

# Рекомендации по проектированию печатных плат для автоматической сборки

1. Виды монтажа.
2. Критерии выбора компонентов. Рекомендации по расположению, ориентации и расстоянию между компонентами.
3. Рекомендуемые размеры контактных площадок.
4. Элементы печатного рисунка, отверстия.
5. Рекомендации по нанесению защитной маске, маркировке, финишному покрытию.
6. Рекомендуемые размеры печатной платы (групповой заготовки). Проектирование групповых заготовок.
7. Реперные знаки.
8. Документация (приложение).

# 1. Виды монтажа.







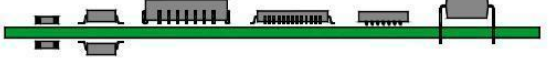

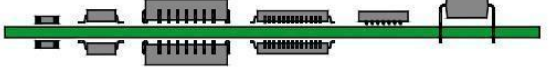

При проектировании электронных модулей следует стремиться к минимизации числа технологических операций используемых при сборке.



## **Операции используемые при сборке:**

1. Нанесение пасты и установка SMT-компонентов на верхнюю сторону платы.
2. Нанесение пасты и установка SMT-компонентов на нижнюю сторону платы.
3. Нанесение клея и установка SMT-компонентов на нижнюю сторону платы с последующим его высыханием (используется при пайке волной SMT-компонентов)
4. Ручная установка THT-компонентов (компоненты устанавливаемые в отверстия).
5. Пайка оплавлением.
6. Пайка волной.
7. Ручная пайка.
8. Отмывка.

В таблице 1 приведены основные типы SMT сборок и соответствующая им технология сборки.

Таблица 1.

Основные типы SMT сборок	Порядок операций
	
	
	
	
	

-  Автоматизированные операции
-  Ручные операции
-  Не выполняется при использовании флюсов не требующих отмывки

## 2. Рекомендации по расположению, ориентации и расстоянию между компонентами.

1. При проектировании рекомендуется минимизировать количество ТНТ компонентов.
2. Не рекомендуется применять компоненты в корпусах MELF.
3. Следует проектировать плату только под определенный тип компонентов. Не рекомендуется делать универсальные контактные площадки так, что на одно и тоже место могли устанавливаться, например, компоненты 0805 и 0603. Это вызвано спецификой нанесения паяльной пасты методом трафаретной печати. В противном случае, при пайке таких компонентов в печи конвекционного оплавления, возможно появление бракованных плат (**smd tombstone effect**).
4. Принято, по возможности, ориентировать однотипные компоненты в одном направлении.
5. SMT-компоненты, паяемые волной, должны располагаться на плате так как показано на рис. 2.1.
6. Стандарт IPC-SM-782 дает рекомендации по минимальным расстояниям между контактными площадками различных компонентов (см. рис. 2.2).

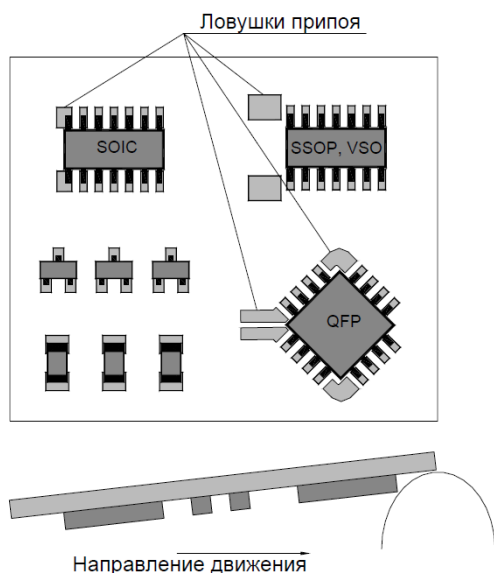


Рис. 2.1

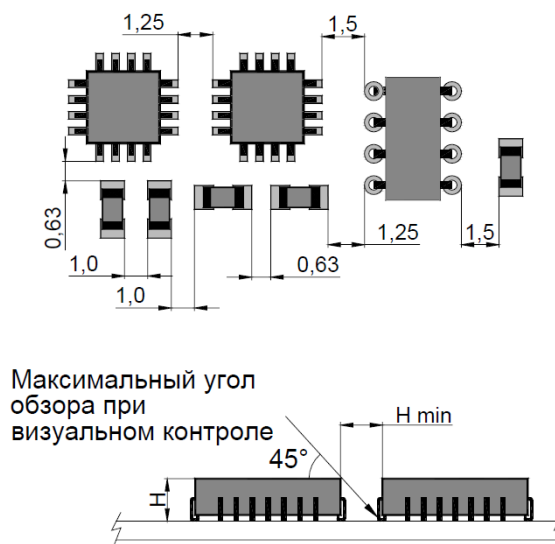


Рис. 2.2

### 3. Размеры контактных площадок.

Стандарт IEC 61188 определяет 3 уровня контактных площадок.

**Уровень 1: Maximum** – для модулей с низкой плотностью монтажа.

**Уровень 2: Median** – для модулей со средней плотностью монтажа.

**Уровень 3: Minimum** – для модулей с высокой плотностью монтажа.

Рекомендации стандарта IPC-SM-782 по размерам контактных площадок соответствуют Уровню 2 IEC 61188

#### Значения для расчета размеров контактных площадок, мм :

При расчете использовать максимальные размеры вывода компонента.

Таблица 1 – компоненты с выводами типа “крыло чайки” и шагом > 0,625мм (SOIC, QFP, SOT-23, SOT-223)

Размер	Maximum	Median	Minimum
Jt	0,8	0,5	0,2
Jh	0,5	0,35	0,2
Js	0,05	0,05	0,03

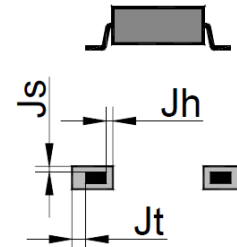


Таблица 2 – компоненты с выводами типа “крыло чайки” и шагом <= 0,625мм (TSOP, PQFP, TQFP)

Размер	Maximum	Median	Minimum
Jt	0,8	0,5	0,2
Jh	0,2	0,2	0,2
Js	0,0	0,0	0,0

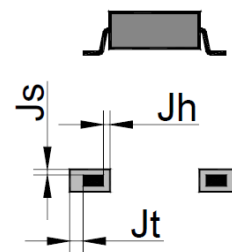


Таблица 3 – компоненты с выводами J типа (SOJ, PLCC)

Размер	Maximum	Median	Minimum
Jt	0,2	0,2	0,2
Jh	0,8	0,6	0,4
Js	1,2	0,6	0,2

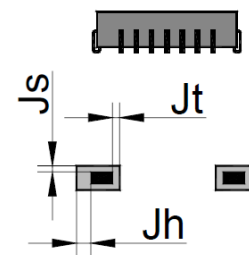


Таблица 4 – ЧИП-компоненты (резисторы, керамические конденсаторы, индуктивности)

Размер	Maximum	Median	Minimum
Jt	0,6	0,4	0,2
Jh	0,0	0,0	0,0
Js	0,05	0,0	0,0

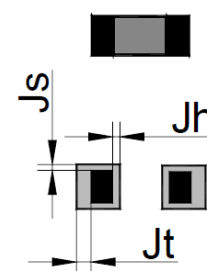


Таблица 5 – ЧИП-компоненты с L выводами (танталовые конденсаторы, диоды, SMA, SMB, SMC)

Размер	Maximum	Median	Minimum
Jt	0,1	0,1	0,0
Jh	1,0	0,5	0,2
Js	0,1	0,1	0,1

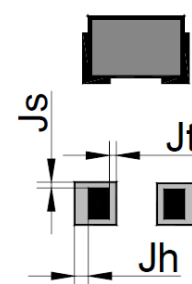


Таблица 6 – рекомендуемые размеры контактных площадок для корпусов BGA

Диаметр шарика, мм	Диаметр контактной площадки, мм	Диаметр защитной маски, мм
0,7	0,65 - 0,75	0,8 - 0,85
0,6	0,55 - 0,6	0,7 - 0,75
0,5	0,45 - 0,5	0,6 - 0,65
0,45	0,4 - 0,45	0,55 - 0,6
0,4	0,35 - 0,4	0,45 - 0,5
0,3	0,25 - 0,28	0,35 - 0,4

## 4. Элементы печатного рисунка, отверстия.

1. Контактные площадки компонентов, находящиеся на больших полигонах, рекомендуется отделять от полигона перемычками (термобарьерами) от полигона. В противном случае, при пайке в печи конвекционного оплавления, большой полигон будет прогреваться дольше, так как будет являться теплоотводом, и возможно появление брака (**smd tombstone effect**) (см. рис. 4.1).
2. Рекомендуется использовать узкие проводники, соединяющие непосредственно контактную площадку и широкий проводник (см. рис. 4.1).
3. Не рекомендуется делать переходные отверстия на контактных площадках SMD-компонентов или прилегающих непосредственно к площадкам и не закрытых защитной маской. При проектировании платы так, что переходное отверстие будет попадать непосредственно на контактной площадке, паяльная паста, при оплавлении в печи, будет вытекать на другую сторону платы (см. рис. 4.1).
4. не рекомендуется применять металлизированные крепежные отверстия при использовании в сборке пайки волной.

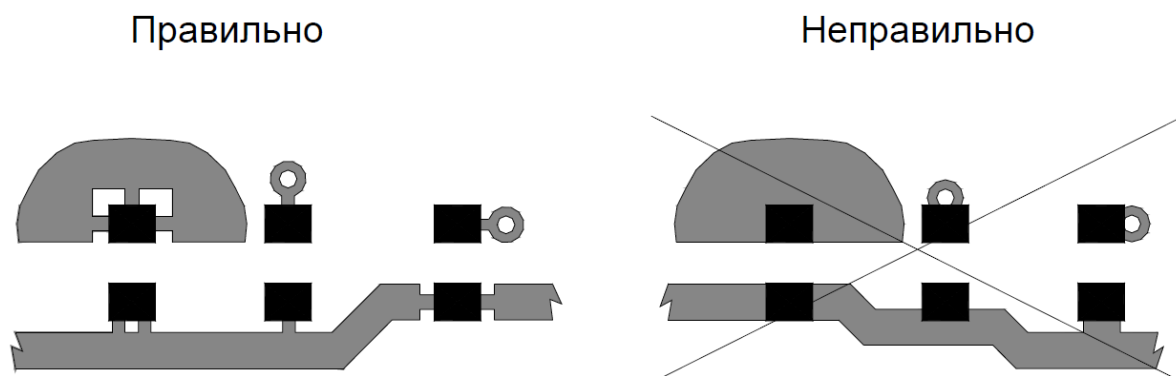
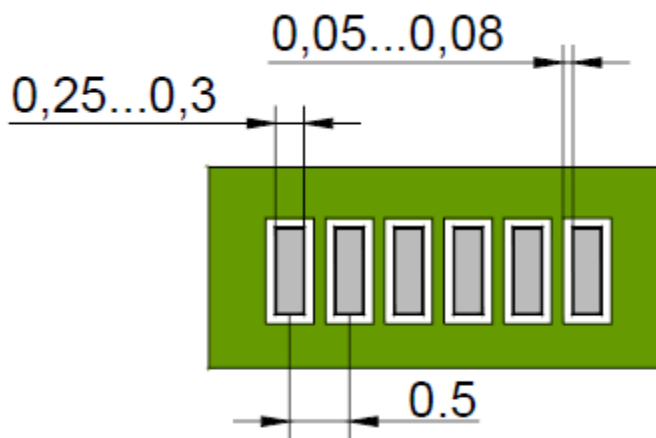


Рис. 4.1



## 5. Рекомендации по нанесению защитной маски, маркировке, финишному покрытию.

1. Рекомендуется оставлять поясок защитной маски между соседними контактными площадками компонентов с малым шагом.

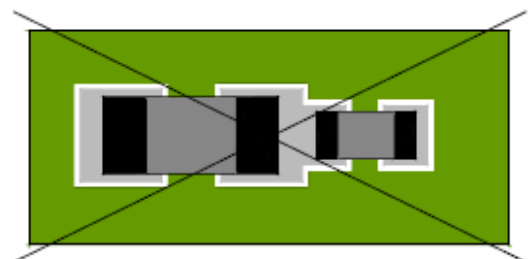


2. Не рекомендуется совмещать контактные площадки разных компонентов без разделения их площадок слоем защитной маски.

Правильно

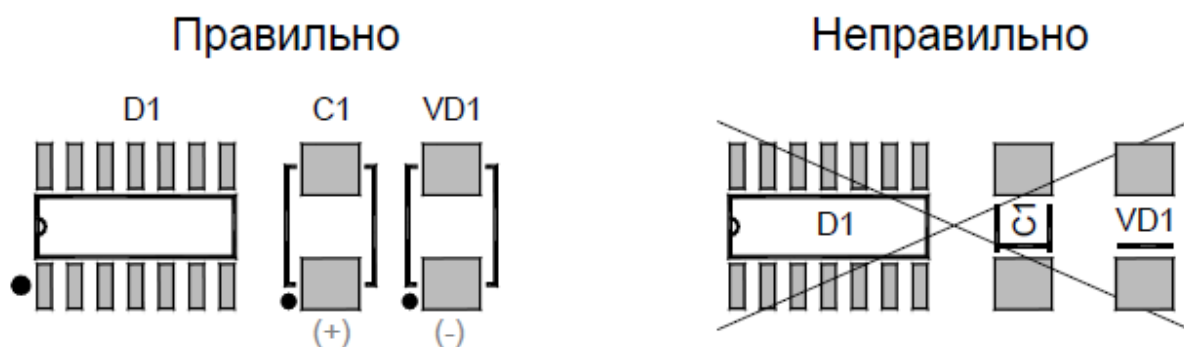


Неправильно



3. Рекомендуется защищать переходные отверстия защитной маской.

4. Маркировка первого вывода, полярного элемента и позиционного обозначения должна быть видна после установки компонента на плату.

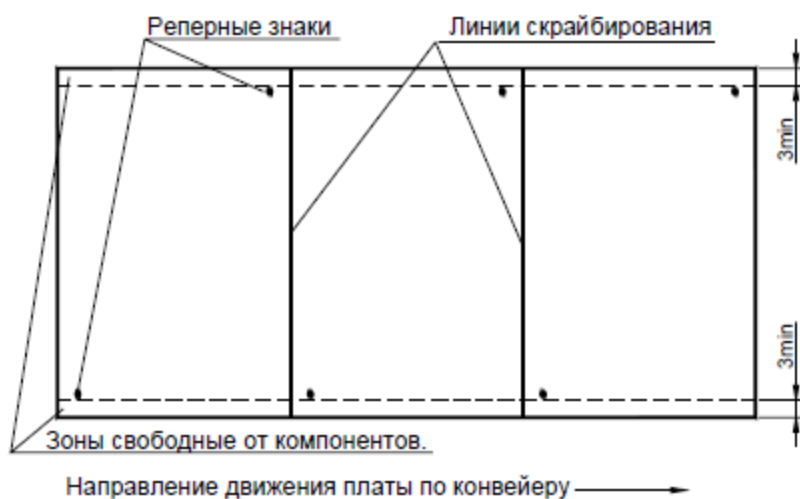


5. При наличии на плате BGA, Flip Chip желательно в качестве покрытия применять иммерсионное золочение. Это вызвано особенностями технологии нанесения покрытия. При нанесении иммерсионного золочения, покрытие в значительной степени более ровное.

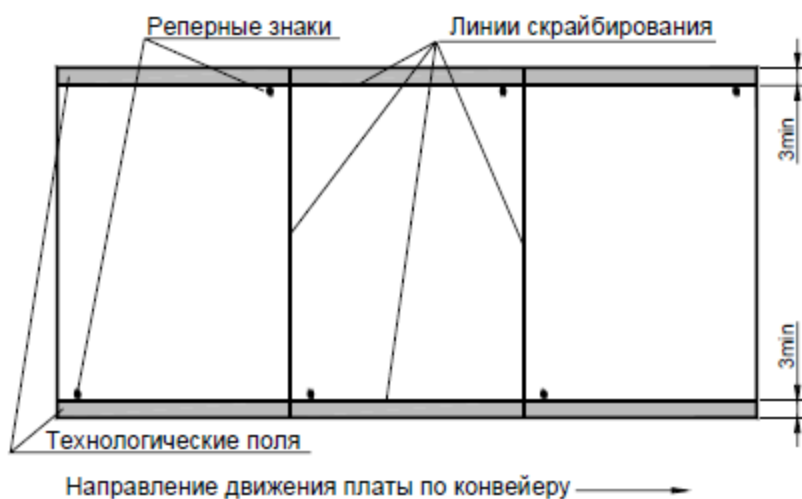
## 6. Рекомендуемые размеры печатной платы (групповой заготовки).

### Проектирование групповых заготовок.

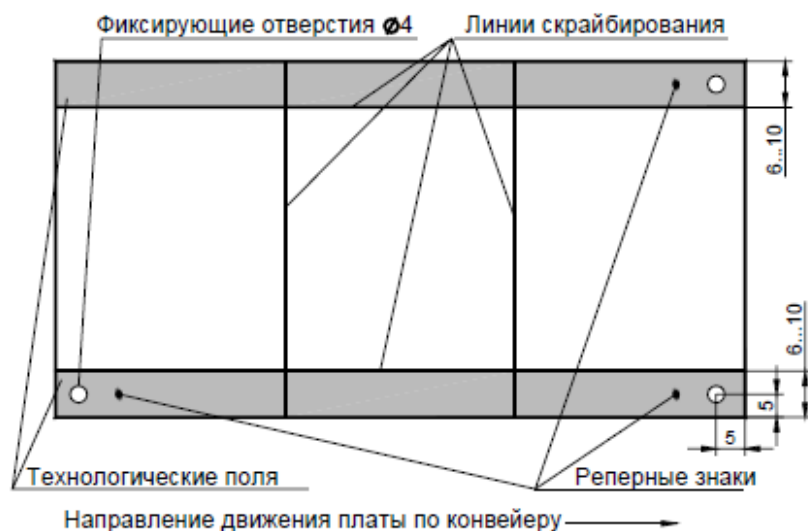
1. Размеры печатной платы или групповой заготовки, устанавливаемой на конвейер сборочно-монтажной линии, не должен быть меньше 50 x 40 мм (Д x Ш) и не должен превышать 510 x 460 мм (Д x Ш).
2. Оптимальной является заготовка прямоугольной формы размерами 300 x 200 мм (Д x Ш) и, при необходимости, с технологическими полями вдоль длинной стороны.
3. Технологическое поле – специальное поле, свободное от дорожек и компонентов, предназначенное для увеличения технологичности монтажа печатных плат. Если расстояние от края ПП до компонентов менее 5,0 мм, то необходимо сформировать технологические поля по 5,0 мм с двух длинных сторон платы. Также технологические поля по 5,0 мм с каждой из сторон необходимо добавлять для плат с неправильной геометрией, чтобы общий вид заготовки имел четырехугольную форму с прямыми углами.
4. Для разделения плат между собой должно быть предусмотрено наличие линий скрайбирования или фрезерованных пазов с перфорированными перемычками. Предпочтительнее скрайбирование.
5. На рис. 6.1- 6.4 показаны различные варианты групповых заготовок.
6. Если по краю модулей располагаются угловые разъемы или другие компоненты, у которых корпус выступает за пределы платы, необходимо спроектировать дополнительное технологическое поле (Рис. 6.4).



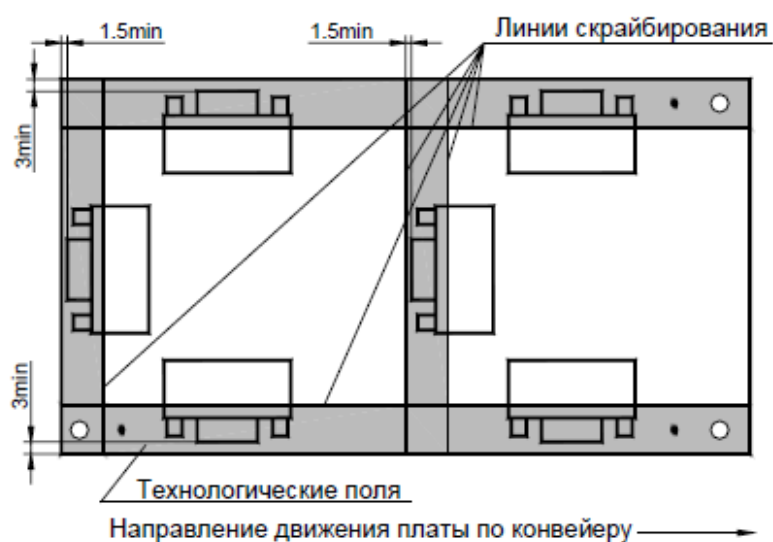
**Рис. 6.1 Групповая заготовка без технологических полей.**



**Рис. 6.2 Групповая заготовка с технологическими полями.  
Реперные знаки расположены на поле платы.**



**Рис. 6.3** Групповая заготовка с технологическими полями. Реперные знаки и фиксирующие отверстия расположены на технологическом поле.



**Рис. 6.4** Групповая заготовка с дополнительными технологическими полями.

## 7. Реперные знаки.

1. Необходимо разместить не менее 2 реперных знаков (оптимально 3) на каждой стороне платы, где есть SMD - компоненты.
2. Рекомендуемый размер реперного знака приведен на рис. 7.1.
3. Реперные точки должны располагаться максимально удаленно друг от друга по краям платы, но не ближе 4 мм от края платы и не ближе 2 мм от края любой контактной площадки.

Рис. 7.1



Рис. 7.1