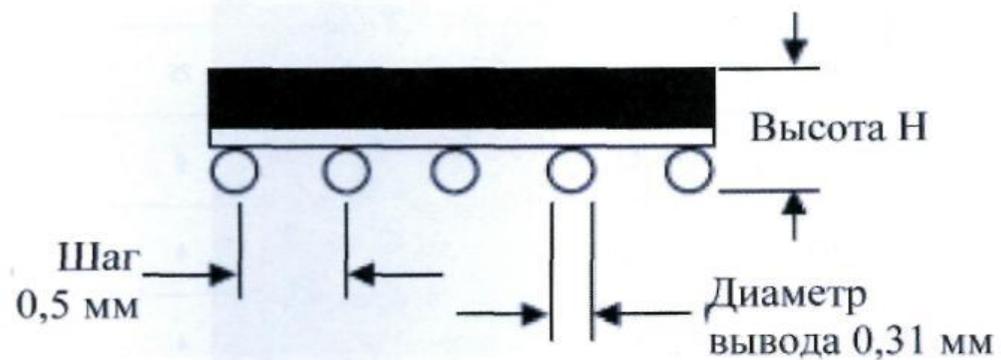
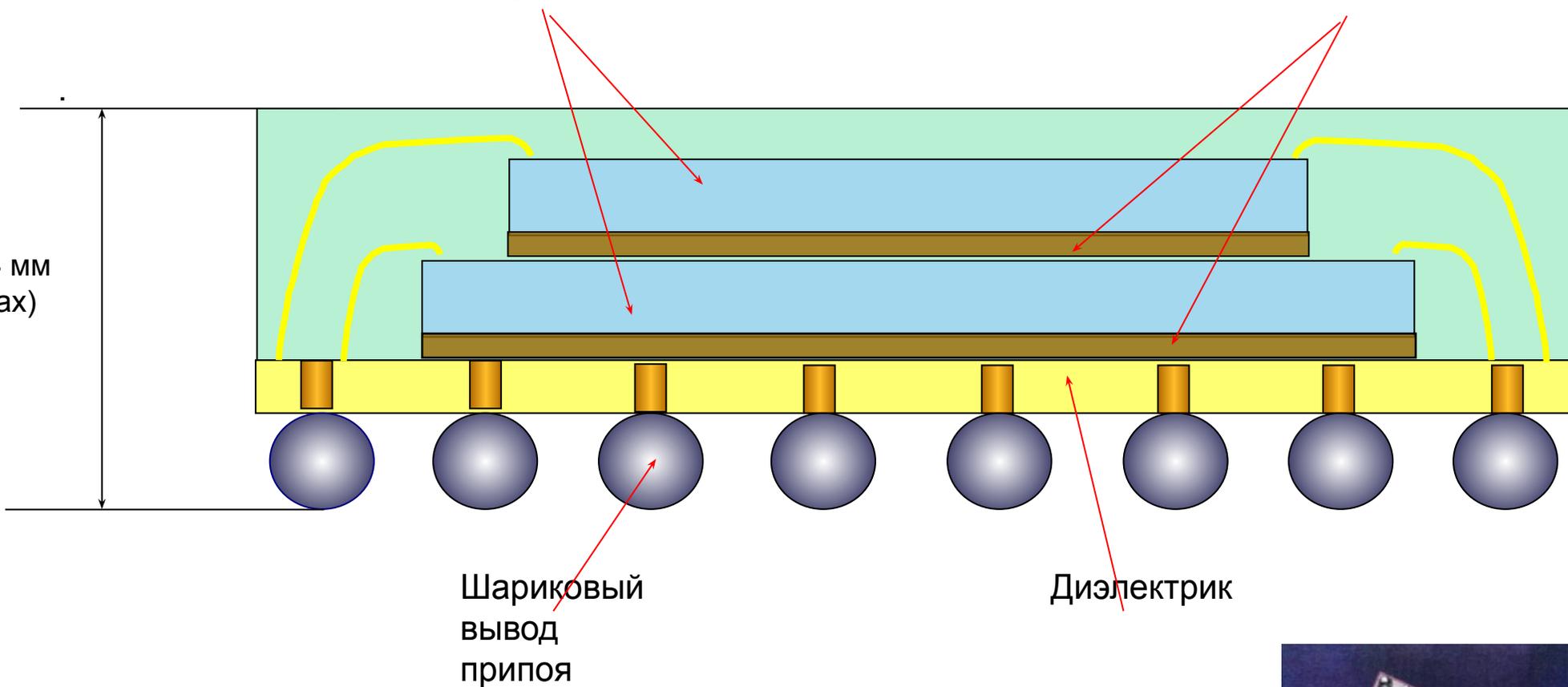
В микросхемах с малым количеством выводов габариты корпуса превышают размеры кристалла всего на 1 мм, а в микросхемах с большим количеством выводов они определяются размерами матрицы выводов для пайки на плате. Толщина современных CSP корпусов может достигать 0,3 мм.

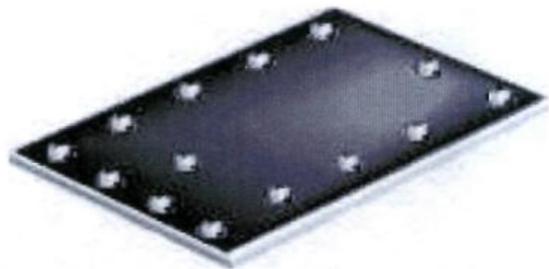
Корпуса типа CSP

Верхний и нижний
кристаллы

Слой электропроводящей
пасты

1,4 мм
(max)



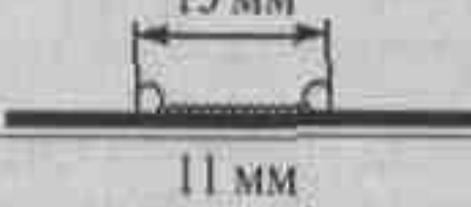


Микросхемы в корпусах FC

(FCIP *flip chip* — перевёрнутый кристалл)

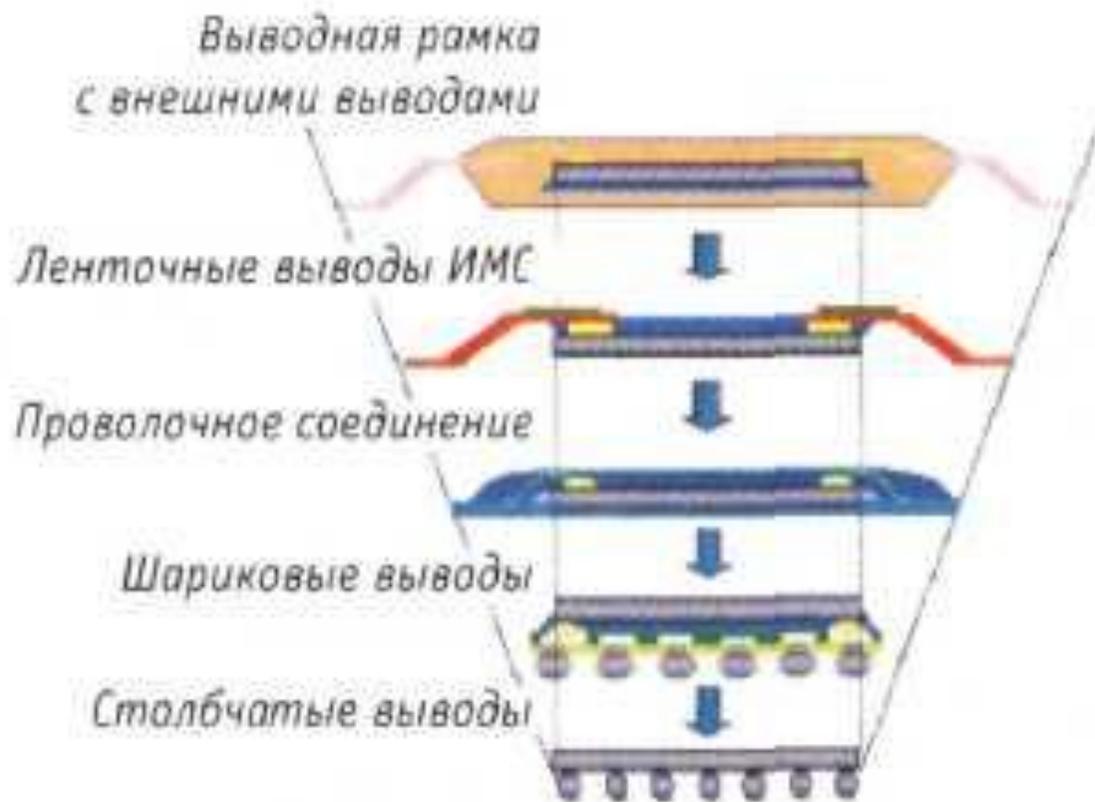
Тип компонента	Информация о выводах			Размеры кристалла, мм	Количество кристаллов в пластине 5"	Количество кристаллов в матричном поддоне 2x2"
	шаг, мкм	высота, мкм	диаметр, мкм			
FC48	457	140	178	6,3x6,3	236	25
FC317	254	119	125	5,08x5,08	340	36
FC579	300	100	110	11,0x11,0	Пластина 8"	9
FC960	225	90	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, %
 <p>30 мм</p>	QFP	900	100
 <p>23 мм</p>	BGA	530	59
 <p>15 мм</p>	CSP	225	25
 <p>13 мм</p>	COB	169	19
 <p>11 мм</p>	Flip-Chip	121	13

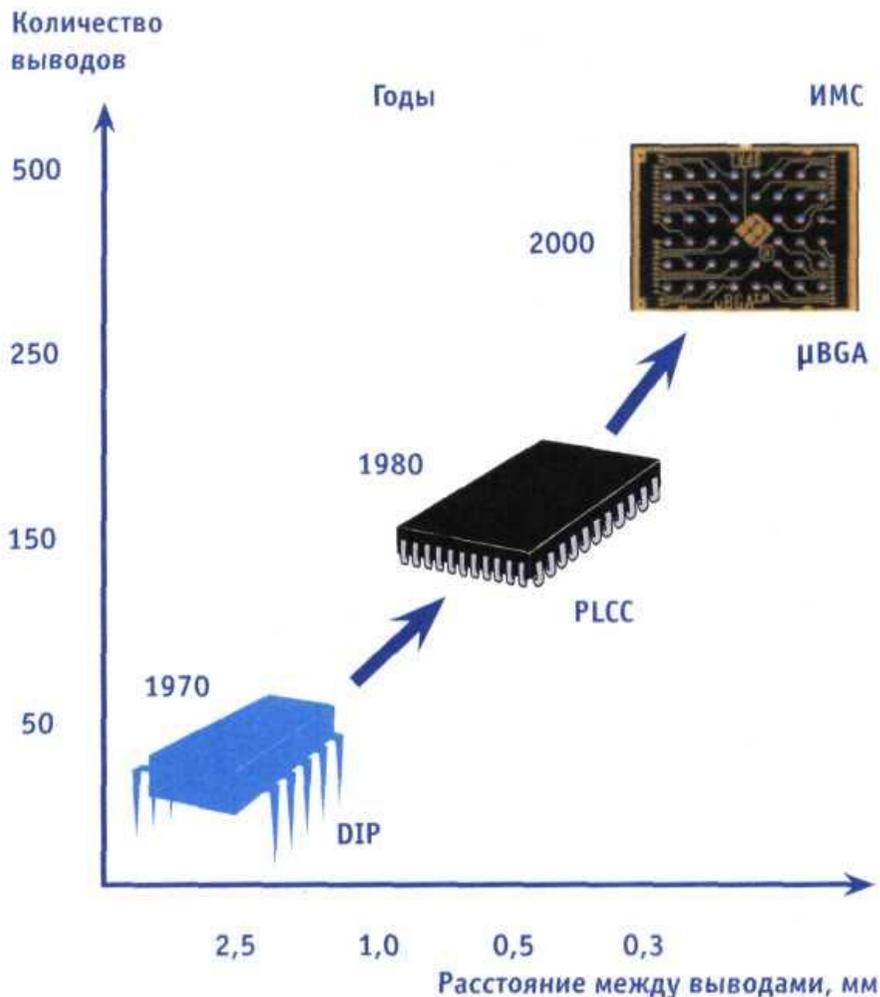
На сегодняшний день разработаны следующие типы матричных корпусов:

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%**

Развитие корпусов микросхем



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

μBGA — корпус ИМС 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

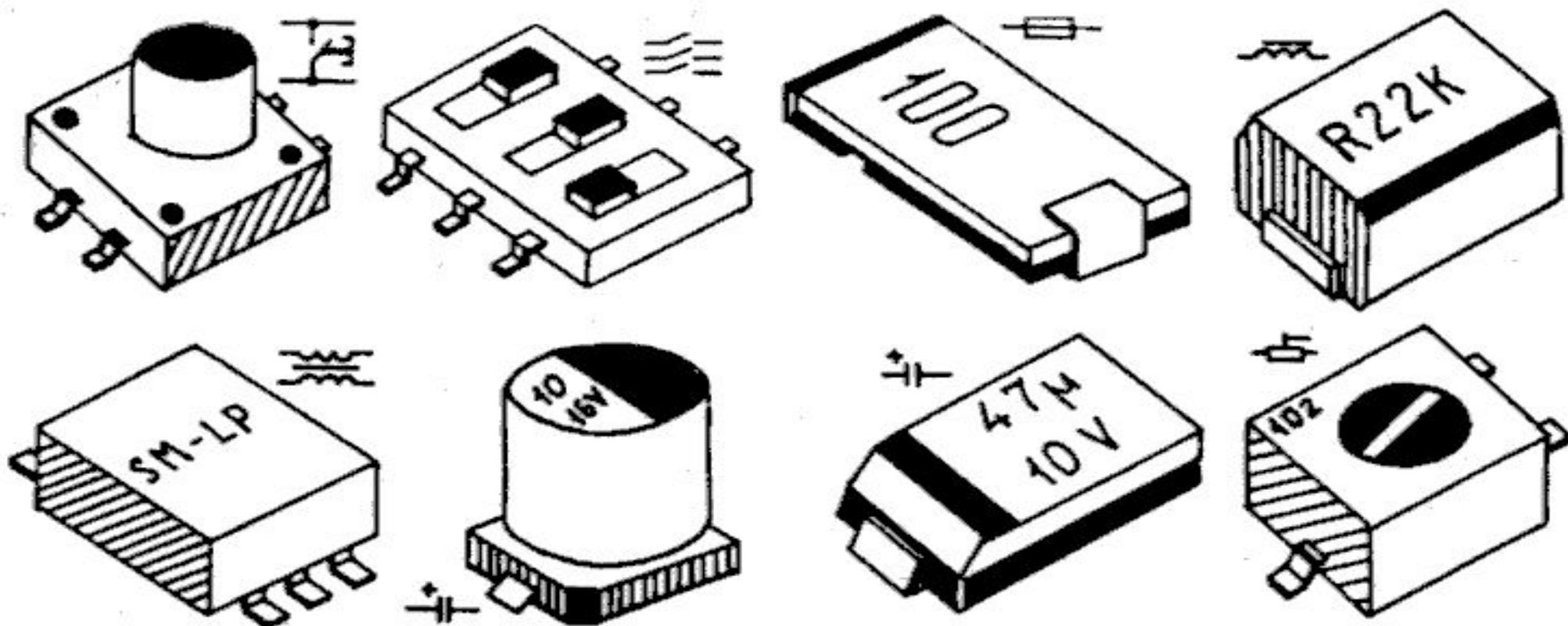
TCP [topologically close packed] — топологически плотноупакованный корпус ИМС

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	1 Г	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

Нестандартные корпуса для компонентов неправильной формы



3 Выбор элементной базы

Критерии выбора:

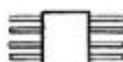
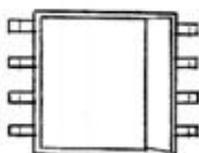
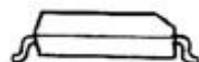
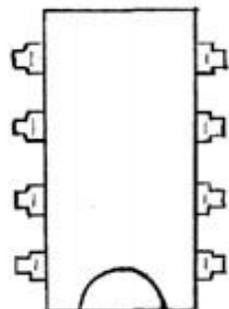
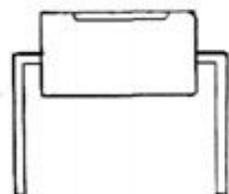
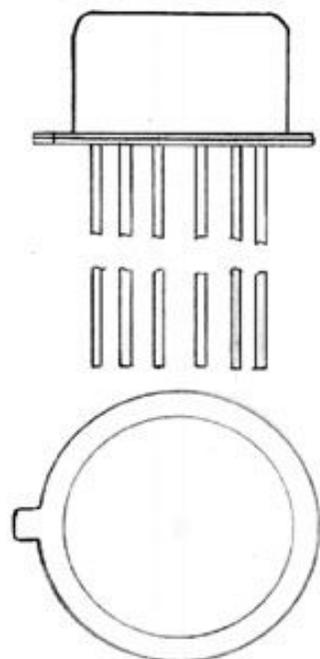
- 1) обеспечение требуемых электрических параметров с необходимым коэффициентом запаса (в том числе обеспечение точности преобразования сигналов, температурной и временной стабильности);
- 2) устойчивость против механических воздействий, характеризующих объект установки;
- 3) работоспособность в диапазоне температур и других климатических факторов заданного климатического исполнения;
- 4) конструктивная и технологическая совместимость всех типов элементов, возможность их автоматической установки;
- 5) допустимость использования в новых разработках;
- 6) относительные массогабаритные, стоимостные показатели и показатели надежности.

Различные виды корпусов микросхем 140 серии

301.8

2101.8

4303.8



- а) – металлостеклянный типа 301.8-2;
- б) – пластмассовый DIP- корпус типа 2101.8-1;
- в) – миниатюрный пластмассовый для монтажа на поверхность типа 4303.8-1;
- г) – бескорпусное исполнение

а)

б)

в)

г)

Тип и исполнение компонента	Диапазон частот вибрации, Гц	Ударные перегрузки, g	Интервал рабочих температур, °C
К140	5...600	15	-10...+70
140	5...5000	150	-60...+125
КП303	10...100	75	-40...+85
2П303	2...2500	150	-60...+150
КТ 819	10...600	75	-40...+100
2Т819	2...5000	150	-60...+125

Классификация и система обозначений отечественной элементной базы

Полупроводниковые приборы

Первый элемент обозначения

- Г или 1 - германий или его соединения,
- К или 2 - кремний или его соединения,
- А или 3 - соединения галлия (например, арсенид галлия),
- И или 4 - соединения индия (например, фосфид индия).

Второй элемент обозначения. Буква, определяет подкласс ППП:

Для диодов:

- Д- диоды выпрямительные и импульсные, магнитодиоды,
- К- стабилизаторы тока,
- Ц- выпрямительные столбы и блоки,
- С- стабилитроны, стабисторы и ограничители,
- В- варикапы,
- Н- тиристорные диоды,
- У- тиристорные триоды,
- И- туннельные диоды,
- Г - генераторы шума,
- А- сверхвысокочастотные диоды.

Для транзисторов:

- Т – транзисторы (за исключением полевых);
- П – транзисторы полевые.

Третий элемент обозначения. Цифра, которая определяет основные функциональные возможности

Транзисторы малой мощности (с мощностью рассеяния $P_k=0,3 \text{ Вт}$): 1 - низкой частоты ($f_{гр}<3 \text{ МГц}$)

2 - средней частоты ($f_{гр}=3...30 \text{ МГц}$)

3 - высокой частоты ($f_{гр}>30 \text{ МГц}$)

1 2 3

Транзисторы средней мощности ($P_k=0,3...1,5 \text{ Вт}$):

4 - низкой частоты

5 - средней частоты

6 - высокой и сверхвысокой частот

4 5 6

Транзисторы большой мощности ($P_k>1,5 \text{ Вт}$):

7 - низкой частоты

8 - средней частоты

9 - высокой и сверхвысокой частот

7 8 9

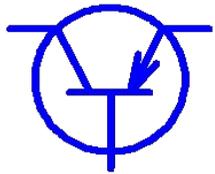
Четвертый, пятый и шестой элементы обозначения. Цифры (от 01 до 999) и буквы русского алфавита от А до Я, которые обозначают порядковый номер разработки технологического типа. Для стабилизаторов и стабисторов четвертый и пятый элементы определяют напряжение стабилизации, а шестой элемент – последовательность разработки

Седьмой элемент обозначения. Буква русского алфавита от А до Я (кроме букв З, О, Ч), которая определяет классификацию (разбраковку) по параметрам приборов, изготовленных по единой технологии

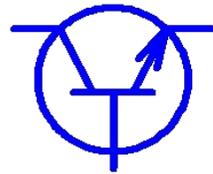
Для приборов, предназначенных для монтажа на поверхность, после условного обозначения вводится (через дефис) дополнительно цифра 9.

КД409А-9 2Д629А-9 КС156А КТ218А-9 2Т3129А 2П308Г

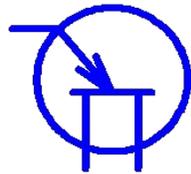
Условные графические обозначения транзисторов



à)



á)



â)



ã)



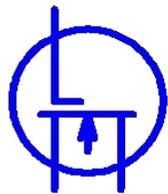
ä)



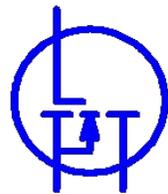
æ)



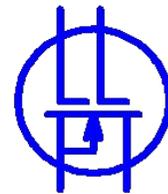
ç)



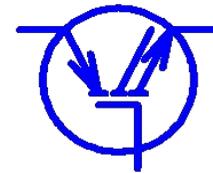
è)



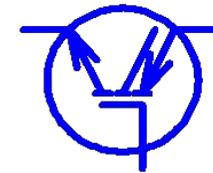
ê)



ë)



ì)

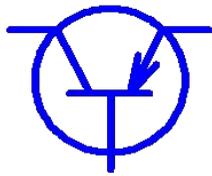


í)

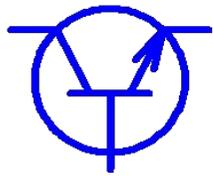
<http://gete.ru/contents.html>

http://gete.ru/page_147.html

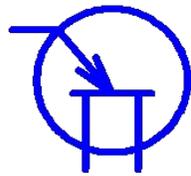
Условные графические обозначения транзисторов



à)



á)



â)



ã)



ä)



æ)



ç)



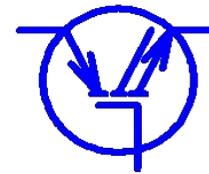
è)



ê)



ë)



ì)



í)

а – биполярный транзистор типа р-п-р; б - биполярный транзистор типа п-р-п;
в – однопереходный транзистор с п-базой; г - однопереходный транзистор с р-базой;
д – полевой транзистор с затвором на основе р-п перехода с каналом п-типа; ж – полевой транзистор с затвором на основе р-п перехода с каналом р-типа; з - полевой транзистор с изолированным затвором с р-каналом; и - полевой транзистор с изолированным затвором с п-каналом; к - полевой транзистор с изолированным затвором обогащенного типа с п-каналом и внутренним соединением подложки и истока; л - полевой транзистор с изолированным затвором обедненного типа с п-каналом и внутренним соединением подложки и истока; м - IGBT транзистор с п-каналом; н - IGBT транзистор с р-каналом

Классификация и система обозначений отечественной элементной базы

Микросхемы

Первый элемент обозначения - цифра, соответствующая конструктивно-технологической группе.

1 и 5 - полупроводниковые; 2, 4, 8 - гибридные;

7 - бескорпусные полупроводниковые; 3 - прочие.

Второй элемент обозначения - две-три цифры, присвоенные данной серии как порядковый номер разработки.

При четырехзначном номере серии первую цифру порядкового номера серии (или вторую цифру номера серии) устанавливают в зависимости от функционального назначения микросхем, входящих в серию. Так, цифра 0 определяет, что данная серия микросхем предназначена для комплектации бытовой РЭА, цифра 1 присваивается микросхемам аналоговым, цифра 4 - операционным усилителям, цифра 5 - сериям цифровых микросхем, цифра 6 - серии микросхем памяти, цифра 8 - микропроцессорам.

Третий элемент обозначения - две буквы, соответствующие подгруппе и виду. Например ЕН - стабилизаторы напряжения, СА - компараторы, ГГ - генераторы прямоугольных сигналов, ЛА - логический элемент И-НЕ, ТЛ - триггер Шмитта.

Четвертый элемент - порядковый номер разработки микросхемы в данной серии, в которой может быть несколько одинаковых по функциональному признаку микросхем.

Для микросхем, используемых в устройствах широкого применения, в начале обозначения ставится буква **К**: К1531ЛА8.

Для характеристики материала и типа корпуса перед цифровым обозначением серии могут быть добавлены следующие буквы:

А - пластмассовый планарный корпус;

Б - бескорпусная ИС (в конце условного обозначения ИС через дефис добавляется цифра от 1 до 6, указывающая на конструктивное исполнение бескорпусной ИС);

Е - металлополимерный корпус типа ДИП;

И - стеклокерамический планарный корпус;

М - металлокерамический корпус типа ДИП;

Н - керамический микрокорпус;

Р - пластмассовый корпус типа ДИП;

С - стеклокерамический корпус типа ДИП;

Ф - пластмассовый микрокорпус (для монтажа на поверхность)

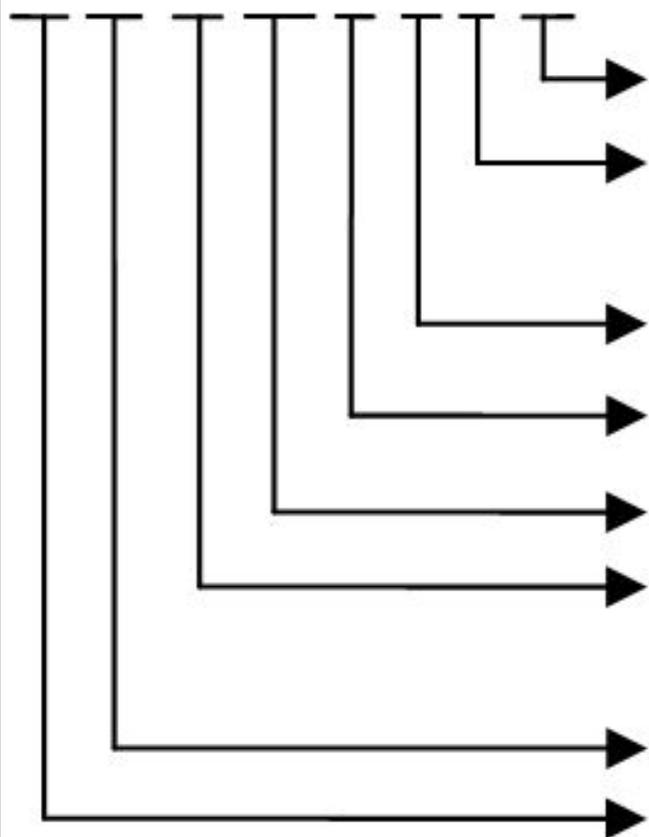
Примеры обозначений:

КМ551УД1А - полупроводниковая схема дифференциального усилителя с порядковым номером серии 51, номером разработки микросхемы в данной серии по функциональному признаку 1, имеющей набор электрических параметров, обозначенных буквой А, предназначенной для использования в устройствах широкого применения, в металлокерамическом корпусе типа ДИП.

Серия



К М 5 51 У Д 2 А



Типономинал по электрическим параметрам

Условный номер разработки микросхемы
данной серии по функциональному признаку

Вид (по функциональному назначению)

Подгруппы

Порядковый номер серии

Группа (по конструктивно-технологическому
исполнению)

Тип корпуса

Микросхема широкого применения

Обозначения логических элементов

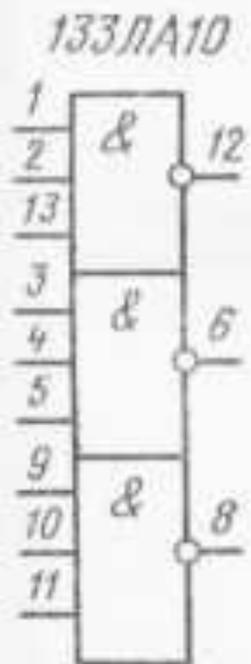


Рис. 13

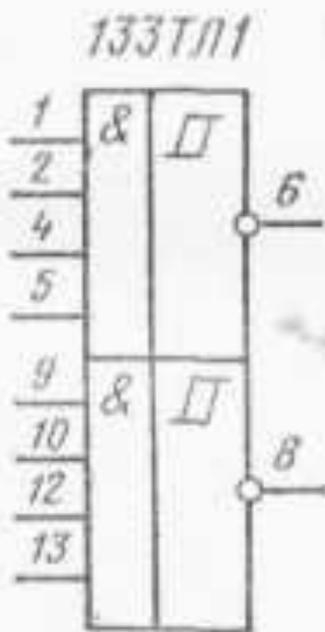


Рис. 14

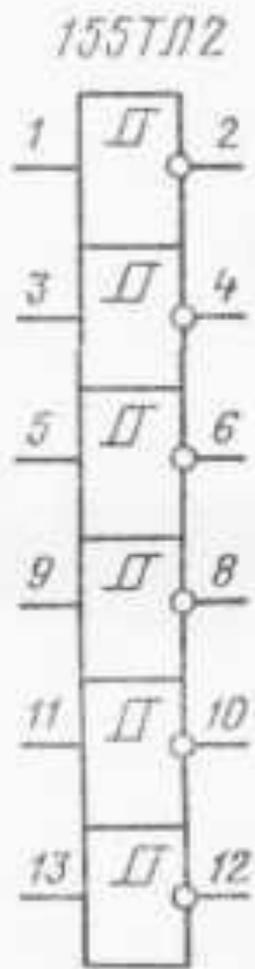


Рис. 15

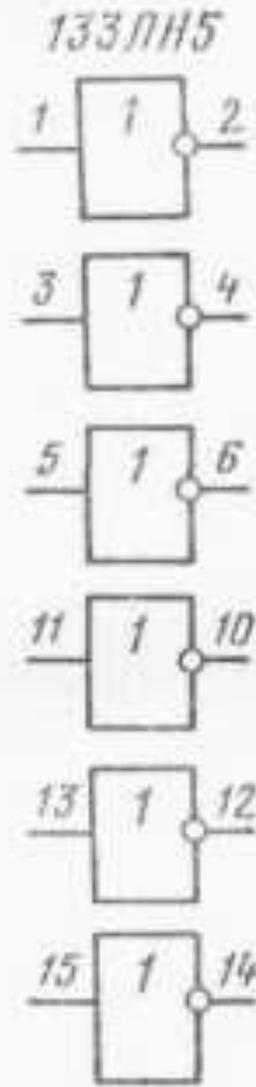


Рис. 16



Рис. 17

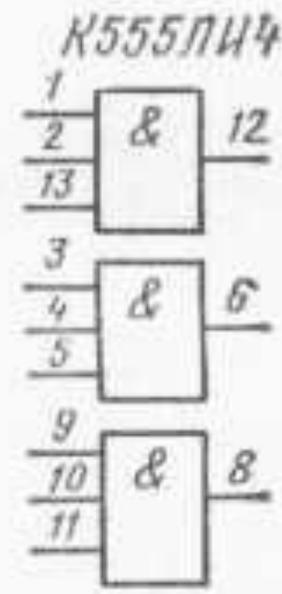


Рис. 18

Указатель типов микросхем, сведения о которых помещены в справочнике

Функция, выполняемая микросхемой	Условное обозначение микросхемы	Стр.
----------------------------------	---------------------------------	------

ЦИФРОВЫЕ МИКРОСХЕМЫ

Логические элементы НЕ

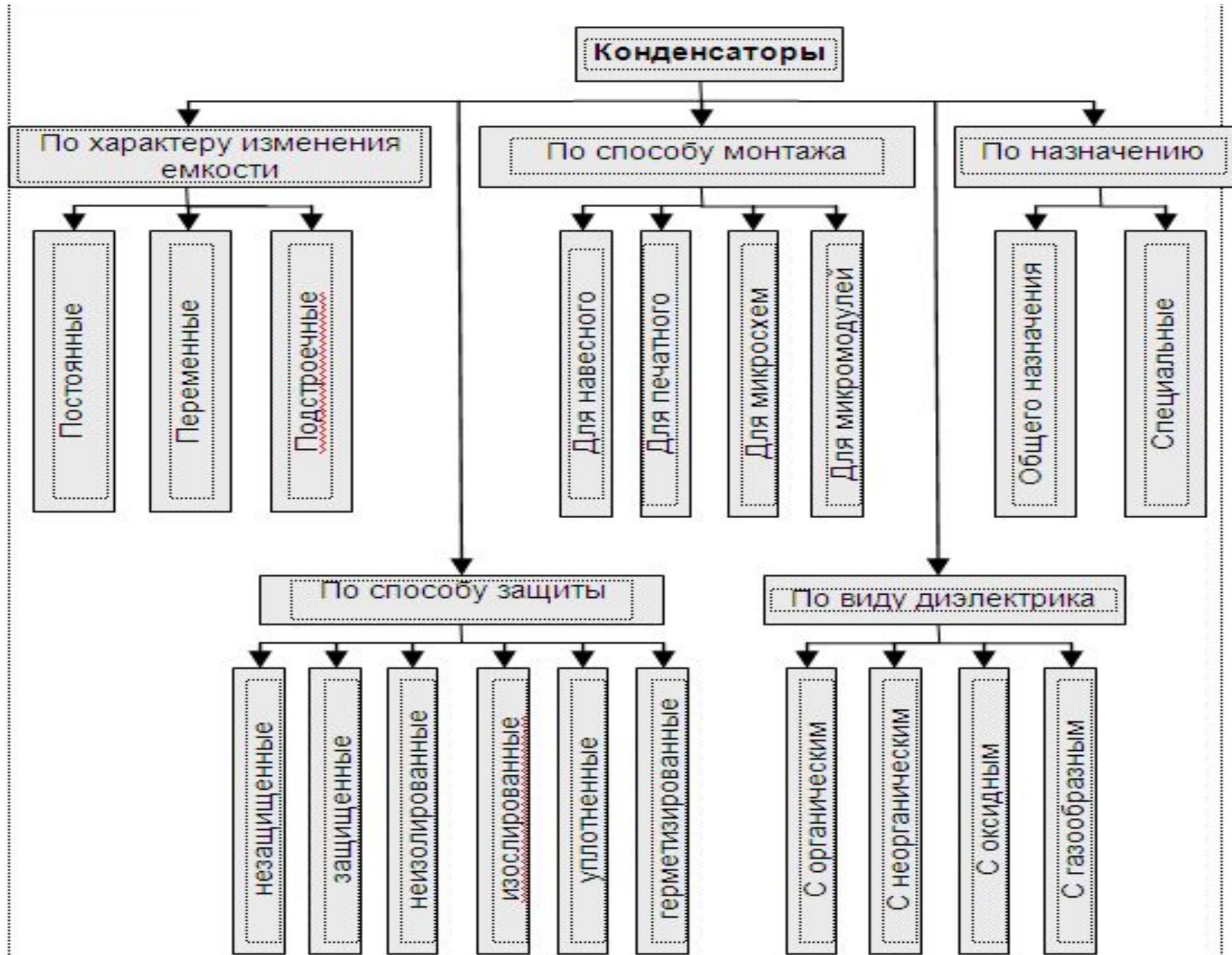
6 элементов НЕ	К131ЛН1	83
6 элементов НЕ	К155ЛН1	181
6 элементов НЕ с открытым коллекторным выходом	К155ЛН2	181
6 элементов НЕ	136ЛН1	105
2 элемента НЕ	202ЛН1, 202ЛН2	235
4 элемента НЕ	201ЛБ1, К201ЛБ1,	230
	201ЛБ2, К201ЛБ2,	230
	201ЛБ3, К201ЛБ3	230
5 элементов НЕ	201ЛБ5, К201ЛБ5,	231
	201ЛБ6, К201ЛБ6,	231
	201ЛБ7, К201ЛБ7	231
2 элемента НЕ и 2 элемента ИЛИ-НЕ	201ЛБ4, К201ЛБ4	230
4 элемента НЕ	205ЛН1	243
5 элементов НЕ	211ЛН1, 211ЛН2,	250
	211ЛН3, 211ЛН4,	250
	211ЛН5, 211ЛН6	250
Элемент 2НЕ	215ЛН1	253
Элемент НЕ	218ЛН1, К218ЛН1,	263
	218ЛН2, К218ЛН2,	263
	218ЛН3, К218ЛН3	263
2 элемента НЕ	221ЛН1	267
5 элементов НЕ с открытым коллекторным выходом	243ЛН1, К243ЛН1	303
5 элементов НЕ	243ЛН2, К243ЛН2	303
3 элемента НЕ	243ЛН3, К243ЛН3	304

Состав интегральных схем ТТЛ серий (выдержки из приложения Д издания 5)

ИС	133	134	155	530	531	533	555	1530	1531	1533
АГ1	+		+							
АГ3	+		+			+	+			
АГ4						+	+			
АП1			+							
АП2				+	+					
АП3				+	+	+	+		+	+
АП4				+	+	+	+		+	+
АП5						+	+		+	+
АП6						+	+			
ВА1					+					

Состав интегральных схем КМОП серий

ИС	164	176	561	564	1561
АГ1				+	+
ИД1		+	+	+	
ИД2		+			
ИД3		+			
ИД4				+	
ИД5				+	
ИЕ1		+			
ИЕ2		+			
ИЕ3		+			
ИЕ4		+			
ИЕ5		+			



Конденсаторы

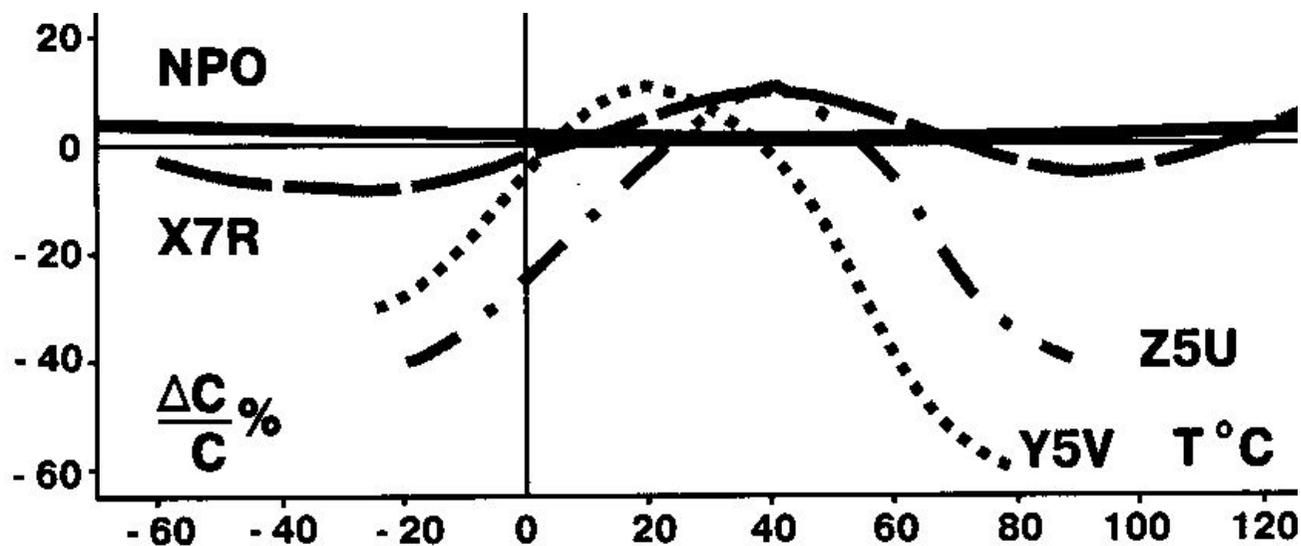
К10-7В-М47-27 пФ \pm 10% ГОСТ 5.621-70;

К50-29-16 В-220 мкФ (- 20 % ... + 50 %) ОЖО.464.156 ТУ

КПК-М-2/7 ГОСТ 5.500-76.

Группы ТКЕ конденсаторов: П100, П60, П33, МП0 (с нулевым значением ТКЕ), М33, М47, М75, М150, М220, М330, М470, М750, М1500, М2200, М3300 и ненормированные Н10, Н20, Н30, Н50, Н70, Н90

Зарубежные конденсаторы характеризуются в этом отношении сравнительными характеристиками диэлектриков. Диэлектрик NPO (COG) обладает низкой диэлектрической проницаемостью, но хорошей температурной стабильностью. ТКЕ близок к нулевому. Диэлектрик X7R имеет более высокую диэлектрическую проницаемость, но меньшую температурную стабильность. Диэлектрик Z5U (Y5V) имеет очень высокую диэлектрическую проницаемость,



Конденсаторы

К10-7В-М47-27 пФ \pm 10% ГОСТ 5.621-70;

К50-29-16 В-220 мкФ (- 20 % ... + 50 %) ОЖО.464.156 ТУ

КПК-М-2/7 ГОСТ 5.500-76.

Группы ТКЕ конденсаторов: П100, П60, П33, МП0 (с нулевым значением ТКЕ), М33, М47, М75, М150, М220, М330, М470, М750, М1500, М2200, М3300 и ненормированные Н10, Н20, Н30, Н50, Н70, Н90

Резисторы

первый элемент – группа или сочетание букв, обозначающая подкласс резисторов (Р – резисторы постоянные, РП – резисторы переменные, НР – наборы резисторов, ТР – терморезисторы, ВР – варисторы);

второй элемент – цифра, обозначающая группу резисторов по материалу резистивного элемента (1 – непроволочные, 2 – проволочные или металлофольговые);

третий элемент – регистрационный номер конкретного типа резисторов.

Резисторы

Постоянные

Переменные

Общего назначения

Специального назначения

Подстроечные

Регулировочные

Прецизионные

Высокочастотные

Высоковольтные

Высокомегаомные

С линейной функциональной характеристикой

С нелинейной функциональной характеристикой

Р1-4-0,125-4,7 кОм±1% А-Б-В ОЖО.467.157 ТУ.

Постоянный непроволоочный резистор с регистрационным номером 4, номинальной мощностью рассеяния 0,125 Вт, номинальным сопротивлением 4,7 кОм, с допуском ±1%, группой по уровню шумов А, группы ТКС – Б, всеклиматического исполнения В:

РП1-33-0,125-1 кОм±10% А ВП-1-32 ОЖО.468.023 ТУ

Переменный непроволоочный резистор с регистрационным номером 33, номинальной мощностью рассеяния 0,125 Вт, номинальным сопротивлением 1 кОм, с допуском ±10%, имеющий линейную характеристику, с видом конца вала ВП-1, с длиной выступающей части вала 32 мм:

Обозначения логических элементов

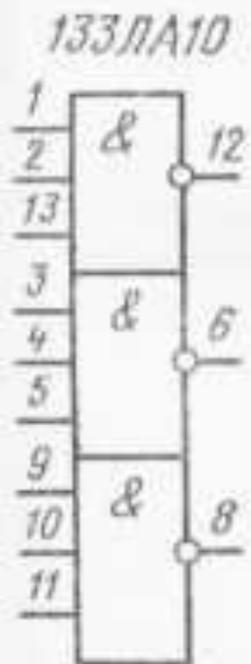


Рис. 13

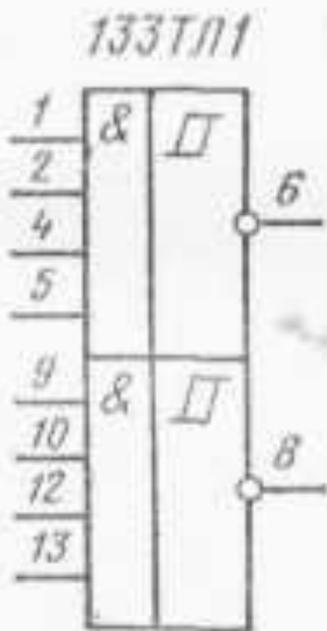


Рис. 14

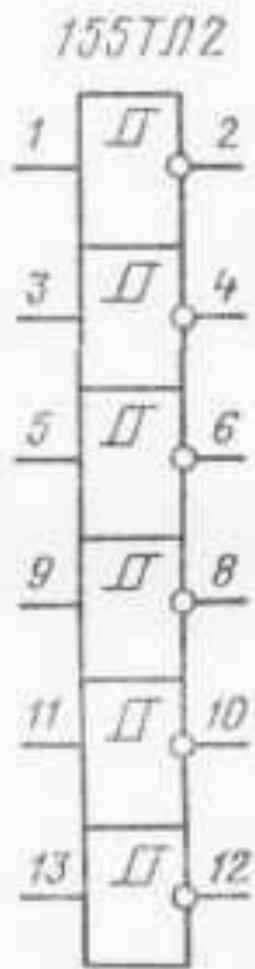


Рис. 15

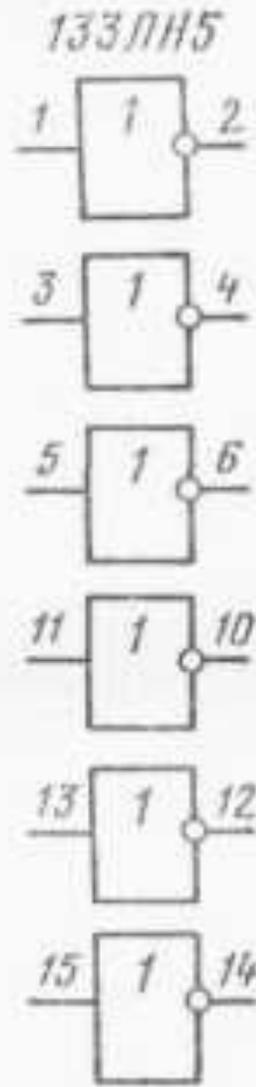


Рис. 16

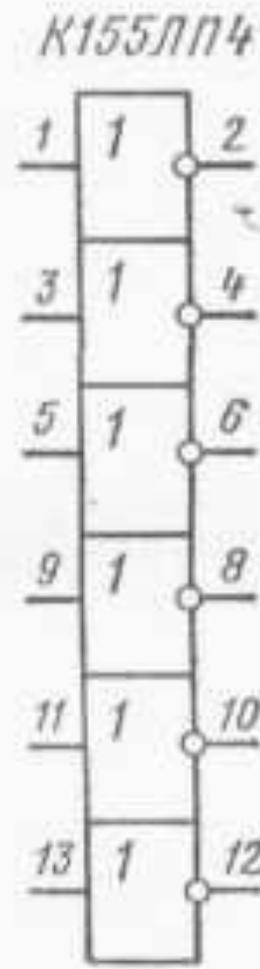


Рис. 17

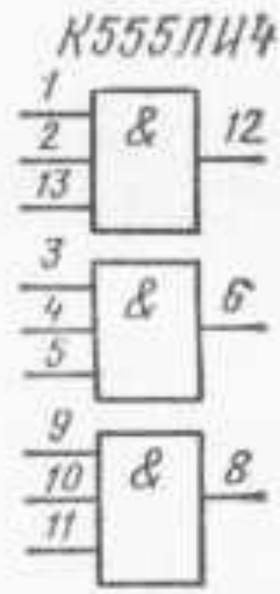


Рис. 18

Указатель типов микросхем, сведения о которых помещены в справочнике

Функция, выполняемая микросхемой	Условное обозначение микросхемы	Стр.
----------------------------------	---------------------------------	------

ЦИФРОВЫЕ МИКРОСХЕМЫ

Логические элементы НЕ

6 элементов НЕ	К131ЛН1	83
6 элементов НЕ	К155ЛН1	181
6 элементов НЕ с открытым коллекторным выходом	К155ЛН2	181
6 элементов НЕ	136ЛН1	105
2 элемента НЕ	202ЛН1, 202ЛН2	235
4 элемента НЕ	201ЛБ1, К201ЛБ1,	230
	201ЛБ2, К201ЛБ2,	230
	201ЛБ3, К201ЛБ3	230
5 элементов НЕ	201ЛБ5, К201ЛБ5,	231
	201ЛБ6, К201ЛБ6,	231
	201ЛБ7, К201ЛБ7	231
2 элемента НЕ и 2 элемента 2ИЛИ-НЕ	201ЛБ4, К201ЛБ4	230
4 элемента НЕ	205ЛН1	243
5 элементов НЕ	211ЛН1, 211ЛН2,	250
	211ЛН3, 211ЛН4,	250
	211ЛН5, 211ЛН6	250
Элемент 2НЕ	215ЛН1	253
Элемент НЕ	218ЛН1, К218ЛН1,	263
	218ЛН2, К218ЛН2,	263
	218ЛН3, К218ЛН3	263
2 элемента НЕ	221ЛН1	267
5 элементов НЕ с открытым коллекторным выходом	243ЛН1, К243ЛН1	303
5 элементов НЕ	243ЛН2, К243ЛН2	303
3 элемента НЕ	243ЛН3, К243ЛН3	304

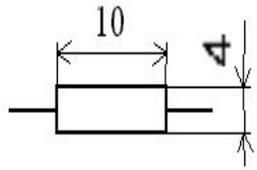
Состав интегральных схем ТТЛ серий (выдержки из приложения Д издания 5)

ИС	133	134	155	530	531	533	555	1530	1531	1533
АГ1	+		+							
АГ3	+		+			+	+			
АГ4						+	+			
АП1			+							
АП2				+	+					
АП3				+	+	+	+		+	+
АП4				+	+	+	+		+	+
АП5						+	+		+	+
АП6						+	+			
ВА1					+					

Состав интегральных схем КМОП серий

ИС	164	176	561	564	1561
АГ1				+	+
ИД1		+	+	+	
ИД2		+			
ИД3		+			
ИД4				+	
ИД5				+	
ИЕ1		+			
ИЕ2		+			
ИЕ3		+			
ИЕ4		+			
ИЕ5		+			

Условные графические обозначения некоторых элементов



а



б



в



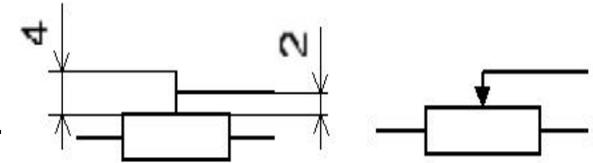
г



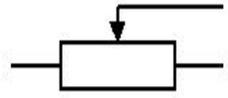
д



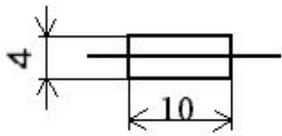
е



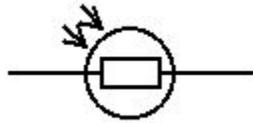
ж



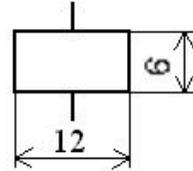
з



и



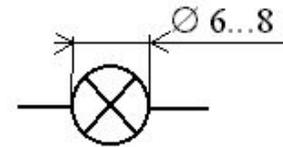
к



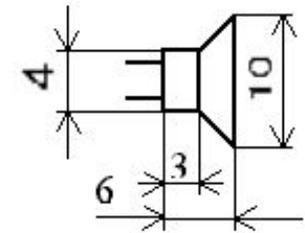
л



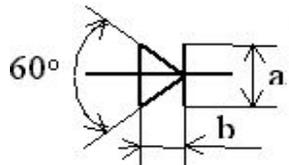
м



н

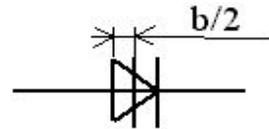


о

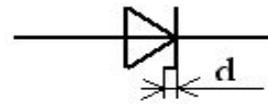


п

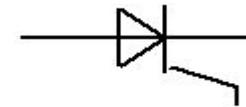
a	5	6
b	4	5
d	1,5	2



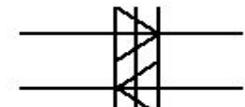
р



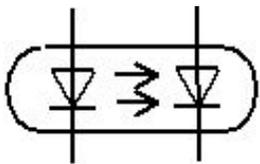
с



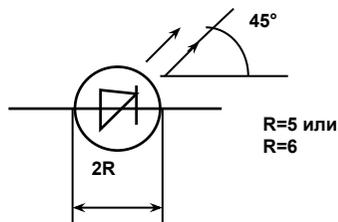
т



у



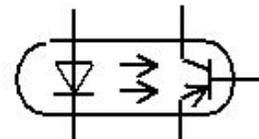
ф



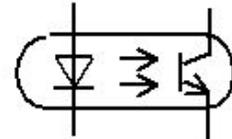
х



ц



ш



щ

Анализ схемных элементов

Позиционное обозначение	Выполняемые функции и основные характеристики
Конденсаторы электролитические	
C1	100 мкФх16В
C5,C13,C16	1мкФх6,3В
C10	2,2 мкФх16В
C7	4,7 мкФх16В
C12	10 мкФх16В
C20	220 мкФх16В
Конденсаторы керамические	
C2,C11,C17,C15	Конденсатор общего применения 0,047 мкФ
C3,C14	Конденсатор общего применения 0,1 мкФ
C4,C8,C9,C15	Конденсатор общего применения 0,01 мкФ
C6	Конденсатор общего применения 0,47 мкФ
C18	Конденсатор общего применения 1000 пФ
Микросхемы	
DD1,DD5	4 элемента 2ИЛИ-НЕ (КМОП)
DD2,DD6	2 D-триггера с динамическим управлением (КМОП)
DD3,DD4,DD7	4-х разрядный двоичный реверсивный счетчик (КМОП)
DD8	8-канальный коммутатор (КМОП)
Резисторы	
R1,R2,R6,R7, R11,R14,R15, R22	Резистор прецизионный 100 кОм

Результаты анализа схемных элементов

Тип элемента	Особенности	Основные характеристики (функции)	Рабочее напряжение, В, (мощность, Вт)	Диапазон номиналов	Марка, используемая в схеме	Поз. обозначение
Конденсатор	Электролитический	Алюминиевый оксидно-электролитический	15 В	1000 мкФ	K50-16	C3
	Постоянный	Керамический	15 В	0,3 – 33 нФ	K10-17	C1, C2, C4-C8
Резистор	<u>Подстроечный</u>	Непроволочный	0,5 Вт	0,75 – 4,7 кОм	СПЗ-16	R6, R19
	Постоянный	Общего применения	1 Вт	0,36 – 10 кОм	C2-23	R17, R18, R20, R21
	Постоянный	Общего применения	0,125 Вт	0,3 – 13 кОм	C2-23	Остальные (15 шт.)
Транзистор	Кремниевый биполярный, n-p-n	Малой мощности высокой частоты	0,15 Вт	-	КТ315А	VT1-VT3
	Германиевый биполярный, n-p-n	Малой мощности средней частоты	0,15 Вт	-	МП37Б	VT4-VT5
	Кремниевый биполярный, n-p-n	Большой мощности средней частоты	10 Вт	-	КТ807Б	VT6
Микросхема	ТТЛ	2И-НЕ	5 В	-	K155ЛА3	DD1, DD2
		Делитель на 10	5 В	-	K155ИЕ1	DD2-DD4
Десятичный счетчик		5 В	-	K155ИЕ2	DD5-DD9	
	ТТЛ	<u>Дешифратор для семи-сегментного индикатора</u>	5 В	-	K514ИД2	DD10- DD13

Результаты замены элементной базы

Позиционное обозначение	Выполняемые функции и основные характеристики	Исходная марка компонента	Замена на SMD	Тип корпуса	Размер корпуса	Источник информации
C1	Конденсатор электролитический 220 мкФ, 16 В	K50-35	K53-74	2917	7,3x4,3	http://www.elecond.ru/k53_74.php
C3	Конденсатор общего применения 0.68 мкФ	K10-17	K-10-47	3227	8x6,8	Стр 25
DD1	Пятнадцати разрядный делитель частоты, КМОП	K176IE5	176IE5 (CD4033аналог)	ДИП14	20x8	http://www.rlocman.ru/datasheet/data.html?id=61072
R3,R6	Резистор общего применения 7.5 кОм	C2-23	P1-12	0805	2x1,25	Файлг1-12d/ Бд по компонентам
R4	Резистор общего применения 30 кОм	C2-23	P1-12	0805	2x1,25	Файлг1-12d/ Бд по компонентам
R5	Резистор общего применения 10 кОм	C2-23	P1-12	0805	2x1,25	Файлг1-12d/ Бд по компонентам
VD1,	Стабилитрон с Uст 9В	Д814В	BZX84-C9V1	SOT-23	2,6x2,1	http://www.chipinfo.ru/dsheets/diodes/stablp.html
VD3	Стабилитрон с Uст 18В	BZX84	BZX84-B18	DO-214AC	2,6x5,2	
VD2	Диодный мост на выпрямительных диодах	КЦ412	DB101S	MB-S	8,2x	http://www.chipinfo.ru/dsheets/diodes/stablp.html
VD4, VD5	Диод выпрямительный	КД310	2Д123А-9	КТ-46	2,8x2,5	

Наименование элемента		Кол. шт.	Поз. обозн.	Тип корпуса	Конструкционные параметры			Параметры внешних воздействий				Источник информации	
					Размеры LxVxH	Масса, г.	Установочная высота, мм	Диапазон температур, °С	Вибрационные нагрузки		Ударные перегрузки, м/с ² (g)		
Исходный (КМО)	Замена (КМП)								Частота, Гц	Ускорение, м/с ² (g)			
									По техническому заданию:				
									+1...+55	10...55	до 2	до 50	
									Допустимые для элементной базы:				
Транзисторы:													
КТ3102Г	КТ368А-9	3	VT1,VT4, VT5	SOT-23	3x2,5x1,2	1,2	1,2	-60...+100					
КТ645А	2SD1383КА	1	VT2	SOT-23	2,9x1,5x1,1	1,1	1,1	-60...+100					
КТ6115Б		1	VT3					-60...+100					
КТ6114Б		1	VT6					-60...+100					
КТ3115Б		1	VT7					-60...+100					
Микросхемы:													
К561ЛЕ5	КФ561ЛЕ5	8	DD1,DD5	S014	8,75x4x1,35	1,5	1,35	-10...+70					
К561ТМ2	ЭКФ561ТМ2	4	DD2,DD6	S014	8,75x4x1,35	1,5	1,35	-10...+70					
К561НЕ11	КФ561НЕ11	3	DD3,DD4, DD7	SO16	10x4x1,35	1,6	1,35	-10...+70					
К561КП2	КФ561КП2	1	DD8	SO16	10x4x1,35	1,6	1,35	-10...+70					
Диоды:													
КД5222Б	КД409А-9	12	VD1-VD12	SOT23	3x2,5x1,3	0,1	1,3	-60...+100					
Резисторы:													
С2-31-0,125	Р1-16-0,125	12	R1,R2,R6,R7, R11, R14,R15, R22,R23,R26, R30,R34	1206	3,2x1,6x0,6	0,015	0,6	-60...+70					
С2-31-0,125	Р1-16-0,125	2	R13,R29	1206	3,2x1,6x0,6	0,015	0,6	-60...+70					
С2-31-0,125	Р1-16-0,125	3	R10,R19,R28	1206	3,2x1,6x0,6	0,015	0,6	-60...+70					
С2-31-0,125	Р1-16-0,125	1	R4	1206	3,2x1,6x0,6	0,015	0,6	-60...+70					
С2-31-0,125	Р1-16-0,125	6	R8,R18 R24,R27,R31	1206	3,2x1,6x0,6	0,015	0,6	-60...+70					
С2-31-0,125	Р1-16-0,125	2	R3,R33	1206	3,2x1,6x0,6	0,015	0,6	-60...+70					
С2-33-0,125	Р1-12-0,125	1	R5	1206	3,2x1,6x0,6	0,015	0,6	-60...+70					
С2-33-0,125	Р1-12-0,125	1	R9	1206	3,2x1,6x0,6	0,015	0,6	-60...+70					
С2-31-0,125	Р1-16-0,125	1	R12,R20	1206	3,2x1,6x0,6	0,015	0,6	-60...+70					
С2-33-0,125	Р1-12-0,125	2	R16,R17	1206	3,2x1,6x0,6	0,015	0,6	-60...+70					
С2-31-0,125	Р1-16-0,125	1	R21	1206	3,2x1,6x0,6	0,015	0,6	-60...+70					
С2-31-0,125	Р1-16-0,125	1	R25	1206	3,2x1,6x0,6	0,015	0,6	-60...+70					
С2-31-0,125	Р1-16-0,125	1	R32	1206	3,2x1,6x0,6	0,015	0,6	-60...+70					
Конденсаторы:													
К53-52-100мкФ	К53-37-100мкФ	1	С1	1206	3,2x1,6x4	0,1	4	-60...+80					

Проектирование печатных плат

Перечень рассматриваемых вопросов

1. Разновидности печатных плат и узлов
2. Стандартизация в области проектирования печатных плат
3. Основные термины и определения по печатным платам и конструированию электронных сборок
4. Классы электронной аппаратуры и классы точности печатных плат
5. Конструкторские требования к топологии печатной платы для SMD монтажа
6. Требования к печатным проводникам
7. Определение диаметров монтажных, переходных и крепежных отверстий
8. Контактные площадки
9. Реперные знаки
10. Элементы внешнего контактирования
11. Варианты установки КМО
12. Допустимые расстояния между компонентами
13. Определение размеров печатной платы
14. Рекомендации по расположению и ориентации компонентов
15. Рекомендации по трассировке печатной платы
16. Маркировка на печатной плате
17. Использование программы SprintLayout для проектирования ПП

Рекомендуемая литература

1. Леухин , В. Н. Радиоэлектронные узлы с монтажом на поверхность: конструирование и технология: учебное пособие. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 248 с.
2. Леухин, В.Н. Проектирование радиоэлектронных узлов : учебное пособие. – Йошкар-Ола: «Периодика Марий Эл», 2006. – 160 с.
3. Медведев А.М. Печатные платы. Конструкции и материалы. – М.: Техносфера, 2005.- 304 с.
4. Медведев А.М. Сборка и монтаж электронных устройств. – М.: Техносфера, 2007. – 256 с.
5. Пирогова Е.В. Проектирование и технология печатных плат: Учебник . – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005. – 560 с.
6. Грачев А.А., Мельник А.А., Панов Л.И. Конструирование электронной аппаратуры на основе поверхностного монтажа компонентов. М.: НТ Пресс, 2006. – 384 с.
7. Рекомендации по конструированию печатных узлов. – М.: ЗАО Предприятие ОСТЕК, 2008. – 276 с.
8. Печатные платы: справочник /Под ред. К.Ф. Кумбза. В 2-х книгах. – М.: Техносфера, 2011. – 2032 с.
9. Журнал «Печатный монтаж»

Классификация печатных плат

Печатные платы

Односторонние

На слоистом
прессованном
основании

Двусторонние

На
диэлектрическом
основании

На
рельефном
литом
основании

На металлическом
основании

С
межслойными
соединениями
объемными
детальями

Многослойные

С межслойными
соединениями
химико-
гальванической
металлизацией

Гибкие

Гибкие
платы

Керами-
ческие

Гибкие
кабели,
шлейфы

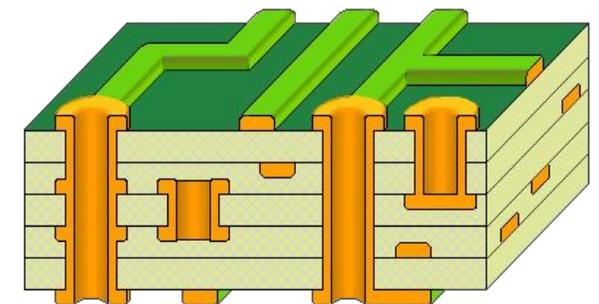
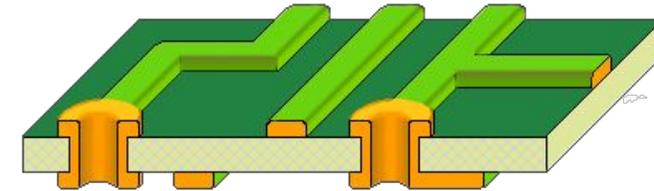
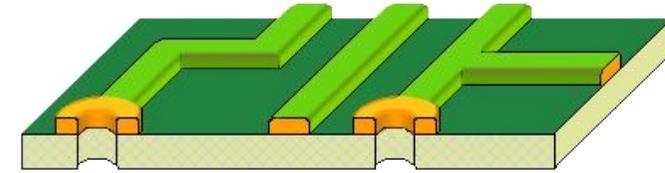
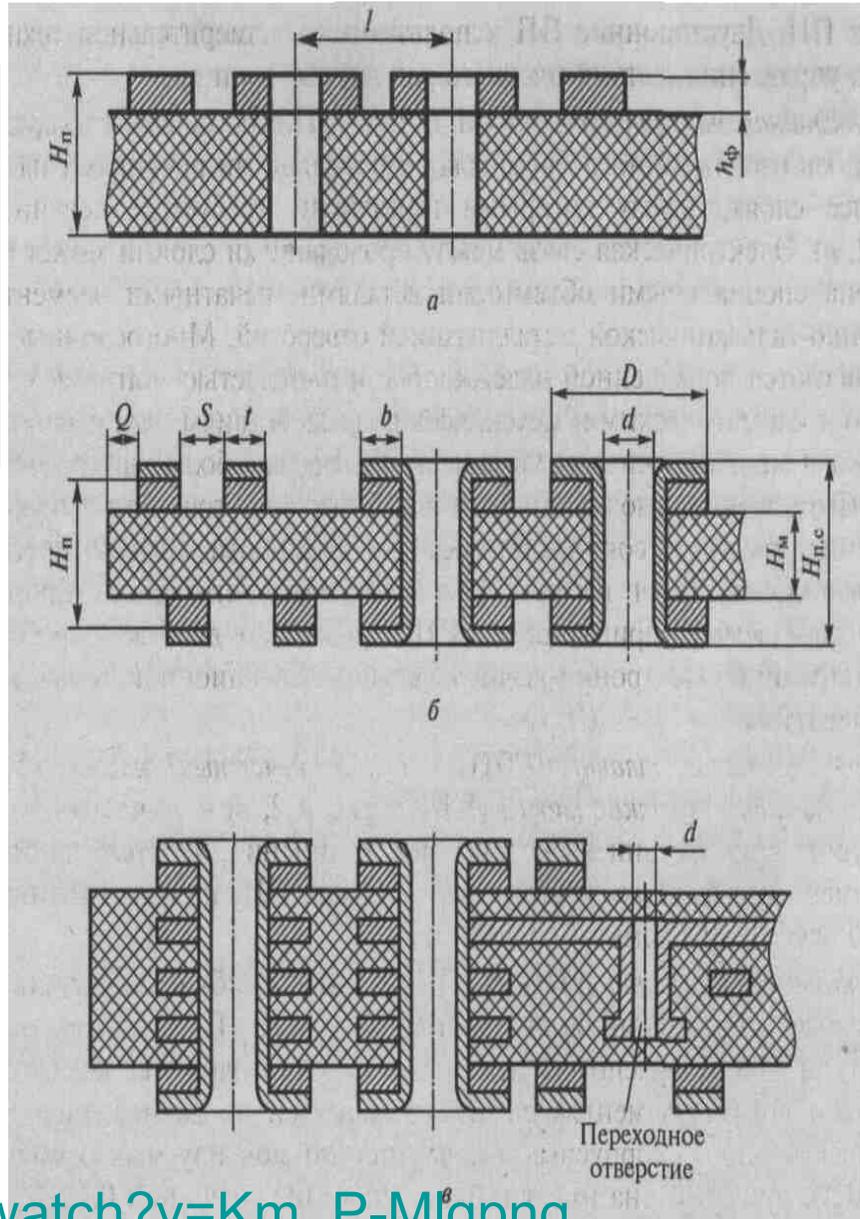
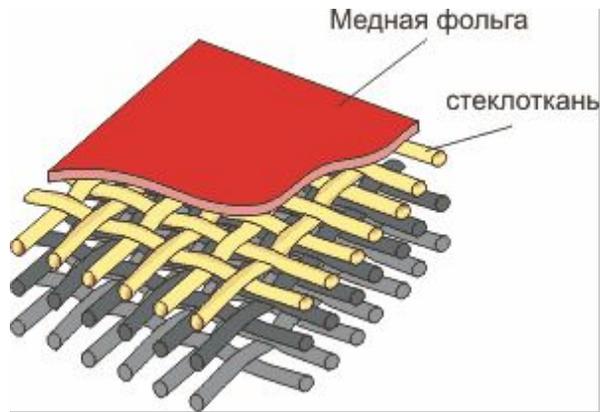
Проводные

С печатным
рисунком

Без
печатного
рисунка

Конструкции печатных плат:

а — односторонняя ПП; **б** — двухсторонняя ПП; **в** — многослойная ПП



http://www.youtube.com/watch?v=Km_P-MIgpng

http://www.youtube.com/watch?v=Oiy1zsg_O-w

Печатные платы на металлическом основании

Типичные конструкции

Платы могут быть односторонними и многослойными.

Односторонние:

состоят из металлической пластины, слоя диэлектрика и медной фольги.

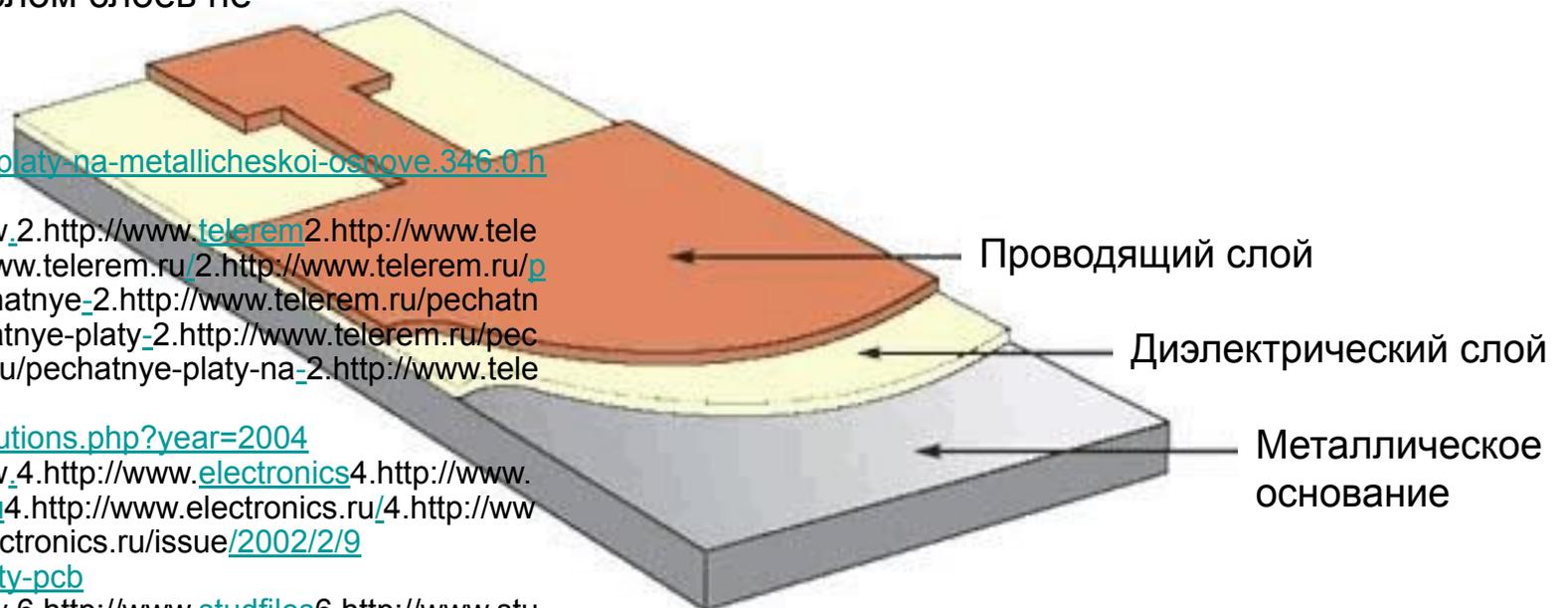
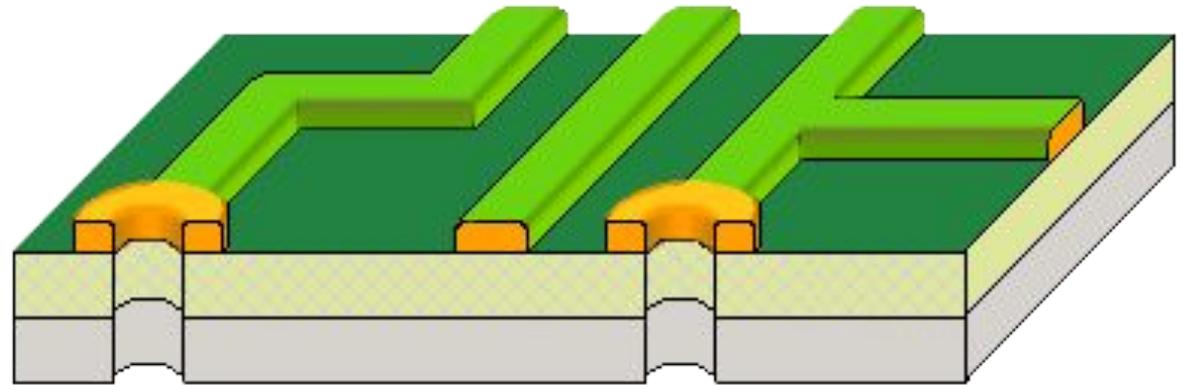
Односторонние платы рассчитаны на установку компонентов в SMD-корпусах.

Многослойные (от 2-х и выше):

Конструктивно представляют собой «сэндвич» из металлической пластины,

теплопроводящего препрега и обычной печатной платы.

В настоящее время возможности позволяют делать ПП на металлической основе с числом слоев не более 4-х.



1. <http://www.rcmgroup.ru/Pечатnye-platy-na-metallicheskoi-osnove.346.0.html>

2. <http://www.telerem.ru/pechatnye-platy-na-alyumini>

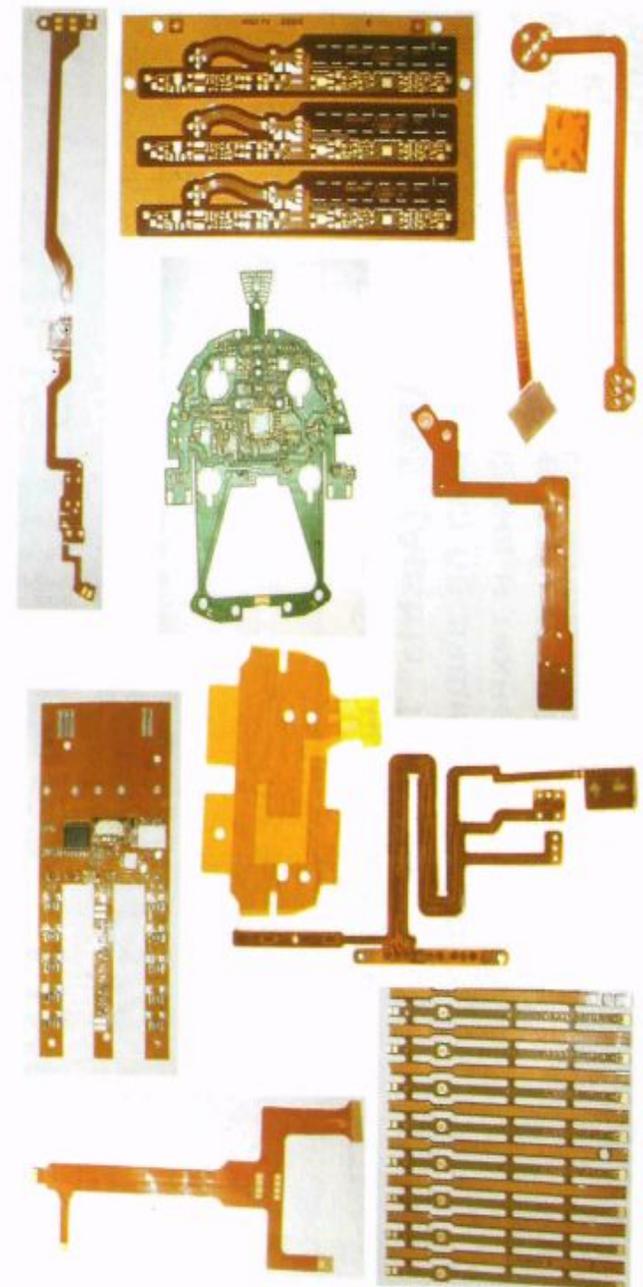
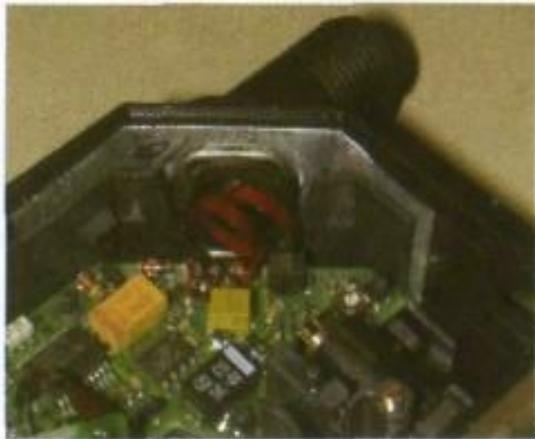
3. <http://www.ellwest-pcb.com/rus/solutions.php?year=2004>

4. <http://www.electronics.ru/issue/2002/2/9>

5. <http://www.pg-spb.ru/pechatnye-platy-pcb>

6. <http://www.studfiles.ru/dir/cat>

Гибкие печатные платы



Области применения гибких печатных плат

Автомобильная электроника	Приборные панели
	ABS-системы
	Схемы управления
	Средства управления
Потребительские товары	Товары для развлечения
	Цифровые и видеоскамеры
	Карманные калькуляторы
	Мониторы
Медицинская аппаратура	Слуховые аппараты
	Дефибрилляторы
	Кардиологические устройства
	Ультразвуковая диагностика
Телекоммуникации	Сотовые телефоны
	Высокоскоростные линии
	Базовые станции
	Смарт-карты
Компьютеры и внешние устройства	Дисководы
	Точечные матричные печатающие головки
	Шлейфы головок принтера
	Печатающие головки струйного принтера

Контроллеры	Индуктивности
	Лазерное измерение
	Катушки нагревателя
	Копирующие устройства
Приборы	ЯМР-анализаторы
	Счетчики частиц
	Рентгеновское оборудование
	Инфракрасные анализаторы
Военная и космическая аппаратура	Спутники
	Приборные панели
	Плазменные дисплеи
	Средства управления
	Радарные системы
	Системы ночного видения
Тяжелое вооружение	Лазерные гироскопы
	Торпеды
	Электронная защита
	Системы наблюдения
	Связь

Стандартизация в области проектирования печатных плат

Одним из основных моментов при разработке топологии является проектирование контактных площадок для компонентов для монтажа на поверхность и печатных проводников, их соединяющих.

Выбор размеров и формы контактных площадок, не отвечающих определенным требованиям, может привести к различным дефектам.

Нормативные требования к контактным площадкам наиболее подробно изложены в международных стандартах

- **IPC-SM-782A. Контактные площадки при поверхностном монтаже (Конфигурация и правила конструирования)**
- **IPC-7351. Общие требования по конструированию контактных площадок и печатных плат с применением технологии поверхностного монтажа.**

К сожалению, отечественная нормативная база в этом направлении представлена руководящими указаниями отдельных предприятий. Наиболее значимыми являются материалы, подготовленные фирмой ОСТЕК:

- ***Рекомендации по конструированию печатных узлов. – М.: ЗАО Предприятие ОСТЕК, 2008. – 276 с.***
- ***Введение в технологию поверхностного монтажа. – М.: ЗАО Предприятие ОСТЕК, 2008. – 286 с.***

Комитеты по стандартизации

- **IPC** - Institute for Interconnecting and Packaging Electronic Circuits - Институт печатного монтажа (США)
- **ГОСТ** - Государственные общероссийские стандарты (Россия)
- **EIA** - Electronic Industries Association - Ассоциация электронной промышленности (США)
- **J-STD** - Joint Industry Standards - Совместные промышленные стандарты EIA и IPC
- **JEDEC** - Joint Electron Devices Engineering Council of the EIA - Объединенный технический совет по электронным приборам EIA (США)
- **MIL** - Military - Военные стандарты (США)
- **DoD** - Department of Defense - Стандарты министерства обороны (США)

*Основными стандартами на изготовление и контроль печатных плат и электронных блоков считаются международные стандарты **IPC**. В настоящее время **IPC** выпускает свыше 300 руководств и стандартов.*

Основные международные стандарты по конструированию ПП

Все типы печатных плат (ПП) разрабатываются в соответствии с требованиями международных стандартов серии IPC-2220:

- **IPC-2221A** Общий стандарт по конструированию печатных плат (Generic standard on printed board design)
- **IPC-2222** Конструирование жестких печатных плат из материалов на органической основе (Rigid organic printed board structure design)
- **IPC-2223** Конструирование гибких печатных плат (Flexible printed board structure design)
- **IPC-2224** Конструирование ПП формата «PC card» на органической основе (Organic, PC card format, printed board structure design)
- **IPC-2225** Конструирование ПП формата «MCM-L» на органической основе (Organic, MCM-L, printed board structure design)
- **IPC-2226** Конструирование структур с высокой внутренней плотностью соединений (High Density Interconnect (HDI) structure design)
- **IPC-2227** Конструирование ПП встраиваемых пассивных приборов (в разработке) (Embedded Passive Devices printed board design (In Process))

Основные международные стандарты по конструированию ПП

IPC/EIA J-STD-001D	Требования к пайке электрических и электронных сборок
IPC/EIA J-STD-012	Конструкция и технология применения компонентов в корпусах Flip Chip и Chip Scale
IPC/EIA J-STD-013	Конструкция и технология применения компонентов BGA и в других корпусах с высокой плотностью размещения выводов
IPC/EIA J-STD-026	Стандарт по конструированию полупроводниковых Flip Chip компонентов
IPC/EIA J-STD-027	Стандарт. Основные положения по механическим характеристикам Flip Chip и CSP компонентов
IPC/EIA J-STD-028	Стандарт по конструкции выводов для Flip Chip и Chip Scale компонентов
IPC/EIA J-STD-032	Стандарт по конструкции шариковых выводов для компонентов BGA
IPC/E1A/JEDEC J-	Тесты на паяемость выводов компонентов, контактных поверхностей и проводов STD-002B
IPC/EIA/J E D EC J -	Тесты на паяемость печатных плат STD-003A
IPC/JEDEC J-STD-	Классификация чувствительности к влажности / пайке для негерметичных твердотельных компонентов поверхностного монтажа

Российские стандарты по проектированию печатных плат

- ГОСТ 10317-79 «Платы печатные. Основные размеры».
- ГОСТ 2.417-91 «Единая система конструкторской документации. Платы печатные. Правила выполнения чертежей».
- ГОСТ Р 53386-2009 «Платы печатные. Термины и определения».
- ГОСТ 23661-79 «Платы печатные многослойные. Требования к типовому технологическому процессу прессования».
- ГОСТ 23662-79 «Платы печатные. Получение заготовок, фиксирующих и технологических отверстий. Требования к типовым технологическим процессам».
- ГОСТ 23664-79 «Платы печатные. Получение монтажных и подлежащих металлизации отверстий. Требования к типовым технологическим процессам».
- ГОСТ 23665-79 «Платы печатные. Обработка контура. Требования к типовым технологическим процессам».
- ГОСТ 23751-86 «Платы печатные. Основные параметры конструкции».
- **ГОСТ Р 53429-2009 «Платы печатные. Основные параметры конструкции»**
- ГОСТ 23752-79 «Платы печатные. Общие технические условия».
- ГОСТ 23752.1-92 «Платы печатные. Методы испытаний».
- ГОСТ 29137-91 «Формовка выводов и установка изделий электронной техники на печатные платы. Общие требования и нормы конструирования».
- ГОСТ Р 50621-93 «Платы печатные одно- и двусторонние с неметаллизированными отверстиями. Общие технические требования».
- ГОСТ Р 50622-93 «Платы печатные двусторонние с металлизированными отверстиями. Общие технические требования».
- **ГОСТ Р 51040-97 «Платы печатные. Шаги координатной сетки».**

Найти данные стандарты можно по ссылке:

<http://vsegost.com/Catalog/48/48457.shtml>

ГОСТ Р 53386-2009 «Платы печатные. Термины и определения».

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает термины и определения понятий в области печатных плат.

Термины, установленные настоящим стандартом, рекомендуются для применения во всех видах документации и литературы, входящих в сферу работ по стандартизации в области печатных плат и/или использующих результаты этих работ.

2 Термины и определения

Основные понятия

- | | |
|---|---|
| 1 печатная плата; ПП (Нрк. <i>плата печатного монтажа</i>): Изделие, состоящее из одного или двух проводящих рисунков, расположенных на поверхности основания, или из системы проводящих рисунков, расположенных в объеме и на поверхности основания, соединенных между собой в соответствии с электрической схемой печатного узла, предназначенное для электрического соединения и механического крепления устанавливаемых на нем изделий электронной техники, квантовой электроники и электротехнических изделий. | printed board;
printed circuit board |
| 2 основание печатной платы: Элемент конструкции печатной платы, на поверхности или на поверхности и в объеме которого расположен проводящий рисунок или система проводящих рисунков печатной платы. | substrate |
| 3 рисунок печатной платы: Конфигурация, образованная проводниковым и (или) диэлектрическим материалом на печатной плате. | pattern |
| 4 проводящий рисунок печатной платы: Рисунок печатной платы, образованный проводниковым материалом на основании или в объеме. | conductive pattern |
| П р и м е ч а н и е — Проводящий рисунок состоит из печатных проводников, контактных площадок, экранов, металлизированных отверстий, теплоотводящих и других печатных компонентов. | |
| 5 непроводящий рисунок печатной платы: Рисунок печатной платы, образованный диэлектрическим материалом основания печатной платы. | non-conductive pattern |
| 6 односторонняя печатная плата; ОПП: Печатная плата, на одной стороне основания которой выполнен проводящий рисунок. | single-sided printed board |

Термины и определения по монтажу и конструированию электронных сборок, соответствующие международному стандарту IPC-T-50

- **Базовое отверстие**, фиксирующее отверстие — элемент конструкции печатной платы, который обеспечивает необходимую точность позиционирования печатной платы на технологическом оборудовании.
- **Вывод ИЭТ** (англ. pin) — элемент конструкции корпуса ИЭТ, предназначенный для соединения соответствующего электрода с внешней электрической цепью.
- **Групповая заготовка**, мультиплицированная плата (англ. multiboard, panel) — мультиплата, панель, проектируемая для удобства автоматизированной сборки ПУ и состоящая из нескольких единичных ПП, разграниченных между собой линиями скрайбирования и/или перфорацией. Принципиальное отличие групповой заготовки и мультиплицированной платы заключается в том, что мультиплицированная плата состоит из нескольких однотипных ПП, а групповая заготовка может объединять разные по конструкции типы ПП.
- **Изделие электронной техники**, ИЭТ, электрорадиоэлемент, ЭРЭ (англ. component) — комплектующее изделие, представляющее собой функциональный прибор или устройство, изменяющее электрические параметры цепи и предназначенное для применения в качестве элемента электрической схемы электронного устройства.
- **Изделие электронной техники монтируемые в отверстия**, ИМО (КМО), выводной, навесной, штырьковый, штыревой компонент (англ. through-hole component) — выводное ИЭТ, конструкция которого обеспечивает установку в монтажные отверстия печатной платы.

Термины и определения по монтажу и конструированию электронных сборок, соответствующие международному стандарту IPC-T-50

Контактная площадка, (КП) — площадка на печатной плате, используемая для присоединения ПМИ или ИМО.

Контактная поверхность корпуса, (ПМИ) (англ. terminal, termination) — металлизированная часть корпуса безвыводных ПМИ (чип-компонентов), предназначенная для соединения соответствующего электрода с внешней электрической цепью.

Координатная сетка — это ортогональная сетка, состоящая из параллельных равноудаленных линий, предназначенных для размещения соединений на ПП.

Малый шаг выводов ЭРЭ (англ. fine pitch) — шаг выводов ПМИ меньше, чем 0,6 мм (например, 0,5 мм или 0,4 мм).

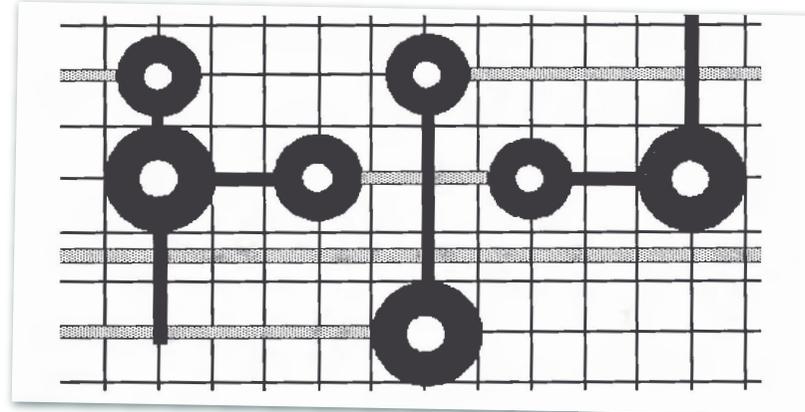
Место монтажа (англ. land pattern) — группа контактных площадок с единым геометрическим центром установки, предназначенных для электрического соединения выводов или контактных поверхностей одного ПМИ.

Паяльная маска (англ. solder mask) — защитное покрытие печатной платы, предназначенное для защиты печатных проводников от попадания припоя во время пайки.

Печатный модуль — совокупность нескольких ПУ, входящих в состав не разделенной групповой заготовки.

Печатная плата, (ПП) (англ. printed circuit board, PCB) — диэлектрическая подложка для монтажа ЭРЭ с нанесёнными на ней определённым образом рисунком печатных проводников и контактными площадками, а также маркировкой, реперными знаками, переходными и/или монтажными отверстиями, покрытая или не покрытая паяльной маской.

Шаг координатной сетки



ГОСТ Р 51040—97

Узел координатной сетки — пересечение двух линий координатной сетки.

4 ОСНОВНЫЕ ШАГИ КООРДИНАТНОЙ СЕТКИ

4.1 Для размещения соединений на печатной плате должна применяться координатная сетка с номинальным шагом 0,50 мм в обоих направлениях.

4.2 Если координатная сетка с номинальным шагом 0,50 мм не удовлетворяет требованиям конкретной конструкции, то должна применяться координатная сетка с номинальным шагом 0,05 мм.

4.3 Для конкретных конструкций, использующих элементную базу с шагом 0,625 мм, допускается применение шага координатной сетки 0,625 мм.

5 ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫЙ ШАГ КООРДИНАТНОЙ СЕТКИ

5.1 При необходимости применения координатной сетки с шагом, отличным от основных, шаг ее должен быть кратным основным шагам координатной сетки.

Кратный шаг определяется умножением основного шага сетки на модуль n , который составляет целое число 1, 2, 3...

5.2 Предпочтительные модули для координатных сеток с шагом 0,50; 0,05 мм и соответствующие им значения кратных шагов координатной сетки приведены в таблице 1.

Таблица 1

В миллиметрах		
Основной шаг координатной сетки	Предпочтительный модуль n	Предпочтительный шаг координатной сетки
0,05	5	0,25
	10	0,50
	15	0,75
	20	1,00
	25	1,25
0,50	1	0,50
	2	1,00
	5	2,50
	6	3,00
	10	5,00

Термины и определения по монтажу и конструированию электронных сборок, соответствующие международному стандарту IPC-T-50

Печатный проводник — одна проводящая полоска или один элемент в проводящем рисунке ПП.

Печатный узел, (ПУ) (англ. printed board assembly) — печатная плата с подсоединёнными (прикреплёнными) к ней электрическими и механическими элементами и/или другими печатными платами и со всеми выполненными процессами обработки (по ГОСТ 20406-75).

Поверхностный монтаж (ПМ) (surface mounting) — электромонтаж ПМИ на поверхность печатной платы с распайкой выводов или контактных поверхностей к контактным площадкам платы без использования монтажных отверстий.

Поверхностно-монтируемое изделие, (ПМИ) (англ. SMD) — малогабаритное выводное или безвыводное ИЭТ, которое может быть присоединено к печатной плате посредством технологии поверхностного монтажа.

Проводящий рисунок ПП — рисунок ПП, образованный проводниковым материалом.

Резистивная маска, защитная маска, паяльная маска, паяльный резист (англ. solder mask) — теплостойкое покрытие, наносимое избирательно для защиты отдельных участков печатной платы в процессе групповой пайки.

Реперный знак, репер (англ. fiducial mark) — элемент проводящего рисунка печатной платы, который создаётся в одном технологическом процессе с контактными площадками, и используется для базирования печатной платы на автоматизированном технологическом оборудовании.

Обозначение слоев печатной платы в САПР

слои САПР (проводящие и непроводящие)	описание
1	Top silkscreen -
2	Top soldermask –
3	Top paste mask –
4	Top Layer 1 –
5	Substrate -
6	Int Layer 2 –
...	...
n-1	Substrate -
n	Bottom Layer n -
n +1	Bottom paste mask -

Обозначение слоев печатной платы в САПР

слои САПР (проводящие и непроводящие)	описание
1	Top silkscreen - верхний слой маркировки (непроводящий)
2	Top soldermask – верхний слой паяльной маски (непроводящий)
3	Top paste mask – верхний слой паяльной пасты (непроводящий)
4	Top Layer 1 – первый/верхний слой (проводящий)
5	Substrate - базовый диэлектрик (непроводящий)
6	Int Layer 2 – второй/внутренний слой (проводящий)
...	...
n-1	Substrate - базовый диэлектрик (непроводящий)
n	Bottom Layer n - нижний слой (проводящие)
n +1	Bottom paste mask - Нижний слой паяльной пасты (непроводящий)

Классы электронной аппаратуры и классы точности печатных плат

Конструирование ПП выполняется в соответствии с требованиями, предъявляемыми к конечному изделию — прибору, и условно делится по назначению (как и сами изделия) на три класса (международная классификация):

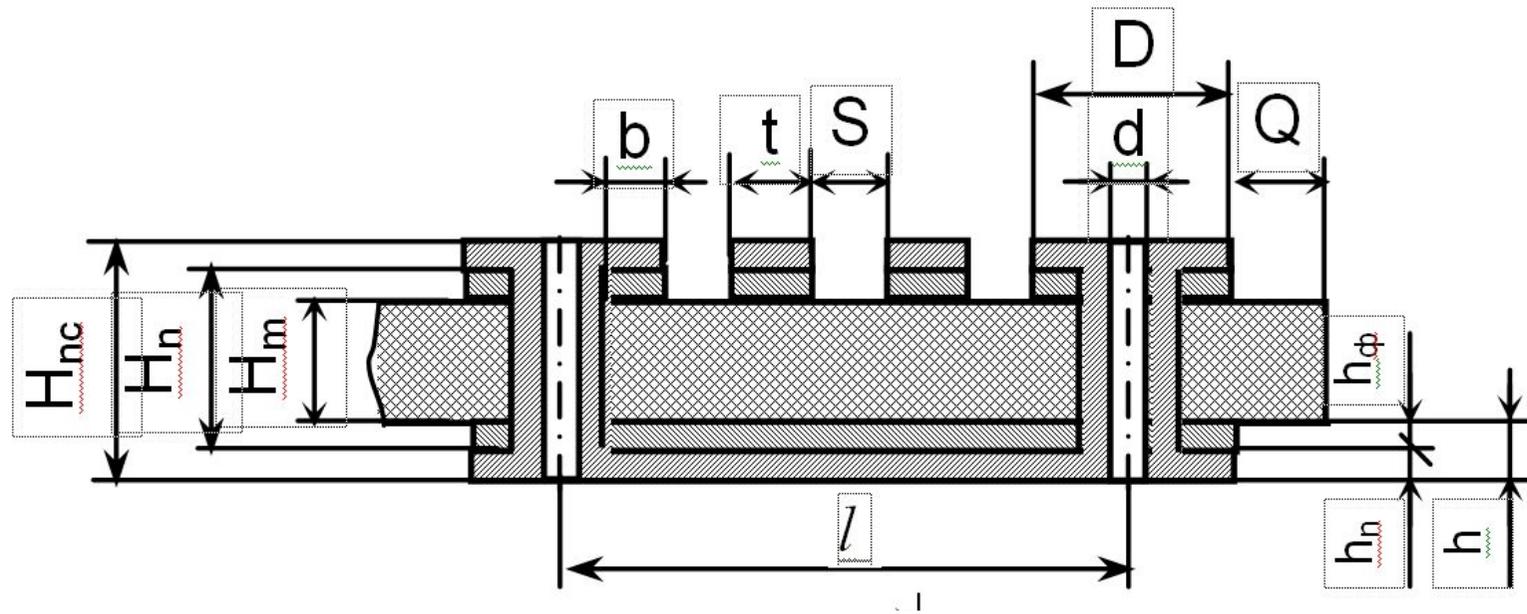
- **Класс 1 — ПП и ПУ в изделиях общего назначения (Бытовая электроника)**
- Включают потребительские изделия, такие, как компьютеры и компьютерную периферию, применяемые там, где косметические дефекты не имеют значения, а главным требованием является функционирование готового изделия электроники.
- **Класс 2 — ПП и ПУ в изделиях промышленной электроники** Включают коммуникационное оборудование, сложную профессиональную аппаратуру и приборы, от которых требуется высокая производительность и увеличенный срок службы, и для которых бесперебойная работа желательна, но не является предельно важной. Допустимы определенные косметические дефекты.
- **Класс 3 — ПП и ПУ в высококачественных электронных изделиях (Спецтехника)**
- Включают оборудование и изделия, для которых особую важность имеет бесперебойное функционирование. Простой оборудования неприемлем, оборудование должно задействоваться незамедлительно; например, в системах жизнеобеспечения, авиационной, космической или военной технике. Электронные изделия этого класса применяются для решения задач, где требуются высокие уровни надежности, функционирование является самым главным, а условия работы могут быть чрезвычайно суровыми.

Предельные условия эксплуатации конечных изделий разных категорий

(согласно требованиям международного стандарта IEC-7351)

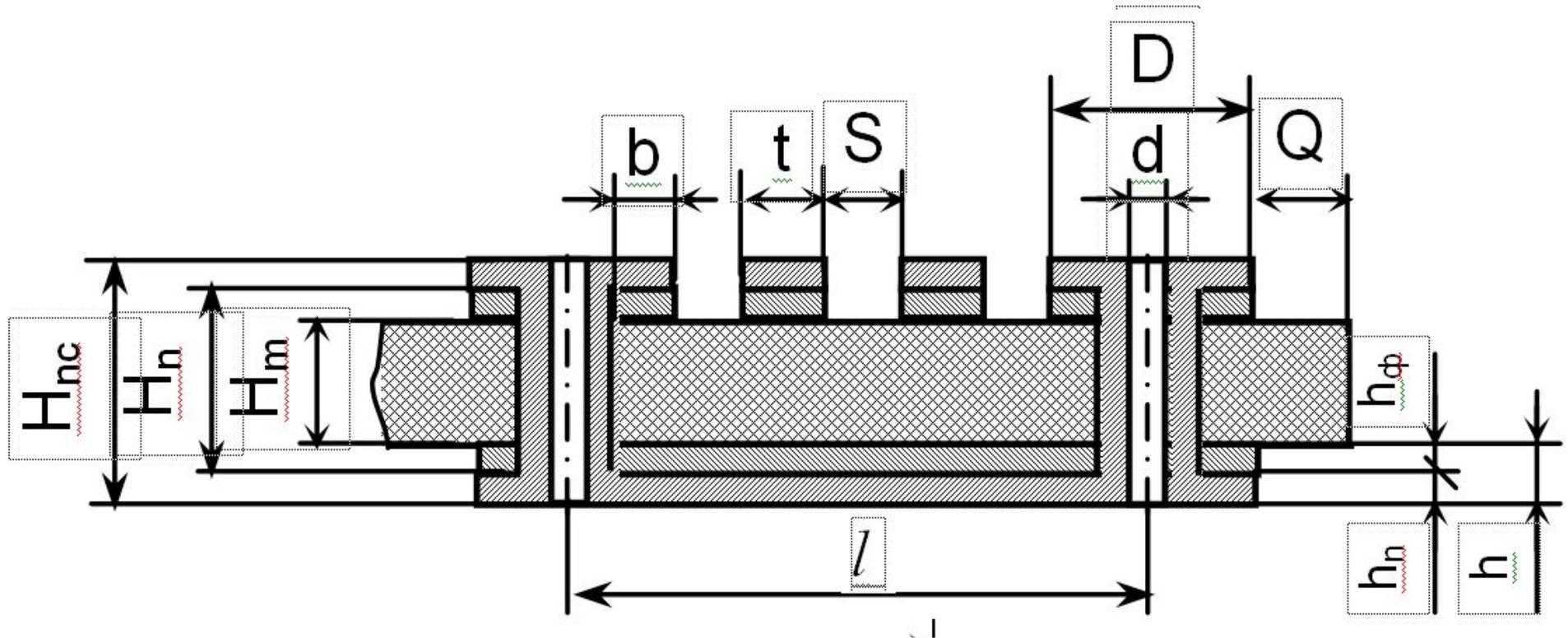
Категория конечного изделия	Температурный диапазон, °C		Предельные условия эксплуатации						
	хранение	эксплуатация	T _{min} , °C	T _{max} , °C	ΔT, °C	T _D , час	Циклов в год	Срок службы, лет	Вероятность отказа, %
Товары широкого потребления	-40/+85	0/+55	0/+32	+60/+140	35/63	12	365	1-3	1
Компьютерная техника	-40/+85	0/+55	0/+32	+60/+140	20/36	2	1460	5	0,1
Телекоммуникационное оборудование	-40/+85	-40/+85	-40/-40	+85/+185	35/63	12	365	7-20	0,01
Для гражданской авиации	-40/+85	-40/+85	-55/-67	+95/+203	20/36	12	365	20	0,001
Промышленная электроника	-55/+150	-40/+85	-55/-67	+95/+203	20/36	12	185	10-15	0,1
Военная техника (наземного и морского базирования)	-40/+85	-40/+85	-55/-67	+95/+203	40/72 и 60/108	12 12	100 265	10-20	0,1
Космическая техника LEO GEO	-40/+85	-40/+85	-55/-67	+95/+203	от 3/5,4 до 100/180	1 12	8750 365	5-30	0,001
Военная авиационная техника a b c	-55/+125	-40/+85	-55/-67	+125/+257	40/72 60/108 80/144	2 2 2	100 100 65	10-20	0,01
Автомобильная электроника	-55/+150	-40/+125	-55/-67	+125/+257	60/108	1	1000	10-15	0,1

Классы точности печатных плат (по ГОСТ Р53429-2009)



Наименование параметра	Наименьшие номинальные значения размеров элементов проводящего рисунка для класса точности						
	1	2	3	4	5	6	7
Ширина проводника, t	0,75	0,45	0,25	0,15	0,10	0,075	0,050
Расстояние между проводниками, S	0,75	0,45	0,25	0,15	0,10	0,075	0,050
Гарантийный поясок контактной площадки, b	0,30	0,20	0,10	0,05	0,025	0,020	0,015

Параметры печатной платы



H_n - толщина печатной платы; H_m - толщина основания печатной платы; h_{ϕ} - толщина фольги; h - толщина проводящего рисунка; h_n - толщина химико-гальванического покрытия; b - гарантийный поясок контактной площадки; d - диаметр отверстия; D - диаметр контактной площадки; t - ширина печатного проводника; S - расстояние между краями соседних элементов проводящего рисунка; Q - расстояние от края платы, выреза, паза до элемента проводящего рисунка; l - расстояние между центрами отверстий.

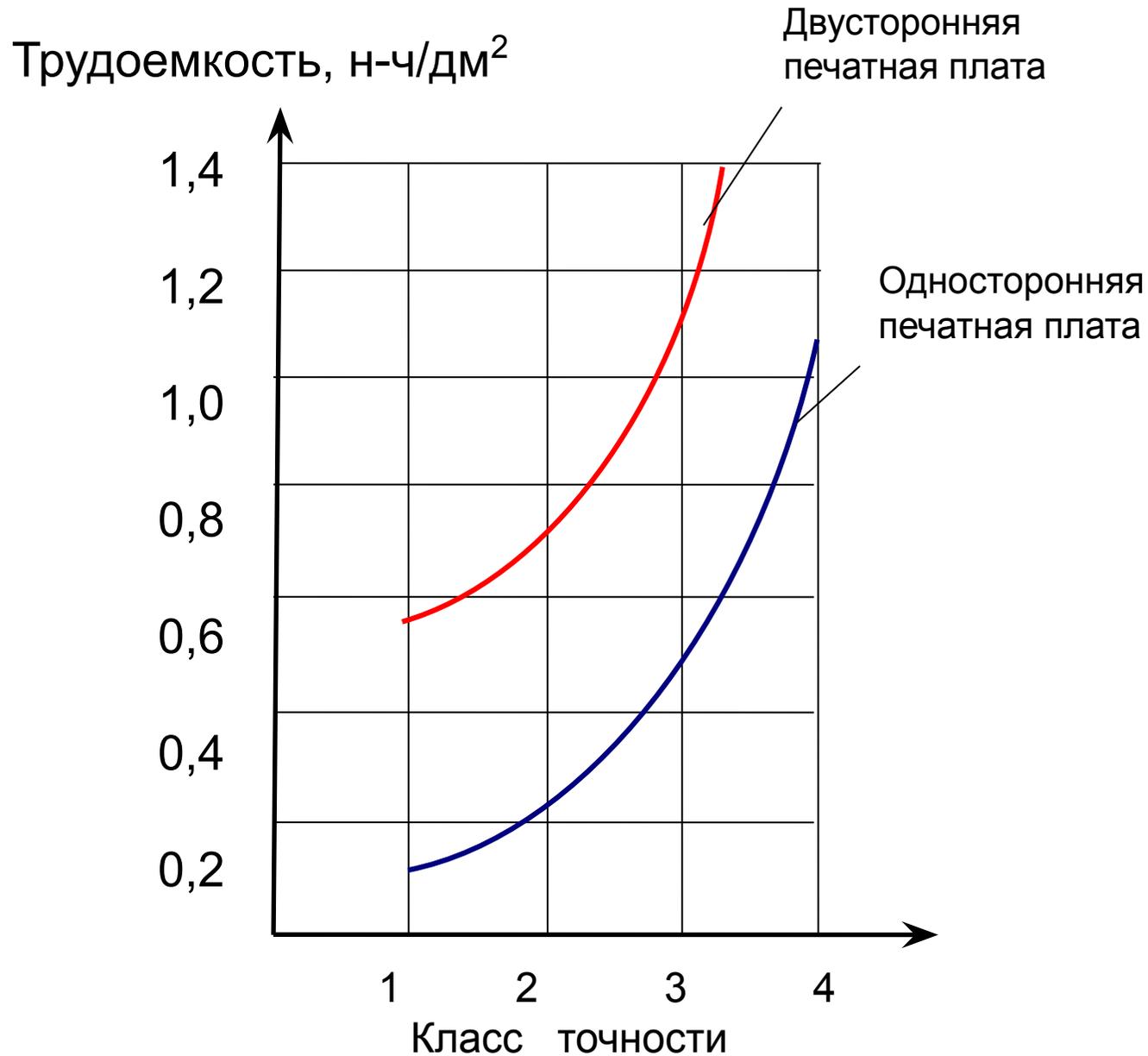
Классы точности печатных плат (по ГОСТ Р53429-2009)

Диаметр отверстия	Наличие металлизации	Предельное отклонение диаметра отверстия для класса точности						
		1	2	3	4	5	6	7
До 0,3	Без металлизации	-	-	-	±0,02	±0,02	±0,02	±0,02
включ.	С металлизацией	-	-	-	-0,03	-0,03	-0,02	-0,02
	без оплавления				-0,07	-0,07	-0,06	-0,06
	С металлизацией и с оплавлением	-	-	-	-	-	-	-
Св. 0,3 до 1,0	Без металлизации	±0,10	±0,10	±0,05	±0,05	±0,05	±0,025	±0,02
включ.	С металлизацией	+0,05	+ 0,05	+0	+0	+ 0	-0,025	-0,02
	без оплавления	-0,15	-0,15	-0,10	-0,10	-0,10	-0,075	-0,05
	С металлизацией и	+0,05	+ 0,05	+0	+0	+0	-	-
	с оплавлением	-0,18	-0,18	-0,13	-0,13	-0,13		
Св. 1,0	Без металлизации	±0,15	±0,15	±0,10	±0,10	±0,10	±0,05	±0,03
	С металлизацией	+0,10	+0,10	+0,05	+0,05	+0,05	+0	-0,02
	без оплавления	-0,20	-0,20	-0,15	-0,15	-0,15	-0,10	-0,08
	С металлизацией и	+0,10	+0,10	+0,05	+0,05	+0,05	-	-
	с оплавлением	-0,23	-0,23	-0,18	-0,18	-0,18		

Классы точности печатных плат

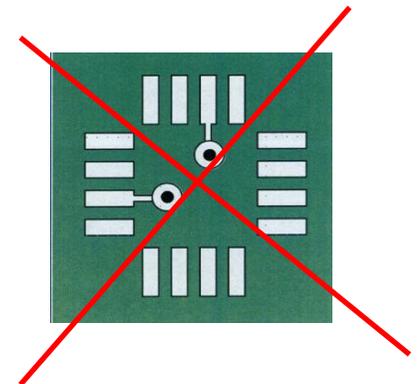
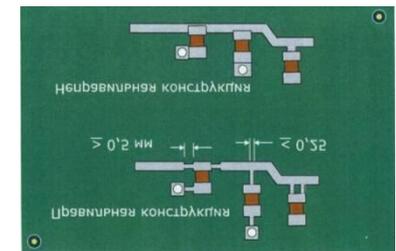
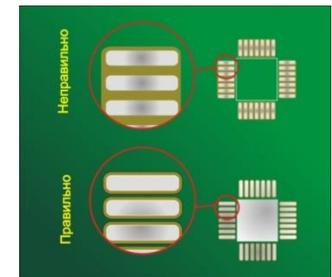
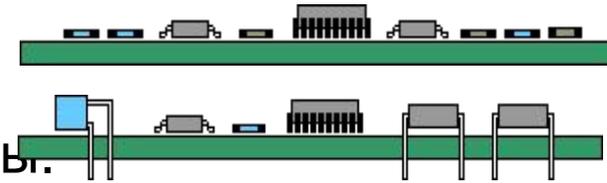
Расстояние между отверстиями	Класс точности			
	1	2	3	4
1,25				
2,50				
3,54				
5,00				

Экономическое обоснование выбора класса точности печатной платы



Конструкторские требования к топологии печатной платы для SMD монтажа

- 1.1. Предпочтительны **печатные платы**, на которых SMD компоненты находятся на одной (верхней) стороне платы.
- 1.2. Наличие паяльной маски на печатной плате обязательно.
- 1.3. Наличие паяльной маски между выводами SMD микросхем обязательно.
- 1.4. На площадках пайки SMD компонентов не должно быть переходных отверстий.
- 1.5. Под SMD компонентом не должно быть переходных отверстий или проводников, не закрытых паяльной маской.
- 1.6. Переходные отверстия желательно закрывать паяльной маской, а переходные отверстия, касающиеся контактных площадок - в обязательном порядке.
- 1.7. Массивные (габаритные) SMD компоненты необходимо размещать на верхней стороне печатной платы.
- 1.8. Резисторы и конденсаторы желательно располагать не ближе 2 мм от выводов SMD микросхем.



Конструкторские требования к топологии печатной платы для SMD монтажа

1.9. Все перемычки между ножками SMD микросхемы должны находиться вне места пайки:



1.10. Площадки SMD компонентов, находящиеся на больших полигонах (экранах), должны быть отделены от полигона перемычками:



1.11. Маркировка не должна пересекать (касаться) площадок пайки.

1.12. На маркировке должна быть указана ориентация полярных компонентов и микросхем.

1.13. Для плат с двухсторонним SMD монтажом маркировку желательно делать на обеих сторонах платы.

Требования к проводникам

- Уменьшение расстояния между выводами до 0,3 – 0,5 мм вызывает необходимость уменьшить ширину проводников и зазоров между ними до величины 0,1 мм (с учетом возможности прокладки дополнительных трасс между контактными площадками), что соответствует 5 классу точности печатных плат по **ГОСТ Р 53429-2009**
- Увеличение ширины проводника свыше 0,2 мм во многих случаях нежелательно, так как это может привести к стеканию на проводник значительной части припоя от выводов компонента при групповой пайке и к непропайке соединения.
- При назначении ширины проводников и зазоров между ними следует учитывать величины предельно допустимого тока через проводник и напряжения, прикладываемаемого между двумя соседними элементами проводящего рисунка. Величина допустимого рабочего напряжения не должна превышать 25 В при расстоянии между элементами проводящего рисунка от 0,1 до 0,2 мм, 50 В – при расстоянии от 0,2 до 0,3 мм, 100 В – при расстоянии от 0,3 до 0,4 мм.

Требования к проводникам

Плотность электрического тока в печатном проводнике не должна превышать 30 А/мм².

Сечение печатного проводника определяется как произведение его ширины на толщину.

Толщина проводника равна толщине фольги (при химических методах изготовления печатной платы) или же сумме толщин фольги и слоя гальванической меди при комбинированных методах изготовления. Допустимая величина тока для проводников выбирается в соответствии с таблицей

Толщина фольги (проводника), мкм	Метод изготовления	Ширина проводника, мм				
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
35	Химический	0,07	0,15	0,21	0,28	0,35
50	То же	0,1	0,20	0,30	0,40	0,50
35 (80)	Комбинированный	0,16	0,32	0,48	0,64	0,80
50 (95)	То же	0,19	0,38	0,57	0,76	0,95

Технологические допуски при изготовлении печатных узлов

- **погрешности изготовления оригинала фотошаблона** (изменение геометрических размеров фотошаблона из-за температурных воздействий, старения материала, несовершенства используемых при изготовлении оптических систем и т.д.). Как правило, эти погрешности не превышают 0,006 - 0,01 мм;
 - **погрешности за счет материала коммутационной платы.** Связаны с изменением геометрических размеров платы из-за непостоянства технологических температур. Так, изменение температуры на пять градусов приведет к изменению геометрических размеров платы на основе стеклотекстолита с размерами стороны 300 мм на 0,02 мм
 - **погрешности, связанные с обработкой коммутационной платы.**
Для плат, изготавливаемых фотоспособом с механическим сверлением отверстий, отклонение расположения элементов печатного монтажа и их размеров не должно превышать 0,02 – 0,05 мм;
 - **погрешности, вносимые сборочными автоматами.** Точность установки компонента, в зависимости от фирмы изготовителя автомата, способа базирования и контроля, находится в пределах от 0,02 мм до 0,2 мм
- Суммарный технологический допуск, не должен превышать для большинства плат величины 0,2 – 0,4 мм

Определение диаметров монтажных, переходных и крепежных отверстий

Диаметр монтажного отверстия зависит от диаметра вывода элемента, необходимого монтажного зазора, обеспечивающего возможность автоматизации сборки и затекание припоя внутрь отверстия при пайке, наличия металлизации:

$$d = d_э + r + |\Delta d_{но}|$$

где $d_э$ - диаметр вывода навесного элемента;

r - разность между минимальным значением диаметра отверстия и максимальным значением диаметра вывода элемента (значение параметра должно находиться в пределах от 0,1 до 0,4 мм);

$\Delta d_{но}$ - нижнее предельное отклонение номинального значения диаметра отверстия (см. таблицу на предыдущем слайде -85).

Предпочтительные размеры монтажных отверстий выбирают из ряда 0,4(0,5); 0,6(0,7); 0,8(0,9); 1,0(1,2); 1,3; 1,5, при этом количество выбранных диаметров не должно превышать трех.

Переходные отверстия должны иметь малое сопротивление, а для получения высокой плотности печатного рисунка - и малые размеры. Однако при малом диаметре отверстий и большой толщине плат трудно обеспечить хорошее качество металлизации, поэтому минимальный диаметр переходного отверстия выбирают из условия:

$$d \geq \gamma h$$

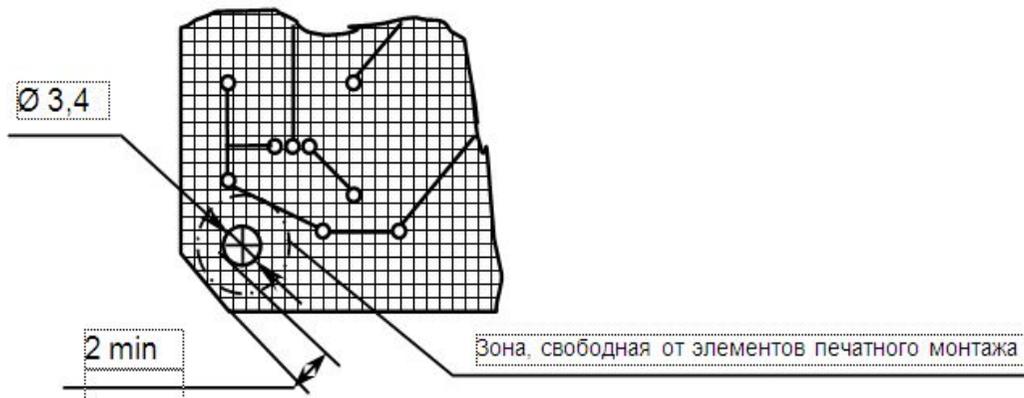
где h - толщина платы, мм;

γ - отношение номинального значения диаметра металлизированного отверстия к толщине платы (выбирается по таблице 3.5 в зависимости от класса точности. Это отношение лежит в пределах от 0,2 для 5 класса точности до 0,4 для 1 и 2 класса точности печатной платы).

Определение диаметров монтажных, переходных и крепежных отверстий

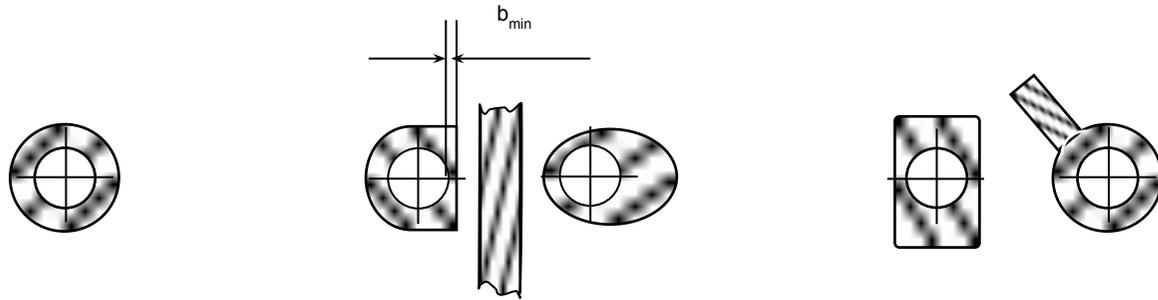
Крепежные отверстия располагаются, как правило, по углам (периметру) печатной платы. При выборе диаметров этих отверстий необходимо обеспечить свободную установку крепежных элементов как на плате, так и на шасси. Так, например, для назначаемых обычно отклонениях межцентрового расстояния $\pm (0,1 \dots 0,2)$ мм для наихудшего случая разница присоединительных размеров платы и шасси составляет величину до 0,4 мм, что требует назначения номинального диаметра крепежного отверстия для винтов М3 не менее 3,4 мм.

При этом следует также определить возможную зону расположения крепежных отверстий. Частой ошибкой является расположение их близко к краю ПП, что механически ослабляет угол платы. Следует выдержать расстояние от края отверстия до края печатной платы не менее 2 мм. В зоне расположения головки винта и шайбы не должны располагаться выводы элементов, контактные площадки и печатные проводники



Определение диаметров монтажных, переходных и крепежных отверстий

Контактные площадки могут иметь произвольную форму, однако предпочтительной является круглая форма. Для обеспечения лучшей трассировки допускается подрезание краев контактной площадки до минимально допустимого гарантийного пояса или развитие в свободную сторону. Контактная площадка, предназначенная для установки первого вывода многовыводного элемента, должна иметь форму, отличную от остальных (например, иметь "усик" или быть квадратной или прямоугольной формы).



Диаметр круглой контактной площадки можно определить по формуле:

$$d_k = d + \Delta d_{\text{eo}} + 2b + c,$$

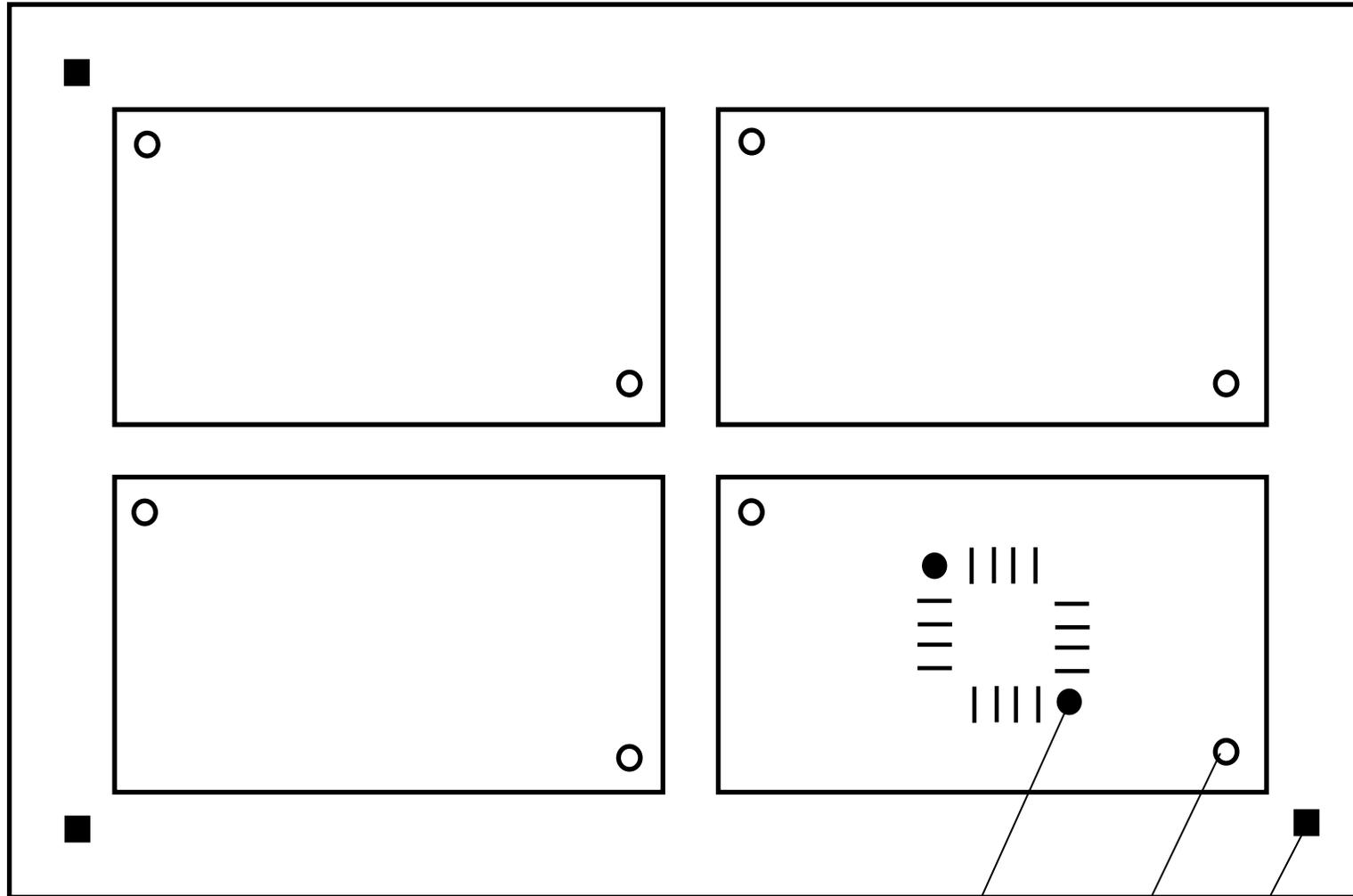
где d - диаметр монтажного отверстия;

Δd_{eo} - верхнее предельное отклонение диаметра отверстия (см. данные таблицы 3.5);

b - гарантийный пояс контактной площадки (см. таблицу 3.5);

c - коэффициент, учитывающий влияние разброса межцентрового расстояния, смещение фольги в разных слоях, подтравливание диэлектрика. Для плат 1 класса точности $c = 0,6...0,7$, для плат 2 и 3 классов $c = 0,4...0,5$.

Глобальные и локальные реперные знаки



Локальные реперные знаки компонента

Реперные знаки кадра групповой заготовки

Глобальные реперные знаки групповой заготовки

Глобальные реперные знаки служат для ориентации отдельной платы или мультиплицированной платы

локальные – для ориентации компонентов (как правило, больших размеров и сложной формы, с малым (менее 0,63 мм) шагом расположения выводов, например, в корпусах типа QFP).

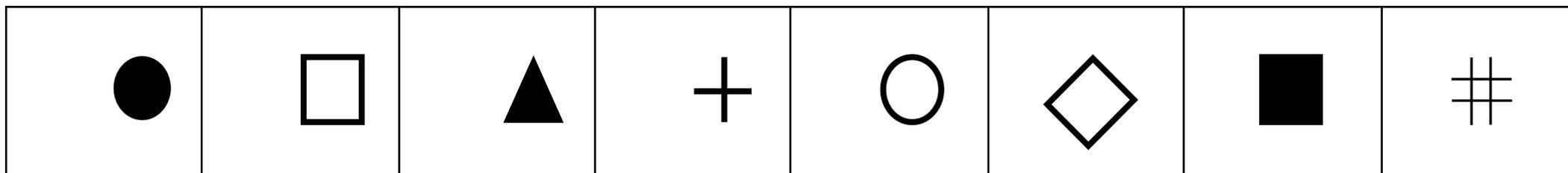
Все реперные знаки должны располагаться в узлах координатной сетки.

Глобальные реперные знаки рекомендуется располагать по диагонали платы на максимально возможном друг от друга расстоянии,

Между знаком и краем платы должно быть расстояние не менее 5 мм

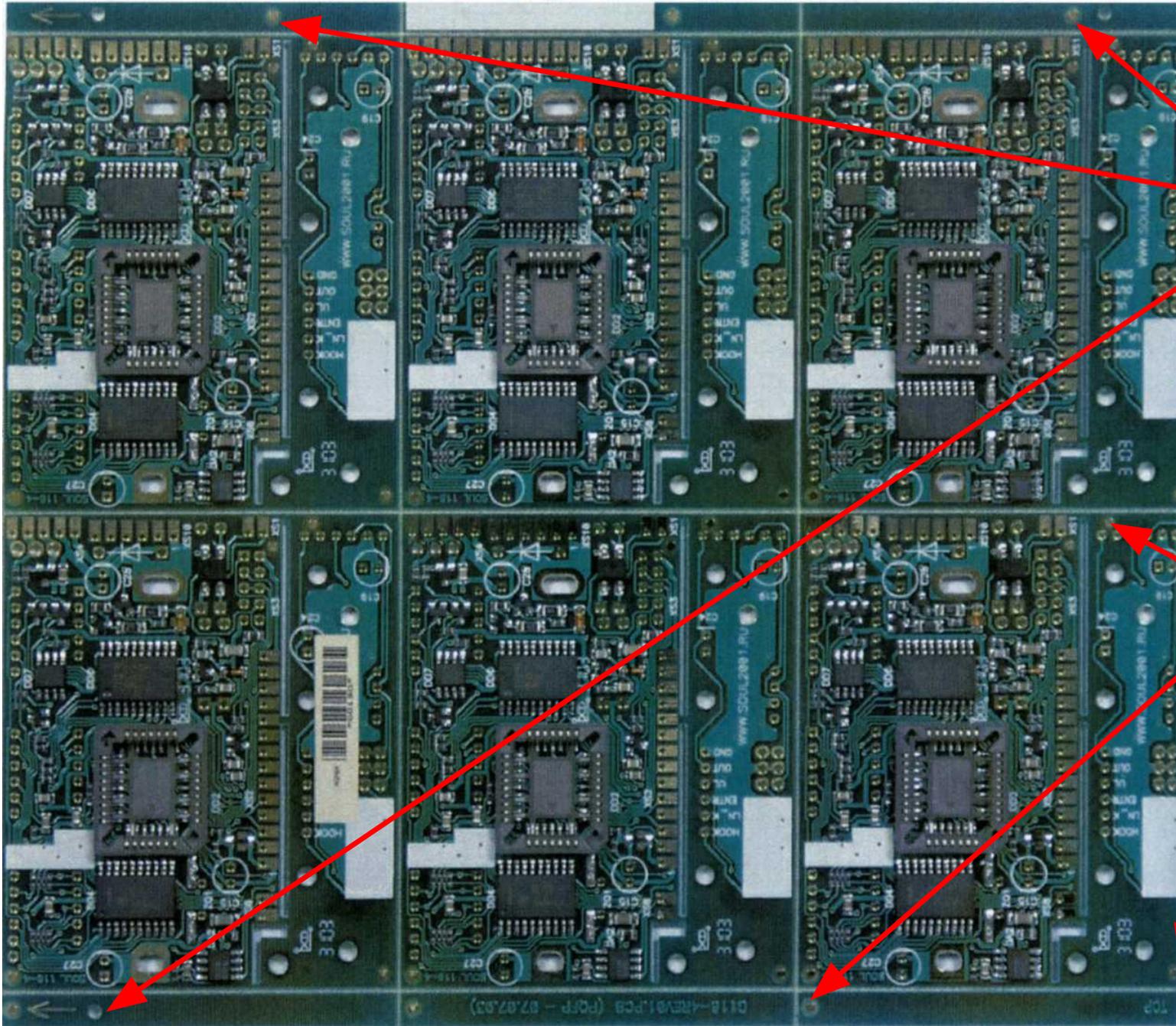
Обеспечение точности позиционирования путем использования систем технического зрения

Рекомендуемые конфигурации и размеры реперных знаков



Рекомендуемые размеры реперных знаков – 1,5 – 2 мм

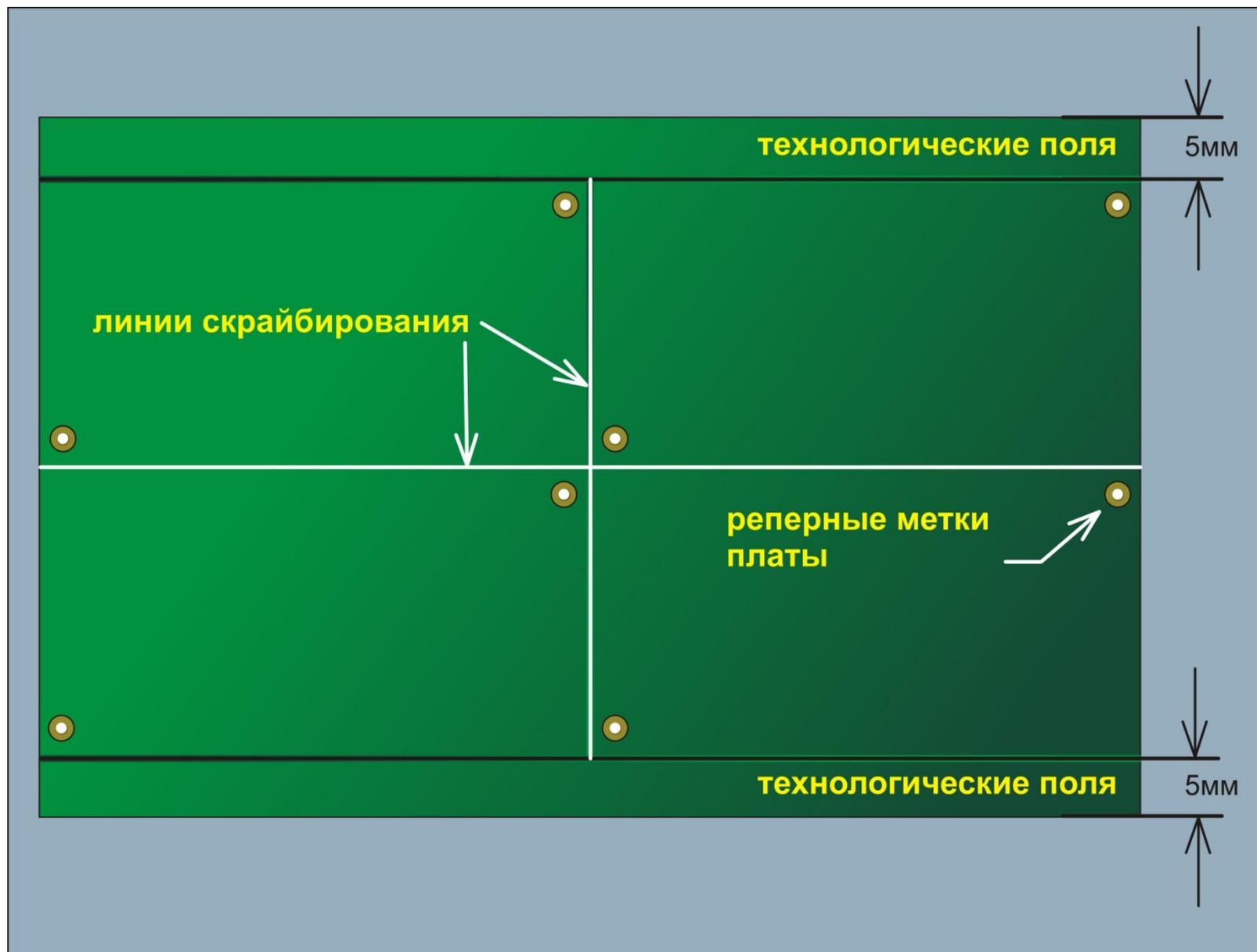
Расположение глобальных и локальных реперных знаков



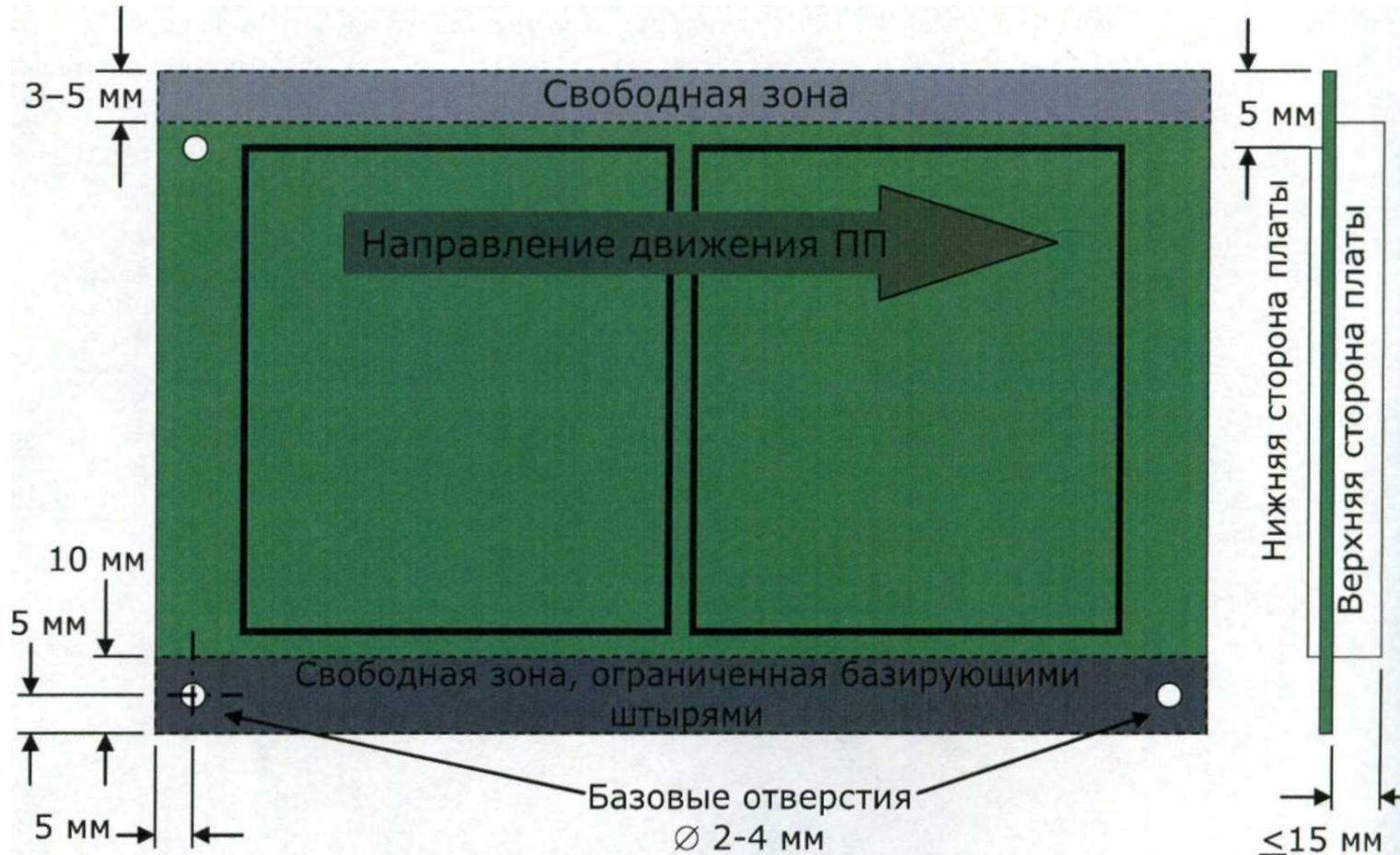
Глобальные
реперные
знаки

Реперные
знаки
печатного
узла

Расположение реперных знаков



Допустимые зоны установки элементов при автоматизированной сборке

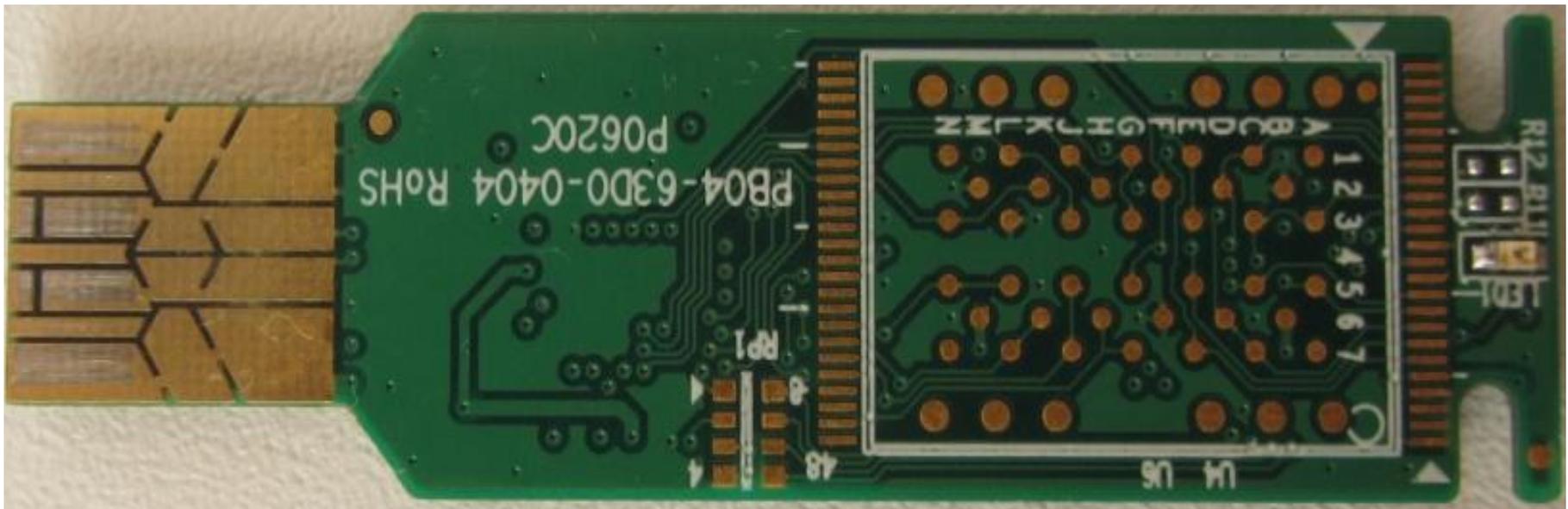


■ Свободная зона, недоступная для установки ПМИ и ИМО

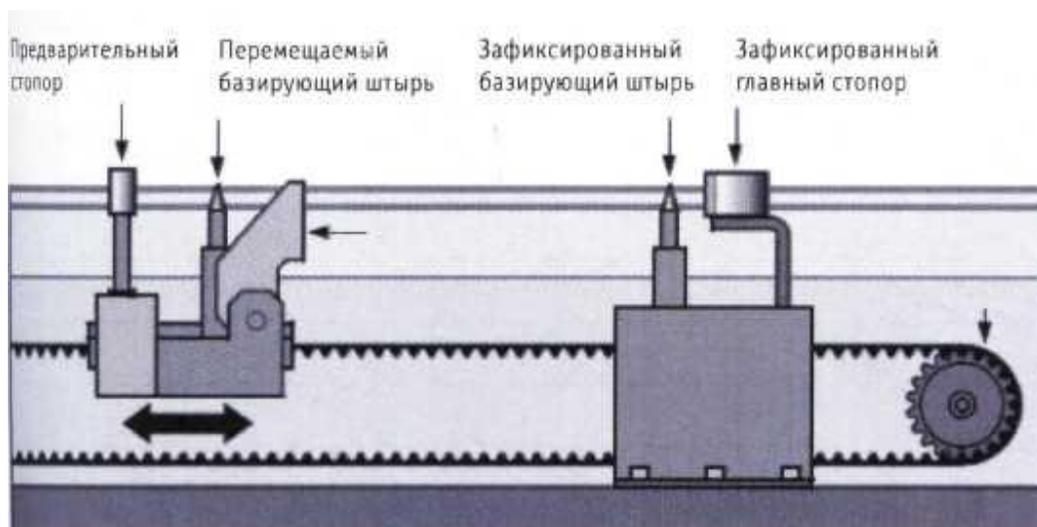
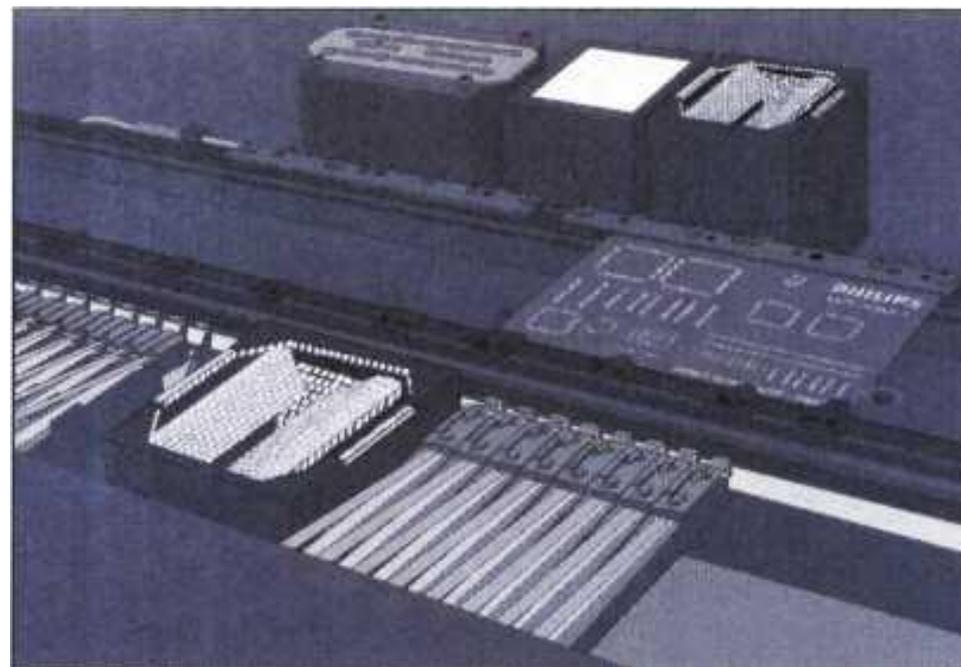
■ - Свободная зона, ограниченная базирующими штырями. Высота устанавливаемых ПМИ в пределах 10 мм от края ПП ограничена (зависит от типа используемого оборудования), кроме того, установка ПМИ невозможна на расстоянии до 3-х мм вокруг базовых отверстий или края ПП.

■ - Область доступная для установки ПМИ и ИМО

Пример реперных знаков на флеш-карте



Расположение печатной платы на паллете



Пример с системой фиксации печатной платы по краям

Конструкция системы фиксации по базовым отверстиям

Отбраковочные маркеры

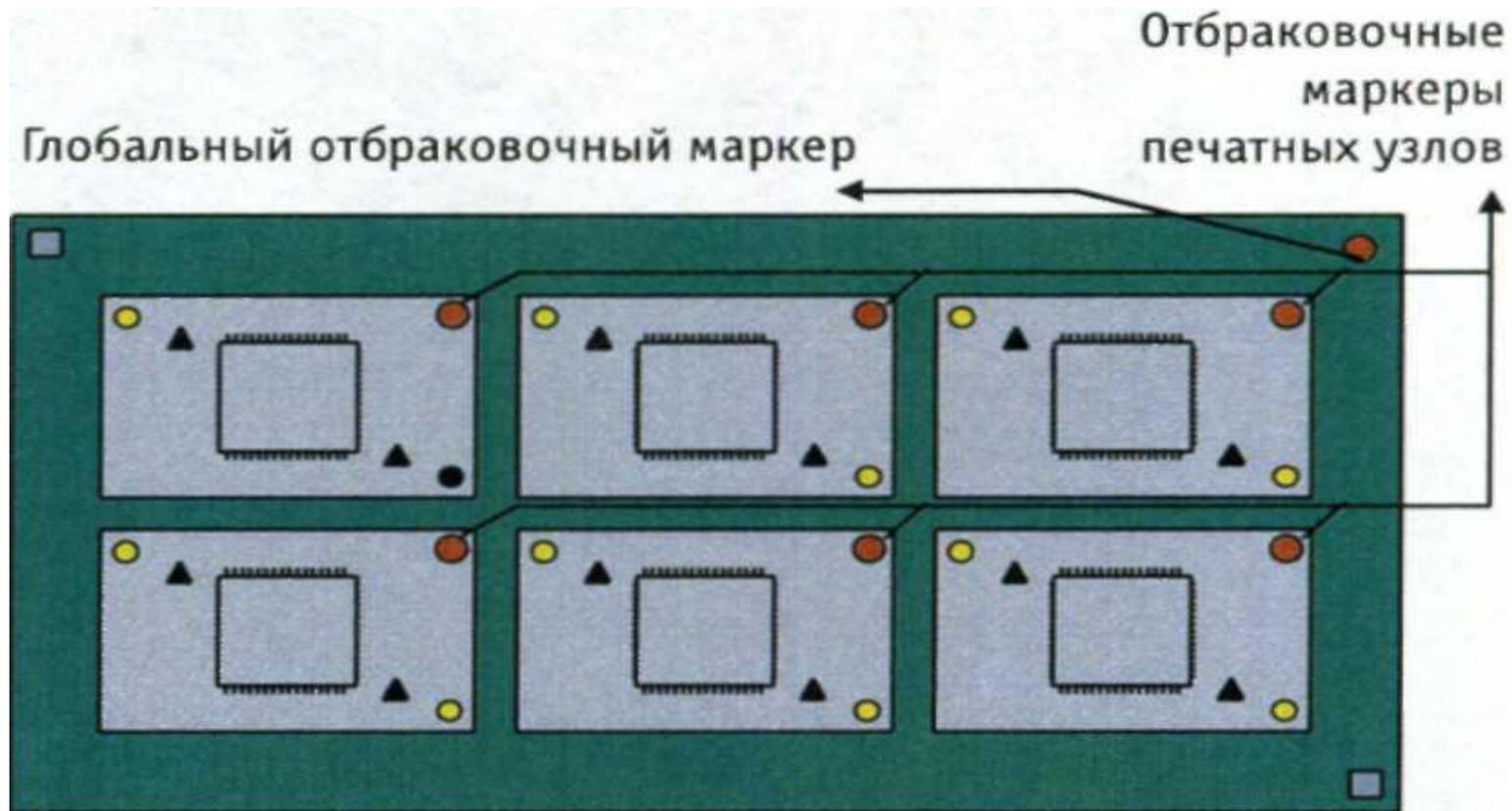
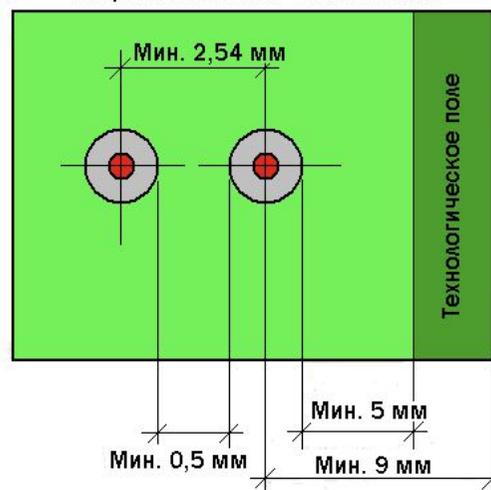
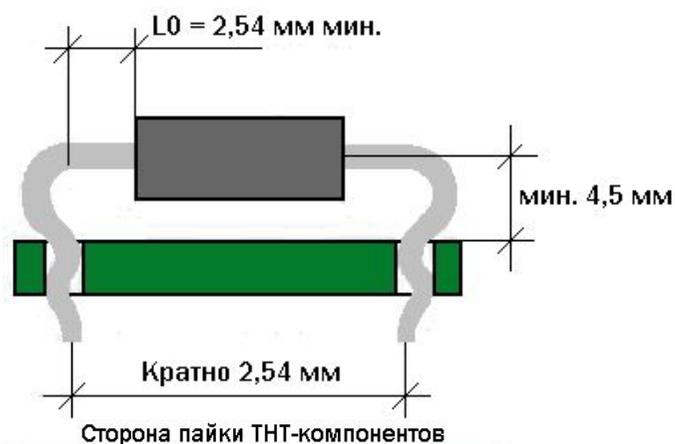
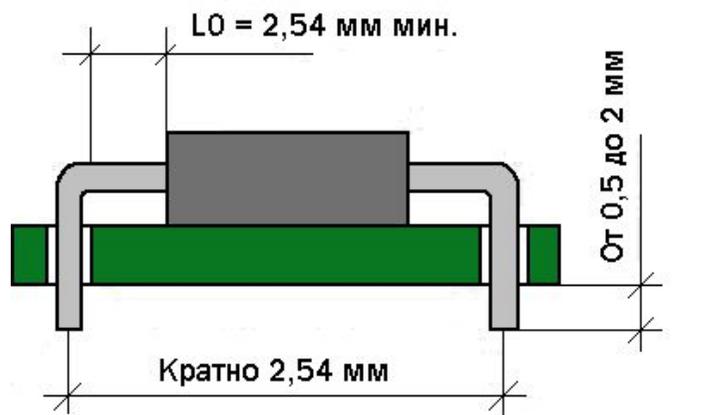


Рис. 3.15 Отбраковочные маркеры

При проектировании мультиплицированных плат следует предусматривать отбраковочные маркеры на каждом из ПУ для автоматического пропуска бракованных печатных модулей при установке компонентов, а также глобальный отбраковочный маркер для индикации наличия бракованных ПУ на плате.

К отбраковочным маркерам предъявляются те же требования, что и к реперным знакам. Форма и размеры отбраковочных маркеров могут совпадать или отличаться от реперных знаков, используемых на плате.

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ ДЛЯ ТНТ- КОМПОНЕНТОВ



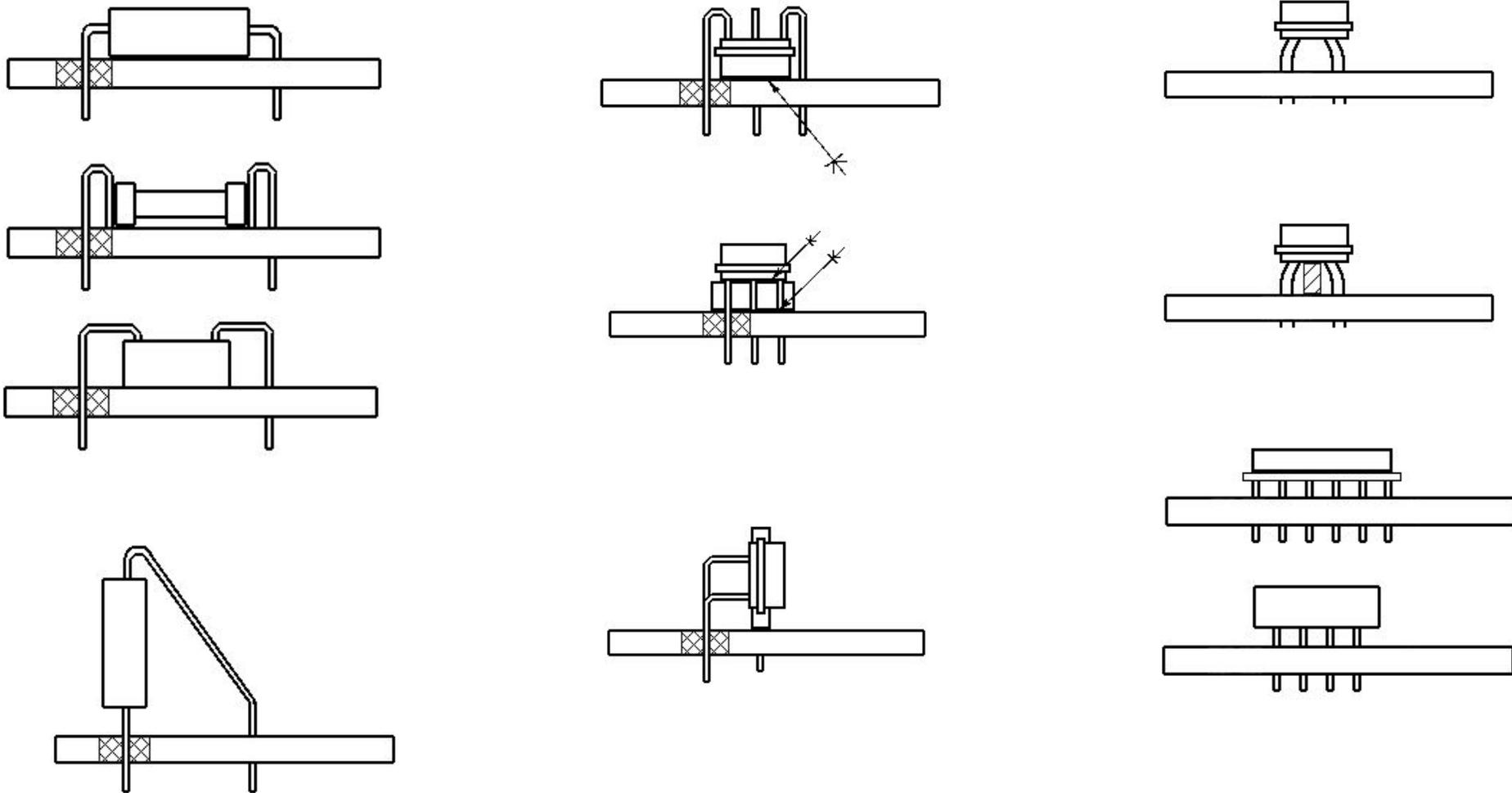
Для всех компонентов, требующих предварительной формовки/гибки/обрезки выводов, расстояние между центрами монтажных отверстий на печатной плате кратно 2,54 мм.

Для компонентов с осевыми выводами минимально допустимый размер вывода до места изгиба должен быть 2,54 мм, т.е. расстояние между выводами определяется согласно рисунку 2.

Минимальная высота формовки выводов под зиг-замок или упорный зиг составляет 4,5 мм (см. рис. 3). Параметры формовки под зиг-замок указаны на рисунке 2 и являются справедливыми как для компонентов с аксиальным расположением выводов, так и с радиальным. Формовка под зиг-замок или упорный зиг возможна только для выводов, толщина которых не превышает 1,2 мм.

Выбор варианта установки компонентов, монтируемых в отверстия

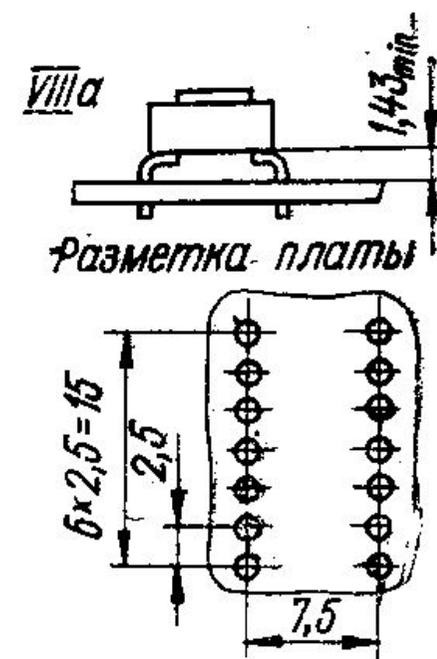
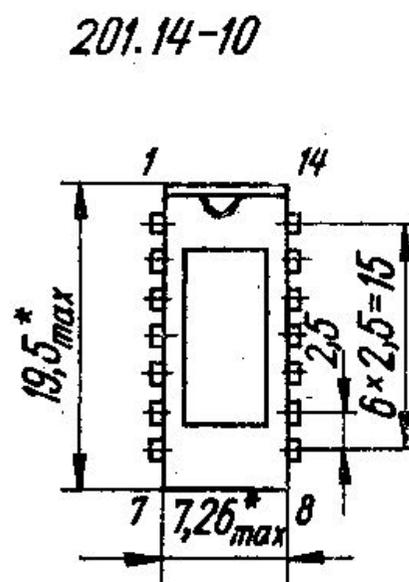
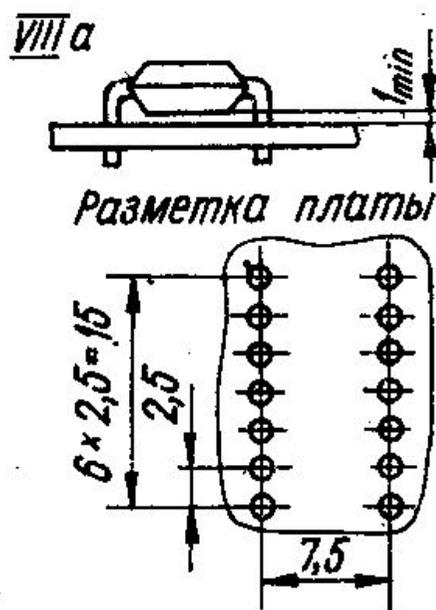
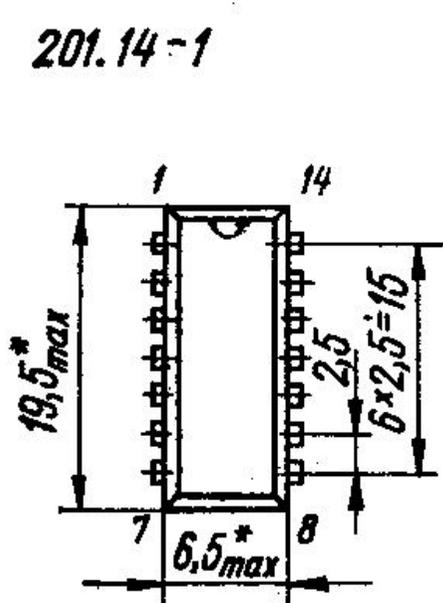
В зависимости от условий эксплуатации, метода изготовления печатной платы, требований к массогабаритным показателям, степени автоматизации монтажа выбирают конкретные варианты установки навесных элементов в соответствии с ОСТ 4.010.030-81 или же ГОСТ 29137-91



Варианты установки навесных элементов в соответствии с ОСТ 4.010.030-81

(см. Горобец А.И. Справочник по конструированию РЭА (печатные узлы)

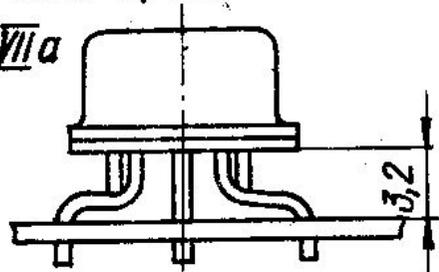
или электронные ресурсы (Варианты установки.doc)



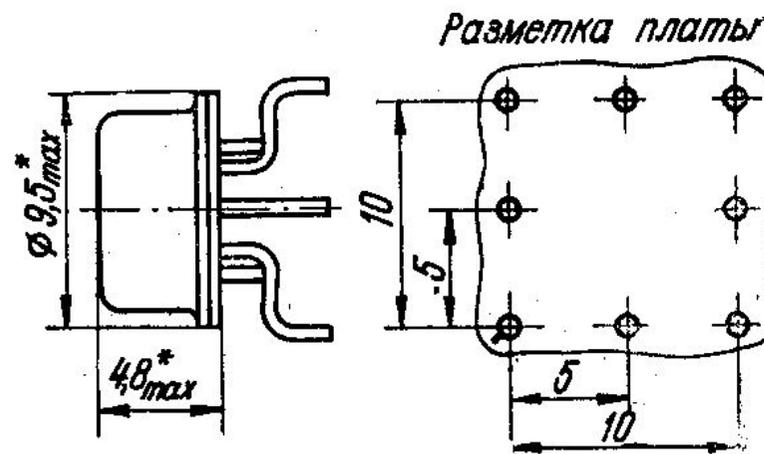
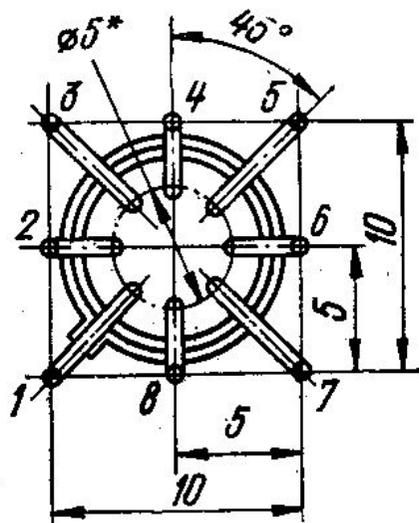
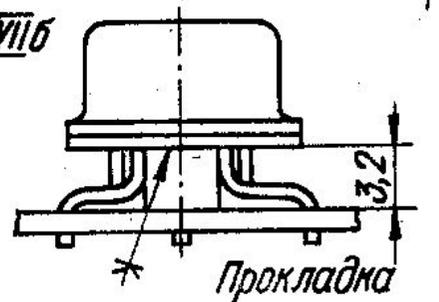
Варианты установки навесных элементов в соответствии с ОСТ 4.010.030-81

301.8-1; 301.8-2

VIIa

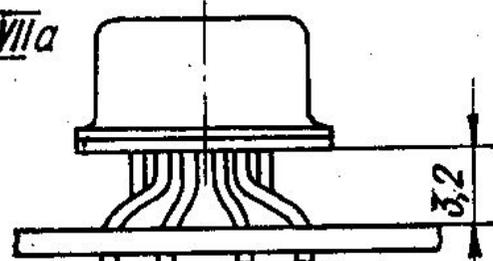


VIIб

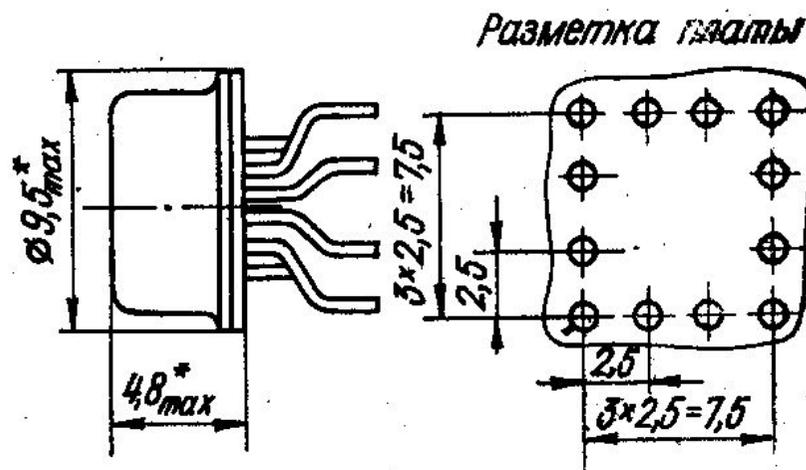
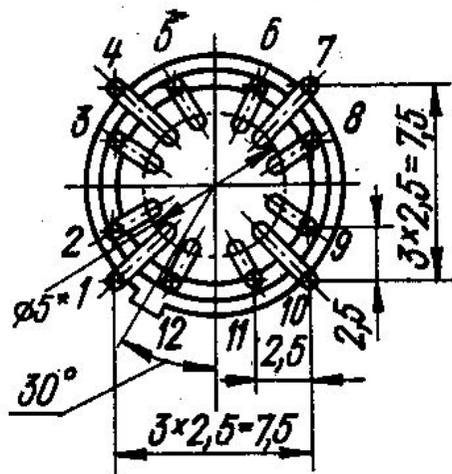
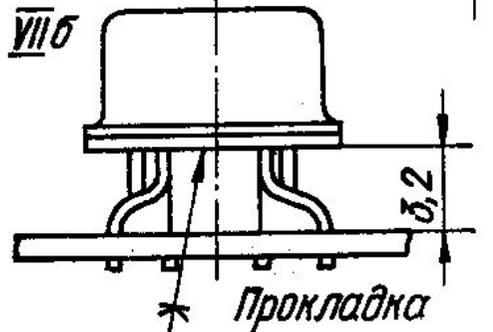


301.12-1

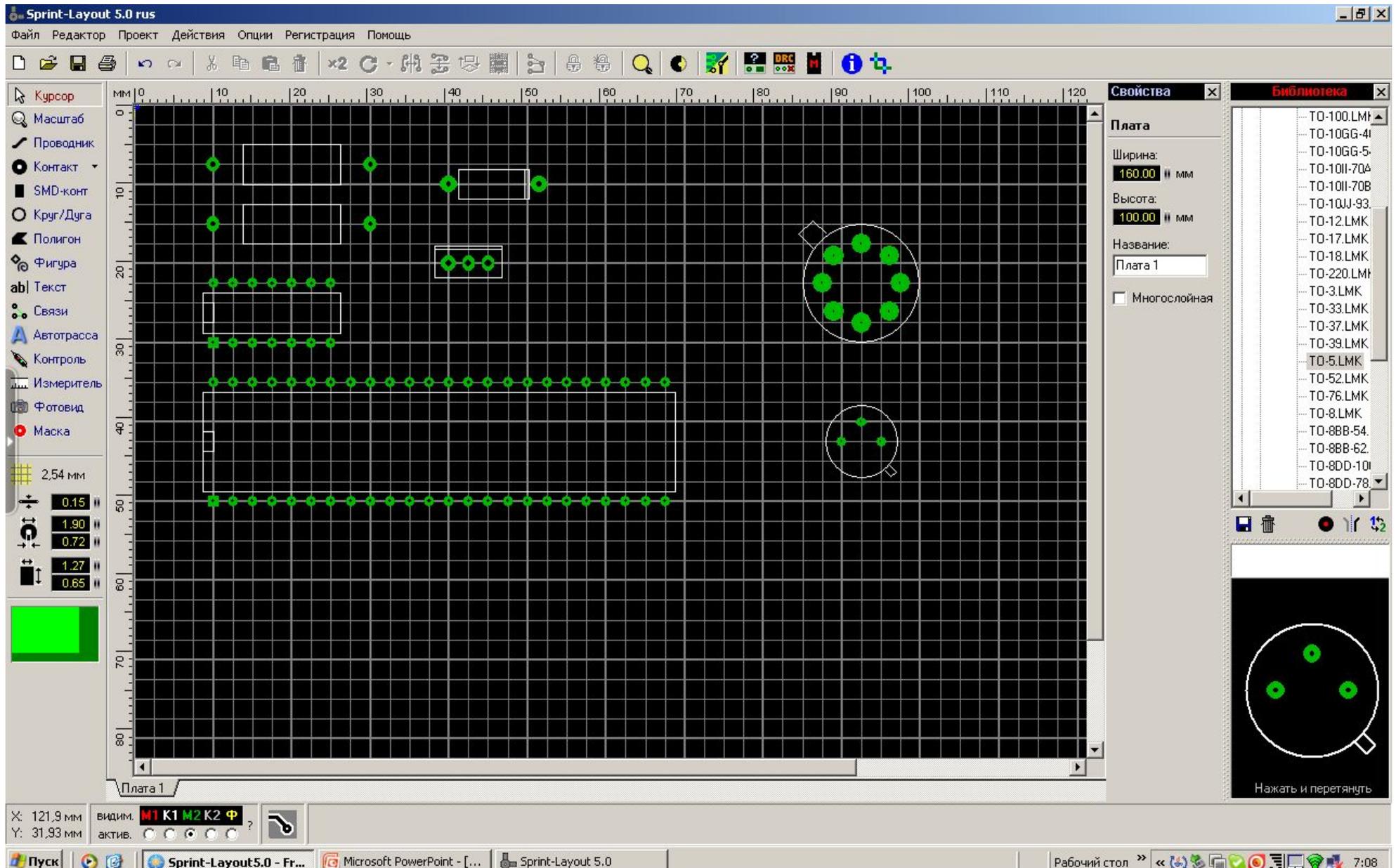
VIIa



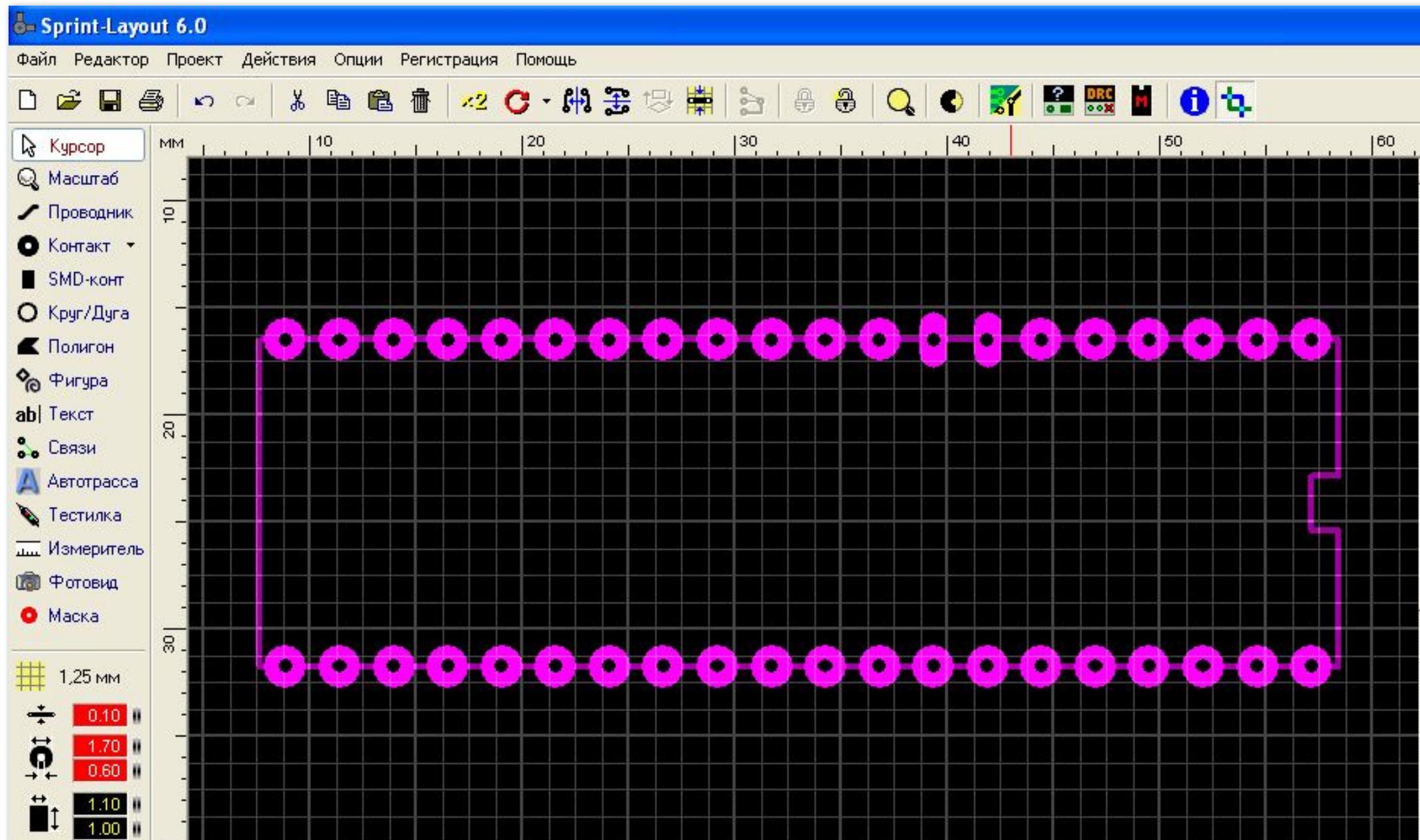
VIIб



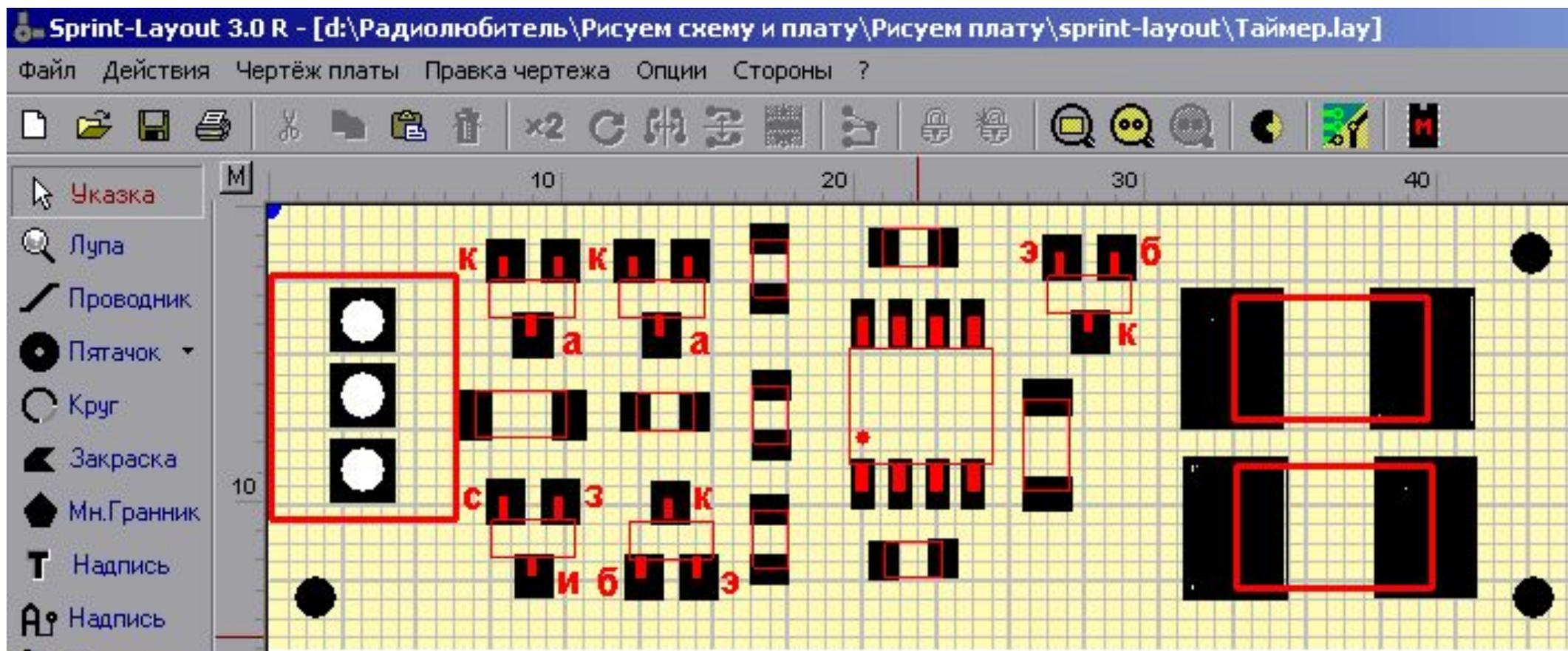
Выводы элементов должны располагаться в узлах координатной сетки



Что будет, если шаг расположения выводов и сетки не совпадают



Расположение посадочных мест КМП

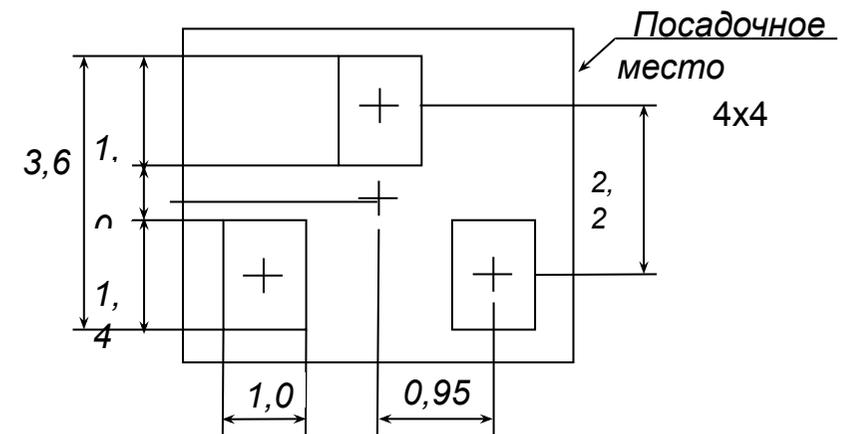
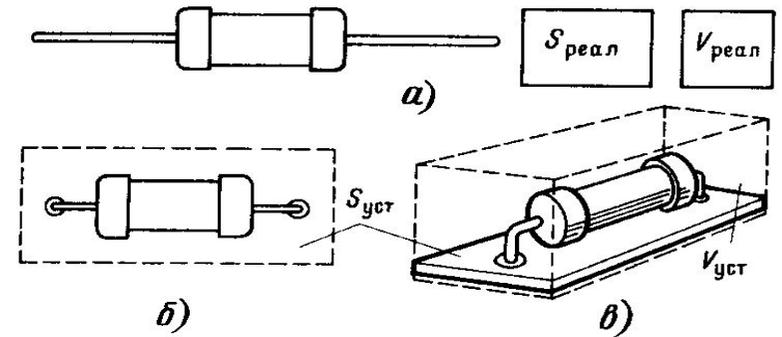


Определение размеров печатной платы

При определении полной площади платы вводят коэффициент ее увеличения $K_s = (1,5...3)$:

$$S_{пл} = K_s \sum_{i=1}^N S_{уст\ i} + S_{кп}$$

где N - количество компонентов на плате;
 $S_{кп}$ - площадь краевых полей платы;
 $S_{уст\ i}$ - установочная (монтажная) площадь i -го элемента

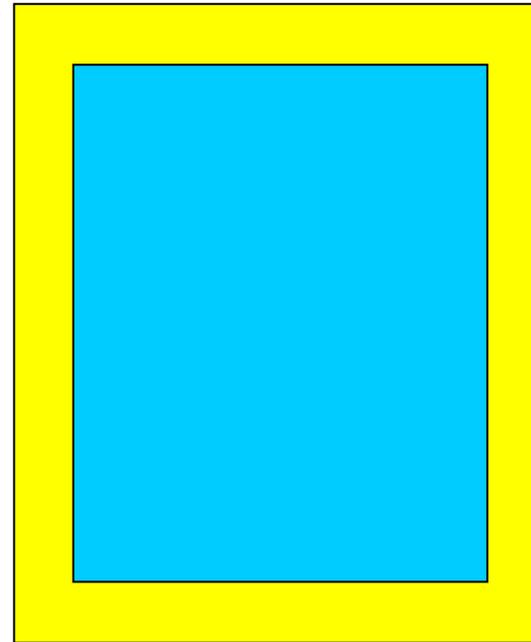
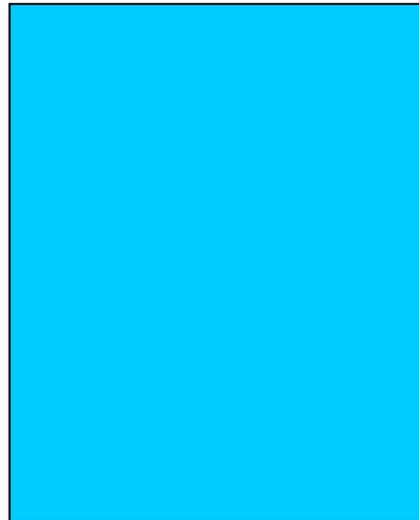
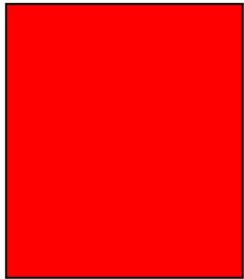


Геометрические размеры прямоугольной платы $a \cdot b = S_{пл}$, где a и b – длина и ширина платы (должны соответствовать требованиям ГОСТ 10317-79, а именно быть кратными 2,5 мм при размере большей стороны платы до 100 мм; 5 мм – до 360 мм и 10 мм – свыше 360 мм). При этом соотношение сторон платы не должно быть более чем 3 : 1.

**Минимальный размер ПП под автоматизированную сборку 50x50 мм,
Максимальный размер – 460x610 мм.**

Определение размеров печатной платы

Соотношение площадей проекций элементов, монтажной площади и полной площади печатной платы



-  - площадь проекции элементов на печатную плату
-  - площадь печатной платы с учетом коэффициента увеличения ее площади
-  - полная площадь печатной платы с учетом краевых полей

Размеры печатных плат

Габаритные размеры ПП определяются в соответствии с **ГОСТ 10317-79** при максимальном соотношении сторон платы прямоугольной формы **3:1**. При этом предполагается, что $S_{пл} = a \cdot b$, где a и b – длина и ширина платы. В соответствии со стандартом размер каждой стороны печатной платы должен быть кратным:

2,5 при длине до 100 мм;

5 при длине до 350 мм и

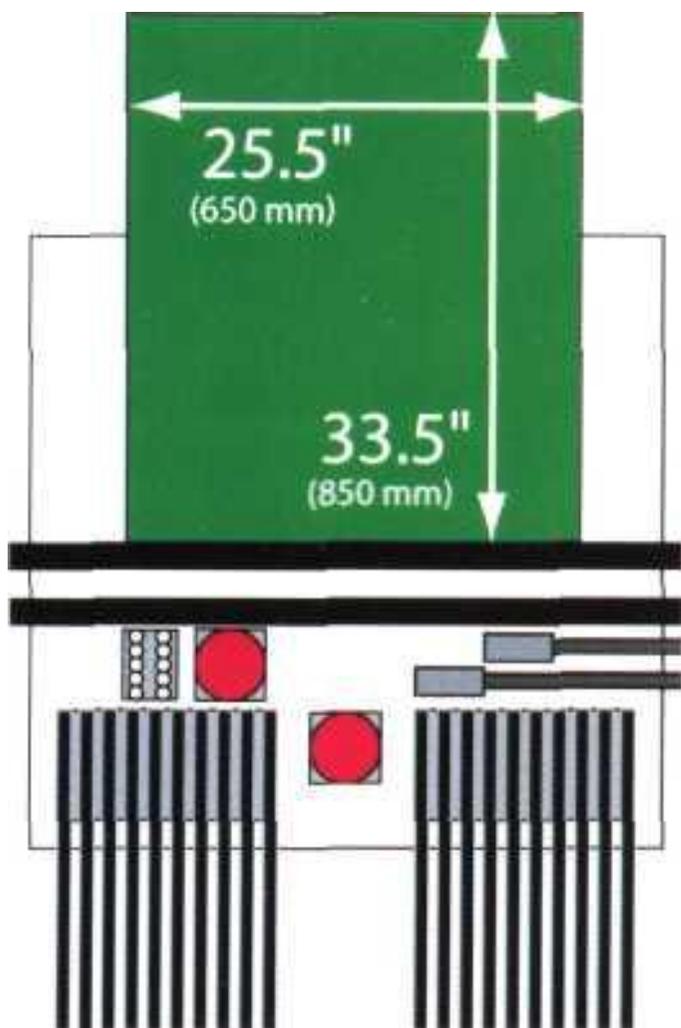
10 при длине более 350 мм.

Рекомендуемые наибольшие размеры печатной платы 460x610 мм, минимальные – 50x50 мм

Возможность работы с большими платами

Автоматы OPAL X1' имеет возможность сборки плат размером до 850x650 мм. Это особенно актуально для предприятий, производящих оборудование для телекоммуникации и специальную технику.

© Даная система работы с большими платами является уникальной и она запатентована компанией Assembleon.



Размеры печатных плат по ОСТ 4.010.020-83 (фрагмент)

Шири-на	Длина								
22,5	60	62,5	125	90	(90)	120	140	170	170
30	40	65	90		100		(160)		200
	55		100		110		180		240
	60		(70)		120		200		250
	(90)		(90)		130		220		270
35	100	70	110		150		240		280
40	(40)		120		160		280		300
	50		(140)		170		150		340
	60		150		(180)		170		205
	(80)		75		170		200		185
	100		80	260	300	220			
	(120)	90	100	(140)	200	240			
50	(50)	80	100	110	150	320			
	60		(110)	120	220	300			
	(70)		120	150	240	240	320		
	75		140	160	280				

Международная стандартизация размеров ПП

(по стандарту IEC 297-3)

Обозначение	H, высота (мм)	L, длина (мм)
3U	100	100
		160
		220
		280
4U	144,45	100
		160
		220
		280
5U	188,9	100
		160
		220
		280
6U	233,35	100
		160
		220
		280

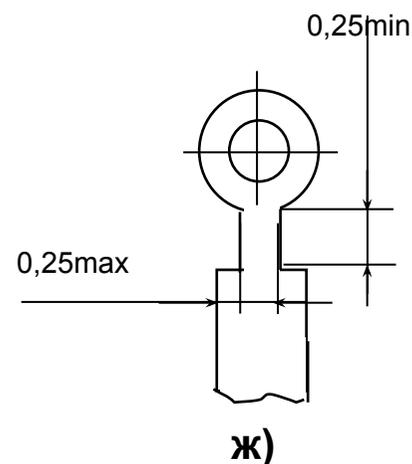
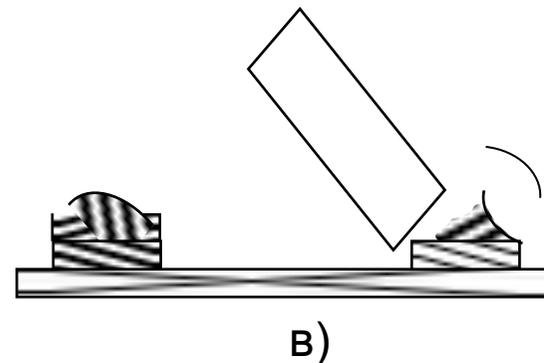
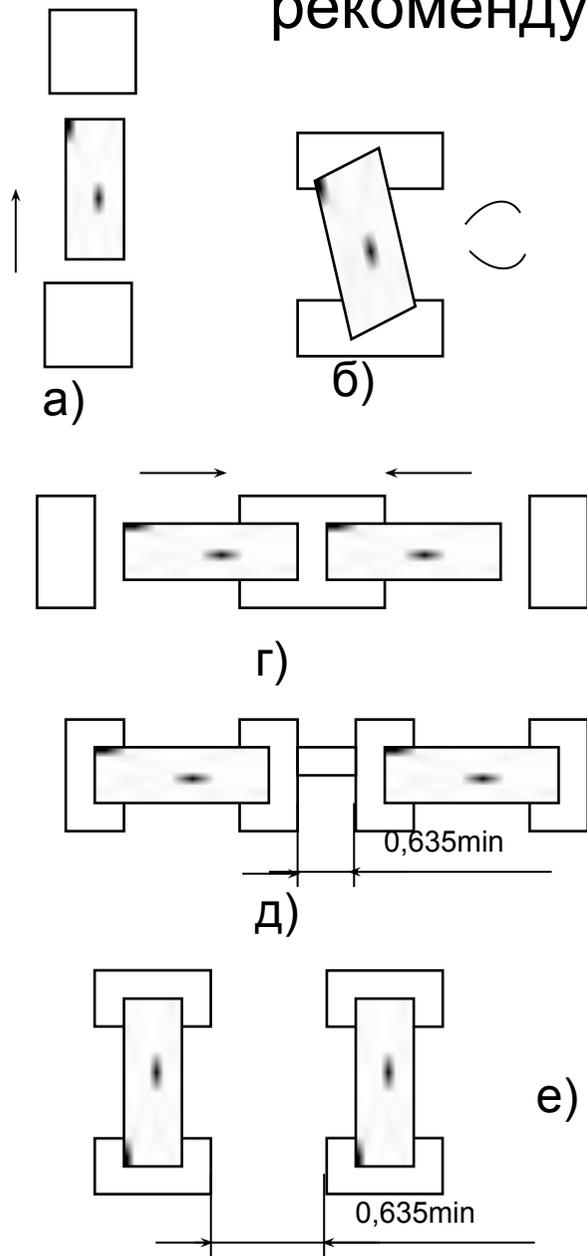
Международная стандартизация размеров ПП

(по стандарту IPC- D-322)

Размер ПП, рис. 3.1.	Общие размеры, мм		Размеры полезной площади, мм		
	длина	ширина	длина	ширина	площадь
A1	80	60	65	50	3200
B1	170		155		7700
C1	260		245		1220
D1	350		335		16700
A2	80	120	65	110	7100
B2	170		155		17000
C2	260		245		26900
D2	350		335		36800
A3	80	180	65	170	11000
B3	170		155		26300
C3	260		245		41600
D3	350		335		56900
A4	80	240	65	230	14900
B4	170		155		35600
C4	260		245		56300
D4	350		335		77000

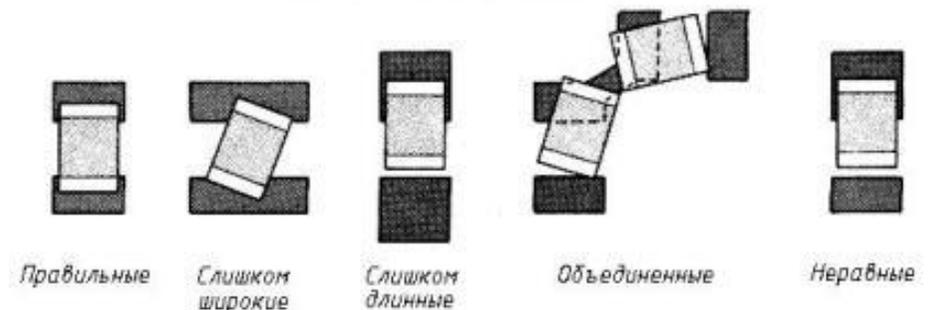
Особенности проектирования контактных площадок

Возможные смещения компонентов при монтаже и
рекомендуемое расположение контактных площадок



а) – смещение КМП при слишком длинной контактной площадке;
б) – разворот компонента при слишком широких площадках;
в) – вздыбливание КМП в результате действия сил поверхностного натяжения;
г) – смещение КМП в случае общей контактной площадки; д), е), ж) – рекомендуемое расположение контактных площадок

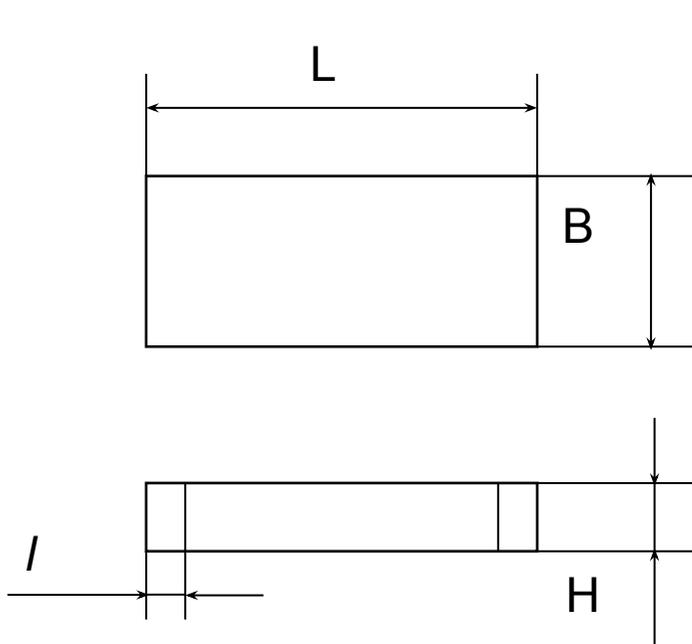
Контактные площадки



Примеры возникающих дефектов при неправильном проектировании контактных площадок

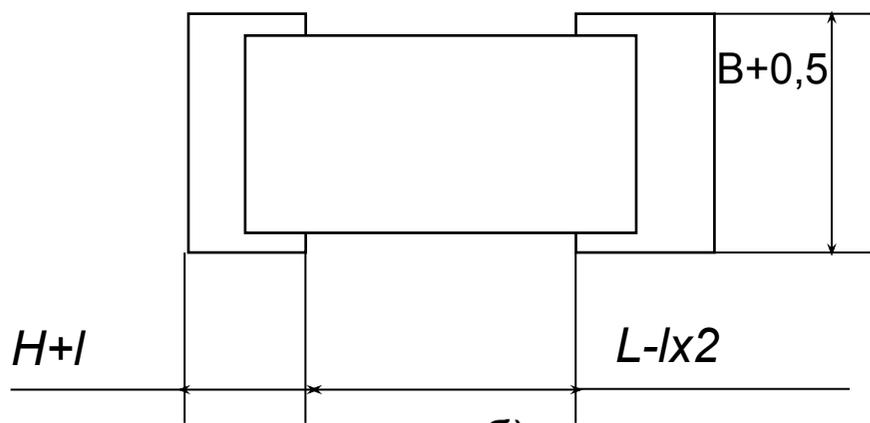
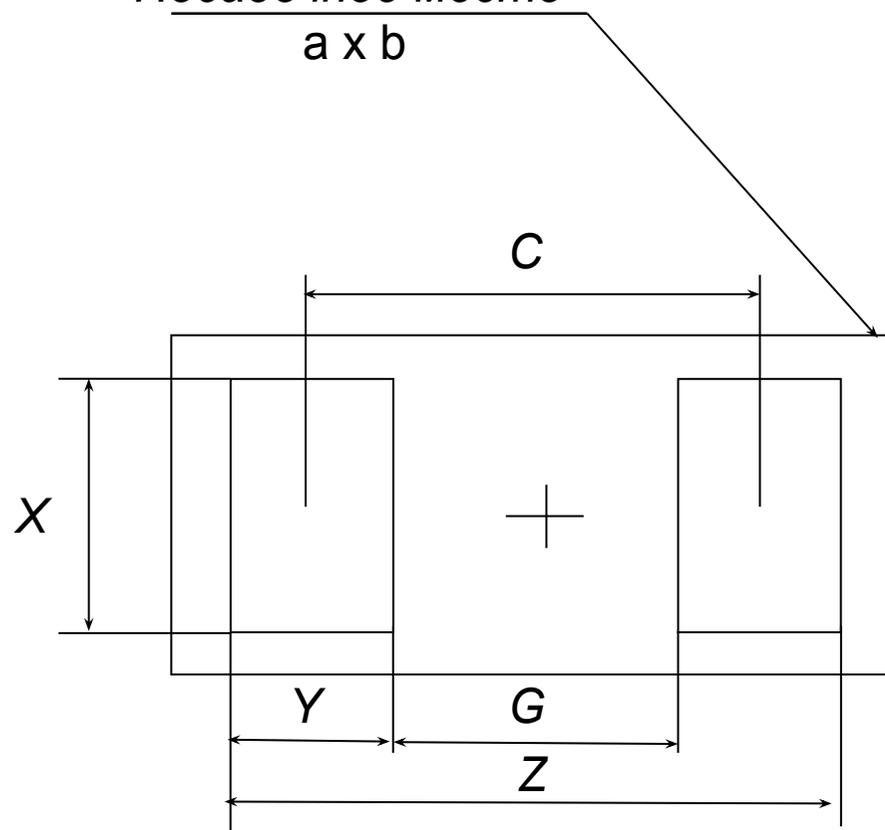


Основные габаритные размеры чип-компонента (а) и разметка посадочного места (б)



а)

Посадочное место



б)

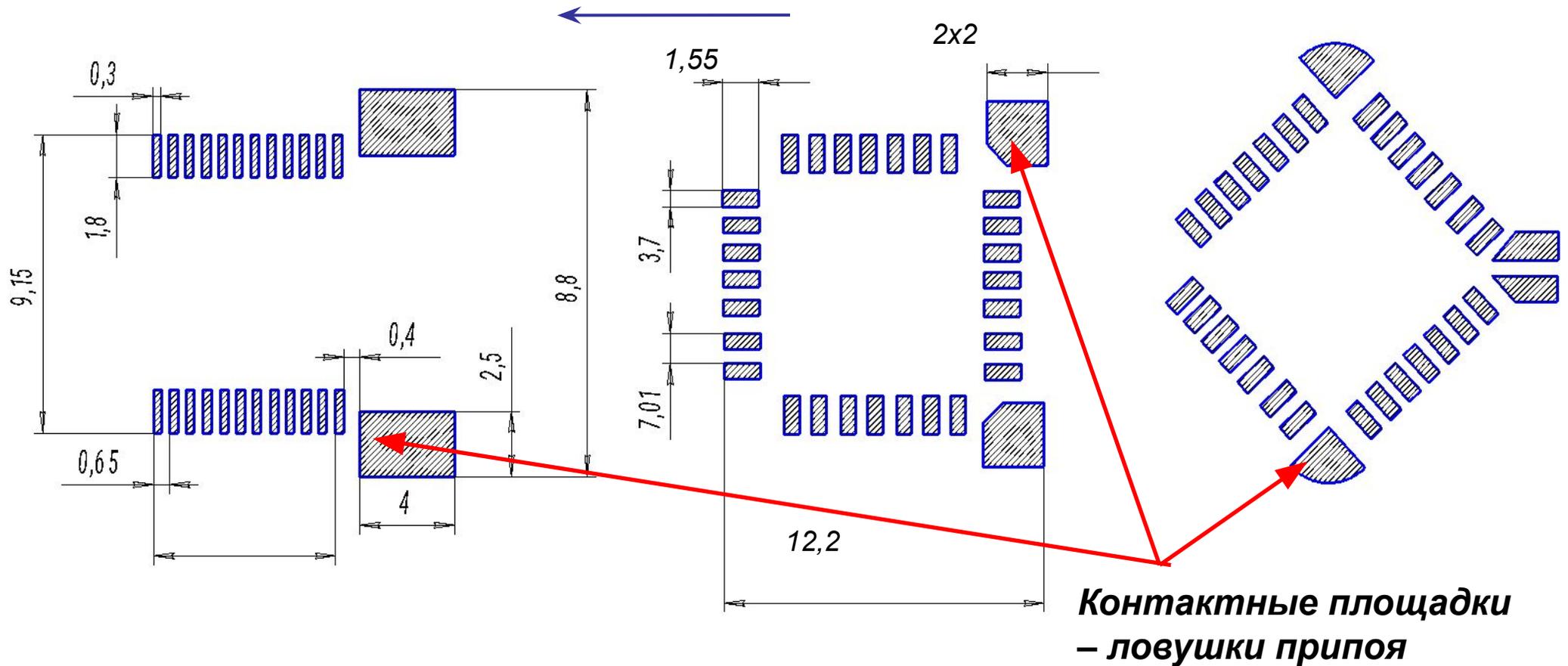
Тип корпуса	Размеры, мм					
	Z	G	X	Y	C	$a \times b$
0402	2,20	0,40	0,70	0,90	1,30	1x3
0603	2,80	0,60	1,00	1,10	1,70	2x3
0805	3,20	0,60	1,50	1,30	1,90	2x4
1206	4,40	1,20	1,80	1,60	2,80	2x5

Размеры контактной площадки, определяемые требованиями качественной пайки



Особенности посадочных мест микросхем в случае пайки волной припоя

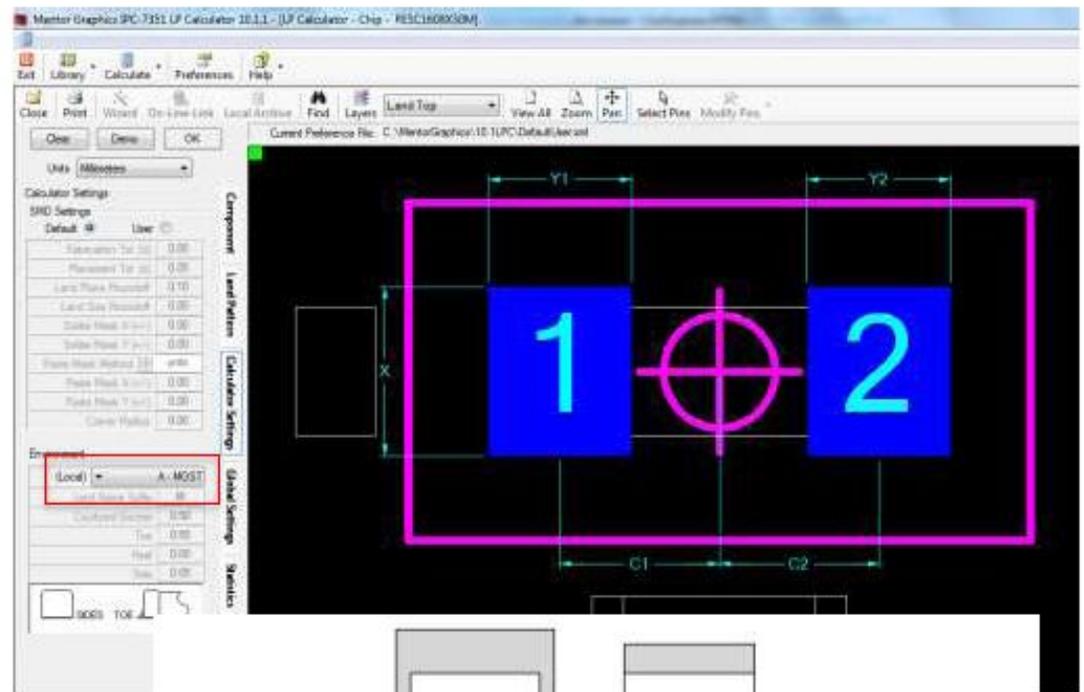
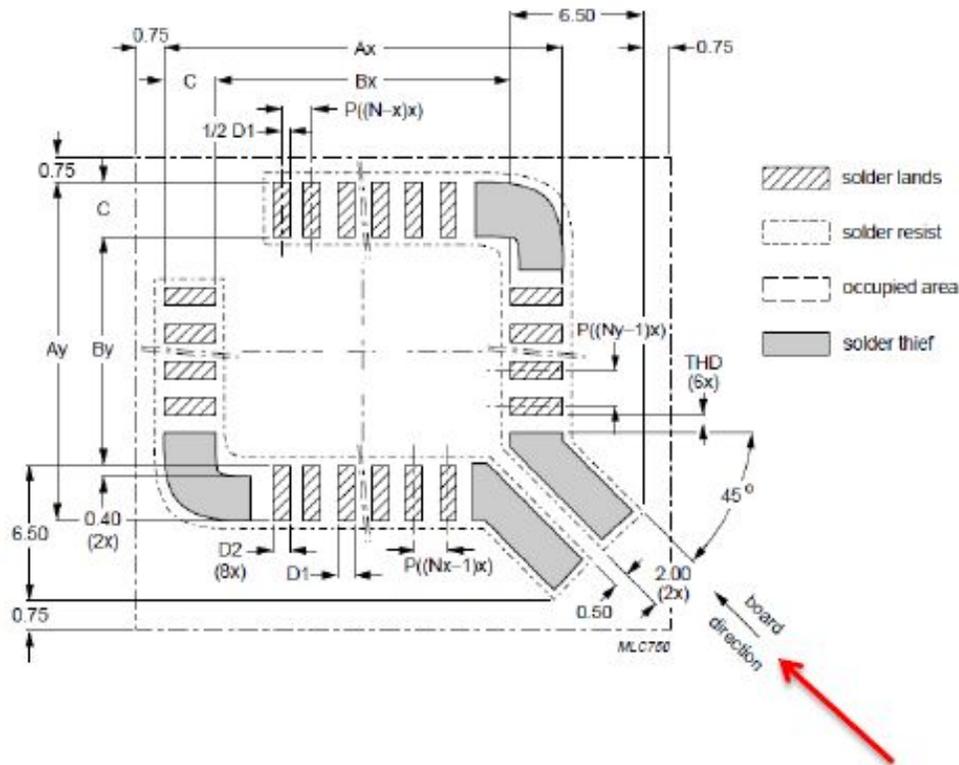
Направление движения платы во время пайки



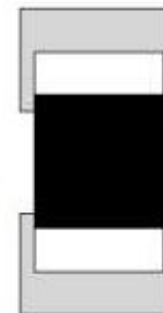
Корпус SSOP-24

Корпус PLCC-28

Проектирование посадочных мест



Most Land
Protrusion



Nominal Land
Protrusion

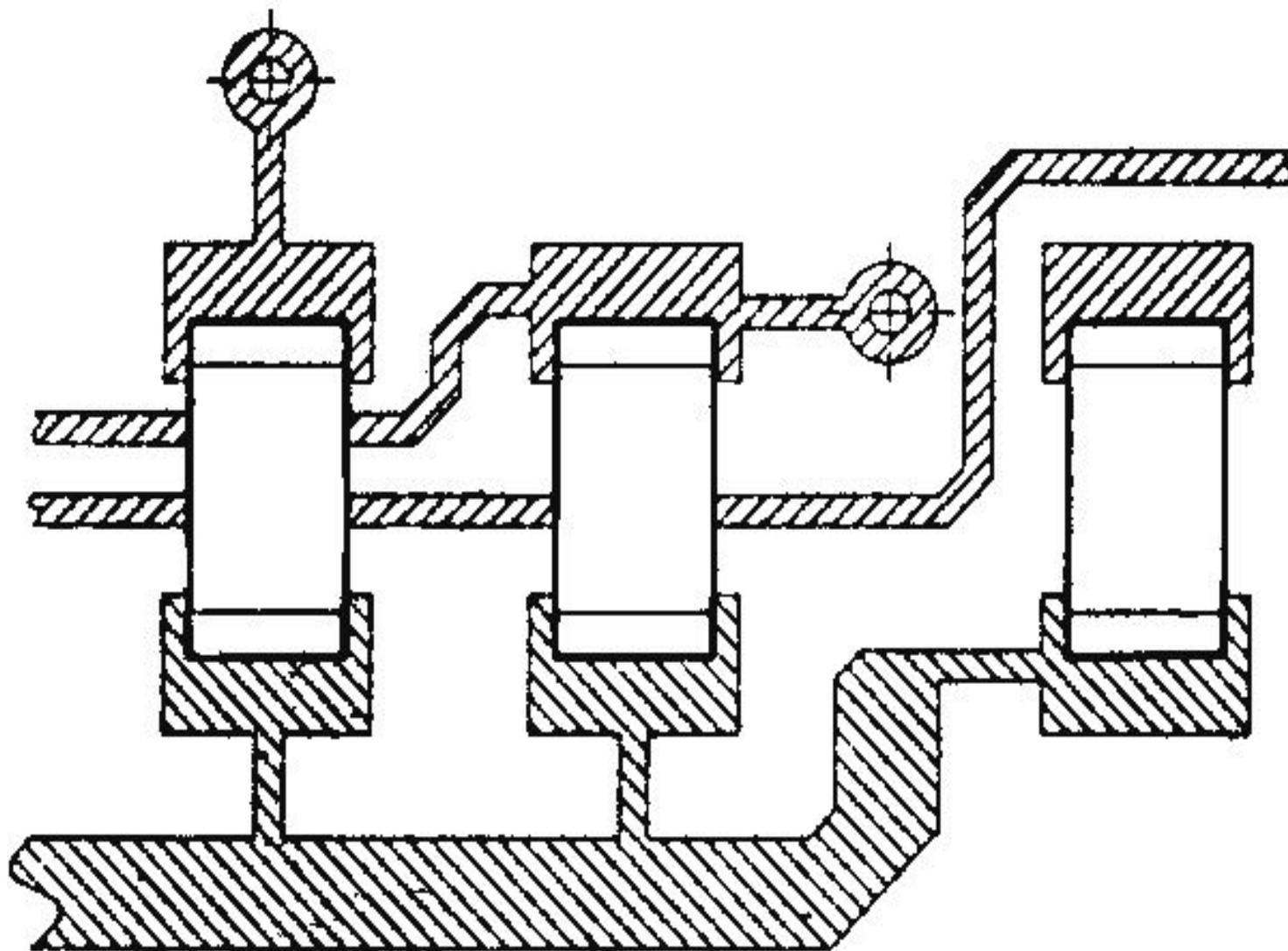


Рекомендации концерна Philips для разных корпусов:
www.standardics.nxp.com/packaging/handbook

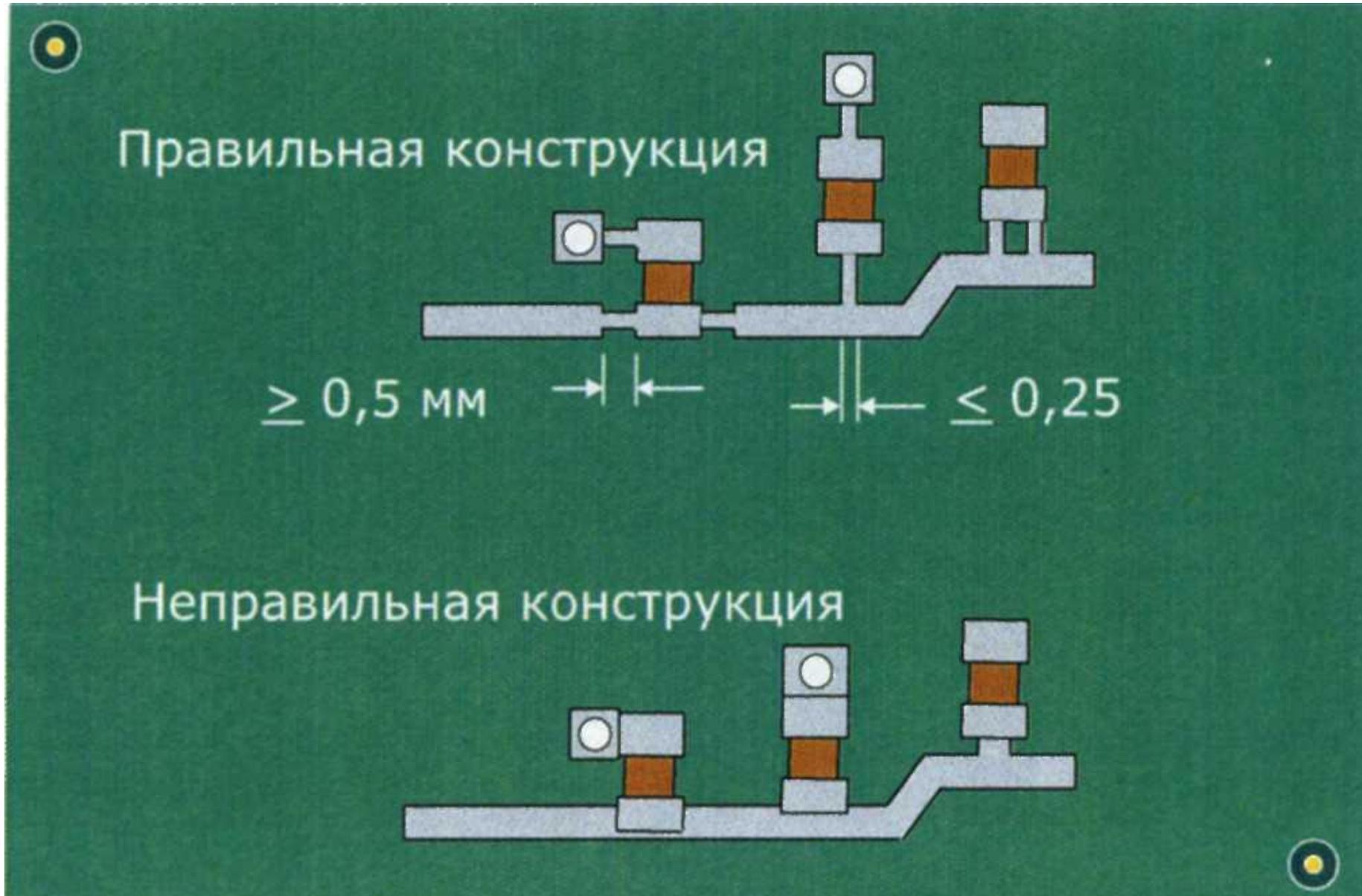
Стандарт IPC7351 +
программа LP Calculator

<http://www.smd>

Рекомендуемое соединение контактных площадок

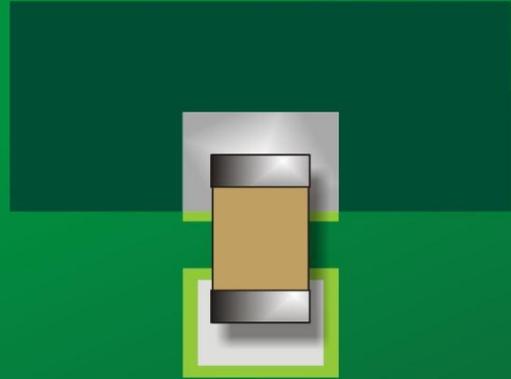


Примеры правильной и неправильной конструкции ПП в части присоединения контактных площадок к проводникам и переходным отверстиям



Примеры правильной и неправильной конструкции ТТТ

Термобарьеры

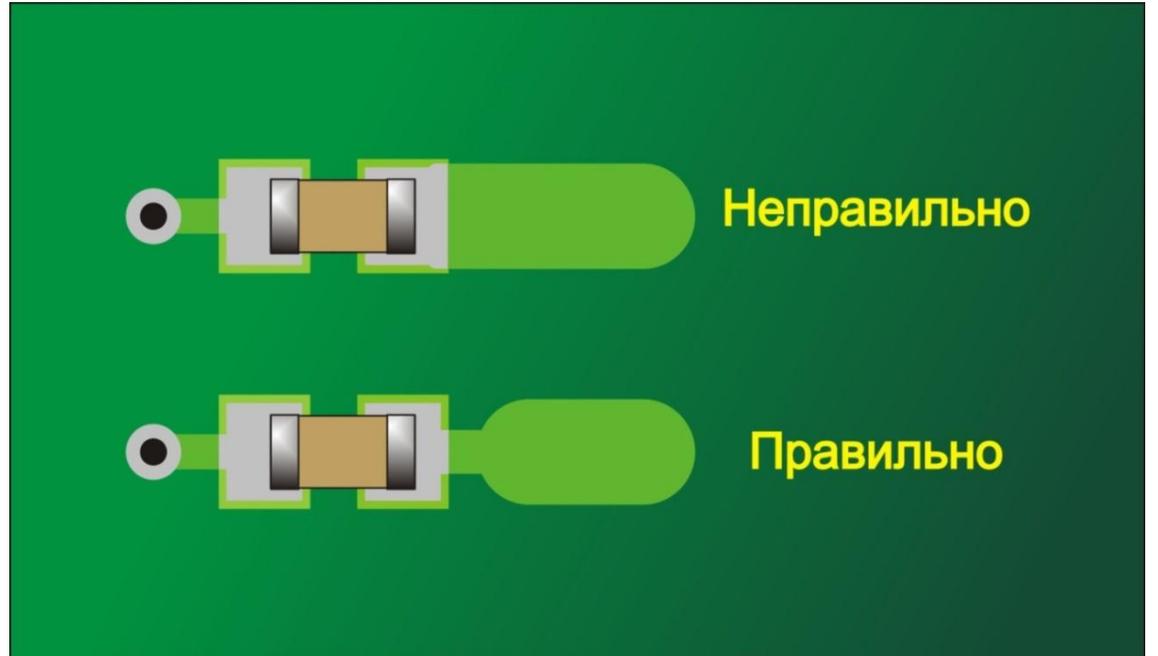
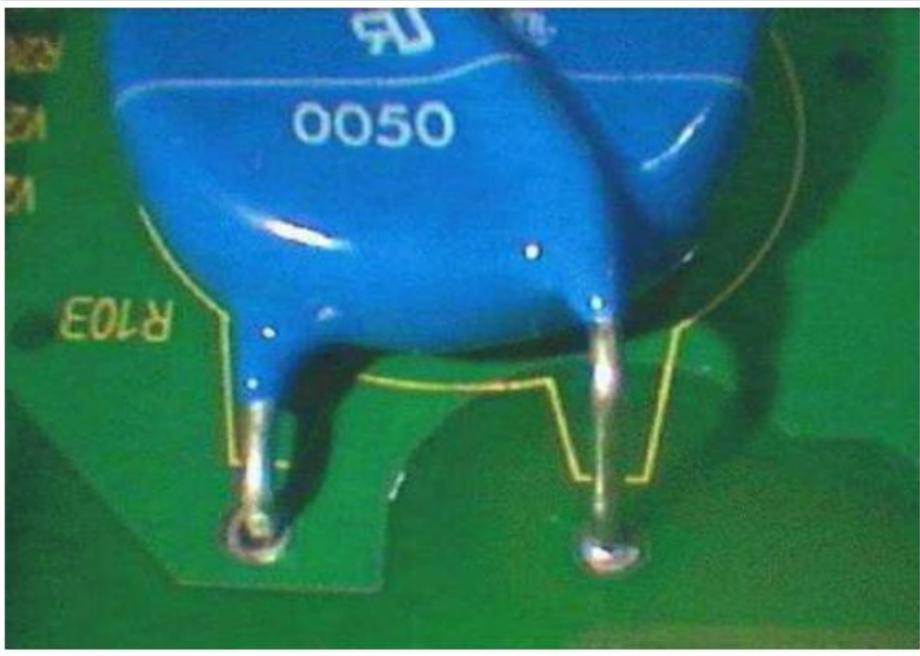


Неправильно



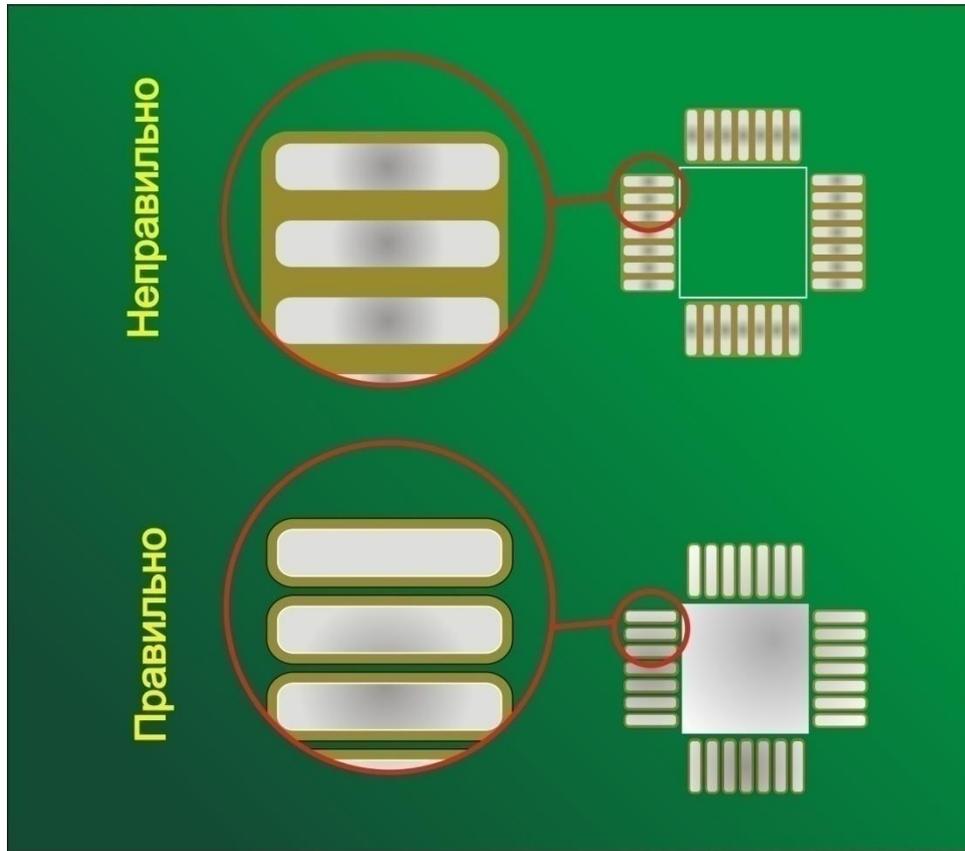
Правильно

Полигон

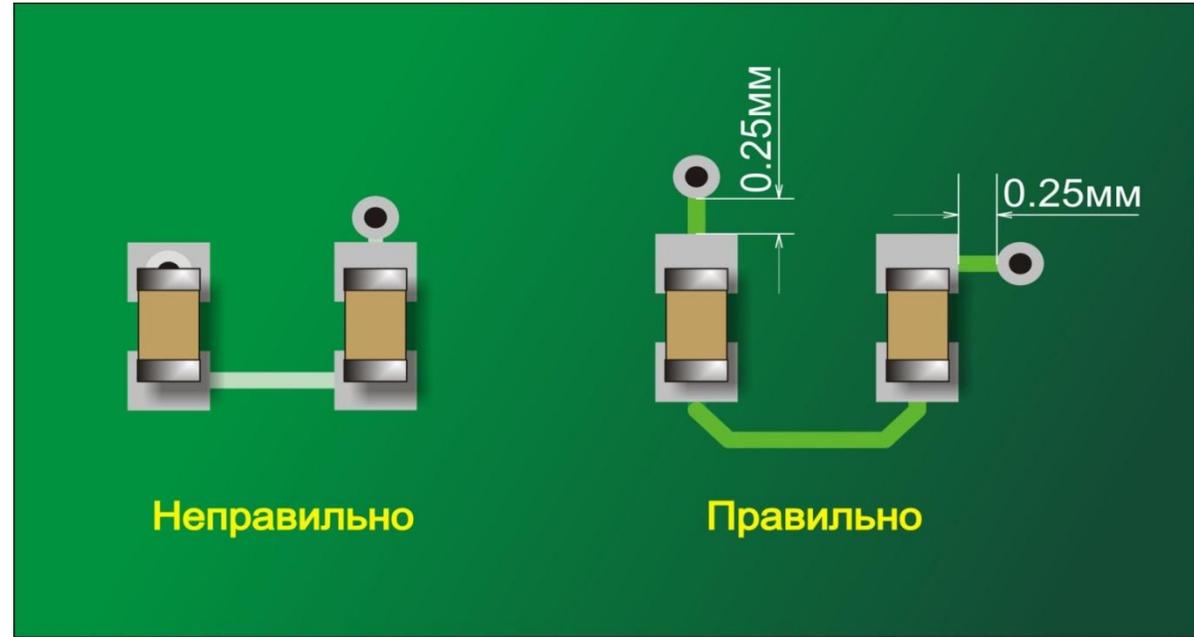


Примеры правильной и неправильной конструкции ПП

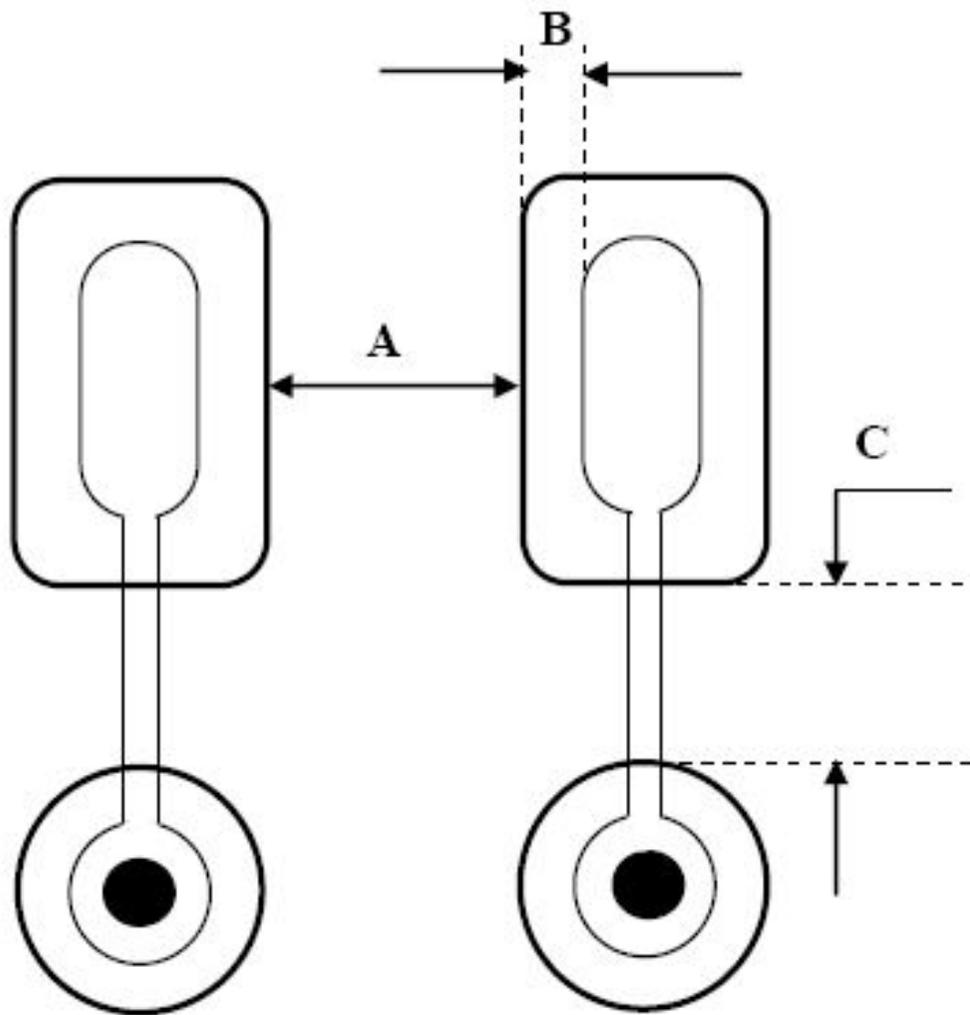
Разделение маской КП микросхем



Сопряжение КП с переходными отверстиями

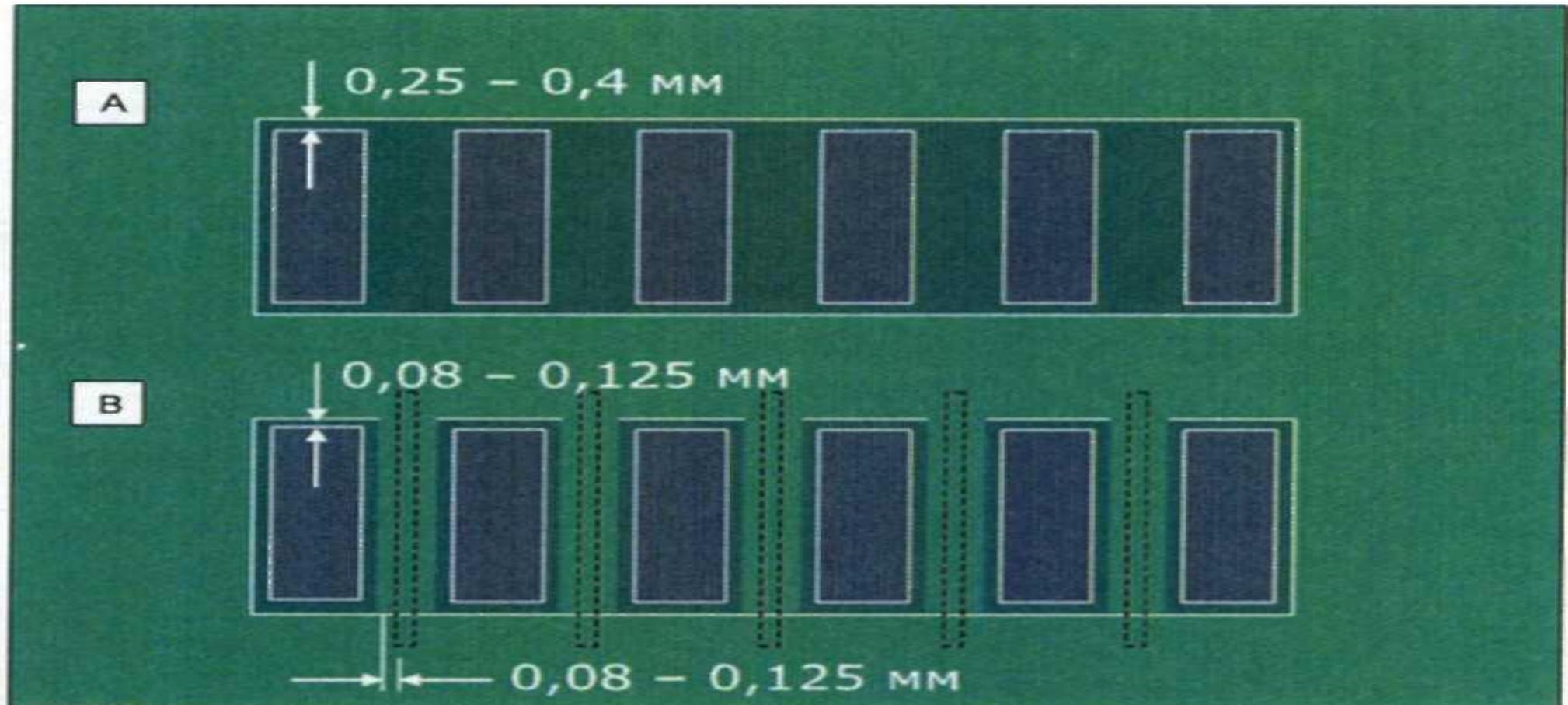


Минимальные проектные нормы по паяльной маске



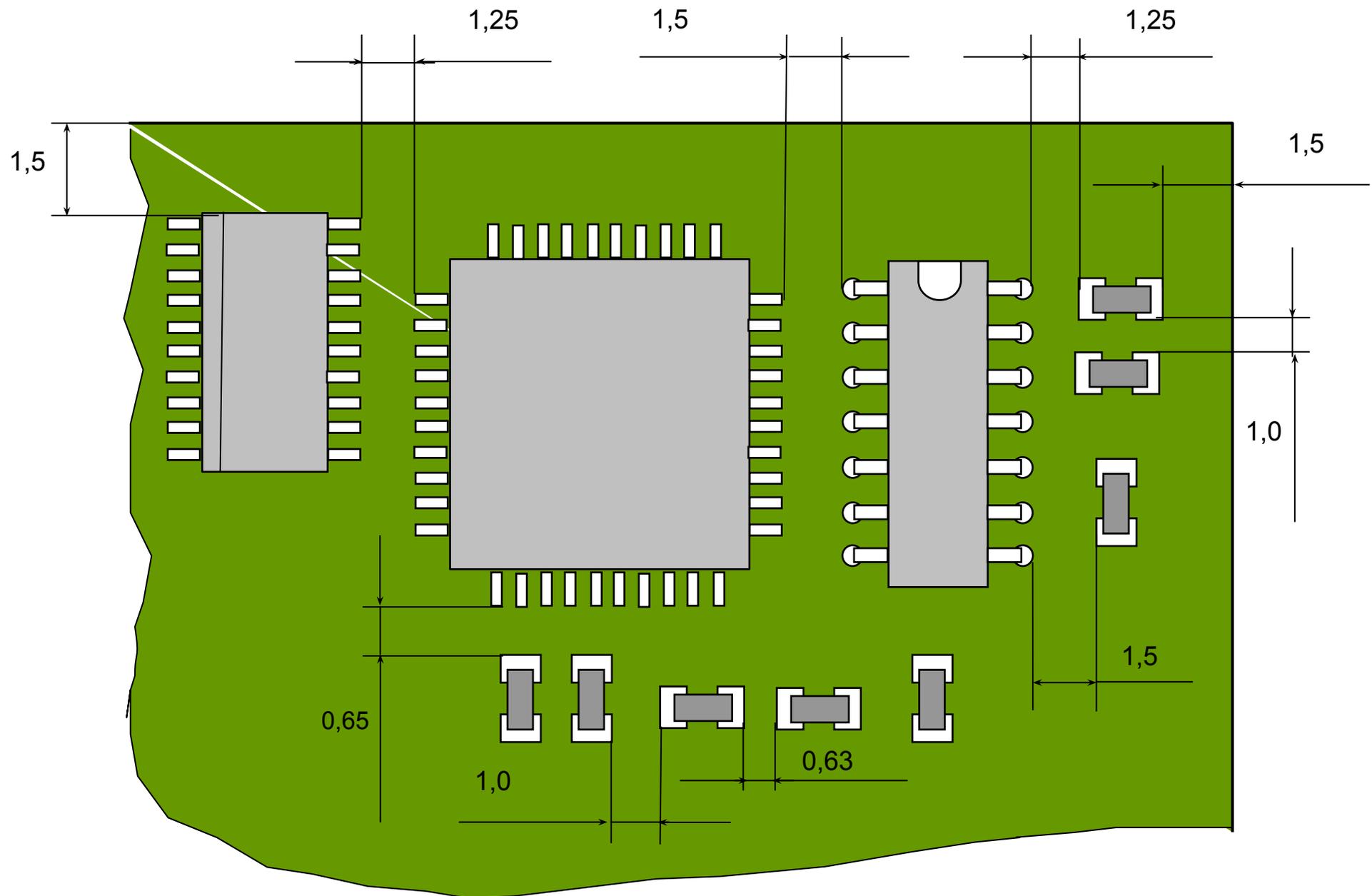
- A** – перемычки паяльной маски между контактными площадками – **не менее 0,1 мм.**
- B** – зазор между краем маски и краем площадки – **не менее 0,075 мм.**
- C** – длина перемычка между контактной площадкой и ободком переходного отверстия:
- а) – для тентированных (закрытых паяльной маской) переходных отверстий – **не менее ширины проводника;**
 - б) – для вскрытых по паяльной маске переходных отверстий определяется неравномерностью толщины покрытия контактных площадок (см. текст), **но – не менее 0,1мм.**
 - в) – для отверстий штыревого монтажа – **не менее 1,0мм**

Зоны перекрытия контактных площадок паяльной маской

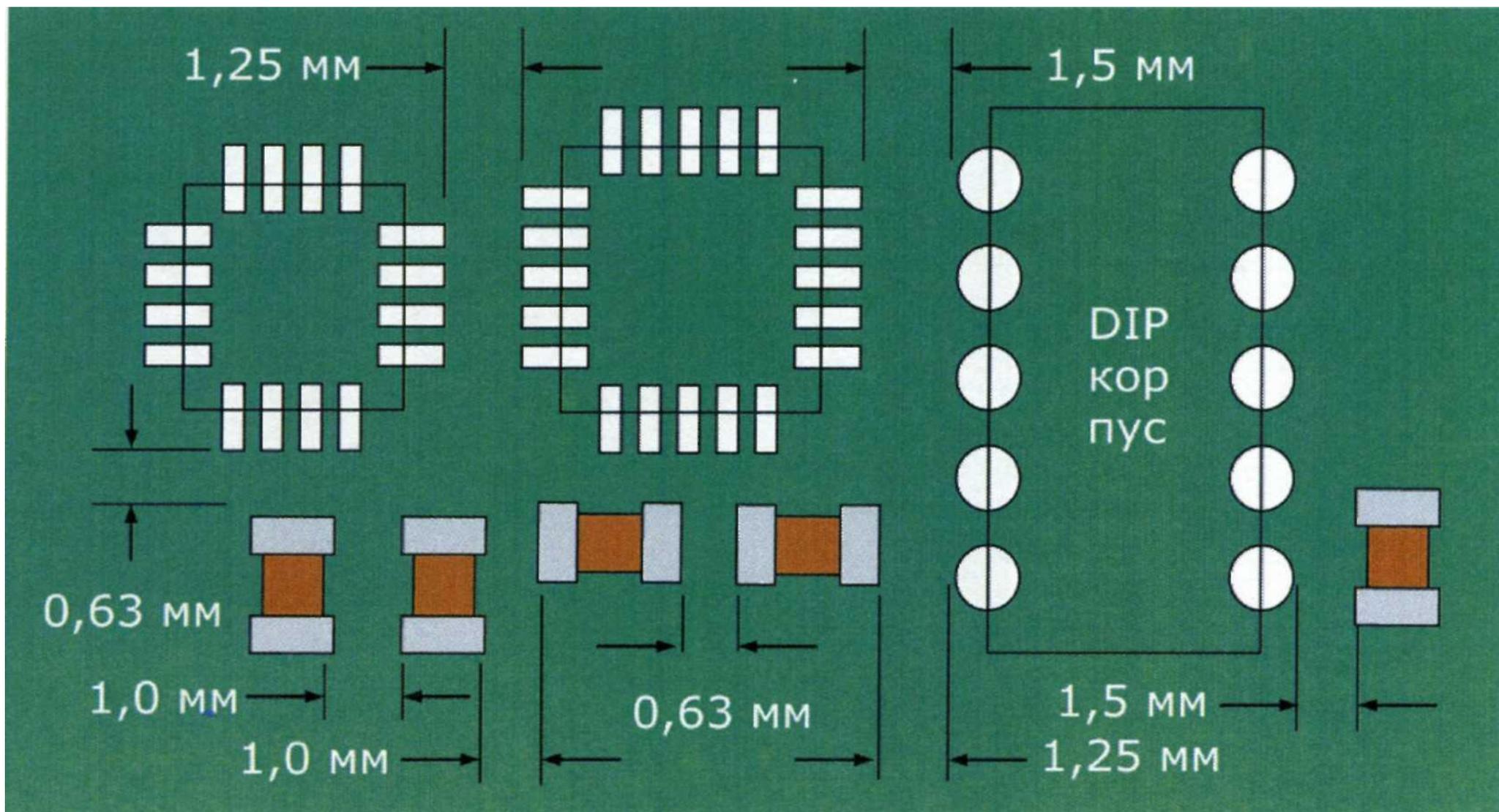


-  - Области ПП, покрытые паяльной маской.
-  - Базовый материал ПП без элементов проводящего рисунка, не покрытый паяльной маской.
-  - Контактные площадки для ПМИ.
-  - Элементы проводящего рисунка (проводники) на ПП под паяльной маской.

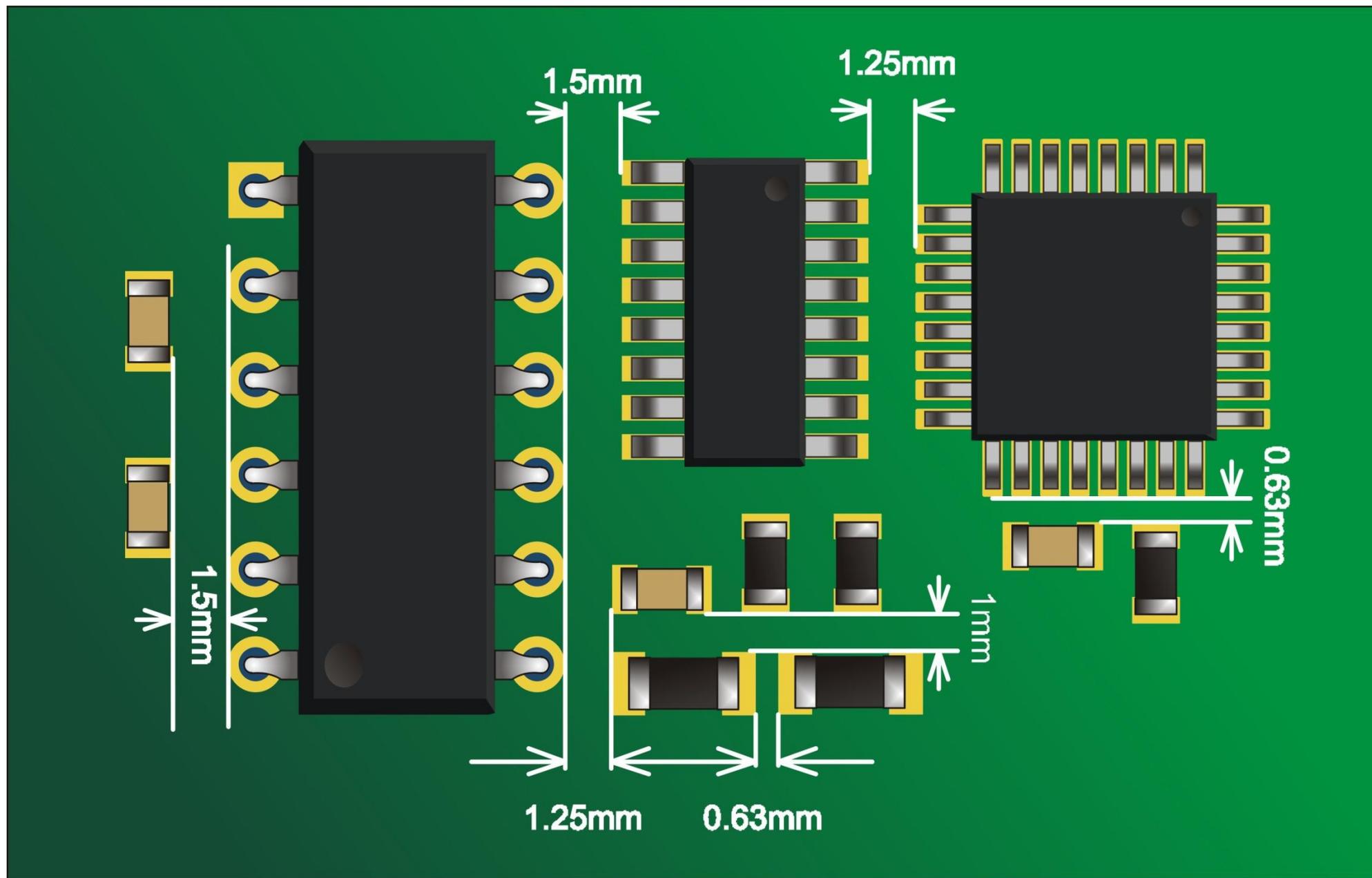
Допустимые расстояния между компонентами



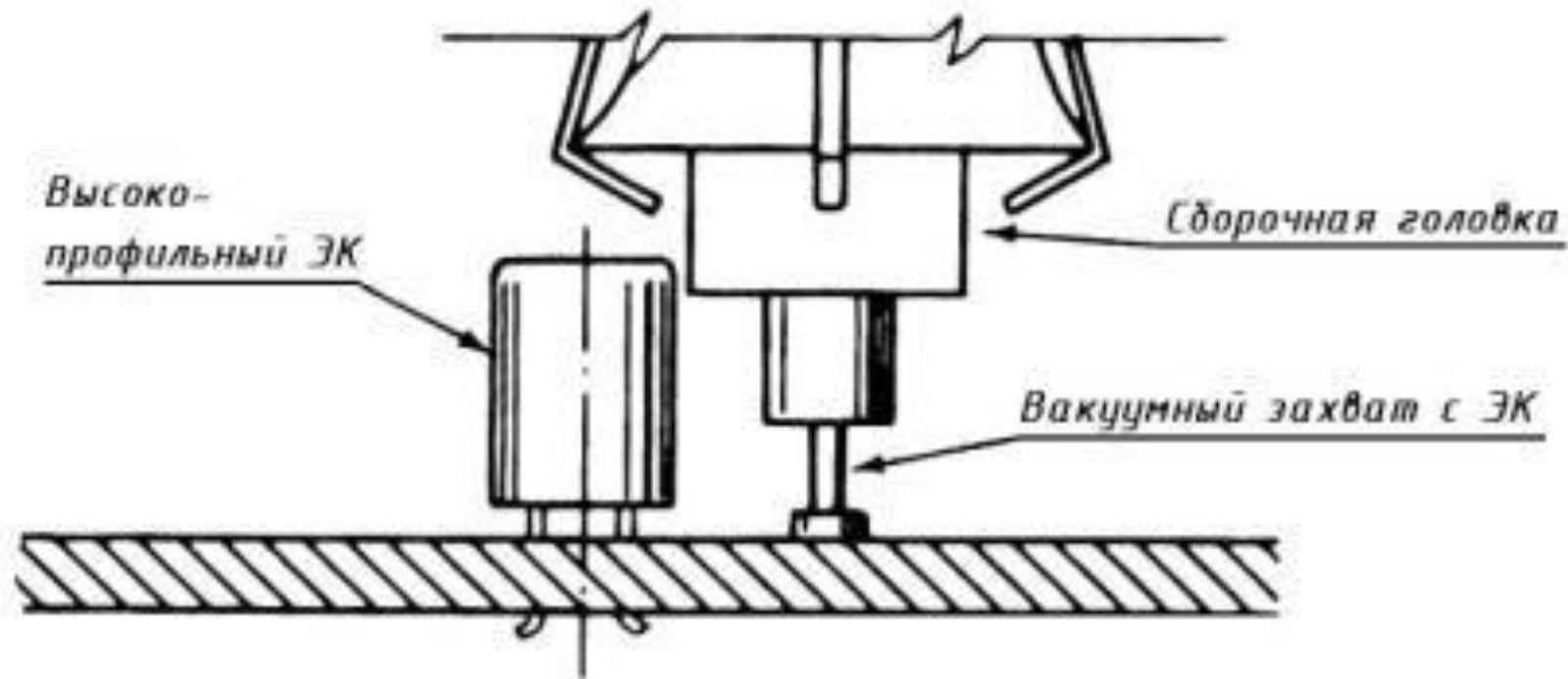
Допустимые расстояния между компонентами



Допустимые расстояния между компонентами

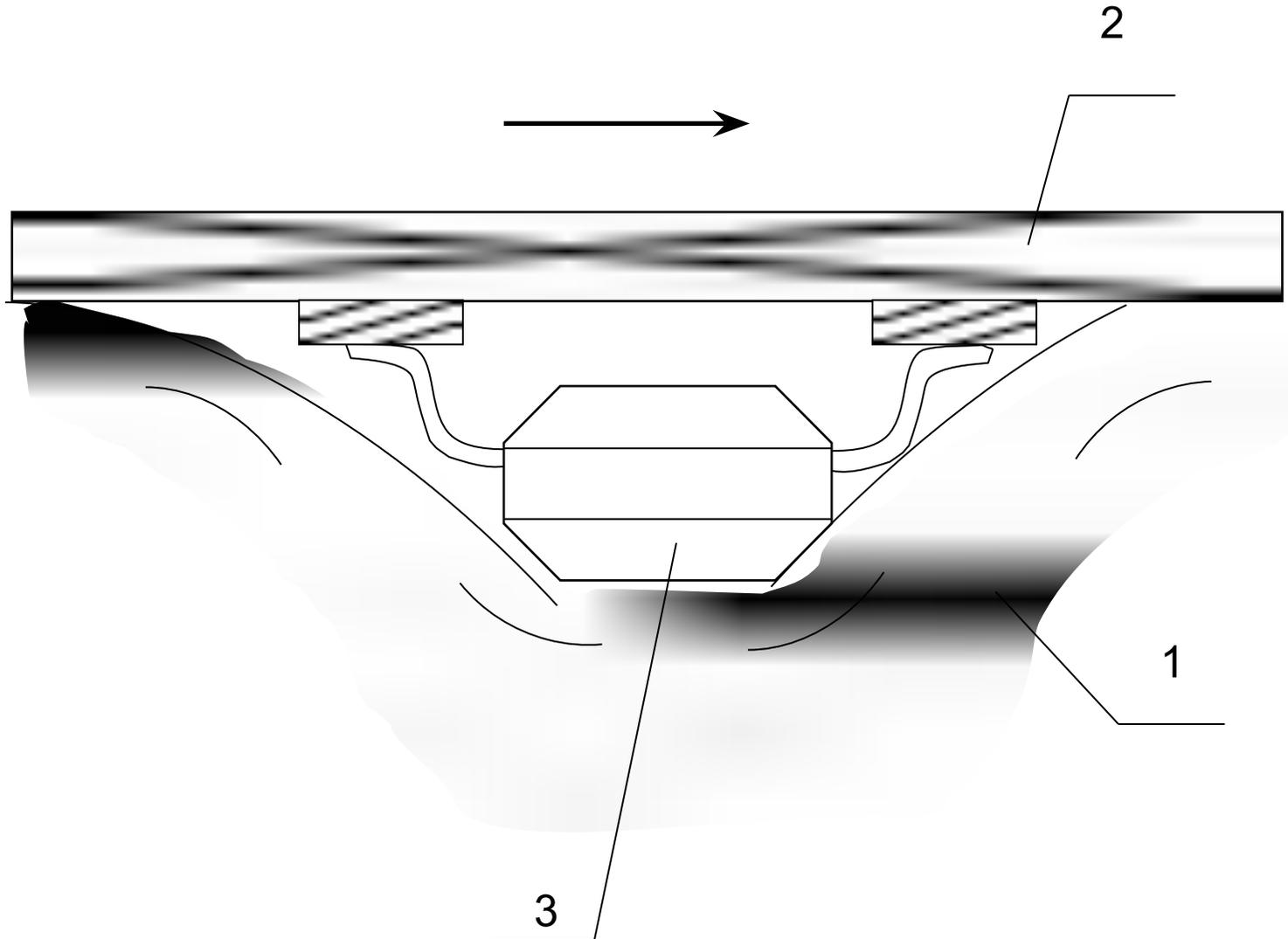


Учет расположения компонентов на ПП при наличии высокопрофильных элементов



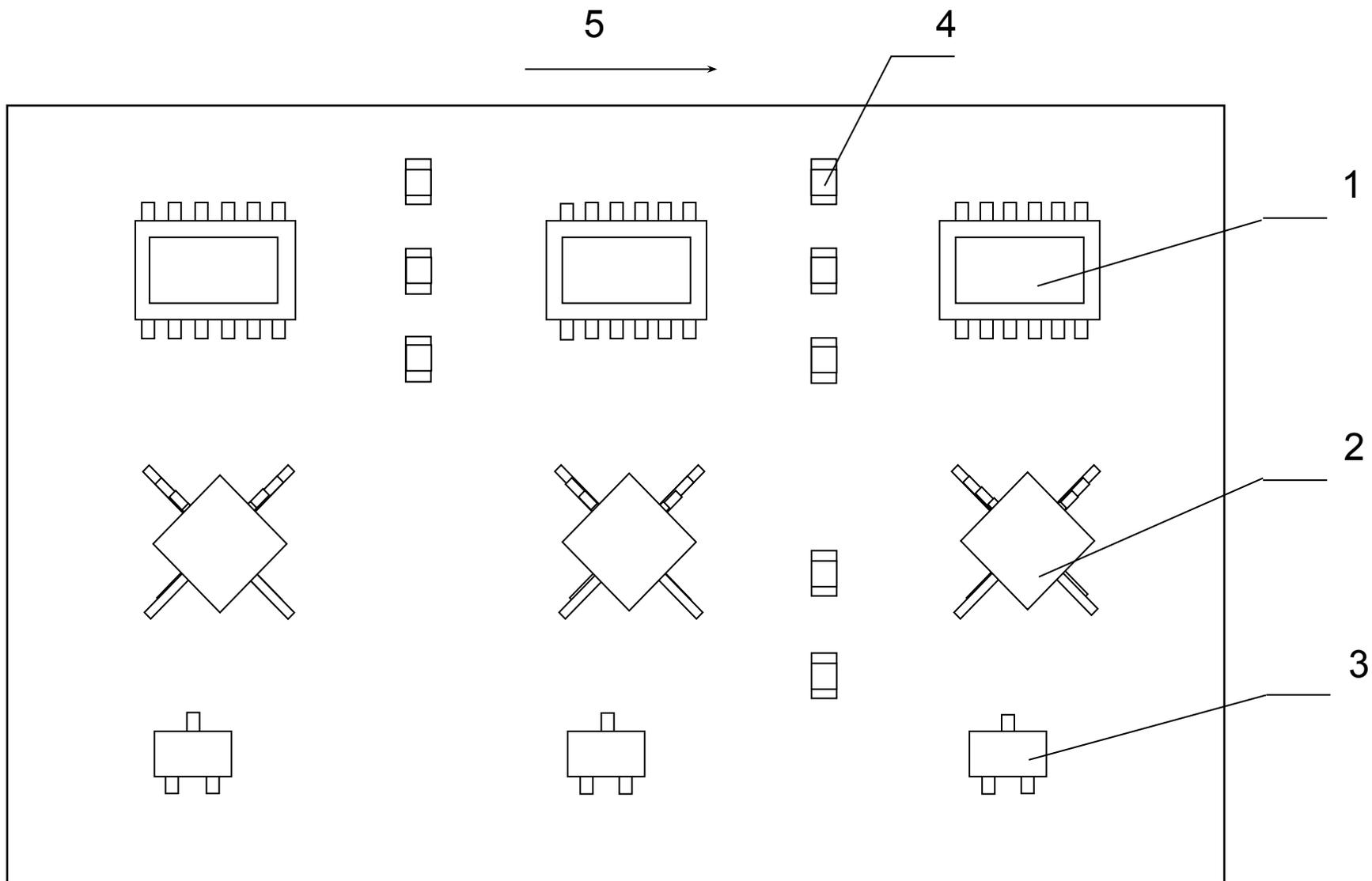
В случае расположения рядом с монтируемым ЭК уже установленных высокопрофильных компонентов следует учесть наличие выступающих механизмов сборочной головки (насадки, элементов захватного устройства), которые могут помешать установке и выдержать необходимый зазор между высокопрофильным и низкопрофильным компонентами.

Проявление эффекта тени при пайке волной припоя



1 – припой; 2 – печатная плата; 3 – корпус микросхемы

Рекомендуемая ориентация КМП на плате при пайке волной припоя

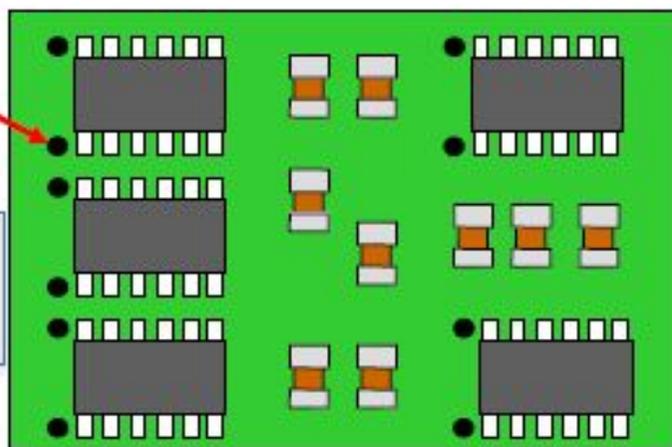


1- корпус типа SOIC; 2 – корпус типа PLCC; 3 – корпус типа SOT;
4 – чип-элементы; 5 – направление движения платы

Какая конструкция?

Ловушки припоя

Правильная ориентация

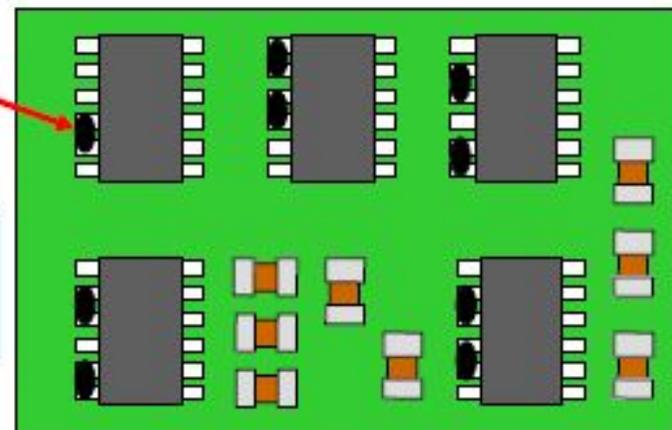


>>>

Предпочтительная ориентация

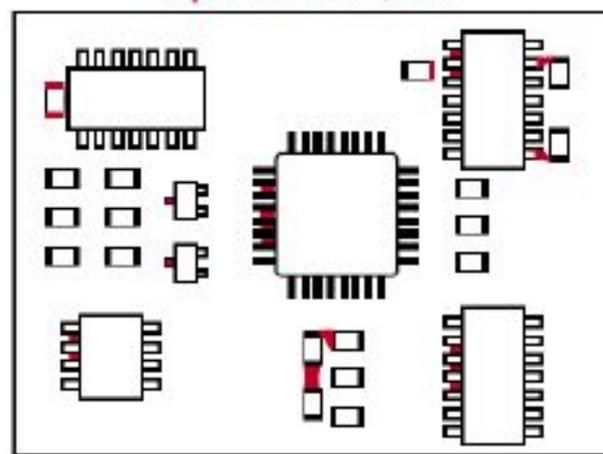
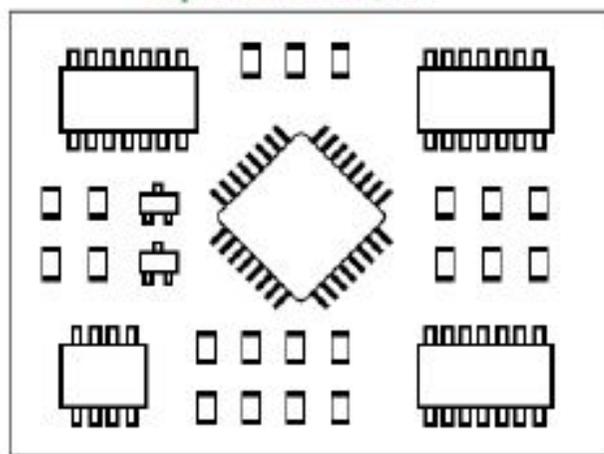
Перемычки припоя

Неправильная ориентация



>>>

Нежелательная ориентация



Направление движения платы



Рекомендации по расположению компонентов на плате

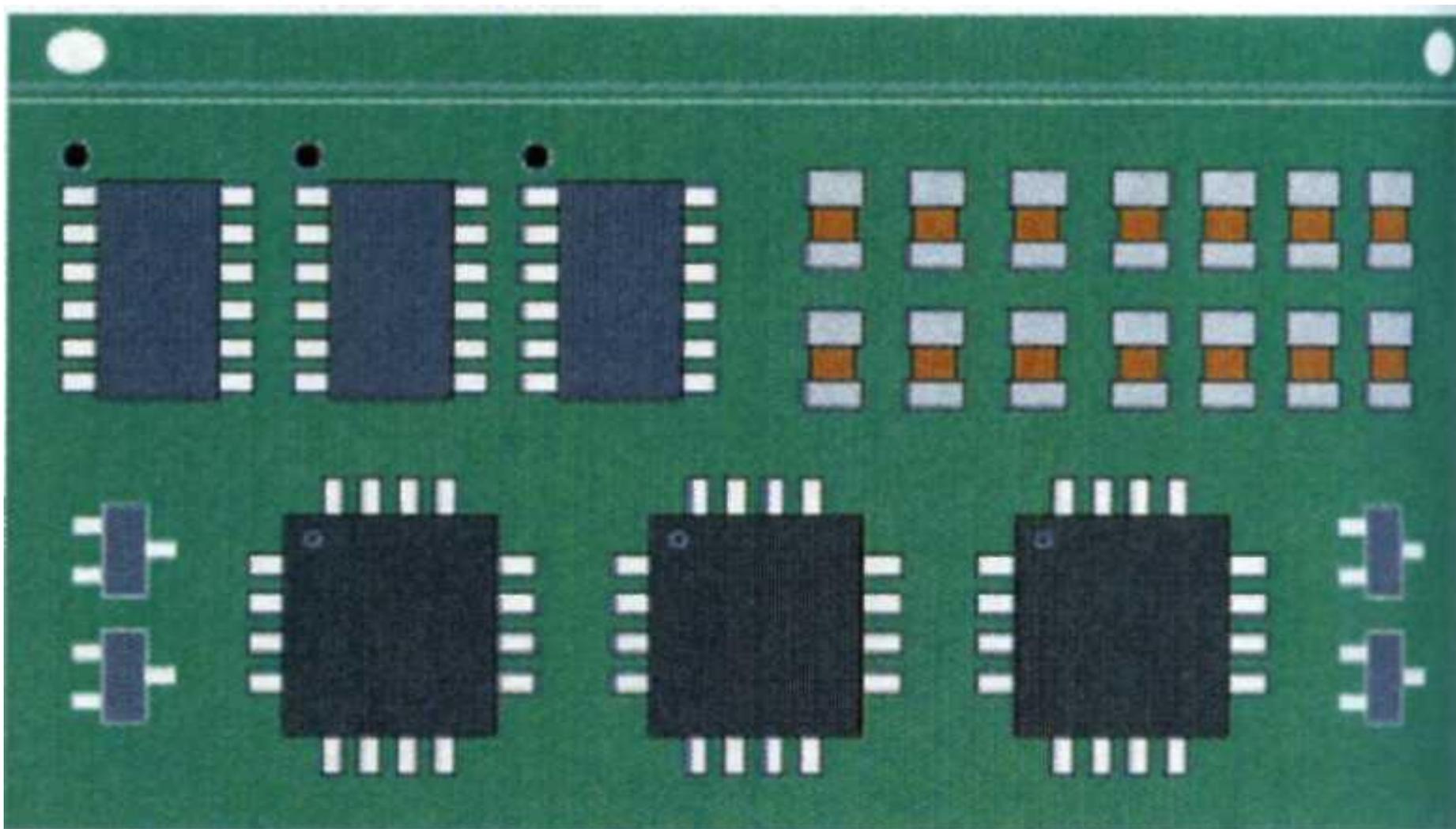
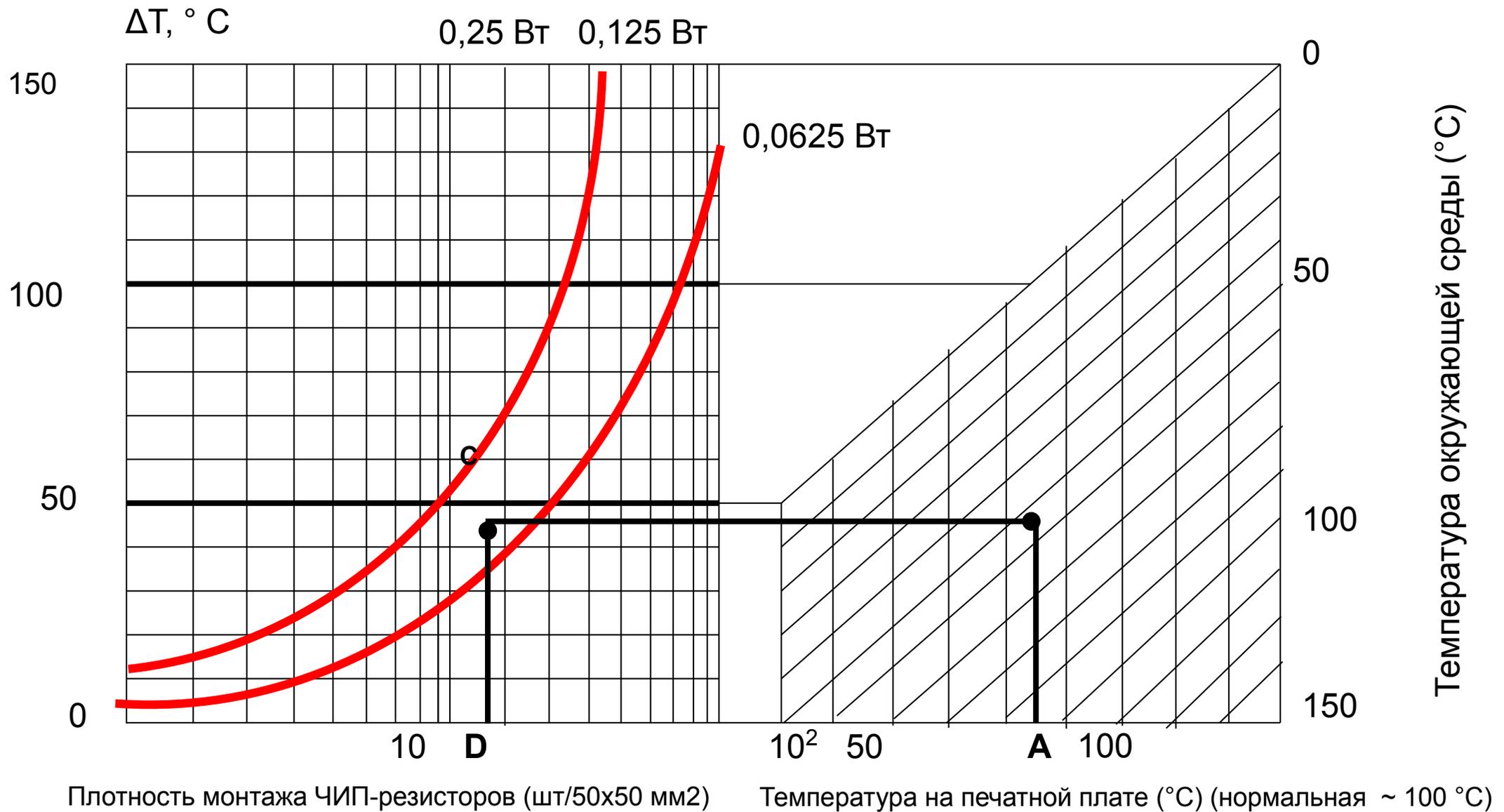


Рис. 3.21 Пример ПУ со сгруппированными по типам компонентам

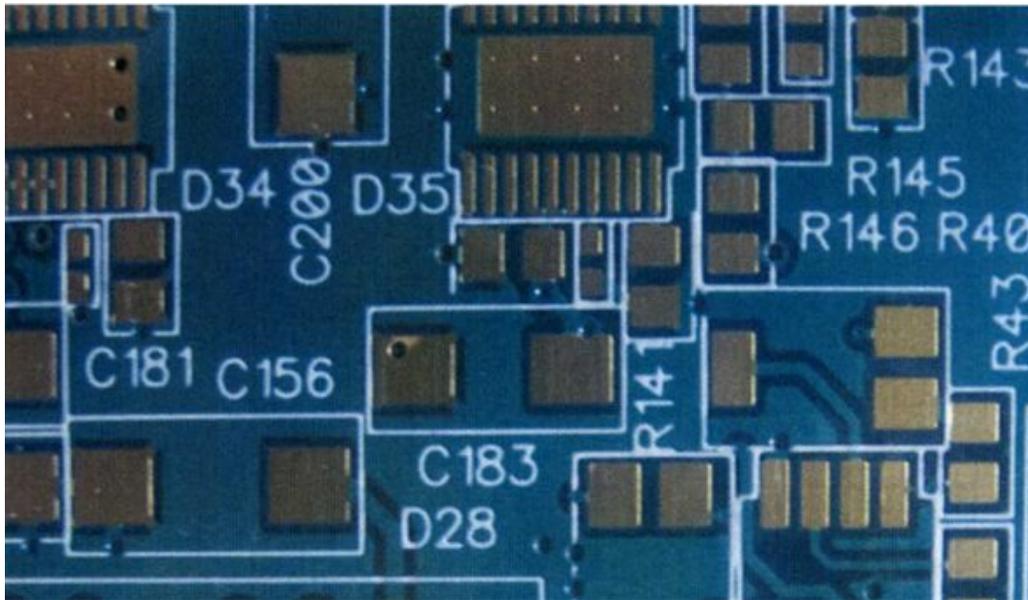
Номограмма для определения допустимого количества чип-резисторов на плате



Маркировка ПП и групповых заготовок

Маркировка ПП и групповых заготовок производится с целью их последующей автоматической идентификации на операциях сборки, автоматической оптической инспекции, электрического контроля и ремонта.

Используются следующие типы маркировки:



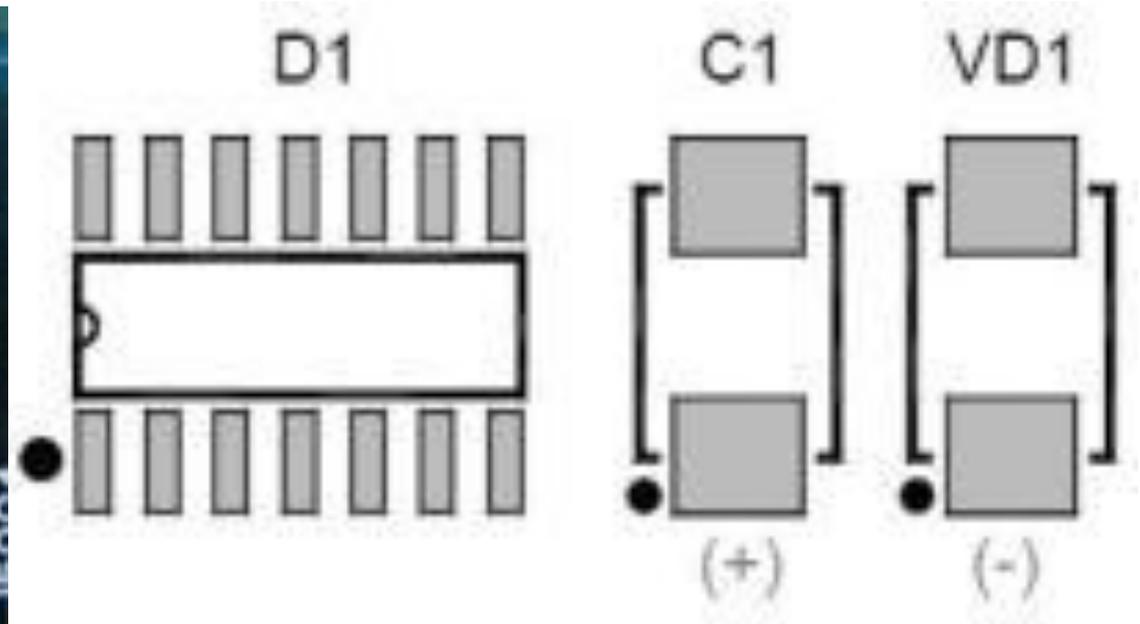
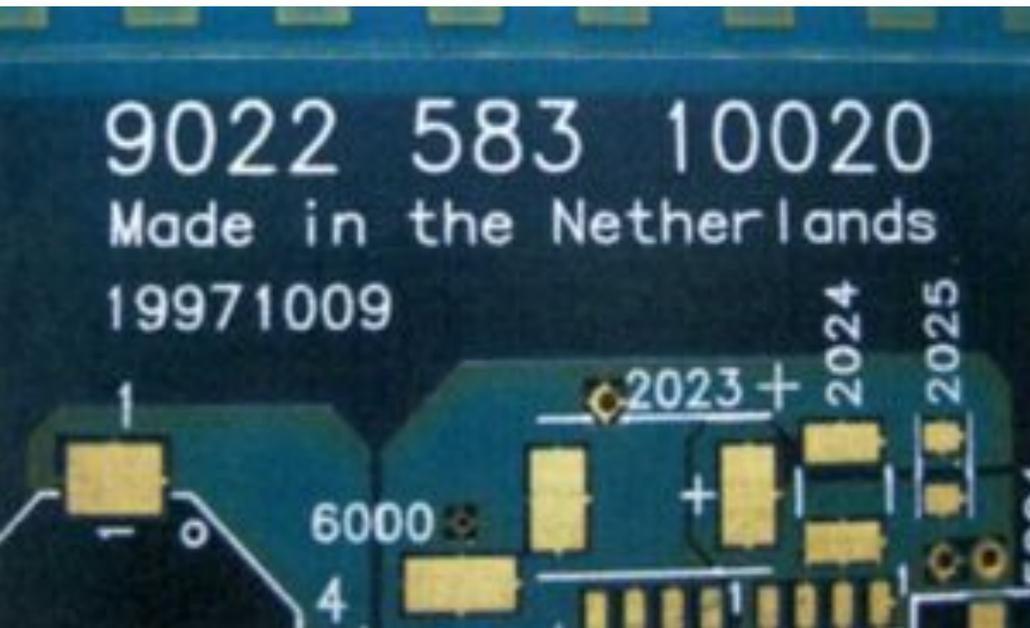
Пример маркировки, выполненной краской



Пример бумажной самоклеющейся ленты

Также отдельные виды маркировки могут быть выполнены в процессе травления фольги или же лазерным методом.

Требования к маркировке



Маркировка первого вывода ИС, обозначение позиции и полярности компонента должны быть видны после монтажа компонента на ПП, что упрощает визуальный контроль. Элементы маркировки компонентов, расположенных рядом друг с другом, не должны пересекаться и взаимно накладываться. Маркировку, наносимую методом шелкографии, желательно выполнять только в областях платы, покрытых защитной маской.

Размер символов должен быть как правило не менее 1,5 мм.

Пример выполнения маркировки ПП

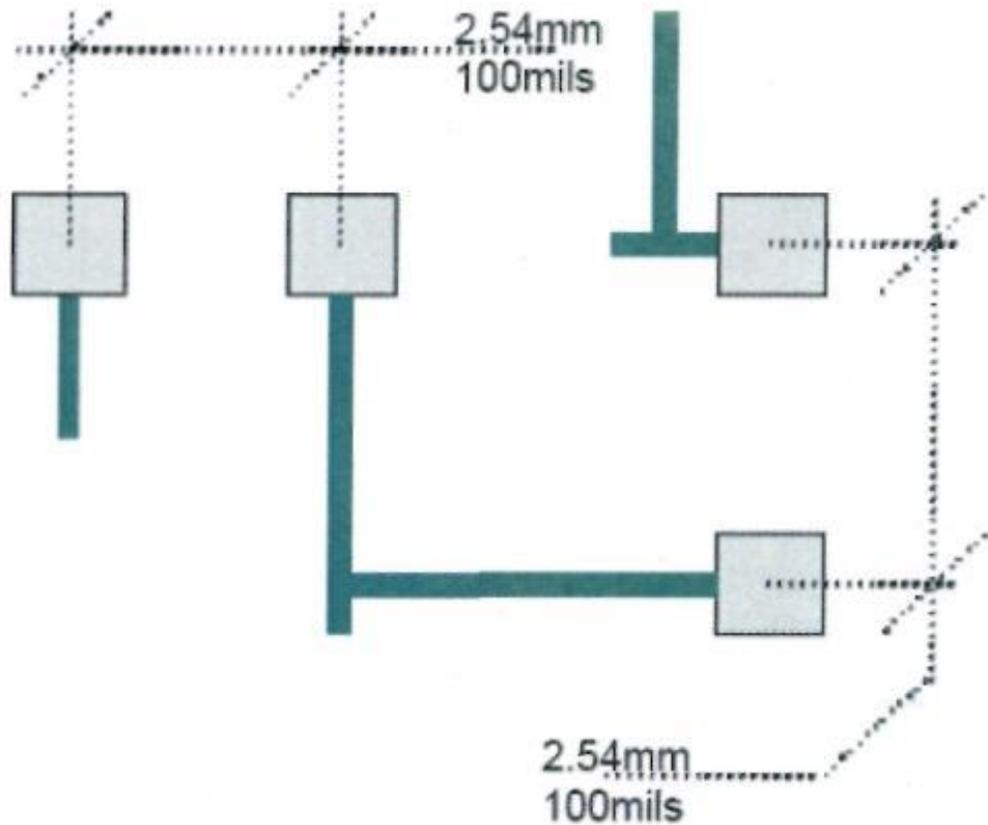
The image shows a screenshot of the Sprint-Layout 6.0 software interface. The main window displays a PCB layout with green traces on a black background. Components are labeled with red text, including DA2, VT1, DA1, DA3, VD3, VD2, VD1, C1 through C12, R1, R2, R3, and C3. The layout is enclosed in a red border. The software interface includes a menu bar (Файл, Редактор, Проект, Действия, Опции, Регистрация, Помощь), a toolbar with various icons, and a left sidebar with tool options like Cursor, Масштаб, Проводник, Контакт, SMD-конт, Круг/Дуга, Полигон, Фигура, Текст, Связи, Автотрасса, Тестилка, Измеритель, Фотовид, and Маска. A scale bar at the top shows dimensions in millimeters (0 to 130). The bottom status bar displays coordinates (X: 129,2 мм, Y: 45,55 мм) and a list of visible layers (M1, K1, M2, K2, Ф). The Windows taskbar at the bottom shows the Start button and several open applications: Sprint-Layout 6 - Fre..., Положения о грифо..., Microsoft PowerPoint..., and Sprint-Layout 5.0. The system tray shows the time as 6:39.

Компоненты

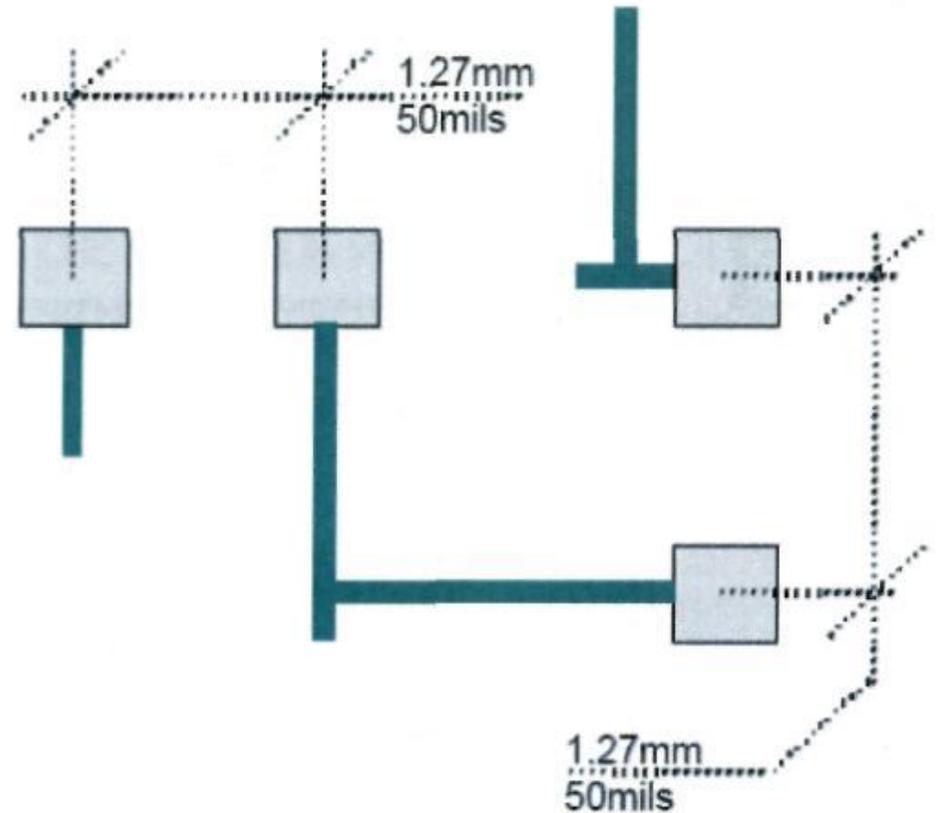
- 0201.LMK
- 0402.LMK
- 0603.LMK
- 0805.LMK
- 1008.LMK
- 1206.LMK
- 1210.LMK
- 1812.LMK
- 2220.LMK
- C-Trimmer.LMK
- MELF.LMK
- MICRO-3.LMK
- MICRO-6.LMK
- MICRO-8.LMK
- Mini-MELF.LMK
- MLF 24pin 0.5m
- MLF 32pin 0.5m
- MLF 48pin 0.5m
- MLF_p1.LMK
- MLF_p2.LMK
- MLF_p3.LMK
- MLF_p4.LMK
- MLF_p5.LMK
- MW-4.LMK
- QUARTZ_smd.L
- RESISTOR 1 MK

Минимально допустимые расстояния между тестовыми площадками для обеспечения возможности электрического контроля

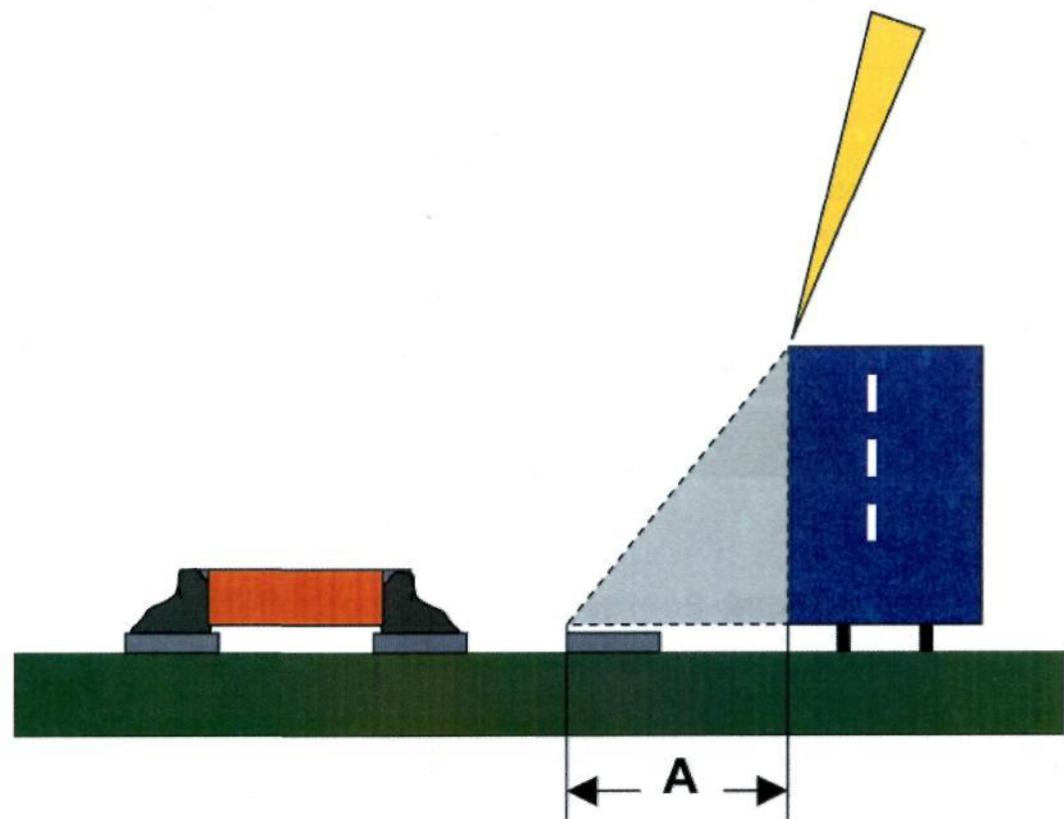
Рекомендуется



Допускается

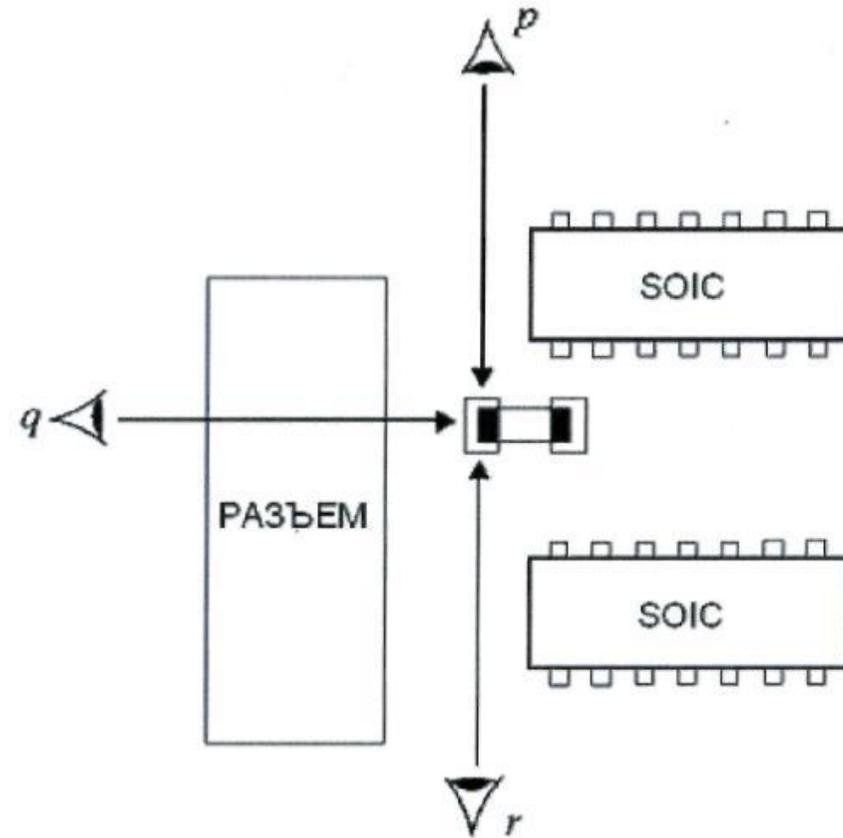
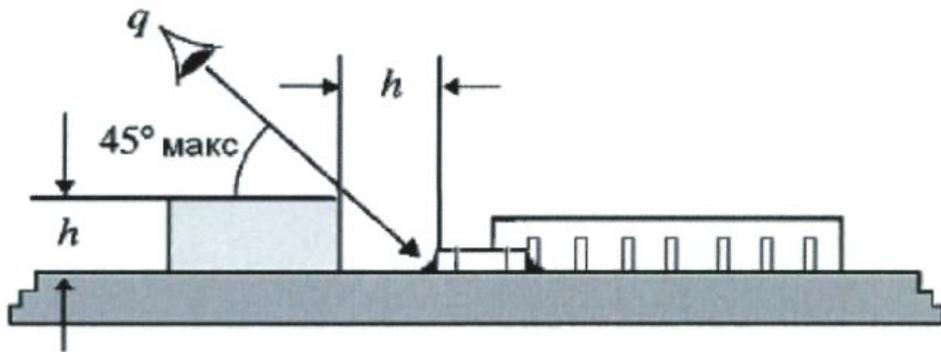


Минимально допустимые расстояния между компонентами для обеспечения возможности электрического контроля



Высота ЭРЭ	A, минимальное расстояние до контактной точки
5 мм	1,4 мм
10 мм	2,8 мм
15 мм	4,2 мм
20 мм	5,6 мм
25 мм	7,0 мм
30 мм	8,4 мм
35 мм	9,8 мм

Минимально допустимые расстояния между компонентами для обеспечения возможности визуального контроля

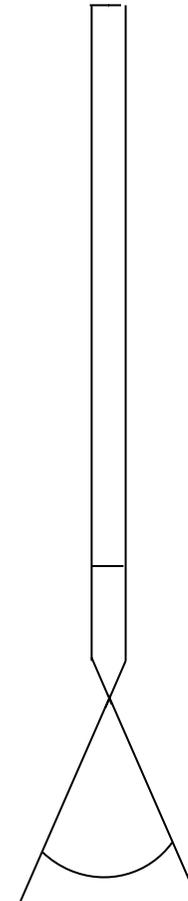
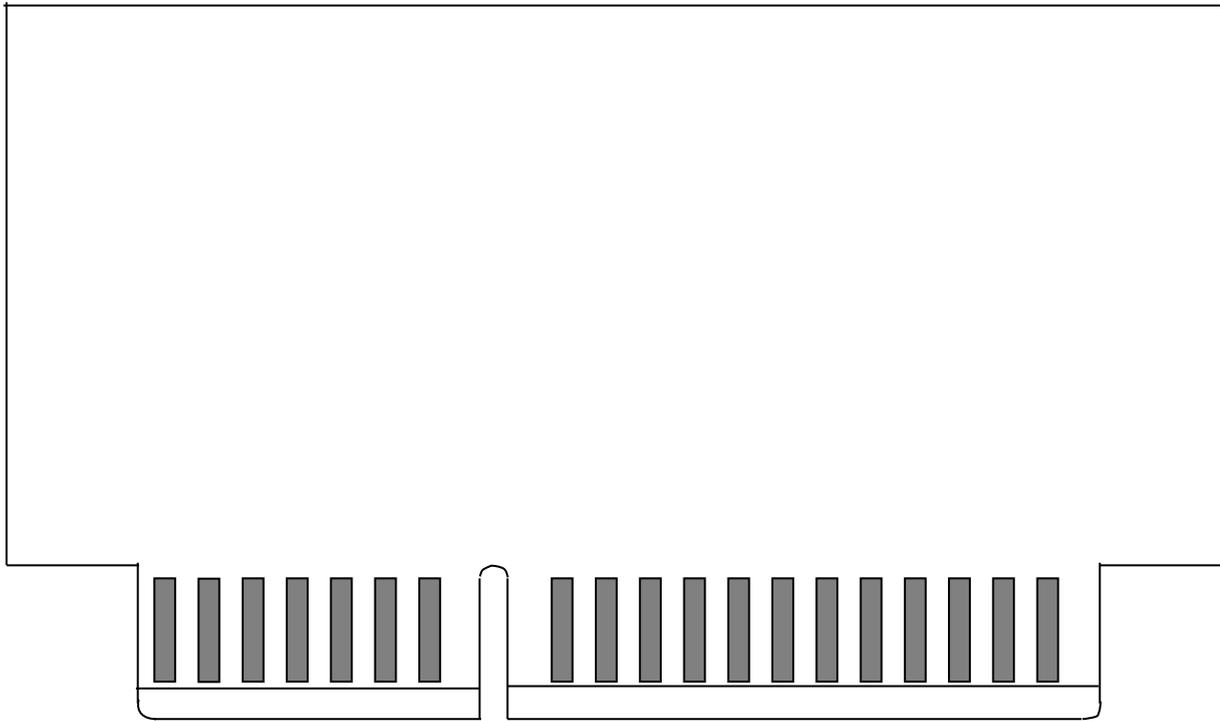


Для обеспечения эффективного визуального контроля необходимо соблюдение угла обзора каждого паяного соединения 45° (рис. 14.1) как минимум с двух сторон (рис. 14.2). Для выполнения этого условия минимальное расстояние между смежными ЭРЭ должно составлять не менее максимальной высоты большего из них.

Элементы внешнего контактирования

Особенности конструкции печатной вставки

(для разъемов типа SL-36, SL-62, SL-98, SL-120, СНП 15-96)



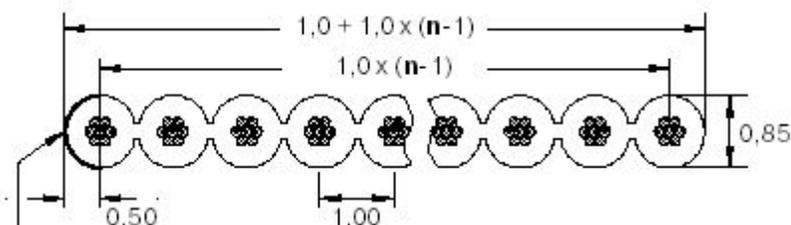
ПЛОСКИЙ ЛЕНТОЧНЫЙ КАБЕЛЬ FRC



СИСТЕМА ОБОЗНАЧЕНИЙ: **FRC 1 - 09 - 31**
1 2 3 4

1. **FRC** - плоский ленточный кабель
(от англ. Flat Ribbon Cable)
2. **1** - шаг 1,00 мм
не обозначается - шаг 1,27 мм
3. Количество проводников
4. Количество метров в бухте (76 м или 31 м)

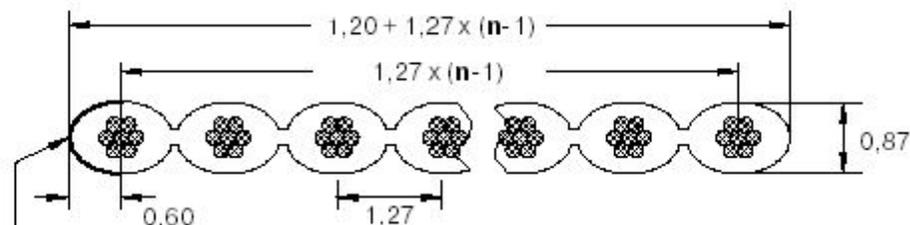
Шаг проводников: **1,00 мм**
Материал проводника: **луженая медь**
Сечение: **28 AWG (7 x 0,127 мм)**
Материал изоляции: **поливинилхлорид**
Рабочее напряжение: **300 В**
Диапазон рабочих температур: **-20°C...+105°C**
Импеданс: **100 Ом**
Задержка сигнала: **4,7 нс/м**
Емкость: **46 пФ/м**
Индуктивность: **0,46 мкГн/м**
Сопротивление изоляции: **не менее 1 ГОм/м**



красная маркировочная полоса
n - количество проводников

Кабель 1,00 мм поставляется
с количеством проводников (**n**):
20, 26, 34, 44, 50,
в стандартных бухтах по 76м и 31м

Шаг проводников: **1,27 мм**
Материал проводника: **луженая медь**
Сечение: **28 AWG (7 x 0,127 мм)**
Материал изоляции: **поливинилхлорид**
Рабочее напряжение: **300 В**
Диапазон рабочих температур: **-20°C...+105°C**
Импеданс: **115 Ом**
Задержка сигнала: **4,6 нс/м**
Емкость: **40 пФ/м**
Индуктивность: **0,46 мкГн/м**
Сопротивление изоляции: **не менее 1 ГОм/м**

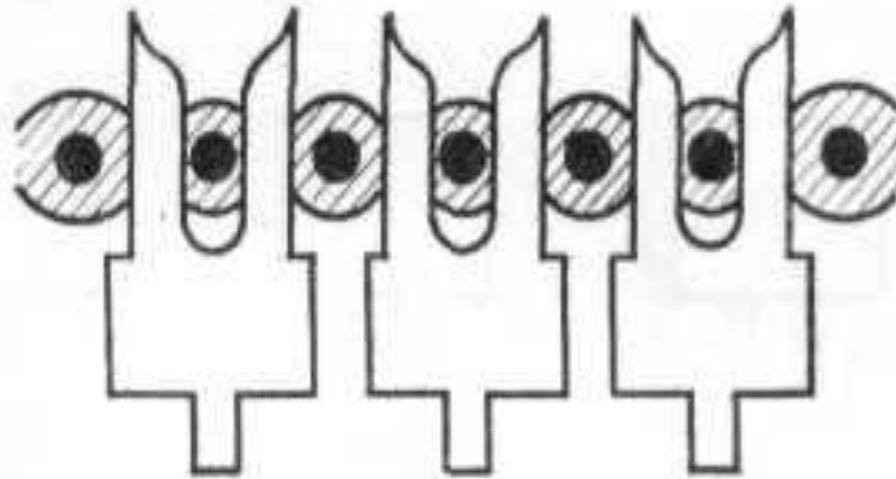


красная маркировочная полоса
n - количество проводников

Кабель 1,27 мм поставляется
с количеством проводников (**n**):
9, 10, 14, 15, 16, 20, 24, 25, 26, 34, 40, 50, 60, 64,
в стандартных бухтах по 76м и 31м

Кабель поставляется серого цвета с красной маркировочной полосой крайнего проводника с одной стороны шлейфа.

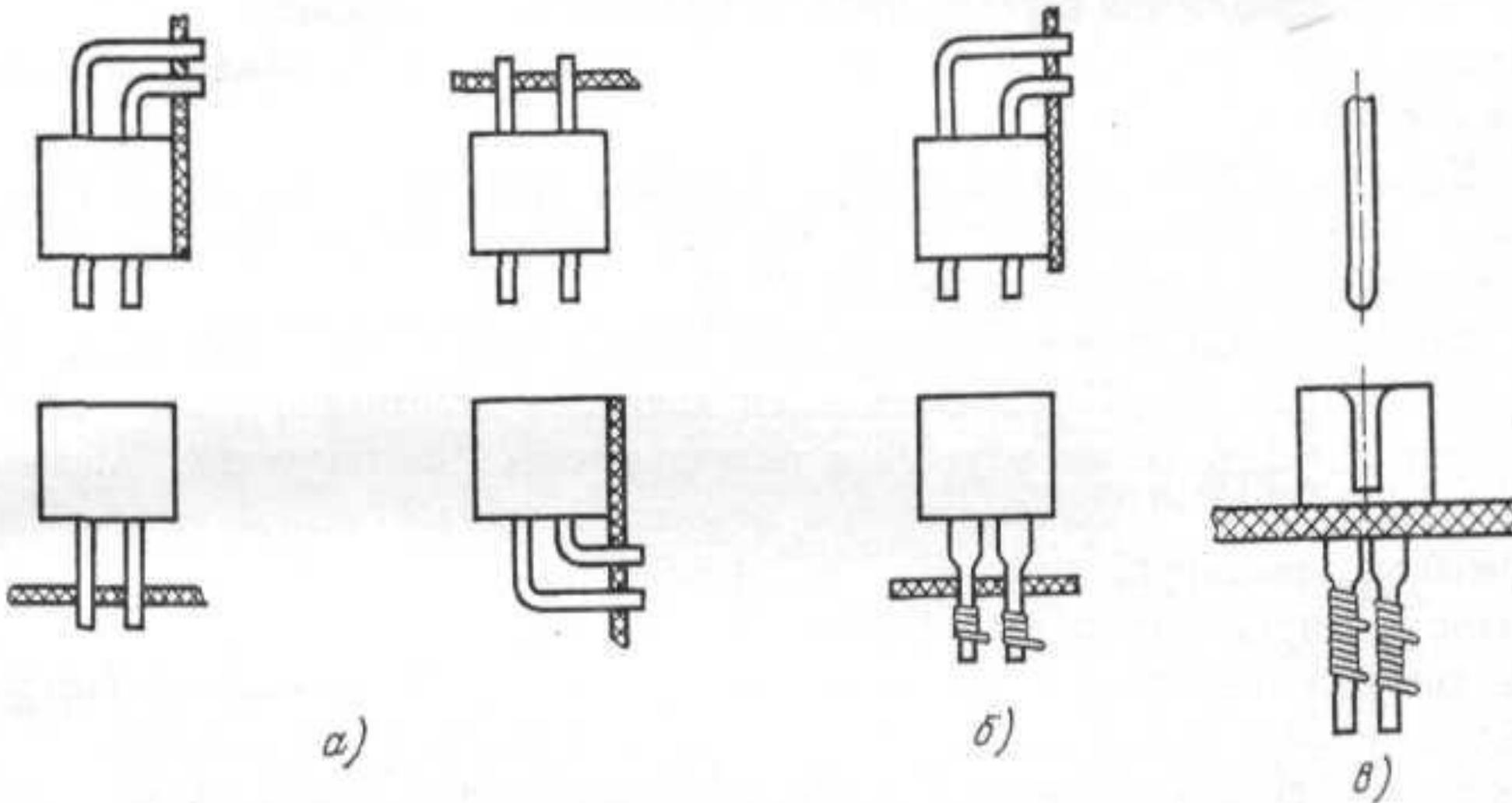
Присоединение кабеля к контактам способом прокалывания



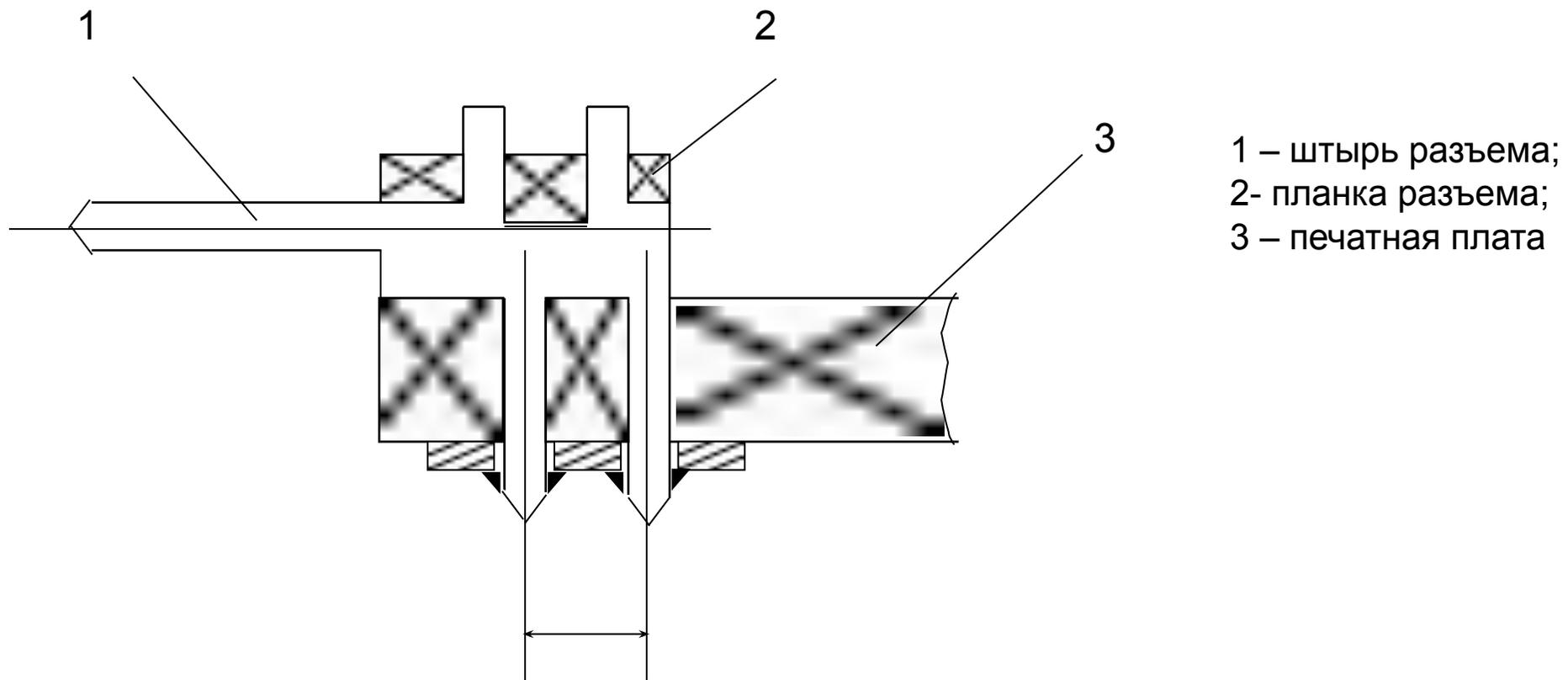
При соединении способом прокалывания провод с изоляцией с усилием вводится между зубьями вывода разъема. Зубья, прокалывая электроизоляционный материал, обеспечивают контактирование с проводом, деформируя его. При этом распайка проводников не требуется. Такой метод успешно применяется при монтаже ленточных кабелей.

Методы установки и присоединений соединителей к печатным платам, расположенным во взаимно перпендикулярных плоскостях:

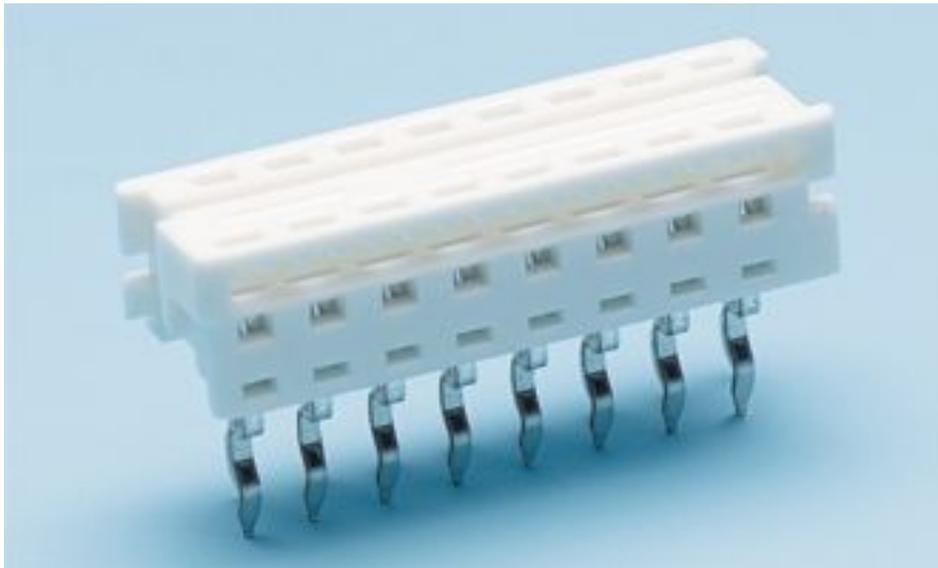
а — пайка под углом и впрямую; б — пайка и накрутка; в — пайка и накрутка при непосредственном сочленении печатных плат



Конструкция ви́лки Онп-КГ-26



Разновидности разъемов, устанавливаемых на печатные платы



Разъемы для монтажа на поверхность

Omnimate Range
Pitch 5.00 / 5.08

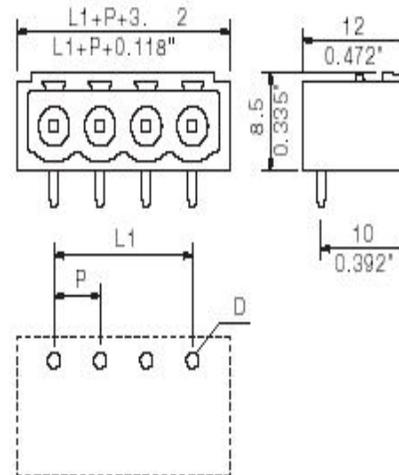
THR solder connection pin headers

SL-SMT 5.00/90G
SL-SMT 5.08/90G

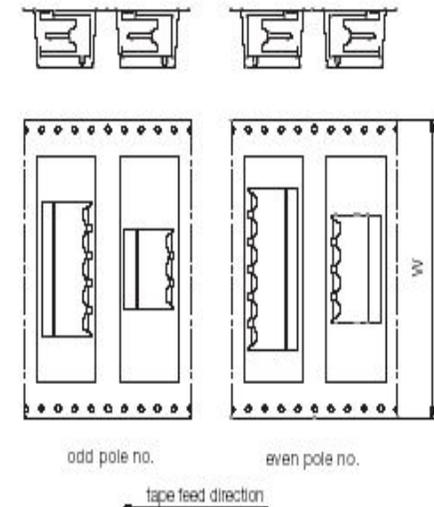


- 250 V (IEC) / 300 V (UL)
- 19 A (IEC) / 15 A (UL)

SL-SMT 5.00/90G Box
SL-SMT 5.08/90G Box



SL-SMT 5.00/90G Tape
SL-SMT 5.08/90G Tape





электронные компоненты для поверхностного монтажа

Главная О компании Прайс-лист **Каталог** Справка Доставка

SMD Разъемы



[CI11 вертикального монтажа](#)
Розетки на 2,4,6,8,10,15 контактов



[CI11 горизонтального монтажа](#)
Розетки на 2,4,6,8,10,15 контактов



[CI11 вилки](#)
Вилки на 2,4,6,8,10,15 контактов



[CP35 однорядные \(аналог разъема Micro-Fit компании AMP\)](#)
Розетки горизонтальные на 2,3,4 контактов



[CP35 однорядные \(аналог разъема Micro-Fit компании AMP\)](#)
Вилки на 2,3,4 контактов



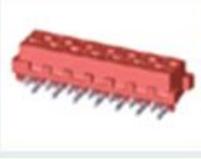
[CP35 двухрядные \(аналог разъема Micro-Fit компании AMP\)](#)
Розетки вертикальные 4,6,8,10,12 контактов



[CP35 двухрядные \(аналог разъема Micro-Fit компании AMP\)](#)
Розетки горизонтальные 4,6,8,10,12 контактов



[CP35 двухрядные \(аналог разъема Micro-Fit компании AMP\)](#)
Вилки на 4,6,8,10,12 контактов



[CA3 \(аналог разъема Micro-Match компании AMP\)](#)
Розетки и вилки на 4,6,8,10,12,14,16,20 контактов

Разъемы, представленные в каталоге Симметрон

Adobe Reader - [commut.pdf]

Файл Редактирование Просмотр Документ Инструменты Окно Справка

Сохранить копию Поиск Выделение Справка

154%

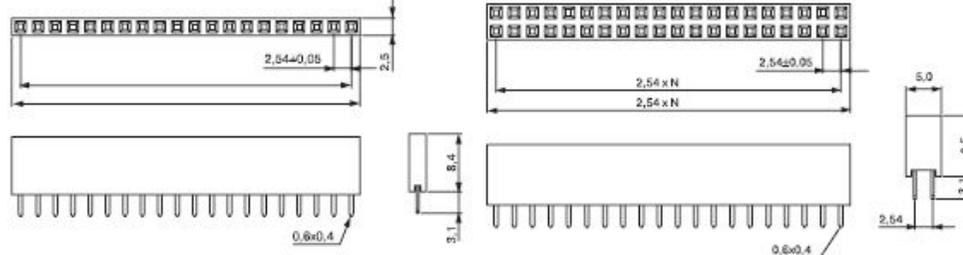
Гнезда на плату шаг 2,54 мм

PBS



Рабочее напряжение 250 В.
 Предельный ток 1 А.
 Высота изолятора 8,4 мм.
 Шаг 2,54 мм.
 Сопротивление изолятора, не менее 1000 МОм.
 Температурный диапазон -40 – + 105 °С.

PBD





Наименование	Количество контактов	Конструкция контактов	Тип	Наименование	Количество контактов	Конструкция контактов	Тип
PBS-4G	1×4	Однорядные	Плат., прямые	PBD-10G	2×5	Двухрядные	Плат., прямые
PBS-6G	1×6	Однорядные	Плат., прямые	PBD-12G	2×6	Двухрядные	Плат., прямые
PBS-8G	1×8	Однорядные	Плат., прямые	PBD-14G	2×7	Двухрядные	Плат., прямые
PBS-10G	1×10	Однорядные	Плат., прямые	PBD-16G	2×8	Двухрядные	Плат., прямые
PBS-12G	1×12	Однорядные	Плат., прямые	PBD-20G	2×10	Двухрядные	Плат., прямые
PBS-16G	1×16	Однорядные	Плат., прямые	PBD-26G	2×13	Двухрядные	Плат., прямые
PBS-20G	1×20	Однорядные	Плат., прямые	PBD-32G	2×16	Двухрядные	Плат., прямые
PBS-40G	1×40	Однорядные	Плат., прямые	PBD-34G	2×17	Двухрядные	Плат., прямые
PBSR-4G	1×4	Однорядные	Плат., угловые	PBD-40G	2×20	Двухрядные	Плат., прямые
PBSR-6G	1×6	Однорядные	Плат., угловые	PBD-80G	2×40	Двухрядные	Плат., прямые
PBSR-8G	1×8	Однорядные	Плат., угловые	PBDR-8G	2×2	Двухрядные	Плат., угловые
PBSR-10G	1×10	Однорядные	Плат., угловые	PBDR-10G	2×5	Двухрядные	Плат., угловые
PBSR-12G	1×12	Однорядные	Плат., угловые	PBDR-16G	2×6	Двухрядные	Плат., угловые
PBSR-14G	1×14	Однорядные	Плат., угловые	PBDR-20G	2×10	Двухрядные	Плат., угловые
PBSR-16G	1×16	Однорядные	Плат., угловые	PBDR-26G	2×13	Левосторонние	Плат., угловые

38 из 76

пуск Каталог Симметро... Microsoft PowerPoint ... IMG_5268 - Програм... Adobe Reader - [com... RU 11:02

Использование программ Sprint Lay Out и Dip Trace для ручной трассировки печатных плат



http://www.youtube.com/watch?v=en1ol_79LPM

<http://www.youtube.com/watch?v=r0reaUNBPq4>

<http://www.youtube.com/watch?v=ULdlimgwAZc>

<http://www.youtube.com/watch?v=ULdlimgwAZc>

<http://www.youtube.com/watch?v=qjXPYjiWNik>

<http://www.youtube.com/watch?v=iKKhieMrR1Y>

http://www.youtube.com/watch?v=v5TP_DO781w

http://www.youtube.com/watch?v=v5TP_DO781w

<http://www.youtube.com/watch?v=XZh59f7KM9A>

<http://www.youtube.com/watch?v=XZh59f7KM9A>

<http://www.youtube.com/watch?v=hTkM8h4HUXc>

http://www.youtube.com/watch?v=gxC_HH-dB3o

<http://www.youtube.com/watch?v=nuNxDh3AbAk>

<http://www.youtube.com/watch?v=XRZt3TUItw0>

<http://www.youtube.com/watch?v=XRZt3TUItw0>

Руководства и видеоуроки по SprintLayout

<http://easyelectronics.ru/sprint-layout-5-podrobnoe-rukovodstvo.html>

	Содержание видеоурока	Продолжительность	Звук
http://www.youtube.com/watch?v=qjXPYjiWNIk	Sprint Layout 6 рисуем плату	3:16	+
http://www.youtube.com/watch?v=r0reaUNBPg4	SL6 первый урок	8:11	+
http://www.youtube.com/watch?v=hTkM8h4HUXc	Sprint layout 6.0 видеоурок 2	15:29	+
http://www.youtube.com/watch?v=XZh59f7KM9A	Видеоурок Sprint Layout 6,0 №3	6:18	+
http://www.youtube.com/watch?v=XZh59f7KM9A	Sprint Layout6.0 видеоурок 4, часть первая	8:41	+

Программное обеспечение для разработки печатных плат

- Полный перечень программ см.:
<http://www.rcmgroup.ru/Programmnoe-obespechenie-dlja-proektirovanija-pech.345.0.html>, а также на диске N
- SPRINT
Программный пакет CAD/CAM для создания схем и трассировки печатных плат.
Доступна облегчённая бесплатная версия.
- DipTrace

Особенности разработки печатной платы с использованием программы Sprint-Layout

1. Общие сведения о программе
2. Интерфейс программы
3. Процесс создания печатной платы
4. Разводка печатных проводников
5. Печать чертежей
6. Экспорт файлов и фоновый рисунок
7. Вставка разводки печатной платы и компоновки в Компас

Работа со Sprint-Layout

Содержание

Предисловие

1. Введение

2. Создание печатной платы

2.1. Размеры платы

2.2. Размер сетки

2.3. Слой проводников и слой маркировки

2.4. Линейки и панель навигации

3. Функции формирования топологии

3.1. Основные функции формирования топологии

3.2. Проводники

3.3. Контактные площадки для выводного монтажа, переходные отверстия

3.4. Контактные площадки для поверхностного монтажа

3.5. Проводники в форме окружности/сегмента

3.6. Заливка

3.7. Многоугольники

3.8. Текст

4. Функции редактирования

4.1. Использование буфера обмена

4.2. Лупа

4.3. Поворот, отражение и выравнивание

4.4. Работа с группами объектов

4.5. Перемычки

4.6. Автотрассировка

4.7. Тестирование сетей

4.8. Измерение расстояний

4.9. Общая шина

4.10. Фотовид

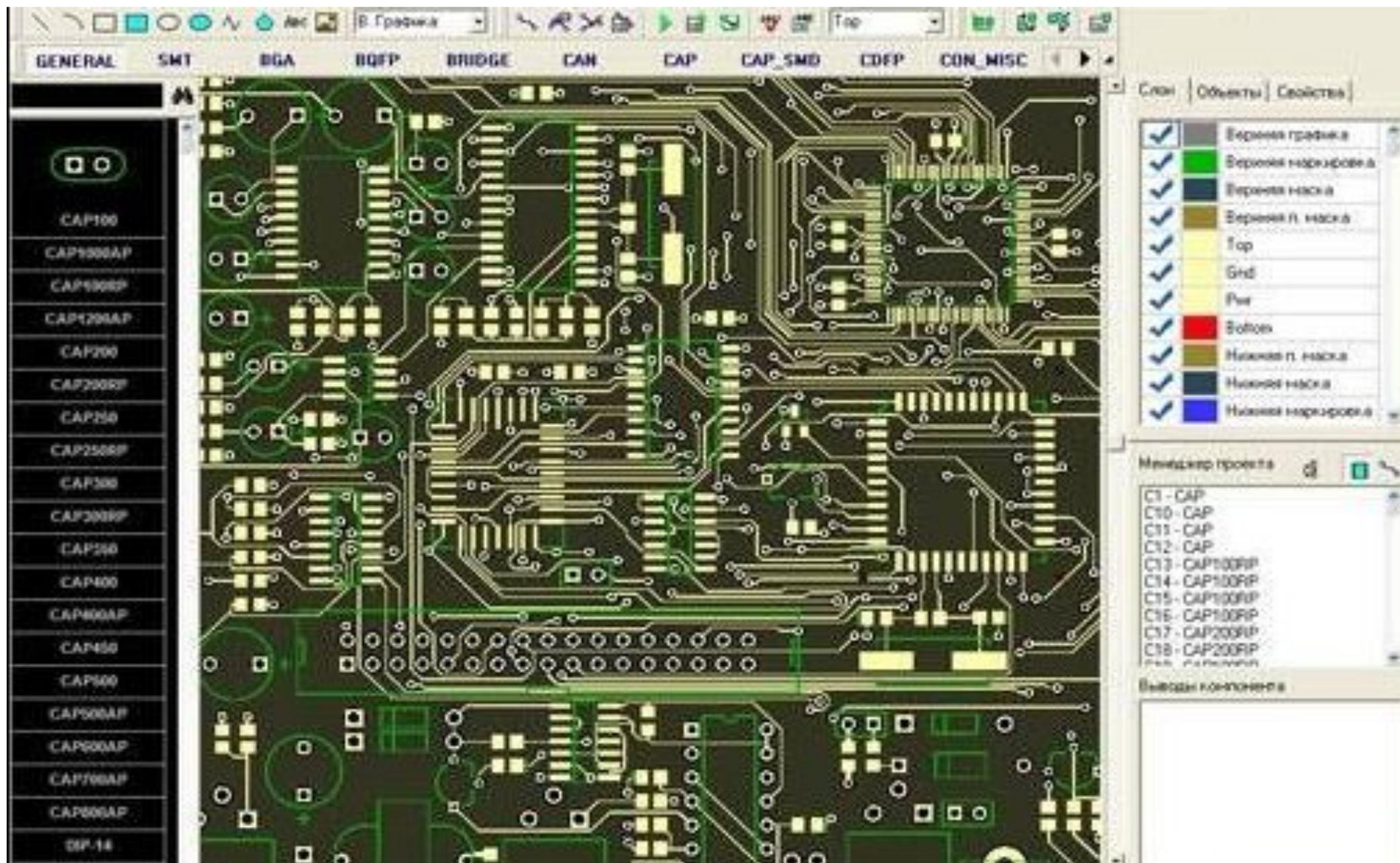
4.11. Управление с клавиатуры

4.12. Редактирование нескольких плат

4.13. Автосохранение

4.14. Фоновое изображение

Примеры трассировки печатных плат



Назначение и расположение слоев в SL5

Sprint-Layout50

Скрыть Найти Назад Вперед Домой Параметры

Слои платы

В программе предусмотрена возможность использования 7 слоев. На экране они отображаются в виде полупрозрачных рисунков.

Расположение слоев:

- Сторона платы M1 – медное покрытие верхнего слоя
- Сторона платы K1 – компоненты, размещенные на верхнем слое
- Сторона платы M2 – медно покрытие нижнего слоя
- Сторона платы K2 – компоненты, размещенные на нижнем слое
- Ф – слой для создания принципиальной схемы или сложного контура платы
- I1 -внутренний слой 1 (только для многослойной платы)
- I2 -внутренний слой 2 (только для многослойной платы)

Верхняя и нижняя стороны имеют по два слоя – для создания проводников и для установки компонентов.

Следует обратить внимание:

- Сторона платы 1 - верх платы.
- Сторона платы 2 - низ платы.
- Устанавливать элементы следует, как будто плата прозрачна.
- Компоненты и тексты на нижней стороне платы (сторона 2) должны быть зеркальны (по умолчанию программа их так и ставит),

Только один из слоев может быть активным в данный момент. Это означает, что все новые элементы будут помещены в активный слой. Если слой меди активен, весь рисунок будет сделан в виде проводников. Если активен слой компонентов, рисунок будет сделан непроводящими линиями.

В нижней части экрана можно выбирать активность и видимость слоев:

видим.	M1	K1	M2	K2	V1	V2	Ф	?
актив.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>				

Кнопки M1, K1, M2, K2, V1, V2 и Ф переключают соответствующие видимые/невидимые слои. Текущий активный слой всегда видим.

Кнопки с установкой точки выбирают активный слой.

Щелчком левой кнопки мышки по значку "?" вызывается информация о слоях:

Расположение слоев на плате

пуск Sprint Layout ... Документ1 - ... Документ2 - ... Sprint-Layout5... Microsoft Pow... Sprint-Layout ... Sprint-Layout50 RU 12:02

Назначение и расположение слоев в SL5

Sprint-Layout50

Скрыть Найти Назад Вперед Домой Параметры

В нижней части экрана можно выбрать активность и видимость слоев:

видим. M1 K1 M2 K2 B1 B2 Ф ?
актив. ?

Кнопки M1, K1, M2, K2, B1, B2 и Ф переключают соответствующие видимые/невидимые слои. Текущий активный слой всегда видим.

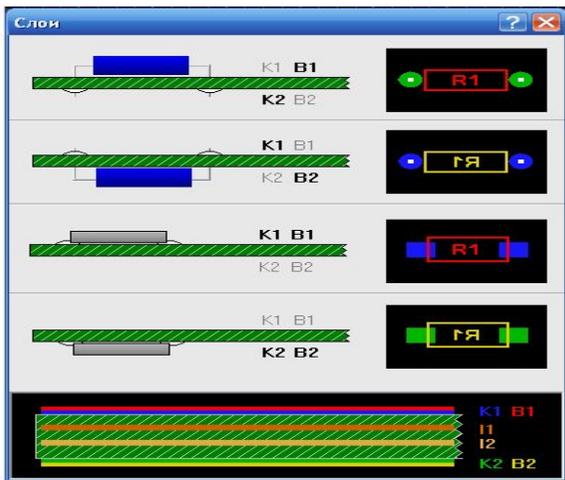
Кнопки с установкой точки выбирают активный слой.

Щелчком левой кнопки мышки по значку "?" вызывается информация о слоях:

Расположение слоев на плате

пуск Sprint Layout ... Документ1 - ... Документ2 - ... Sprint-Layout5... Microsoft Pow... Sprint-Layout ... Sprint-Layout50 RU 12:05

Назначение и расположение слоев в SL6



Использование сторон (слоев) платы

Sprint-Layout поддерживает работу с 7-ю различными слоями. Все слои можно представить себе в виде прозрачных пленок. При включенной видимости всех слоёв, их можно просматривать насквозь.

Каждый слой имеет свое назначение:

- **Ф1** = Верхний токопроводящий слой (Фольга из меди)
- **Ш1** = Верхний слой шелкографии
- **Ф2** = Нижний токопроводящий слой (Фольга из меди)
- **Ш2** = Нижний слой шелкографии
- **К** = Слой для контура и скрайбирования (вырезов) платы при фрезеровке
- **В1** = Верхний внутренний токопроводящий слой (для многослойной платы)
- **В2** = Нижний внутренний токопроводящий слой (для многослойной платы)

Верхняя и нижняя стороны платы имеют по два слоя. Первый из слоёв предназначен для создания электрических соединений (**Ф**), второй - для нанесения различных логотипов, маркерных линий и текста (**Ш**).

На слое **К** наносится контур платы, который может быть как простым прямоугольником или окружностью, так и иметь гораздо более сложную форму с использованием перфорации для разлома плат и внутренних вырезов. Слой **К** в основном используется при заводском изготовлении плат.

Назначение и расположение слоев в SL6

Sprint-Layout 6.0

Скрыть Назад Вперед Печать

Сод.

При создании платы следует помнить основные правила:

- Сторона платы 1 является верхней стороной.
- Сторона платы 2 является нижней стороной.
- На рабочем поле плата располагается верхней стороной к разработчику и просматривается насквозь.
- Текст или компоненты, установленные на нижнюю сторону платы, видны в зеркальном отображении (этот разворот Sprint-Layout делает автоматически).

Каждый новый элемент будет установлен на текущую **активную** сторону (слой).

Выбор **активной** стороны (слоя) производится на соответствующей панели, расположенной в строке состояния:

видимая	Ф1	Ш1	Ф2	Ш2	К	?
активная	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Сторона (слой), выбранная в качестве **активной**, обозначена **зеленой** точкой.

Отображением сторон (слоев) на рабочем поле можно управлять в строке **видимая** на этой панели. При нажатии левой кнопкой мыши на обозначениях сторон (слоев) Ф1, Ш1, Ш2 или К (сторона Ф2 в данном примере активная), эти буквы будут перечеркиваться белой линией и отображение выключенной стороны (слоя) прекратится. Выключить **видимость** активной стороны (слоя) невозможно.

Для переключения активности сторон Ф1 и Ф2 можно использовать клавишу **F9**, для слоёв В1, В2 и К - клавишу **F11**.

При нажатии левой кнопки мыши на знаке "?" на экран будет выведено окно, поясняющее использование сторон (слоев) платы:

Использование сторон (слоев) платы

The diagram illustrates three configurations of a component on a two-layer board (Ф1 Ш1 and Ф2 Ш2):

- Top configuration:** Component on Ф1 Ш1. Ф1 Ш1 is visible (checked), Ф2 Ш2 is visible (checked). Component R1 is active (green dot).
- Middle configuration:** Component on Ф2 Ш2. Ф1 Ш1 is visible (checked), Ф2 Ш2 is visible (checked). Component R1 is active (blue dot).
- Bottom configuration:** Component on Ф1 Ш1. Ф1 Ш1 is visible (checked), Ф2 Ш2 is visible (checked). Component R1 is active (red dot).

пуск

Sprint Layout ... Документ1 - ... Документ2 - ... SprintLayout 6... Microsoft Pow... Sprint-Layout ... Sprint-Layout 6.0 RU 11:55

Создание черно-белого изображения и сетки

The image shows the Sprint-Layout 5.0 software interface. The main workspace displays a PCB layout on a grid. A dialog box titled "Установки" (Settings) is open, showing the "Цвета" (Colors) tab. The "Вариант" (Variant) is set to "Стандартный" (Standard). The color palette includes:

- Фон (Background) - Black
- Сетка (Grid) - Gray
- M1 (Медь-верх) (Copper-top) - Blue
- K1 (Компоненты-верх) (Components-top) - Red
- M2 (Медь-низ) (Copper-bottom) - Green
- K2 (Компоненты-низ) (Components-bottom) - Yellow
- B1 (Внутренний 1) (Internal 1) - Orange
- B2 (Внутренний 2) (Internal 2) - Light Orange
- Ф (Контурный) (Contour) - White
- Виртуальные линии связей (Virtual connection lines) - Light Green

The "Свойства" (Properties) panel on the right shows the board dimensions: Ширина: 40.00 мм, Высота: 50.00 мм, and Название: Platine 1. The "Библиотека" (Library) panel shows a tree structure with items like 11.LMK, PCB, SMD, TH, Users, Сетка.LMK, SHM, and Сетка 2,5.LMK. The status bar at the bottom shows coordinates (X: 18,8 мм, Y: 0 мм) and active layers (M1, K1, M2, K2, Ф).

Создание черно-белого изображения и сетки

The image shows the Sprint-Layout 5.0 software interface. The main workspace displays a PCB layout on a 2.5 mm grid. The layout includes a central component footprint with several pads and a surrounding copper pour area. The interface includes a menu bar (Файл, Редактор, Проект, Действия, Опции, Регистрация, Помощь), a toolbar, and a left-hand tool palette with various drawing tools like cursor, scale, conductor, contact, SMD pads, circles/arcs, polygons, figures, text, connections, autorouting, control, measurement, and mask. A right-hand panel shows properties for the selected 'Плата' (Board) with dimensions of 40.00 mm width and 50.00 mm height, and a name 'Platine 1'. A 'Библиотека' (Library) panel on the right lists components like SMD, TH, Users, and various grid (Сетка) files. A 'Установки' (Settings) dialog box is open in the foreground, showing the 'Цвета' (Colors) tab. The 'Вариант' (Variant) is set to 'Платный' (Plated). The color list includes: Фон (White), Сетка (Black), M1 (Медь-верх) (Black), K1 (Компоненты-верх) (White), M2 (Медь-низ) (Black), K2 (Компоненты-низ) (Grey), B1 (Внутренний 1) (Orange), B2 (Внутренний 2) (Light Orange), Ф (Контурный) (Black), and Виртуальные линии связей (Cyan). A 'Установить как стандартный' (Set as standard) button is also present. The bottom status bar shows coordinates (X: 18,8 мм, Y: 0 мм) and active layers (видим. M1, M2, K2, Ф). The Windows taskbar at the bottom shows the system tray with the time 11:16 and various application icons.

Общие рекомендации по трассировке печатной платы

При выполнении трассировки необходимо придерживаться следующих рекомендаций [22]:

1) трассировку начинают с сигнальных цепей от входных к выходным каскадам. Затем формируют цепи питания и в последнюю очередь заземляющие проводники, располагая их, по возможности, между входными и выходными цепями;

2) если входные - выходные контакты платы заданы таблицей соединений или определены принципиальной схемой, то разводка входных - выходных цепей выполняется в первую очередь;

3) следует избегать длинных проводников и проводников сложной формы. Необходимо минимизировать суммарную длину соединений, число переходных отверстий, число перегибов. Это позволит уменьшить паразитные параметры платы, повысить надежность и технологичность;

4) при выполнении проводников длиной более 70 мм (при ширине менее 0,5 мм) необходимо предусмотреть переходные отверстия или местное расширение проводника типа контактной площадки размером не менее 1x1 мм для улучшения сцепляемости проводника с основанием печатной платы;

5) элементы проводящего рисунка располагают от края платы, паза, выреза на расстоянии не менее толщины платы, а для плат толщиной до 1 мм - на расстоянии не менее 1 мм;

6) сужать проводники до минимального значения следует только в узких местах на возможно меньшей длине;

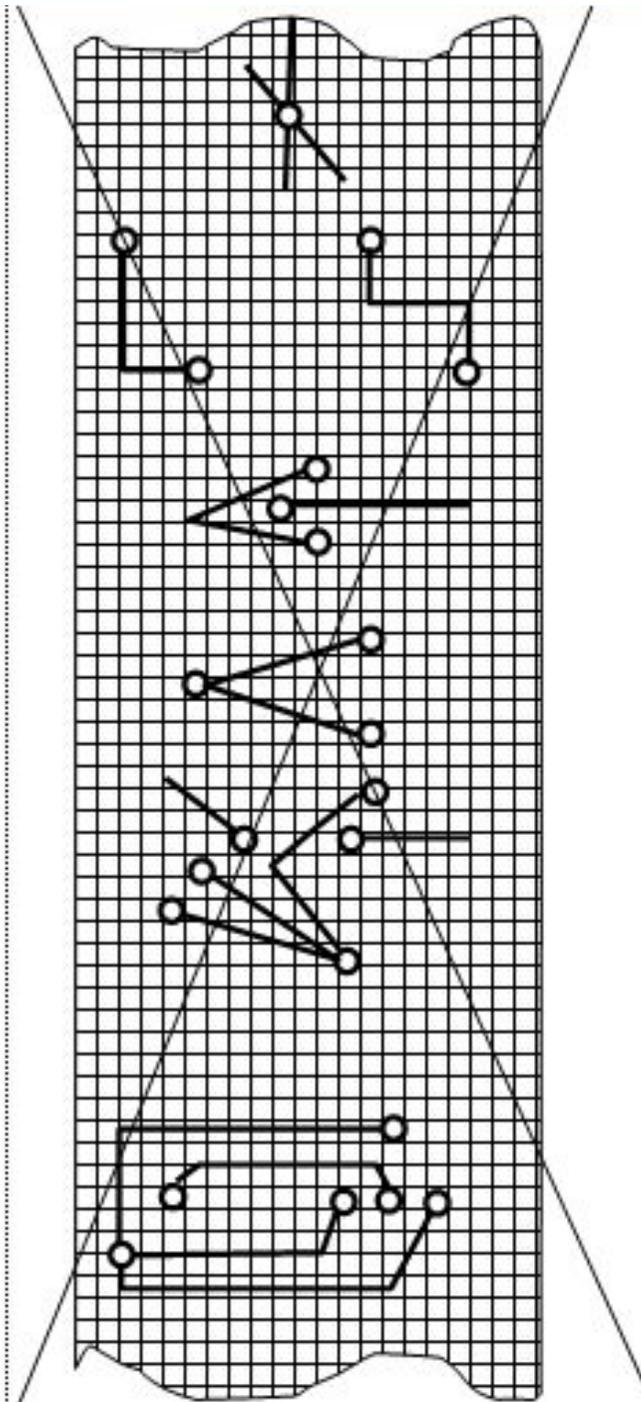
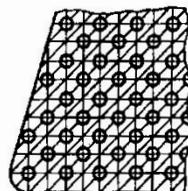
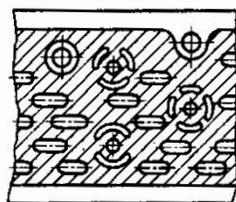
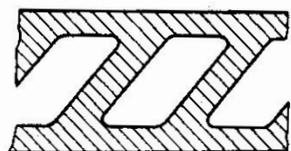
7) проводники располагают равномерно по полной площади печатной платы параллельно линиям координатной сетки или под углом, кратным 15° (предпочтительными являются перегибы в 45° , 90° и 135°). Не следует выполнять перегибы проводников под острым углом;

Общие рекомендации по трассировке печатной платы

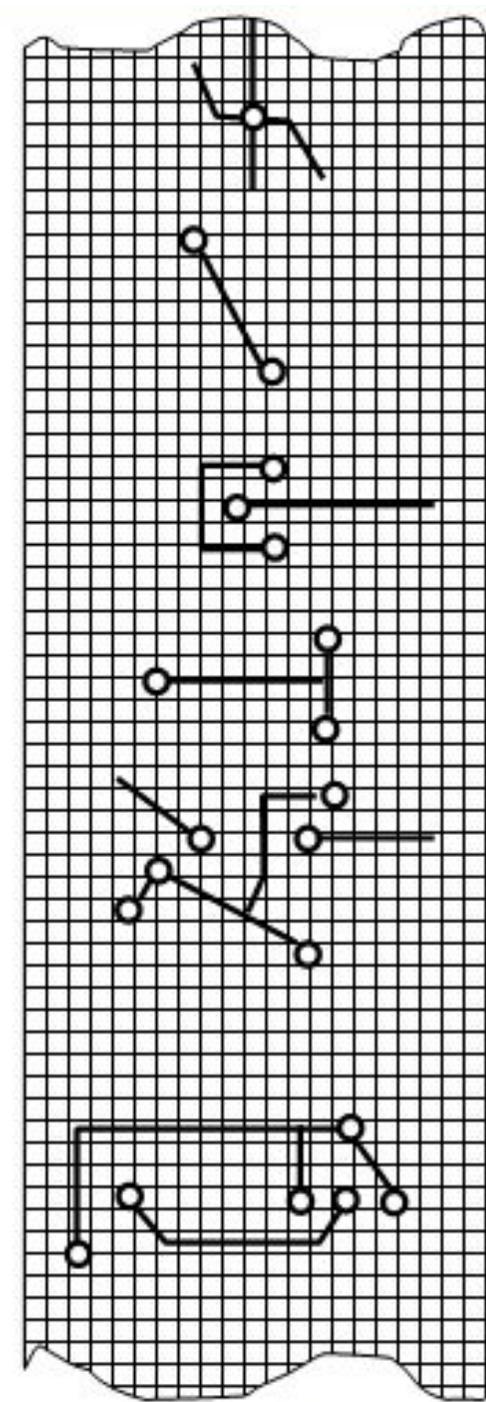
9) экраны и проводники шириной более 5 мм следует выполнять с вырезами (во избежание вспучивания проводников при пайке). Площадь вырезов должна быть не менее 50% общей площади экрана, форма - произвольная. Вокруг монтажных отверстий, электрически связанных с экраном, рекомендуется выполнять 2-4 векторных выреза на расстоянии 1,0-1,5 мм от края отверстия (рисунок 3.17);

10) цепи земляных шин, по которым текут суммарные токи, следует выполнять максимальной ширины; 11) печатный проводник, проходящий между двумя контактными площадками, следует располагать так, чтобы его ось была перпендикулярна линии, соединяющей центры отверстий. В узких местах допускается предусматривать подрезку контактных площадок с сохранением общей площади или выполнять их несимметричными.

В заключение приведем рекомендуемое (а) и нерекомендуемое (б) расположение печатных проводников и их соединений (рисунок 3.18).



а



б

Рисунок 3.18 – Рекомендации по расположению печатных проводников



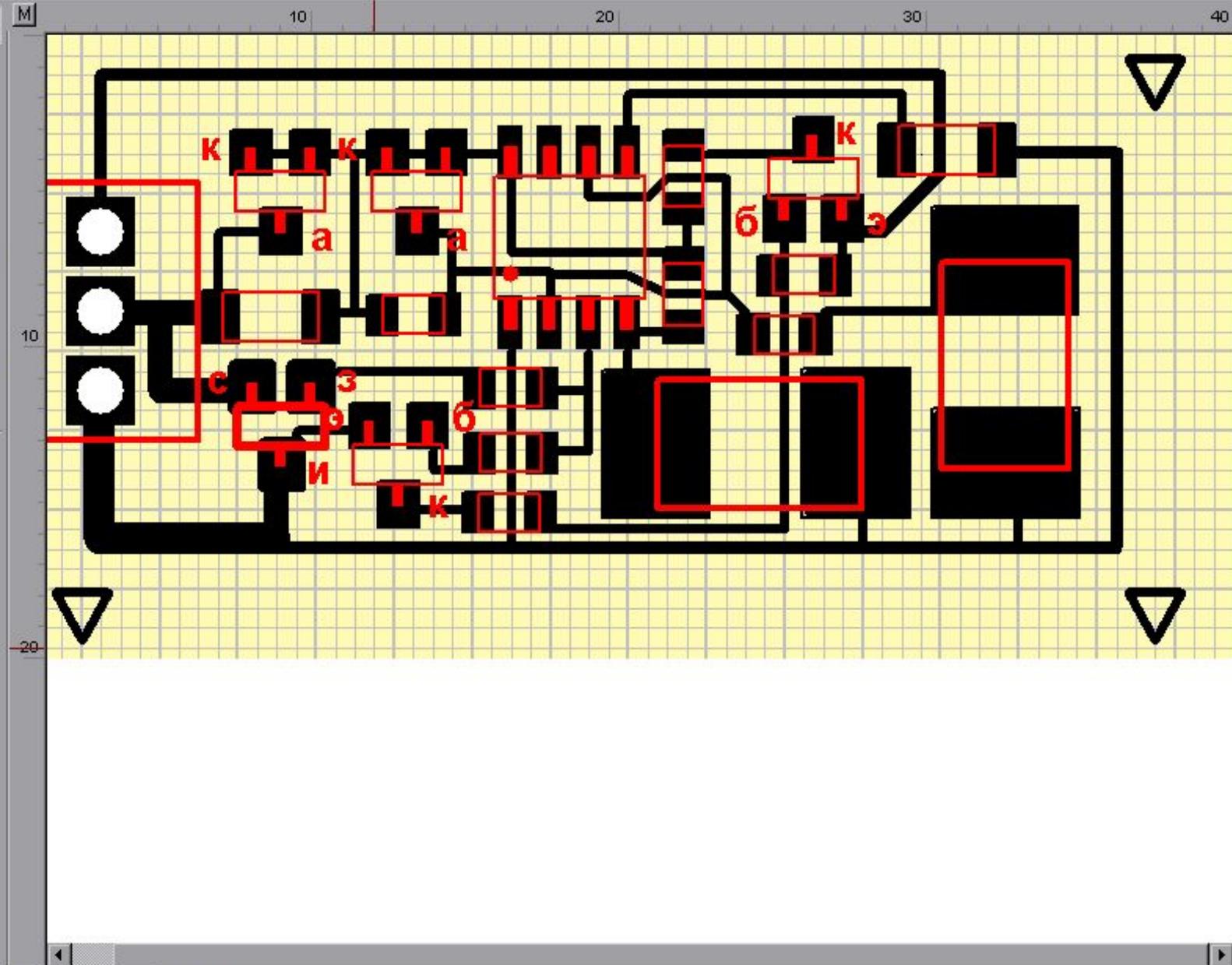
- Указка
- Лупа
- Проводник
- Пятачок
- Круг
- Закраска
- Мн.Гранник
- Надпись
- Надпись
- Перемычки
- Тест

0,635 мм

0.1

1.5

0.0



Макросы

d: [vlad]

- Рисуем схему и г
- Рисуем плату
- Sprint-Layout
- Makros
- SMD

- QU-HC49.LMK
- QU-SXA.LMK
- R-TRIMM.LMK
- SC-79.LMK
- SCD-80.LMK
- SO-08.LMK
- SO-14.LMK
- SO-16.LMK
- SO-20.LMK
- SO-24.LMK
- SO-28.LMK**
- SOD-123.LMK
- SOD-323.LMK
- SOT-143.LMK
- SOT-143R.LMK
- SOT-223.LMK
- SOT23 диод А.lmk
- SOT23 диод К.lmk
- SOT23 к верх.lmk
- SOT23 к низ.lmk
- SOT23 полевик.lmk

Добавить Удалить

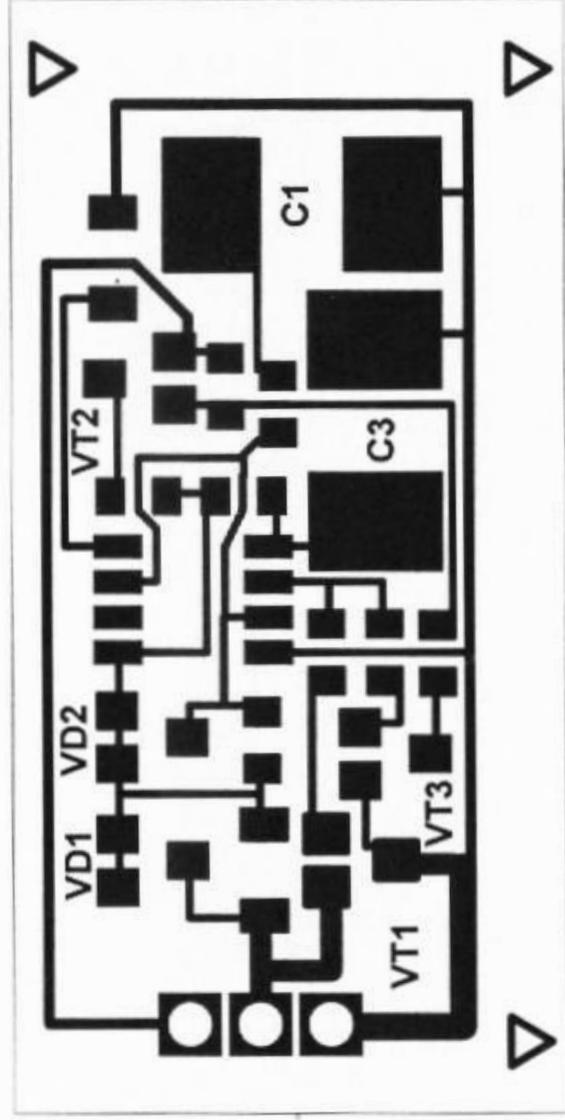
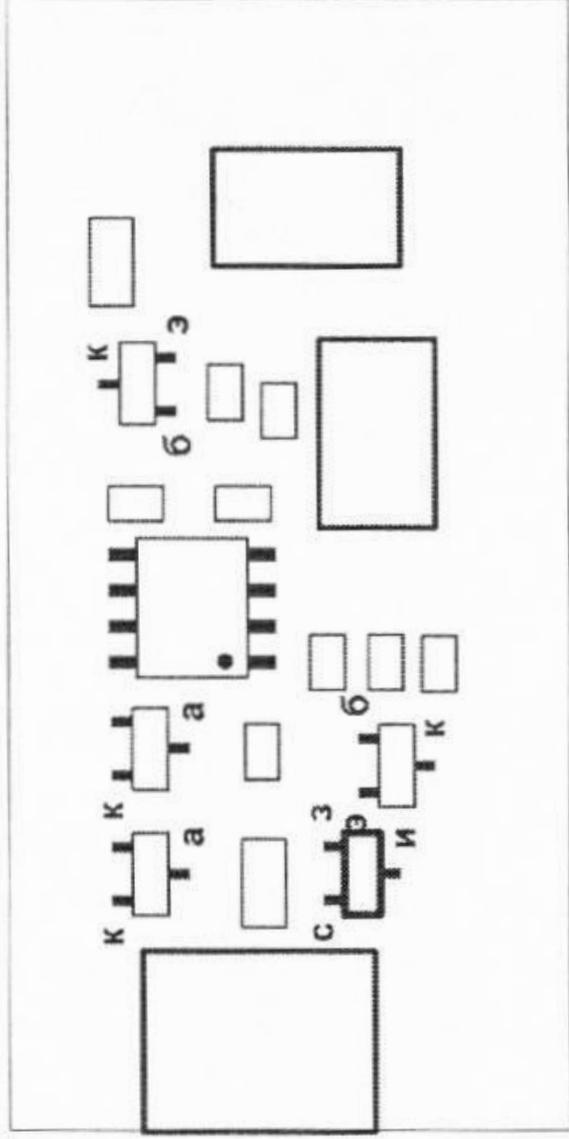
Нажми и Переноси

X: 12,06 мм Y: 19,68 мм

Активн. P1 M1 P2 M2

Показ

Размер платы 40 x 20 мм



Оформление чертежей печатных плат

Особенности оформления чертежей печатных плат (ГОСТ2.417-91)

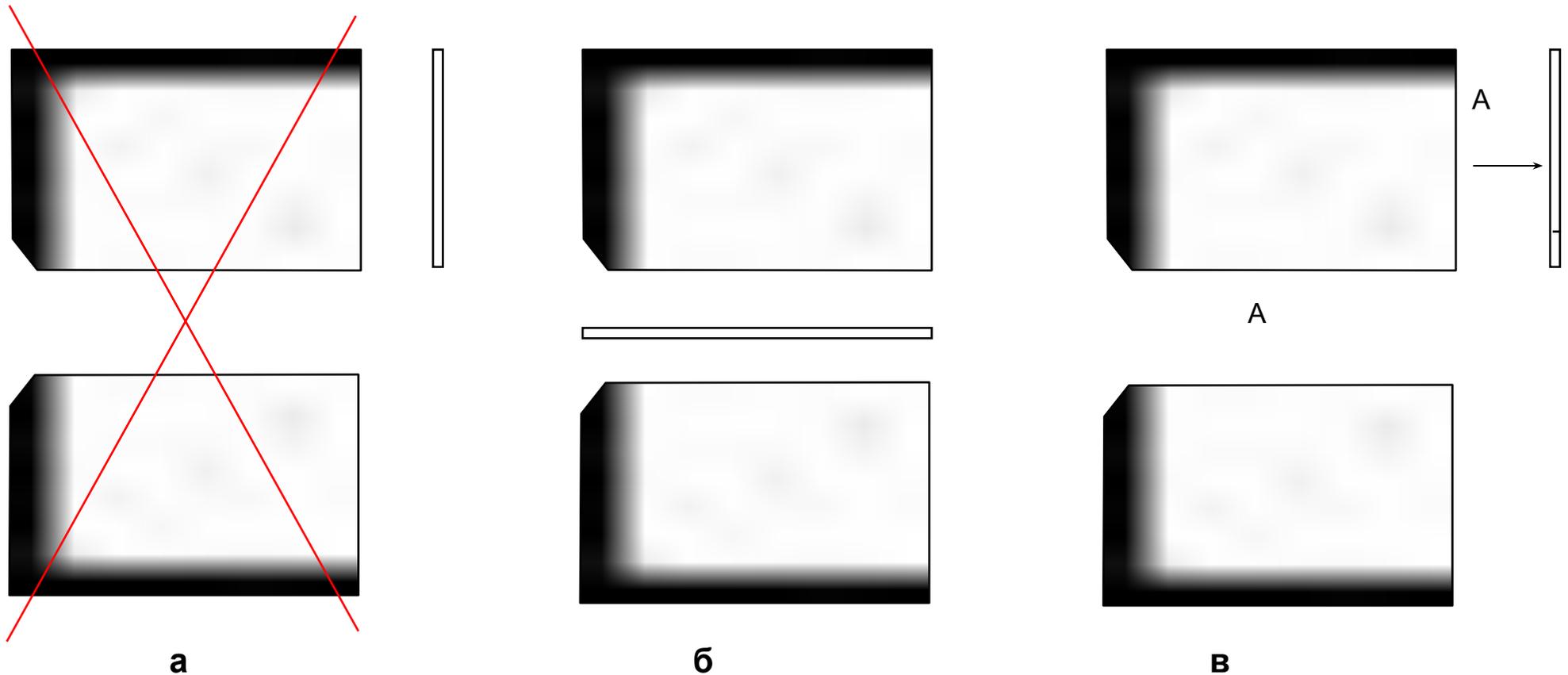
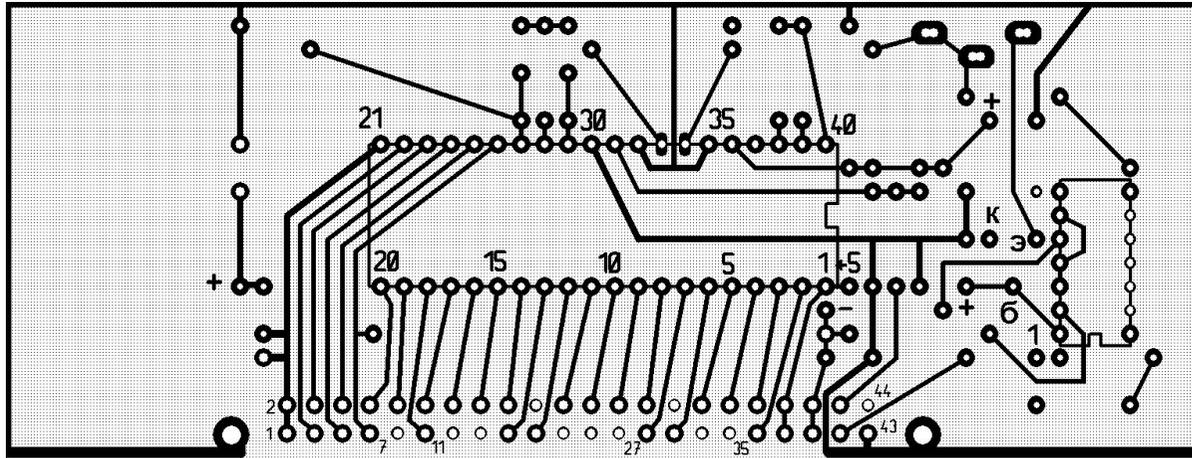


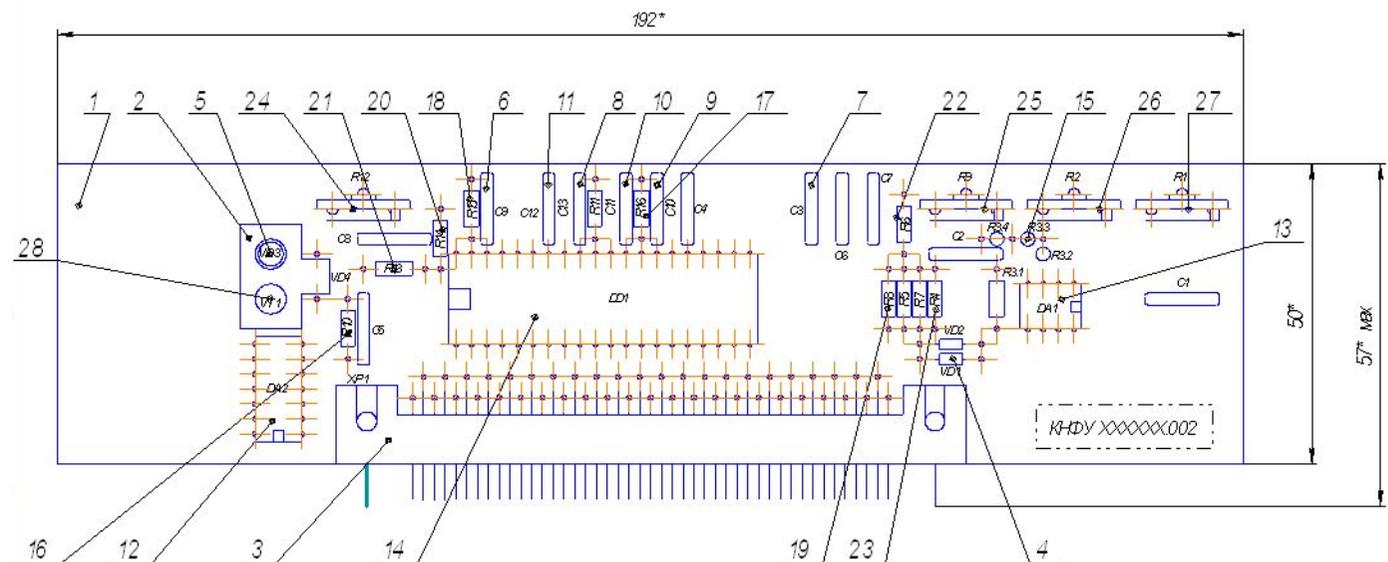
Рисунок 5.6 – Неправильное (а) и правильное (б,в)
расположение проекций печатной платы

Ориентация видов на чертеже печатной платы и сборочном чертеже радиоэлектронного узла должны совпадать

Печатная плата



Сборочный чертеж узла



Пример оформления чертежа печатной платы

8LXXXXXX БФНУ

$\sqrt{Rz40}$ (✓)

Таблица 2

Параметры	Размеры, мм
Ширина проводника	0,4
Расстояние между проводниками, контактными площадками, проводниками и контактными площадками	не менее 0,25

Таблица 1

Условное обозначение отверстий	Диаметр отверстий, мм	Наличие металлизации отверстий	Количество отверстий
⊙	2,2±0,1	нет	4

8. Проводники покрывать сплавом "РОЗЕ" ТУ 6-09-4065-75.
 9. Маркировать сеткографическим способом краской БМ Белый ТУ 20-02-859-78 шрифтом 3 по НО.010.007.
 10. Децимальный номер маркировать травление шрифтом 3 мм.
 11. Остальные технические требования по ОСТ 4.ГО.070.014.

Уточнить размеры для справок

1. *Размер для справок.
2. Плату изготовить фотохимическим методом.
3. Плата должна соответствовать ОСТ 4.ГО.077.200.
4. Шаг координатной сетки 0,635 мм, сетка начерчена с пропусками в 2 линии. Обозначена
6. Класс точности платы 3 по ГОСТ Р53429-2009
7. Конфигурацию проводников выдерживать по чертежу с отклонение +0,2 мм. Допускается скругливание углов контактных площадок проводников.

КНФУ XXXXXX.78			
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Шестаков А.А.		
Проб.	Леушин В.Н.		
Т.контр.			
Н.контр.			
Утв.			
Плата печатная			Лит. Масса Масштаб
			2,5:1
Стеклотекстолит СФ-1-35-15 ГОСТ 10316-78			Лист Листов 1
Копировал			ПГТУ ЭИИ-31 Формат А3

Перв. проект

Справ. №

Подп. и дата

Изм. №

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.

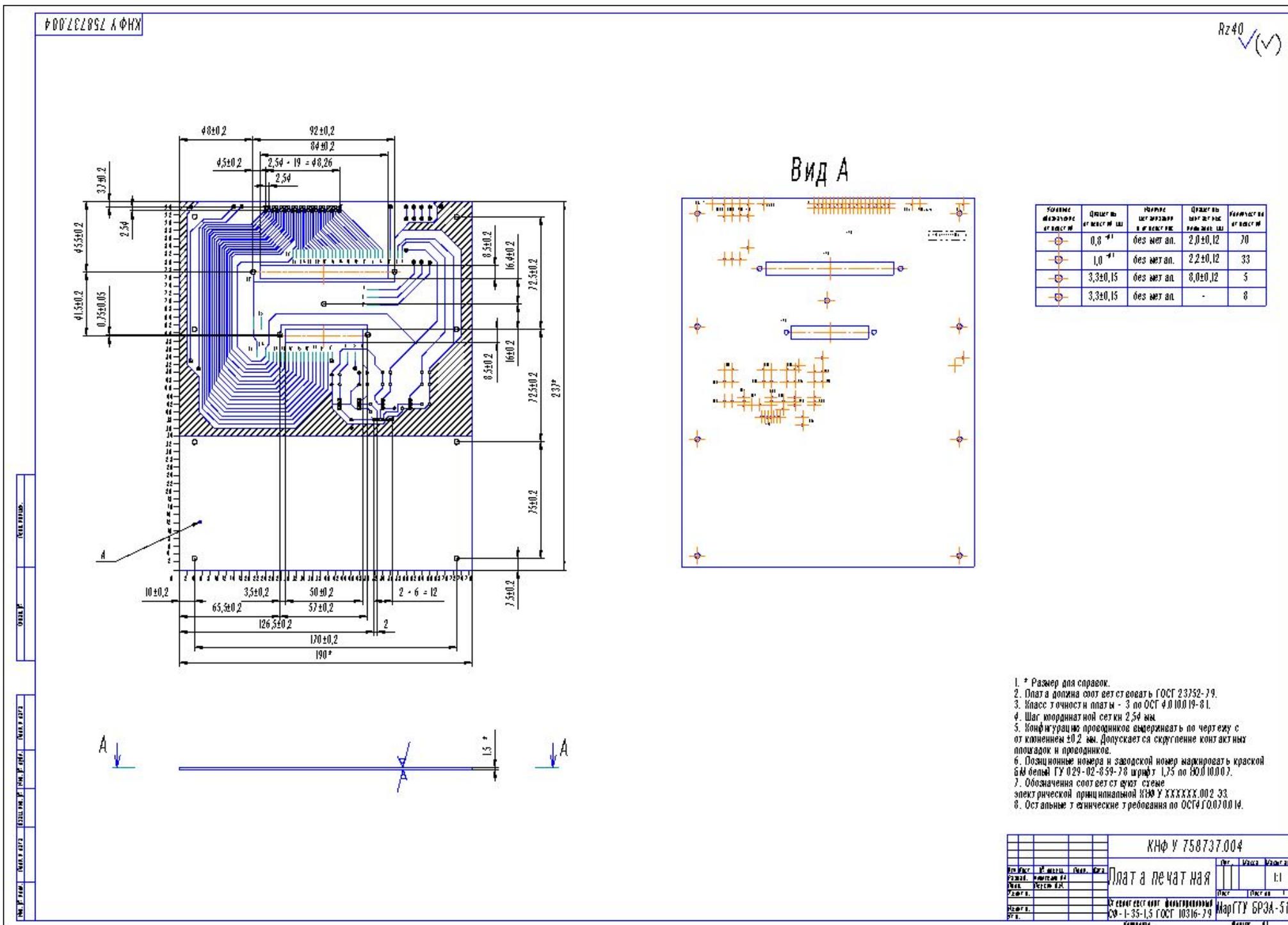
Состав и последовательность изложения ТТ на чертеже печатной платы

1. Печатную плату изготовить ... методом.
2. Размеры для справок.
3. Печатная плата должна соответствовать ГОСТ 23752—79, группа жесткости
4. Шаг координатной сетки ..., мм.
5. Проводники выполнять шириной ... (с допуском) мм.
6. Расстояние между проводниками не менее ... мм.
7. Допускается в узких местах занижение размера контактных площадок до ... мм.

Параметры элементов печатного монтажа рекомендуют представлять в виде таблиц (см. выше) и размещать в любом свободном месте чертежа (но только не между текстом технических требований и основной надписью!!!)

8. Покрытие, например, олово—свинец (61) оплавленное по ГОСТ 9.306-85.
9. Масса покрытия ..., кг (только для драгоценных металлов).
10. После выполнения проводящего рисунка плату покрыть паяльной маской....
через трафарет....
10. Маркировку выполнить шрифтом 2,5 по НО.010.007, в узких местах — шрифтом 2 краской.... цвет...

Пример оформления чертежа печатной платы



Пример оформления сборочного чертежа

Перв. размеч.	97 870'XXXXXX БФНУ			
Станд. №				
Изд. №				
Изд. №				
Изд. №				
Изд. №				
Изд. №				
Изд. №				

Размеры должны быть кратны шагу сетки

Все ли справочные размеры приведены?

1. *Размер для справок.
2. Электромонтаж выполнять согласно КНФУ XXXXXX.078 ЗЗ.
3. Установку элементов проводить по ОСТ 4.ГО.010.030.-81
4. Паять припоем ПОС-61 ГОСТ21931-76
5. Обозначения соответствуют схеме

Или использовать паяльную пасту?

Уточнить размер шрифта

6. Заводской номер маркировать краской БМ белый ТУ 029-02-859-78 шрифт 3 по НО.010.007. Место маркировки показаны условно.

7. Остальные технические требования по ОСТ 4ГО.010.015.

КНФУ XXXXXX.078 СБ			
Изм. Лист	№ док.м.	Подп.	Дата
Разраб.	Шестаков А.А.		
Проб.	Лещин В.Н.		
Т.контр.			
Н.контр.			
Утв.			
Фильтр низкой частоты Сборочный чертёж		Лист	Масштаб
		1	2,5:1
		Листов	1
		ПГТУ ЭиН-31	
Копировал		Формат А3	

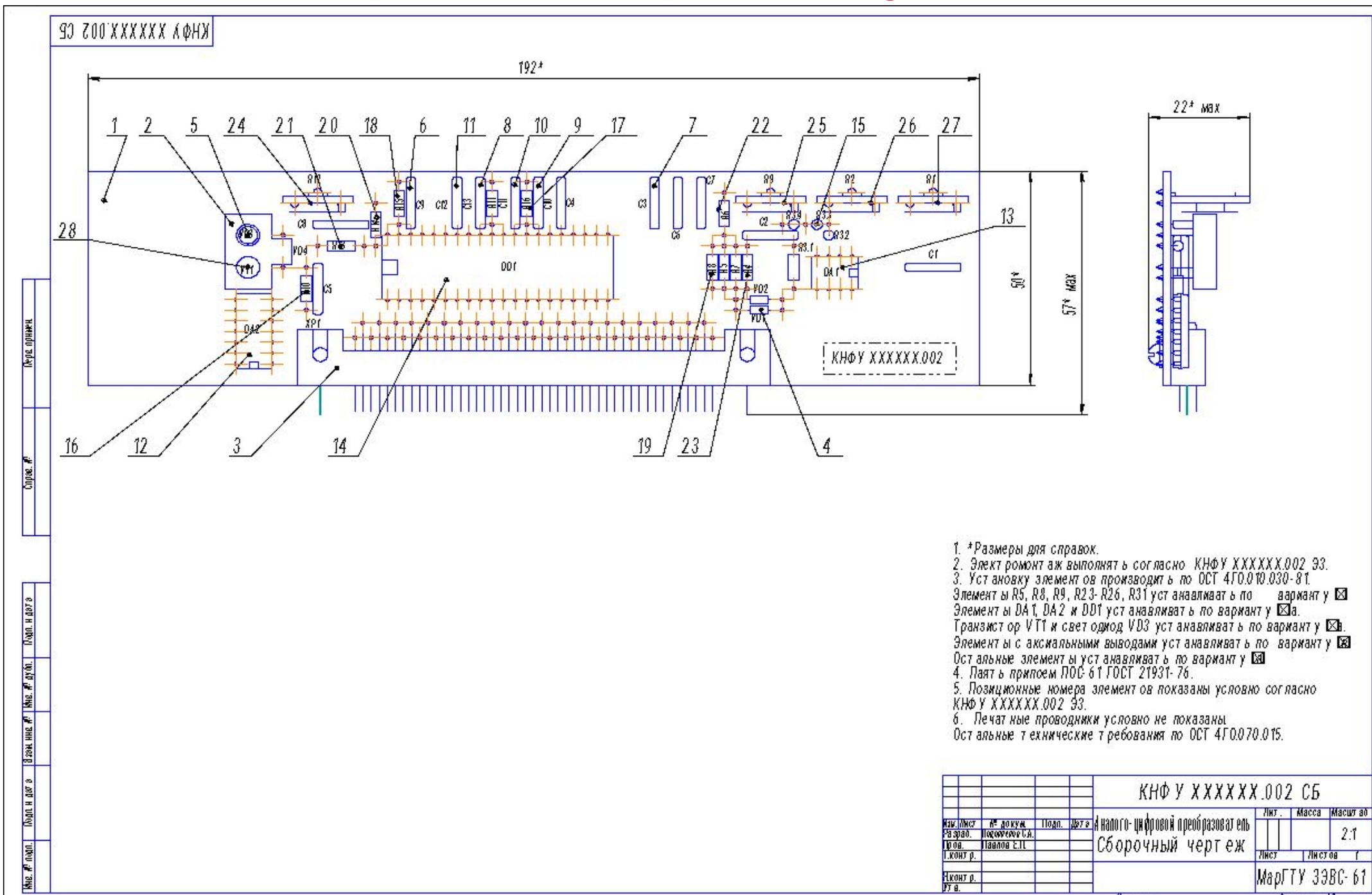
Пример оформления сборочного чертежа радиоэлектронного узла

1. Υεάεο θρίττο άε άυττεργό υ ητ άεάνττ Εί Ό Ό XXX.XXX.010 Υ3
2. *Δάχι άθυ άεγ ητ άάττε.
3. Όño άίττεό γεάι άί ότ ά τ δεράττεο υ ττ τ ΝΌ 4Άτ.010.030-81. Δάρεño τθθ R3 ε R6 όño άίττεό υ ττ άάδεάτ όό ~~8~~ η τθεεεεεετ ε τά τ άño εέο Εί ε ράεθάττεο υ ηετ άτ ε ττ ρ. 10, τ εέθτ ηόάι ό DD1, DD2 όño άίττεό υ ττ άάδεάτ όό ~~8~~, τño άευτ όά γεάι άί ό ό όño άίττεό υ ττ άάδεάτ όό ~~7~~
4. τ άγο υ τθεττάτ ττ Ν-61 Άτ ΝΌ21931-76.
5. τ άτ ρά-άτ εγ ητ τ.άάθ ηό άόθό ηόάι ά γεάεο δε-άηετ ε τθετθεττευττε Εί Ό Ό XXX.XXX.010 Υ3
6. ττ ηεά τθεάάθεε τεάο ό ττεθυό υ εάεττ ΌΔ-231 ΌΌ6-10-863-84, τάάθάάγ τό ττεθυό εγ άάϑύάτ XP1.
7. ϐάάτ άηετ ε τττ άθ τ άδεέθτ άάο υ εθάηετ ε Ατ, άάεθε ΌΌ 029-02-859-78 ρ θεό ό 3 ττ ττ.010.007. τ άño τ θεάνττ ετ άεάτ εγ τ άδεέθτ άεε ττ εάϑάτ ό όηετ άίττ.
8. τño άευτ όά ό άότ ε-άηεεά ό άάάτ άάτ εγ ττ τ ΝΌ 4Άτ.010.015.

Είττ.	Εενο	τ άρεθτ.	ττ αρ.	Άόό ά
Δάϑόά.	ε θ-άτ ετ			
τ άτ.	Ε άόετ			
θ εττ ό θ.				
τ εττ ό θ.				
θό ά.				

Εί Ό Ό Ό Ό Ό Ό Ό Ό Ό Ό Ό Ό ΝΆ		
Εεθ.	τ άηηά	τ άηθόάά
Άάί άθάο τ θ		
Νάτ θτ =τ ό ε =άθθ άε		
Εενο	Εενοτ ά	τ
τ άθΆΌΌ ϐΔΔΌ-42		
Εττεθτ άεε		
θ τθεάο Α3		

Пример оформления сборочного чертежа радиоэлектронного узла



Спецификация (ГОСТ 2.106-96)

Спецификацию составляют на отдельных листах на каждую сборочную единицу, комплекс и комплект по форме 1 и 1а.

В спецификацию вносят составные части, входящие в специфицируемое изделие, а также конструкторские документы, относящиеся к этому изделию и к его неспецифицируемым частям.

Спецификация в общем виде состоит из разделов, которые располагают в следующей последовательности:

- документация;
- комплексы;
- сборочные единицы;
- детали;
- стандартные изделия;
- прочие изделия;
- материалы;
- комплекты.

Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе «Наименование» по центру графы и подчеркивают. Допускается объединять разделы «Стандартные изделия» и «Прочие изделия».

Спецификация

В раздел «Документация» вносят документы, составляющие основной комплект конструкторских документов специфицированного изделия, кроме его спецификации, а также документы основного комплекта записываемых в спецификацию неспецифицируемых составных частей (деталей), кроме их рабочих чертежей (например, теоретический чертеж, габаритный чертеж, программа и методика испытаний, технические условия и др.)

Документы внутри раздела записывают в следующей последовательности:

- документы на неспецифицируемые составные части.
- документы на специфицируемое изделие

Документы в каждой части раздела записывают в порядке, оговоренном для заполнения разделов «Комплексы», «Сборочные единицы» и «Детали», а в пределах обозначения изделия – в последовательности, в которой они перечислены в ГОСТ 2.102-68 (таблица 3).

5.3 Виды и комплектность конструкторских документов

Код документа	Наименование документа	Техническое предложение	Эскизный проект	Технический проект	Рабочая документация на				Дополнительные указания
					детали	Сборочные единицы	Комплексы	комплекты	
-	1. Чертеж детали	-	-	○	○	-	-	-	Допускается не выпускать чертеж в случаях, оговоренных в ГОСТ 2.109-73
СБ	2. Сборочный чертеж	-	-	-	-	○	-	-	-
В0	3. Чертеж общего вида	○	○ ²	○ ¹	-	-	-	-	-
ТЧ	4. Теоретический чертеж	-	○ ¹	○	○	○	○	-	-
ГЧ	5. Габаритный чертеж	○	○	○	○	•	-	-	-
МЭ	5а. Электромонтажный чертеж	-	-	-	-	○	-	-	-

Спецификация

- Заполнение разделов *«Комплексы»*, *«Сборочные единицы»* и *«Детали»* рекомендуется производить в алфавитном порядке сочетания букв кодов организаций-разработчиков. В пределах этих кодов – в порядке возрастания классификационной характеристики, при одинаковой классификационной характеристике – по возрастанию порядкового регистрационного номера.

В разделе *«Стандартные изделия»* записывают изделия, примененные по стандартам: межгосударственным, государственным и отраслевым. В пределах каждой категории стандартов запись рекомендуется производить по группам изделий, объединенных по их функциональному назначению (например, подшипники, крепежные изделия, электрорадиоэлементы и т.п.), в пределах каждой группы – в алфавитном порядке наименований изделий, в пределах каждого наименования – в порядке возрастания обозначений стандартов, а в пределах каждого обозначения стандарта – в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

Заполнение раздела «Стандартные изделия»

1. Категория стандарта

межгосударственный,
государственный
отраслевой

2. Группа по функциональному назначению (например:

подшипники,
крепежные изделия,
электрорадиоэлементы и т.п.),

3. В пределах каждой группы – в алфавитном порядке наименований изделий

диоды
конденсаторы
резисторы

4. В пределах каждого наименования – в порядке возрастания обозначений стандартов (например:

Винт ГОСТ 1481-84
ВинтГОСТ 1491-80

5. В пределах каждого обозначения стандарта – в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

Спецификация

В раздел «Прочие изделия» вносят изделия, примененные по техническим условиям. Запись изделий рекомендуется производить по группам, объединенным по их функциональному назначению; в пределах каждой группы – в алфавитном порядке наименований изделий, а в пределах каждого наименования – в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия (или обозначения марки изделия, например:

Микросхема К555ИЕ5 БКО.348.289 ТУ

Микросхема К555ЛА3 БКО.348.289 ТУ

Микросхема К555ЛА8 БКО.348.289 ТУ).

В раздел «Материалы» вносят все материалы, непосредственно входящие в специфицируемое изделие. Материалы рекомендуется записывать по видам в следующей последовательности:

- металлы черные;
- металлы магнито-электрические и ферромагнитные;
- металлы цветные, благородные и редкие;
- кабели, провода и шнуры;
- пластмассы и пресс-материалы;
- бумажные и текстильные материалы;
- лесоматериалы;
- резиновые и кожевенные материалы;
- минеральные, керамические и стеклянные материалы;
- лаки, краски, нефтепродукты и химикаты;
- прочие материалы.

В пределах каждого вида материалов рекомендуется записывать их в алфавитном порядке наименований, а для одинаковых по наименованию - по возрастанию параметров, например толщины.

В раздел «Материалы» не записывают материалы, необходимое количество которых не может быть определено конструктором по размерам элементов изделия и вследствие этого устанавливаются технологом. К таким материалам относят, например: лаки, краски, клей, смазки, припой, электроды. Указания о применении таких материалов дают в технических требованиях на поле чертежа.

Спецификация. Пример оформления

Í áá. í ðéi áí.		Í áí çí à=áí eá	Í àèì áí í ááí eá	Éí e.	Í ðéi á-áí eá
			Áí eóì áí ò àðèÿ		
Á3		ÉÍ Ô Ó XXX.XXX.010 NÁ	Náí ðí ÷í ú é ÷á ðò áæ		
Á4		ÉÍ Ô Ó XXX.XXX.010 Ý3	Nóáí à ýéáèò ðé=áñeáÿ í ðéí eéí eáeúí áÿ		
Á4		ÉÍ Ô Ó XXX.XXX.010 Í Ý3	Í á ðá=áí ù ýéáí áí ò í á		
Á4		ÉÍ Ô Ó XXX.XXX.010 Í Ç	Í í ÿñí eò áéúí áÿ çáí eñéá		
			Ááò áèè		
Á3	1	ÉÍ Ô Ó 758.716.010	Í eáò à í á=àò í áÿ	1	
			Í ðí ÷eá eçááèèÿ		
			Éí í ááí ñàò í ðú		
			Í AE0.460.107 ÓÓ		
	2		E10-17-2á-Í 47-0,01 í eÓ	2	C1, N4
	3		E10-17-2á-Í 1500-0,01 í eÓ	3	C2, N3, N5
	4		Í eé ðí ñóáí à ÉÐ1006ÁÉ1	2	DD1, DD2
			Ðáçeñò í ðú		
			Í AE0.467.097 ÓÓ		
	5		N2-23 - 0,125 - 1 éí í ±10%	3	R1, R2, R5
	6		N2-23 - 0,125 - 22 éí í ±10%	1	R4
			Í àò á ðéáéú		
	7		Í ðí áí ä í í - 0,5 Áí NÓ....	25	í í
		ÉÍ Ô Ó ÔÕÕ.XXX.010 NÁ			
Éçí Eeñò	Í áí eóí.	Í í áí.	Ááò á		
Ðáçðáá.	Þ ð=áí éí			Eéó.	Eeñò
Í ðí á.	Eáððéí				Eeñóí á
Í eí í ò ð.					Í
Óó á.				Í á ðÁÓÓ ÇÐÐÒ-42	
		Éí í eéí áæ		Ó í ðí áò	A4

Общие требования к выполнению схем и перечня элементов (ГОСТ 2.702)

- Схема электрическая принципиальная совместно с перечнем элементов определяет полный состав элементов и связей между ними. Оформление этих документов производится в соответствии со стандартами ГОСТ 2.702 - 75, ГОСТ 2.751-73. Элементы на схеме изображают в виде условных графических обозначений (УГО) согласно ГОСТ 2.721 ...ГОСТ 2.760, при этом УГО ориентируются вдоль формата (исключение могут составлять мостовые схемы).
- Схемы выполняются без соблюдения масштаба, действительное пространственное расположение составных частей изделия либо не учитывается вообще, либо учитывается приближенно. Размеры условных графических обозначений, а также толщины их линий должны быть одинаковыми на всех схемах для данного изделия. Все размеры графических обозначений допускается пропорционально изменять. Графические обозначения на схемах следует выполнять линиями той же толщины, что и линии связи.

Линии связи

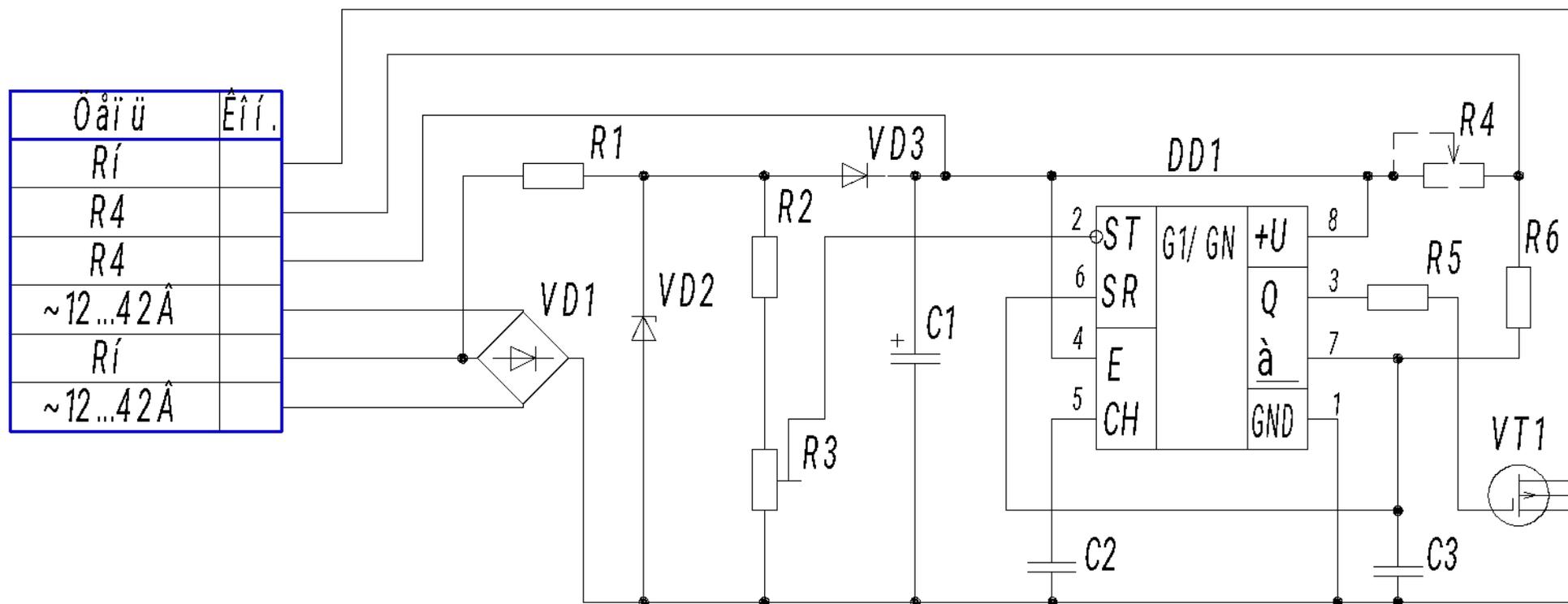
- Линии связи выполняют толщиной от 0,2 до 1 мм в зависимости от форматов схемы и размеров графических обозначений. Рекомендуемая толщина линий от 0,3 до 0,4 мм.
- На схемах должно быть наименьшее количество изломов и пересечений линий связи. Расстояние между соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3 мм, а расстояние между отдельными условными графическими обозначениями - не менее 2 мм.
- Линии связи располагаются параллельно сторонам формата. Допускается проводить их под углом для некоторых элементов (триггеров, мостовых схем).
- Для упрощения схемы допускается несколько электрически не связанных линий связи сливать в линию **групповой связи**, но при подходе к контактам или элементам каждую линию связи изображают отдельной линией. Линии групповой связи выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ 2.751-73. Толщина линии групповой связи выбирается в пределах (2 – 4) s. Слияние линий электрической связи в групповую выполняется под прямым углом либо под углом 45° (в последнем случае наклон линии должен соответствовать дальнейшему направлению прохождения линии связи). При подходе линий электрической связи под прямым углом с двух сторон к линии групповой связи расстояние между этими линиями должно быть не менее 2 мм.
- При слиянии линий связи каждую линию помечают в месте слияния и в месте разветвления условными обозначениями (цифрами, буквами или сочетанием букв и цифр).

Позиционные обозначения элементов

- Каждый элемент электрической схемы должен иметь позиционное обозначение в соответствии с ГОСТ 2.710-81. Порядковые номера позиционных обозначений присваиваются начиная с единицы для каждого вида элементов (конденсаторов, резисторов, диодов и др.) на схеме **сверху вниз в направлении слева направо**. Образно это можно представить в виде вертикального сканирования изображения схемы (в отличие от горизонтального построчного сканирования - что мы делаем при чтении).
- Позиционные обозначения проставляются на схеме рядом с условными графическими обозначениями элементов **с правой стороны** (например, для вертикально ориентированного обозначения резистора) **или над ними**. Поэтому надо быть внимательными при вычерчивании схемы и предусматривать в соответствующих местах зону, свободную от каких-либо обозначений (линий связи, УГО).
- При наличии в изделии нескольких одинаковых функциональных групп позиционные обозначения элементов, присвоенные в одной из этих групп, следует повторять во всех последующих группах. При этом вначале присваивают позиционные обозначения элементам, не входящим в функциональные группы, и затем элементам, входящим в функциональные группы. Обозначение функциональной группы, присвоенное в соответствии с ГОСТ 2.710-81, указывают около изображения функциональной группы.

Регулятор напряжения

Схема электрическая принципиальная



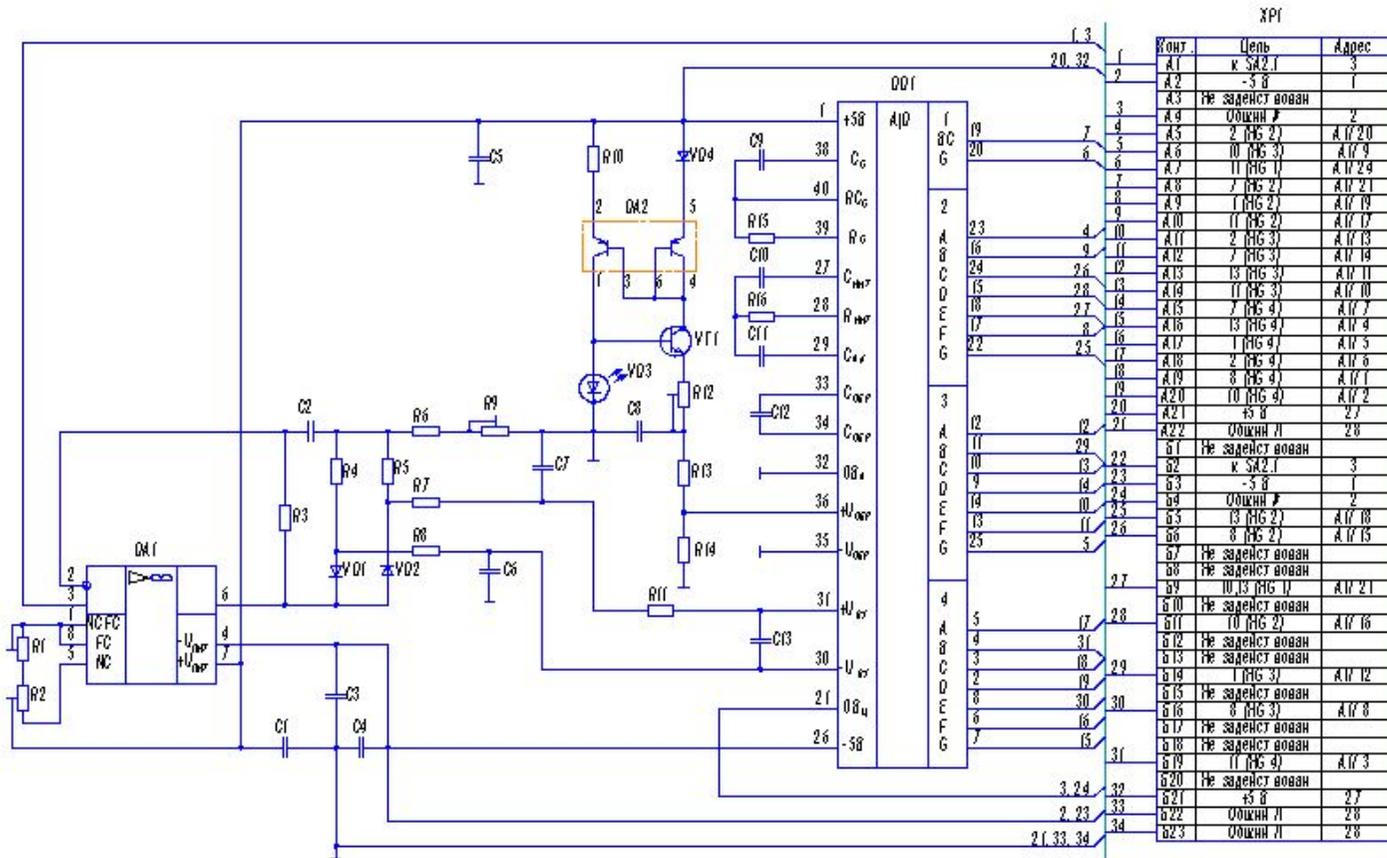
Перечень элементов

Перечень элементов схемы помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа. *Не допускается начинать перечень элементов на первом листе схемы, а заканчивать на последующих листах или на отдельных листах формата А4.* При выполнении перечня элементов в виде самостоятельного документа ему присваивают шифр ПЭ ЭЗ.

- Перечень элементов оформляют в виде таблицы, заполняемой сверху вниз, и располагают над основной надписью, при этом расстояние между перечнем элементов и основной надписью должно быть не менее 12 мм. Продолжение перечня элементов помещают слева от основной надписи, повторяя головку таблицы.

Совмещенное выполнение ЭЗ и ПЭ

ЕЕ 200'XXXXXX АФНХ



№з. элем. сим.	Наименование	Рез.	Примечание
Конденсаторы			
C1	КМ5 - 100 - 0,047 мкФ - 20404	0X0.460.042 ТУ	Г
C2	КМ6 - 100 - 1 мкФ - 20+80%	0X0.460.061 ТУ	Г
C3, C8	КМ5 - 100 - 0,047 мкФ - 20404	0X0.460.042 ТУ	Б
C9	КМ5 - 100 - 9 ГнФ ±2.0%	0X0.460.043 ТУ	Г
C10	КМ5 - 100 - 0,1 мкФ - 20+80%	0X0.460.043 ТУ	Г
C11	КМ6 - 100 - 0,47 мкФ - 20+80%	0X0.460.061 ТУ	Г
C12	КМ6 - 100 - 1 мкФ - 20+80%	0X0.460.061 ТУ	Г
C13	КМ5 - 100 - 0,01 мкФ - 20+50%	0X0.460.042 ТУ	Г
Микросхемы			
DA1	КР544УД2А	0X0.348.257 ТУ	Г
DA2	КР198НГ5А	0X0.348.483 ТУ	Г
DD1	КР572ПВ2А	0X0.348.432 ТУ	Г
Резисторы			
R1	СД3-27а - 0,25 - 1 МОм ±10%	0X0.468.168 ТУ	Г
R2	СД3-27а - 0,25 - 15кОм ±10%	0X0.468.168 ТУ	Г
R3	КММ - 0,125 - 33 МОм ±5%	0X0.467.080 ТУ	Г
R4, R5	С2-29 - 0,125 - 4,7 кОм ±0,05%	0X0.467.081 ТУ	2
R6	С2-29 - 0,125 - 3,61 кОм ±0,05%	0X0.467.081 ТУ	Г
R7, R8	С2-23 - 0,125 - 1 МОм ±5%	0X0.467.081 ТУ	2
R9	СД3-27а - 0,25 - 330 Ом ±10%	0X0.468.168 ТУ	Г
R10	С2-23 - 0,125 - 620 Ом ±5%	0X0.467.081 ТУ	Г
R11	СД3-27а - 0,125 - 1 МОм ±5%	0X0.467.081 ТУ	Г
R12	СД3-27а - 0,25 - 150 Ом ±5%	0X0.468.168 ТУ	Г
R13	С2-29 - 0,125 - 121 кОм ±0,05%	0X0.467.081 ТУ	Г
R14	С2-29 - 0,125 - 120 Ом ±0,05%	0X0.467.081 ТУ	Г
R15	С2-33 - 0,125 - 100 кОм ±5%	0X0.467.081 ТУ	Г
R16	С2-23 - 0,125 - 4,7 кОм ±5%	0X0.467.081 ТУ	Г
Диоды			
VD1, VD2	КД522Б	дРЗ.362.029 ТУ	2
VD3	АЛ102Б	ГГО.336.009 ТУ	Г
VD4	КД522Б	дРЗ.362.029 ТУ	Г
VG1	Транзистор КТ342Б	ЖГ.3.365.227 ТУ	Г
XPI	Вилка ГРПМШ-Г-45	ИЦО.364.016 ТУ	Г

КНФ У XXXXXX.002.93

АЦП

№з. РЭП	№з. ИЭП	№з. МЭП	№з. ДЭП	№з. СЭП	№з. ОЭП	№з. ПЭП	№з. ВЭП	№з. СВЭП

МарГТУ 338С-61

Перечень элементов

- В графу “Поз. обозначения” перечня элементов вносят позиционные обозначения элементов, устройств и функциональных групп. Заполнение этой графы производят по группам в алфавитном порядке позиционных обозначений (соответственно по латинскому алфавиту). В пределах каждой группы, имеющей одинаковые буквенные позиционные обозначения, элементы располагают по возрастанию порядковых номеров. *Допускается для элементов одного типа с одинаковыми параметрами и с последовательными порядковыми номерами в данной графе указывать только элементы с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, например: ВА1, ВА2; С3...С7.* В этом случае в графе «Кол-во» указывается общее количество таких элементов.
- В графе «Наименование» для элементов приводят их наименование в соответствии с документом, на основании которого данный элемент применен, необходимые технические характеристики элемента (например, для резисторов – номинальную мощность, сопротивление с предельными отклонениями величины сопротивления; для конденсаторов – группу ТКЕ, рабочее напряжение, величину емкости и допуск на нее), обозначение документа (ГОСТ, ТУ или основной конструкторский документ для оригинальных электрорадиоэлементов и устройств).

I i çèö. í áí çí.		I àèi áí í ááí eá	Éí è.	I ðèi á=áí eá
Éí í ááí ñò ì ðú				
C1...C3	Éí 4-190-1 í 0 ±10%	Í ÆÍ .460.043 00	3	
C4	Éí 3-27 í 0 ±10%	Í ÆÍ .460.043 00	1	
C5	Éí 6-0,33 í è 0 ±10%	Í ÆÍ .460.061 00	1	
C6	É50-24-25Á-220 í è 0 ±10%	Í ÆÍ .464.161 00	1	
C7	Éí 6-0,33 í è 0 ±10%	Í ÆÍ .460.061 00	1	
C8	Éí 4-190-1 í 0 ±10%	Í ÆÍ .460.043 00	1	
DA1, DA2	I è è ð í ñ ò á í à	É ð 5740A2Á á Éí .348.350 00	2	
DA3	I è è ð í ñ ò á í à	É ð 525Í N2	1	
EL1...EL3	E à í í à	NÍ Í -10-55	3	
Ð á ç è ñ ò ì ð ú				
	N2-23	Í ÆÍ .467.081 00		
	NÍ 3-38à			
R1	N2-23-0,125-160	Í í ±10%	1	
R2	N2-23-0,125-15	é Í í ±10%	1	
R3	N2-23-0,125-2,7	é Í í ±10%	1	
R4	N2-23-0,125-6,8	é Í í ±10%	1	
R5	N2-23-0,125-1,6	é Í í ±10%	1	
R6, R7	N2-23-0,125-10	é Í í ±10%	2	
R8	NÍ 3-38à-33	é Í í ±10%	1	
R9	N2-23-0,125-22	é Í í ±10%	1	
R10	N2-23-0,125-5,1	é Í í ±10%	1	
R11	N2-23-0,125-150	é Í í ±10%	1	
R12	N2-23-0,125-68	Í í ±10%	1	
R13	NÍ 3-38à-330	Í í ±10%	1	
R14	N2-23-0,125-1,8	é Í í ±10%	1	
R15	N2-23-0,125-10	Í í ±10%	1	
R16	N2-23-0,125-68	Í í ±10%	1	
õ õ õ õ í ý 3				
É ç í	E è ñ ö	í á í è ó í .	Í í á í .	A á á á
Ð á ç ð á á .	Í í ð í ç í á	á . Á .		
Í á í				
É è í ò ð .				
Ó ó á .				
E ç í è ð í á á e		Ó í ð í á ò	A4	
Á á í á ð à ò ì ð - ð á ñ ò ì ò ì í á ð			E è ö .	E è ñ ö
I à ð Á Ó Ý Ý - 51			1	2
I á á á - á í ú y e á í á í ó í á				

I i çèö. í áí çí.		I àèi áí í ááí eá	Éí è.	I ðèi á=áí eá
R17	N2-23-1-150	Í í ±10%	1	
R18	N2-23-0,125-10	Í í ±10%	1	
R19	NÍ 3-38à-33	é Í í ±10%	1	
R20	N2-23-0,125-4,7	é Í í ±10%	1	
R21	N2-23-0,25-620	é Í í ±10%	1	
R22...R25	N2-23-0,125-43	é Í í ±10%	4	
R26	N2-23-0,125-7,5	é Í í ±10%	1	
R27	N2-23-0,125-15	é Í í ±10%	1	
R28	NÍ 3-38à-5,1	é Í í ±10%	1	
VT1	Ó ð á í ç è ñ ò ì ð	É 0815Á á Á 0.336.185 00	1	
VD1	Nò á á é é è ò ð í í	É N175Á	1	
VD2, VD3	I í ñ ò ä è í á í ú é	É 0407Á Ó Ó Ç .362.146 00	2	
õ õ õ õ í ý 3				
É ç í	E è ñ ö	í á í è ó í .	Í í á í .	A á á á
Ð á ç ð á á .	Í í ð í ç í á	á . Á .		
Í á í				
É è í ò ð .				
Ó ó á .				
E ç í è ð í á á e		Ó í ð í á ò	A4	
E è ñ ö			2	

Перечень элементов

- В графу “Поз. обозначения” перечня элементов вносят позиционные обозначения элементов, устройств и функциональных групп. Заполнение этой графы производят по группам в алфавитном порядке позиционных обозначений (соответственно по латинскому алфавиту). В пределах каждой группы, имеющей одинаковые буквенные позиционные обозначения, элементы располагают по возрастанию порядковых номеров. *Допускается для элементов одного типа с одинаковыми параметрами и с последовательными порядковыми номерами в данной графе указывать только элементы с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, например: ВА1, ВА2; С3...С7.* В этом случае в графе «Кол-во» указывается общее количество таких элементов.
- В графе «Наименование» для элементов приводят их наименование в соответствии с документом, на основании которого данный элемент применен, необходимые технические характеристики элемента (например, для резисторов – номинальную мощность, сопротивление с предельными отклонениями величины сопротивления; для конденсаторов – группу ТКЕ, рабочее напряжение, величину емкости и допуск на нее), обозначение документа (ГОСТ, ТУ или основной конструкторский документ для оригинальных электрорадиоэлементов и устройств).

Пример задания

