

# ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ



**Печатная плата** — это выполненная из диэлектрика пластина, на которой сформированы токопроводящие цепи (проводники). Печатная плата предназначена для электрического соединения различных электронных компонентов или соединения между собой отдельных электронных узлов. Печатные платы обычно содержат специальные монтажные отверстия и контактные площадки, дополнительно покрытые защитным покрытием сплавом олова-свинца, оловом, золотом или серебром, а также имеются переходные отверстия для электрического соединения слоёв платы, а также внешнее изоляционное покрытие (так называемая «защитная маска»), которое закрывает изоляционным слоем неиспользуемую для контакта поверхность платы.

## Печатные платы обеспечивают:

Увеличение плотности монтажных соединений и возможность микроминиатюризации электронных изделий;

Получение печатных проводников, элементов и экранирующих поверхностей в одном технологическом цикле;

Гарантированную стабильность и повторение электрических характеристик;

Повышенную устойчивость к механическим и климатическим воздействиям;

Унификацию и стандартизацию конструктивных и технологических решений;

Возможность комплексной автоматизации сквозного проектирования электронных устройств и снижение трудоемкости, материалоемкости и себестоимости.

Появление печатных плат в их современном виде совпало с началом широкого использования полупроводниковых приборов в качестве элементной базы электроники.

Разработка нового поколения элементной базы, ужесточение требований к электронным устройствам потребовали развития техники печатного монтажа и привели к созданию многослойных печатных плат, а также к появлению гибких печатных плат.

В зависимости от количества слоёв с электропроводящим рисунком, печатные платы подразделяют на односторонние, двухсторонние и многослойные.

Однослойные печатные платы имеют одну диэлектрическую основу, на одной стороне которой выполнен проводящий рисунок. Выводные компоненты схемы располагают, как правило, на противоположной по отношению к проводящему рисунку стороне и соединяют с проводниками платы через проходные монтажные отверстия. SMD-компоненты располагают на той же стороне, что и проводящий рисунок платы.

Двухсторонние печатные платы имеют одну диэлектрическую основу, на обеих сторонах которой выполнен проводящий рисунок. Все компоненты схемы обычно располагают на одной из сторон. Переходы проводников из слоя в слой осуществляются через металлизированные переходные отверстия.

Многослойная печатная плата состоит из чередующихся изоляционных слоев с проводящим рисунком. Между слоями могут быть межслойные соединения. Компоненты схемы располагают как правило на одной из сторон. Однако следует отметить большую трудоемкость изготовления таких плат, высокие требования к точности рисунка и совмещения отдельных слоев, а также высокую стоимость технологии процесса изготовления.

Гибкая печатная плата имеет гибкое диэлектрическое основание. По конструкции эта плата аналогична двухсторонней печатной плате. Эту разновидность плат применяют в тех случаях, когда плата после изготовления подвергается вибрациям, многократным изгибам или после установки ей необходимо придать изогнутую форму. Разновидностью гибких печатных плат являются гибкие печатные кабели, которые состоят из одного или нескольких непроводящих слоев с размещенными внутри печатными проводниками.

Основой любой печатной платы служит диэлектрик, причем наиболее часто используются такие материалы, как текстолит, стеклотекстолит, [гетинакс](#).

Гибкие печатные платы изготавливаются на полиимидной или лавсановой пленке и поэтому могут легко деформироваться после формирования на пленке проводящего рисунка.



Электронные компоненты на печатной плате соединяются своими выводами с элементами проводящего рисунка обычно с помощью пайки и, в некоторых редких случаях, скруткой или склёпкой. В отличие от навесного монтажа, где компоненты электронной схемы соединяются с помощью монтажных проводов, на печатной плате электропроводящий рисунок соединений выполнен из тонкой медной фольги.

Фольгированные материалы – это многослойные прессованные пластики из электроизоляционной бумаги или стеклоткани, пропитанные искусственной смолой. Отечественная промышленность для производства печатных плат выпускает фольгированный стеклотекстолит марки СФ, СТФ и FR толщиной листа 0,5 мм и более. Толщина электролитической фольги стандартизирована и составляет 18, 35 и 50 мкм.

## ТОПОЛОГИЯ И ЧЕРТЕЖИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

При изготовлении чертежа печатной платы следует руководствоваться требованиями стандарта ГОСТ 2.417-91 ЕСКД. Платы печатные. Правила выполнения чертежей.

При разработке топологии печатных плат решаются связанные между собой задачи:

схемотехнические - трассировка печатных проводников;

радиотехнические - расчет паразитных наводок и параметров линий связи;

теплотехнические - температурный режим работы;

конструктивные - размещение элементов на печатной плате;

технологические - выбор метода изготовления.



При этом руководствуются следующими рекомендациями:

Печатные проводники следует выполнять минимально короткими, а заземляющие проводники следует изготавливать максимально широкими. Проводники наиболее высокочастотных цепей прокладываются в первую очередь и имеют благодаря этому наиболее возможно короткую длину.

Прокладка рядом проводников входных и выходных цепей нежелательно во избежание паразитных наводок.

При разбиении схемы на слои следует стремиться к минимизации числа слоев. Это диктуется экономическими соображениями

Все отверстия платы следует располагать в узлах координатной сетки. На печатной плате должен быть предусмотрен ориентирующий паз или технологические базовые отверстия, необходимые для правильной ориентации платы.

По краям платы следует предусматривать технологическую зону шириной 1,5-2,0 мм. Размещение установочных и других отверстий, а также печатных проводников в этой зоне не допускается.

Для координации элементов печатного рисунка необходима координатная сетка чертежа печатной платы.

Координатную сетку в зависимости от способа выполнения документации следует наносить на все поле чертежа или на часть поверхности печатной платы, или рисками по периметру контура печатной платы.

Допускается рисками наносить по периметру контура печатной платы или на некотором расстоянии от него. За начало отсчета в прямоугольной системе координат на главном виде чертежа печатной платы следует принимать:

центр крайнего левого или правого нижнего отверстия;

левый или правый нижний угол печатной платы;

левую или правую нижнюю точку, образованную линиями построения.

Диаметры монтажных и переходных  
отверстий (металлизированных и  
неметаллизированных) должны выбираться  
из ряда:

0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5;  
1,6; 1,7; 1,8; 2,0; 2,1; 2,2; 2,3; 2,4; 2,5; 2,6; 2,7; 2,8;  
3,0.

Размеры каждой стороны печатной платы должны быть кратными:

- 2,5 мм при длине до 100 мм;

- 5,0 мм при длине свыше 100 до 350 мм;

- 10,0 мм при большей длине.

# ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Современные компьютерные технологии позволяют проектировать печатные платы с достаточно высокой точностью (порядка сотен или даже десятков микрон). Для проектирования печатных плат используют специальный класс Систем Автоматизированного Проектирования — EDA. Процесс разработки печатной платы сводится к размещению компонентов и их трассировки, то есть, созданию заданного рисунка проводников - дорожек. Существует целый класс программ, способных в автоматическом или полуавтоматическом режиме по заданным критериям произвести размещение компонентов и трассировку печатной платы. Проведем обзор наиболее известных программных средств проектирования и разработки печатных плат.

**P-CAD** является наиболее распространённой программой EDA в России. Последние версии программы стали логическим продолжением продуктов ACCEL EDA американской фирмы ACCEL Technologies, поглощенной компанией [Protel](#) в начале 2000 года. Программа имеет все инструменты, необходимые для быстрого и эффективного решения любых задач проектирования печатных. Компании Protel понадобилось несколько лет, чтобы приблизить функциональность этого продукта к уровню собственной программы проектирования печатных плат **Protel 99 SE**. Современные версии этих продуктов имеют много общего: между ними существует полный двунаправленный транслятор, одинаковы состав и структура библиотек элементов, идентичны модули моделирования, автотрассировки и анализа целостности сигналов, имеется интерфейс с программой авторазмещения и автотрассировки SPECSTRA компании

# ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ ТОПОЛОГИИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Формирование топологии печатных плат предусматривает проведение нескольких технологических этапов, в том числе: нанесение рисунка схемы и защитных покрытий, пробивка отверстий, создание и удаление участков проводящего слоя, облуживание и т.д. В зависимости от способа обработки проводящего покрытия платы (удаления или нанесения фольги) все процессы изготовления печатных плат подразделяются на субтрактивные, аддитивные или полуаддитивные.

Субтрактивный процес - это получение проводящего рисунка путем выборочного удаления участков проводящей фольги.

Аддитивный процесс - это выборочное осаждение проводящего материала на нефольгированную основу.

Полуаддитивный процесс предусматривает предварительное нанесение тонкого вспомогательного проводящего покрытия, которое затем удаляется из пробелов.



# УСТАНОВКА И РАСПАЙКА КОМПОНЕНТОВ

Производство печатных плат на стадии сборочно-монтажных операций включает в себя следующие основные этапы:

входной контроль и подготовка компонентов;

нанесение флюса или паяльной пасты на печатную плату;

установка компонентов;

оплавление припоя;

отмывка платы;

выходной контроль;

влагозащита;

упаковка.

Для получения качественного паяного соединения, обладающего хорошими электропроводящими и прочностными свойствами, необходимо обеспечить несколько условий:

Получить чистые металлические поверхности у соединяемых деталей (удалить загрязнения и пленки окислов) с помощью технологического флюса;

Нагреть припой выше точки плавления;

Обеспечить вытеснение флюса с помощью наступающего припоя;

Обеспечить растекание жидкого припоя по металлической поверхности;

Обеспечить диффузию атомов из твердой металлической фазы в жидкий припой и наоборот – образование сплавных зон.