

Рекомендации по проектированию печатных плат для автоматизированной сборки

1. [Виды монтажа.](#)
2. [Критерии выбора компонентов. Требования к расположению, ориентации и расстоянию между компонентами.](#)
3. [Размеры контактных площадок.](#)
4. [Элементы печатного рисунка, отверстия.](#)
5. [Требования к защитной маске, маркировке, финишному покрытию.](#)
6. [Размеры печатной платы \(групповой заготовки\). Проектирование групповой заготовки.](#)
7. [Реперные знаки.](#)
8. [Документация.](#)

1. Виды монтажа

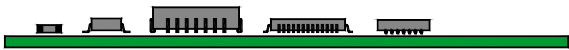
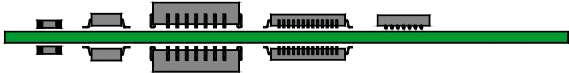
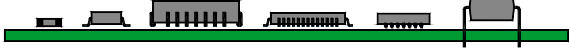
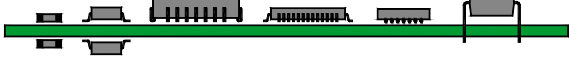
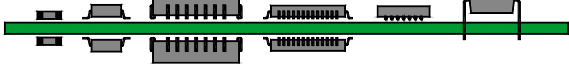
При проектировании электронных модулей следует стремиться к минимизации числа технологических операций используемых при сборке.




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 последующем его высыханием (используется при пайке волной SMT-компонентов)
4. Ручная установка ТНТ компонентов (компоненты устанавливаемые в отверстия).
5. Пайка оплавлением.
6. Пайка волной.
7. Ручная пайка.
8. Промывка плат.

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

Таблица 1

Основные типы SMT сборок	Порядок операций
	1 — 5 — 8
	2 — 5 — 1 — 5 — 8
	1 — 5 — 4 — 6 — 8
	3 — 1 — 5 — 4 — 6 — 8
	2 — 5 — 1 — 5 — 4 — 7 — 8

-  Автоматизированные операции
-  Ручные операции
-  Не выполняется при использовании беспромывочных флюсов

2. Критерии выбора компонентов.

Требования к расположению, ориентации и расстоянию между компонентами.

1. При проектировании стараться минимизировать количество ТНТ компонентов.
2. Плату надо проектировать только под определенный тип компонентов. Нельзя делать универсальные контактные площадки так, что на одно и то же место могли устанавливаться, например, компоненты 0805 и 0603.
3. Не рекомендуется применять компоненты в корпусах MELF.
4. Хорошим стилем считается ориентировать по возможности 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)

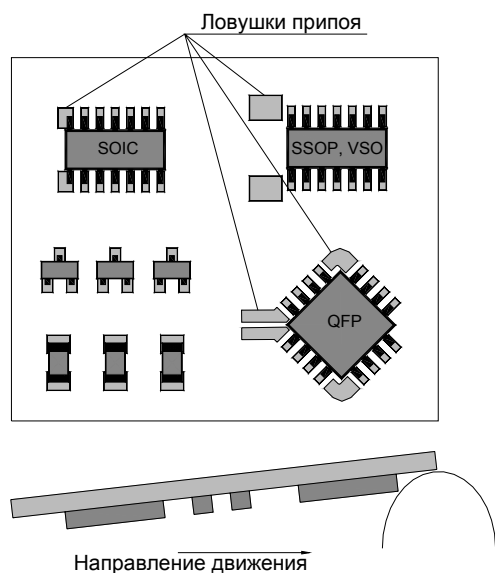


Рис. 2.1

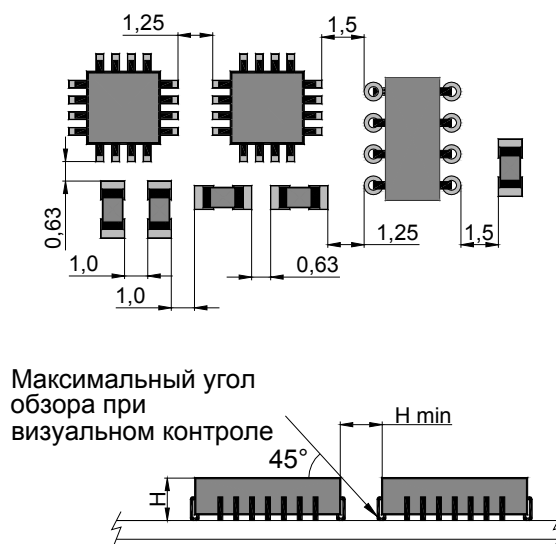


Рис. 2.2

3. Размеры контактных площадок

Стандарт IEC 61188 определяет 3 уровня для размеров 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 $> 0,625\text{мм}$
(SOT-23, SOT-223, SOIC, QFP)

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

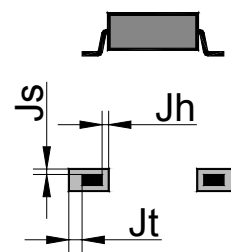


Таблица 2 - Компоненты с выводами типа ”крыло чайки” и шагом $\leq 0,625\text{мм}$
(TSOP, PQFP, TQFP)

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

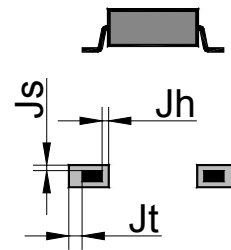


Таблица 3 - Компоненты с выводами J типа
(SOJ, PLCC)

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

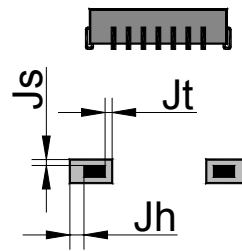


Таблица 4 – ЧИП компоненты
(резисторы , керамические конденсаторы, индуктивности)

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

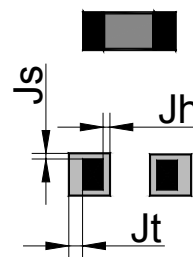


Таблица 5 – ЧИП компоненты с L выводами
(танталовые конденсаторы, диоды SMA, SMB, SMC)

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

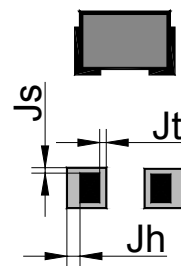


Таблица 6 – Рекомендуемые размеры контактных площадок для корпусов BGA

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, должны быть отделены от полигона перемычками (термобарьерами).
2. Рекомендуется использовать узкие проводники, соединяющие непосредственно контактную площадку и широкий проводник.
3. Не допускается наличие переходных отверстий диаметром более 0,2 мм на контактных площадках SMD-компонентов или прилегающих непосредственно к площадкам и не закрытых защитной маской.

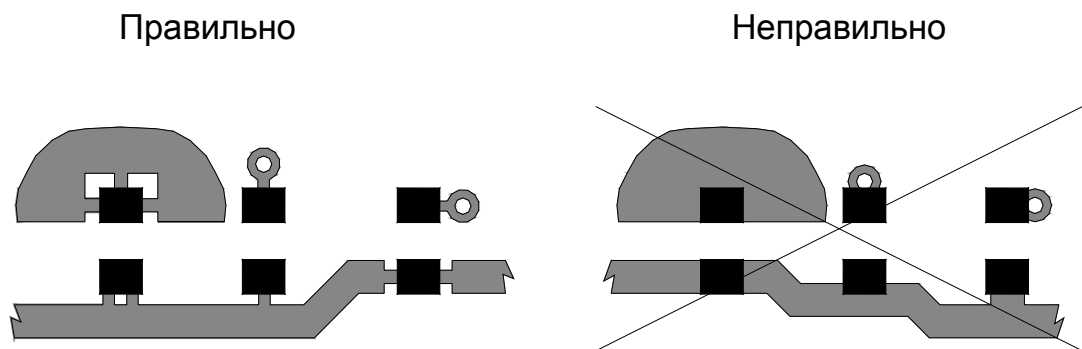
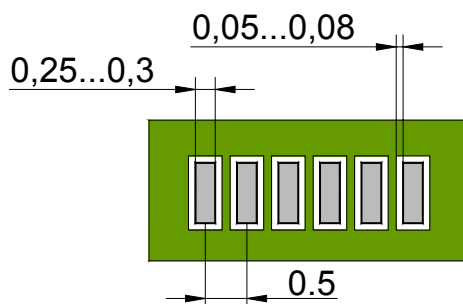


Рис. 4.1

4. Переходные отверстия, используемые в качестве контрольных точек и не закрытые маской не должны располагаться под корпусами компонентов, если при сборке выполняется операция пайки волной.
5. Рекомендуется не применять металлизированные крепежные отверстия при использовании в сборке модуля пайки волной.

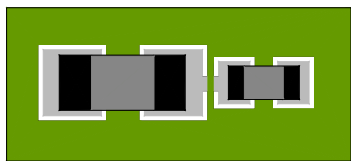
5. Требования к защитной маске, маркировке, финишному покрытию.

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

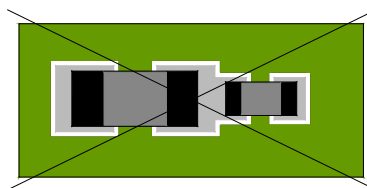


2. Не допускается совмещение контактных площадок разных компонентов без разделения их площадок слоем защитной маски.

Правильно

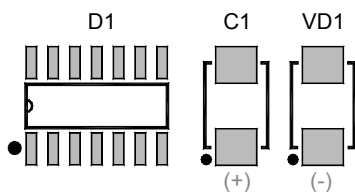


Неправильно

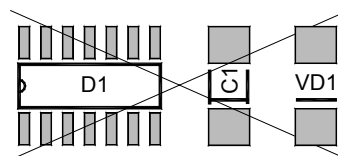


3. Рекомендуется защищать переходные отверстия защитной маской.
4. Маркировка первого вывода, полярного элемента и позиционного обозначения должна быть видна после установки компонентов на плату.

Правильно



Неправильно



5. При наличии на плате микросхем в корпусах с шагом выводов $0,5$ мм и менее, BGA, Flip Chip желательно в качестве покрытия применять иммерсионное золочение.

6. Размеры печатной платы (групповой заготовки).

Проектирование групповой заготовки.

1. Минимальный размер печатной платы 50 x 60 мм. В противном случае необходима заготовка с технологическими полями.
2. Максимальный размер печатной платы (групповой заготовки) 380 x 400 мм.
3. Рекомендуется не проектировать групповые заготовки размером больше 200 x 300 мм.
4. Оптимальной является заготовка прямоугольной формы с соотношением сторон не более 3:1 и при необходимости с технологическими полями вдоль длинной стороны.
5. Групповая заготовка проектируется при невозможности сборки одиночного модуля и/или обеспечения более высокой скорости сборки.
6. Для разделения плат между собой должно быть предусмотрено наличие линий скрайбирования или фрезерованных пазов с перфорированными перемычками. Предпочтительнее скрайбирование.
7. На рис. 6.1- 6.4 показаны различные варианты групповых заготовок.
8. 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).

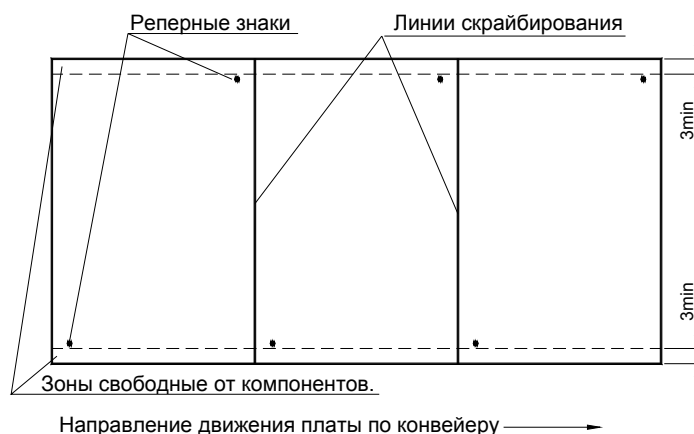
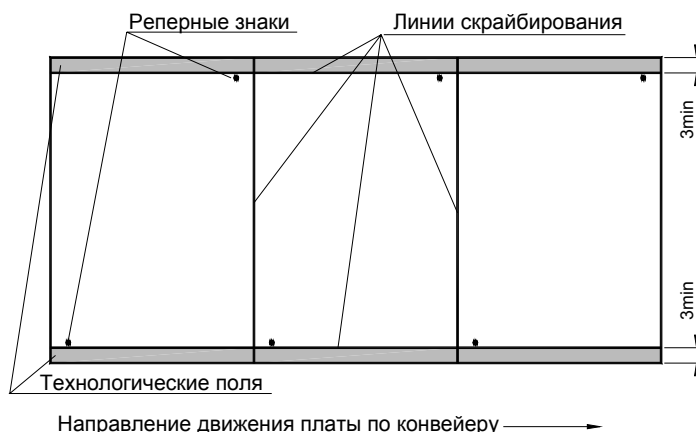


Рис. 6.1 Групповая заготовка без технологических полей.



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

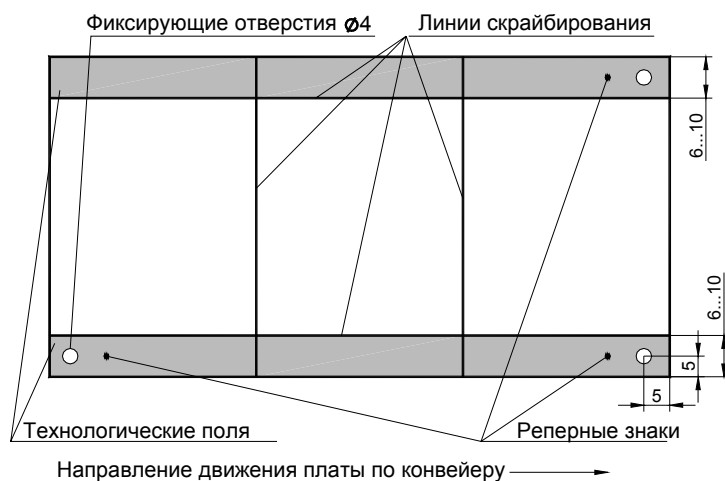


Рис. 6.3 Групповая заготовка с технологическими полями. Реперные знаки и фиксирующие отверстия расположены на технологическом поле.

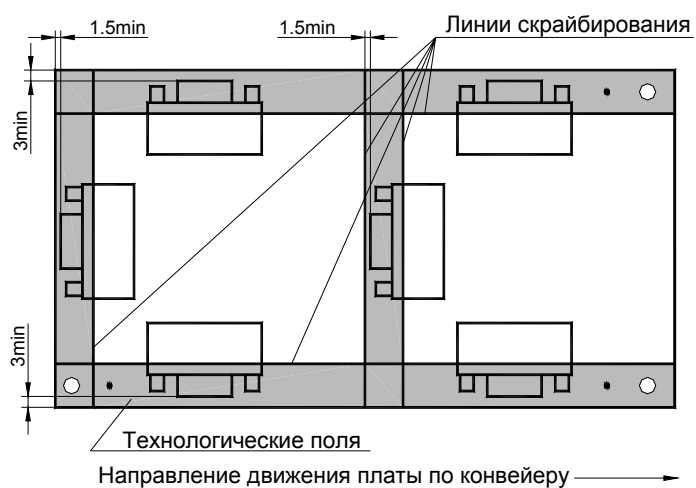


Рис. 6.4 Групповая заготовка с дополнительными технологическими полями.

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.

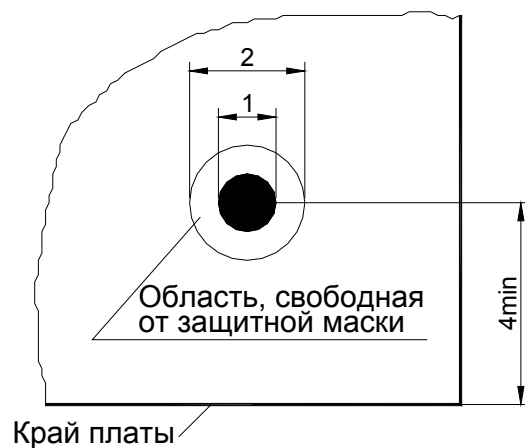


Рис. 7.1

8. Документация.

Для сборки модуля необходима следующая документация:

1. [Спецификация](#) – должна быть выполнена в виде таблицы в формате Excel (предпочтительнее), Word, ASCII.

Обязательно наличие разделов:

- *Позиционное обозначение (Reference designator);*
- *Наименование (Part Number);*
- *Тип корпуса (Pattern);*
- *Количество (Count).*

Строки в каждом из разделов не должны содержать пробелы.

Раздел *Позиционное обозначение* не должен содержать следующие обозначения:

- FB1, FB2, FB3, FB4;
- CA1, CA2, CA3, CA4;
- HD1, HD2, HD3, HD4;
- FA1, FA2;
- TE1, TE2.

Реперные знаки должны иметь обозначения REP1, REP2, REP3 и т.д.

2. [Сборочный чертеж](#) в формате AutoCAD, DXF или Adobe PDF.
3. Файлы печатной платы (групповой заготовки) в формате Gerber 274-X по которым заказывалось изготовление печатной платы.
4. Файл печатной платы в формате GenCAD (предпочтительнее) или файл с центрами установки компонентов. Координаты центров компонентов должны быть заданы относительно левого нижнего угла платы.