

**НАНОТЕХ**

**ПАМЯТКА  
РАЗРАБОТЧИКУ**



**WWW.PCB.BY**

## Рекомендации разработчику печатных плат

Для того, чтобы проектируемая печатная плата являлась технологичной с точки зрения изготовления, необходимо на этапе трассировки соблюдать технологические нормы производства (техпроцесса). Современные производители могут обеспечивать серийное изготовление плат самых высоких классов точности (4-5-ый и даже выше).

Перед тем как приступить к трассировке печатной платы, разработчик должен четко знать возможности производства, на котором предполагается ее изготавливать и, соответственно, наметить для себя наиболее вероятный класс точности разрабатываемой платы.

Класс точности печатной платы в процессе трассировки может меняться.

Отметим два наиболее важных момента.

Не стоит без необходимости повышать класс точности разрабатываемой платы. То есть, если есть возможность спроектировать печатную плату по более низкому классу точности, даже если предполагаемый производитель может изготавливать платы по более высоким классам, все равно надо стремиться не вносить в дизайн узких мест (с точки зрения технологичности изделия), с тем чтобы не повысить, без существенной на то необходимости, класс точности окончательного варианта печатной платы.

Даже если вы разрабатываете печатную плату высокого класса точности, скажем пятого, в ней могут быть отдельные участки, где элементы топологии можно выполнить по более низкому классу точности. В подобном случае необходимо предусмотреть, где только возможно, проектирование топологических элементов с большим технологическим запасом.

---

Таким образом сформулируем **Золотое правило разработчика**: если есть возможность, нужно обеспечивать максимальный запас по технологическим нормам и стараться избегать узких мест с предельными значениями технологических параметров печатной платы.

Другими словами, если по окончании трассировки печатной платы вы видите, что в некоторых местах можно увеличить ширину проводников и/или зазоров или увеличить диаметр переходных отверстий - обязательно сделайте это, если, конечно это не противоречит электрическим свойствам сигнальных цепей.

Все эти меры в совокупности позволяют снизить себестоимость изделия и повысить его эксплуатационную надежность.

Ниже приводится сводная таблица технологических норм нашего производства.

(Более подробная информация находится на нашем сайте: <http://www.pcb.by/designers.html>)

Параметр	Рекомендуемое предельное значение	Предельное значение
Толщина платы, мм	0,4-3,2	
Толщина медной фольги, мкм	9, 18, 35, 70, 105 <sup>1</sup>	
Максимальный размер печатной платы, мм	500,0 x 650,0	
Материал	FR1, FR2, FR4, CEM1, CEM3, а также материалы безгалогенные, с трекинг-индексом (CTI≥400, 600), высокочастотные, высокотемпературные, на основе алюминия и др <sup>2</sup>	
Обработка контура	фрезерование, скрайбирование (надрезка), вырубка штампом	
Финишное покрытие	HAL, бессвинцовый HAL, иммерсионное олово, графит, Ni, Ni-Au, Gold Flash, Gold Fingers	
Цвет маркировки	белый, черный, желтый, зеленый <sup>3</sup>	
Цвет паяльной маски	зеленый, белый, черный, красный, синий <sup>3</sup>	
Минимальная ширина проводника <sup>4</sup> , мм	0,15	0,1
Минимальный зазор между токоведущими элементами <sup>4</sup> , мм	0,15	0,1
Минимальный зазор между контуром платы и токоведущими элементами, мм	0,5	0,3
Минимальный диаметр сверла, мм	0,3	0,2

Предельное отношение диаметра отверстия к толщине платы	1:6	1:6
Минимальный гарантийный поясок <sup>5</sup> , мм	0,2	0,15
Минимальный зазор между площадкой и паяльной маской, мм	0,1	0,05
Минимальный размер обособленного участка паяльной маски, мм	0,2	0,1
Разрешение маркировки (шелкографии), мм	-	0,1
Минимальная высота шрифта маркировки (шелкографии), мм	1,2	0,7

<sup>1</sup> Возможно увеличение толщины фольги по запросу.

<sup>2</sup> Другие материалы по запросу.

<sup>3</sup> Другие цвета по запросу.

<sup>4</sup> Для фольги толщиной 18 мкм.

<sup>5</sup> (Диаметр контактной площадки – диаметр отверстия)/2

Мы рекомендуем следующий подход при разработке печатной платы:

1. Предварительно выбрать класс точности проектируемой платы, проанализировав элементную базу, электрические и сигнальные параметры схемы, типогабаритные показатели платы, допуски на контур, отверстия, технологические пазы и прочее.
2. Убедится, что предполагаемое производство может изготовить печатную плату данного класса точности (как образцы, так и промышленную серию).
3. Ознакомится с технологическими нормами (ограничениями) данного производителя.
4. В случае возникновения вопросов обязательно связаться с техническим отделом производителя и заранее детально обсудить их.

5. Задать в используемом для трассировки разводчике (PCAD, OrCAD, Altium и др.) **правила проектирования** (Design Rules).
6. Выполнить трассировку печатной платы, соблюдая **правила проектирования**. Обращаем ваше внимание, что помимо соблюдения **правил проектирования**, задаваемых в настройках САПР, существует ряд дополнительных правил общего характера, которых также следует придерживаться.

Ниже приводится список правил, которые следует соблюдать при проектировании печатных плат:

- Не следует располагать переходные отверстия на контактных площадках SMD элементов.
- В свойствах отверстий не забывайте указывать сведения о наличии или отсутствии металлизации.
- Открывайте из-под защитной маски крепежные отверстия (и вообще все отверстия без металлизации) с зазором как минимум 0,1 – 0,2 мм.
- Рекомендуем открывать из под защитной маски контактные площадки с зазором 0,1 мм. Для микросхем с мелким шагом – 0,05мм (минимальная перемычка маски между соседними площадками должна быть не менее 0,1 мм).
- В стеках контактных площадок (Padstack) корректно указывайте параметры зазоров для защитных масок, либо используйте глобально для всей платы единый параметр **Зазор паяльной маски** (Mask Swell). То же касается информации для паяльной пасты (Paste Shrink).
- Соблюдайте минимальный отступ элементов топологии (дорожек, контактных площадок, полигонов) от края печатной плат). Мы рекомендуем выдерживать минимальный зазор в 0,5 мм, и уж никак не менее 0,3 мм.
- Помните что истинные габариты платы задаются геометрическим центром линий, которыми отрисован контур платы.

- Если используются полигоны, следует убирать "мертвую медь" – неподключенные ни к каким цепям островки меди.
- В таблицах диаметров отверстий следует указывать желаемые диаметры отверстий после металлизации, а не диаметры сверл – у каждого производителя свой алгоритм расчета компенсации диаметров отверстий при металлизации.
- Если на плате есть большие полигоны, желательно делать их заливку не сплошной, а в виде штриховки (сетки или решетки). Электрических свойств полигона это не изменит, зато плата будет меньше подвержена скручиванию (короблению). Старайтесь равномерно распределять большие участки меди по плате. Все это особенно актуально для больших по площади плат.
- Также при заливке полигонов старайтесь не выбирать слишком малые размеры примитивов и шага сетки – это увеличивает размер файла и затрудняет его обработку.
- Контактные площадки для SMD компонентов (особенно малого размера) делайте со скругленными углами.
- Старайтесь работать по сетке (расставлять компоненты, прокладывать дорожки и т.д.)
- Следите, чтобы маркировка (шелкография) не попадала на контактные площадки и открытые из-под маски участки меди.
- Не следует использовать слишком мелкий шрифт для маркировки (рекомендуемая нами минимальная высота – от 1,2 мм и мин. ширина линий 0,15 – 0,2 мм).
- Не используйте нестандартные шрифты для надписей на плате – их может не быть на компьютере, на котором плата будет готовиться в производство. Если все-таки используете – приложите файл шрифта к файлу печатной платы.
- Используйте для трассировки стандартные слои имеющиеся в САПР, если в вашем файле содержатся дополнительные слои, обязательно приложите к файлу печатной платы их описание.

После того как трассировка платы закончена, обязательно следует выполнить **проверку соблюдения правил проектирования** – DRC (Design rules check). В любом современном пакете САПР печатных плат предусмотрена такая проверка. Алгоритм проверки следующий: в настройках задаются основные технологические ограничения производства. Затем выполняется проверка, и по результатам проверки вносятся коррективы в топологию.

Дизайн печатной платы может считаться законченным, только после того как выполнена успешная **проверка соблюдения правил проектирования**, а также соблюдены общие рекомендации разработчику (см. выше).

Наиболее часто встречающиеся неточности в присылаемых нам для изготовления файлах печатных плат следующие:

- Неверно указаны зазоры защитной (паяльной) маски
- Некорректно расставлена маркировка. Маркировка попадает на открытые из-под маски контактные площадки.
- Не соблюдены отступы от края печатной платы (полигоны, дорожки, контактные площадки).
- Несоблюдены минимальные зазоры между элементами топологии.
- Неверно указано наличие/отсутствие металлизации в отверстиях

## Зачем нужны гербер файлы?

В какой бы программе вы ни разрабатывали печатную плату, имеются ввиду пакеты проектирования PCAD, OrCAD, Protel и т.д., все равно информация из вашего файла будет преобразована в формат Gerber RS274-X, являющийся в настоящее время промышленным стандартом, с которым работают производители печатных плат. Это связано с тем, что современное оборудование для производства ПП способно считывать информацию из gerber-файлов и файла сверления (в формате Excellon), и в автоматическом режиме выполнять ряд операций, таких как печать фотошаблонов, сверление/фрезерование пазов, обработка контура, и др.

С целью дополнительной верификации проекта мы рекомендуем самостоятельно осуществлять выгрузку гербер-файлов из пакета проектирования, в котором Вы разрабатывали печатную плату.

Инструкции по выгрузке гербер файлов из разных пакетов проектирования можно найти на нашем сайте: <http://www.pcb.by/gerber.html>

Если открыть соответствующей программой (CAM350, Camtastic, Genesis и др.) гербер-файлы выгруженные из вашего рабочего файла, то вы увидите печатную плату в точности такой, какой она будет выглядеть после изготовления. Другими словами, экранное отображение гербер-файлов в точности соответствует физическим слоям печатной платы. Следует упомянуть, что каждому слою печатной платы (слои проводников, защитных масок, шелкографии, контура) соответствует отдельный гербер-файл, а информация об отверстиях хранится в файлах сверления (NC Drill).

Таким образом, путем просмотра гербер файлов можно окончательно проверить дизайн печатной платы на предмет соответствия начальным требованиям, по которым она разрабатывалась.

### **Зачем заполнять бланк заказа**

Если вы высылаете для изготовления печатной платы только файл с топологией (или гербер файлы), то этого не достаточно для корректного изготовления платы. К файлу печатной платы обязательно нужно прилагать заполненный бланк заказа, так как в нем содержится ряд дополнительных параметров, которые учитываются при изготовлении печатной платы.

Поясним на примере: заказчик высылает в наш адрес файл печатной платы, и в письме просит изготовить 3000 шт. Но этой информации явно недостаточно – ведь мы должны знать из какого материала и какой толщины должна быть плата,

следует ли выполнять маркировку, какое использовать финишное покрытие, как обрабатывать контур и т.д.

Поэтому мы разработали удобный и компактный бланк заказа, в котором сформулировали основные вопросы, учитываемые при изготовлении печатной платы. Бланк заказа представляет собой табличку в формате Microsoft Excel, которая содержит встроенные макросы для облегчения ее заполнения (если ваш Microsoft Excel при открытии таблички выдаст предупреждение о наличии макросов, подтвердите открытие документа с макросами).

Скачать бланк заказа можно с нашего сайта по ссылке: [http://www.pcb.by/files/pcb\\_order.zip](http://www.pcb.by/files/pcb_order.zip)

Обратите внимание, что в документе имеется дополнительная закладка "Помощь по заполнению бланка", на которой приведен образец заполнения и даны подробные инструкции. Если у вас возникнут какие-нибудь вопросы, вы всегда можете обратиться к нам за помощью, например, позвонив в наш офис (см. **Контакты**).

## Материалы печатных плат

Мы изготавливаем печатные платы на различных материалах, таких как FR4, CEM3, CEM1, FR1/FR2, полиимид, тефлон, роджерсы, алюминий и т.д. Рассмотрим свойства и особенности наиболее часто используемых материалов:

### FR-4

Семейство материалов под общим названием FR-4 по классификации NEMA (National Electrical Manufacturers Association, USA). Данные материалы являются наиболее распространенными для производства ДПП, МПП а также ОПП с повышенными требованиями к механической прочности. FR-4 представляет собой композитный материал на основе стеклоткани (стеклотекстолит). Обычно матового желтоватого цвета или прозрачный, привычный зеленый цвет ему придает паяльная маска, наносимая на поверхность печатной платы. Класс горючести UL94-V0.

В зависимости от свойств и области применения FR-4 разделяется на следующие подклассы:

- стандартный, с температурой стеклования  $T_g \sim 130^\circ\text{C}$ , с ультрафиолетовой блокировкой (UV blocking) или без нее. Наиболее распространенный и широко используемый тип, одновременно наименее дорогой из FR-4;
- с высокой температурой стеклования,  $T_g \sim 170^\circ\text{C}$ - $180^\circ\text{C}$ , совместимый с технологиями бессвинцового лужения и пайки;
- безгалогенный, совместимый с технологиями бессвинцового лужения и пайки;
- с нормируемым трекинг-индексом,  $\text{CTI} \geq 400$ ,  $\geq 600$ ;
- высокочастотный, с низкой диэлектрической проницаемостью  $\epsilon \leq 3,9$  и малым тангенсом угла диэлектрических потерь  $\text{df} \leq 0,01$ .

### CEM-3

Семейство материалов CEM-3 по классификации NEMA. Композитный материал на стекловолоконно-эпоксидной основе обычно молочно-белого цвета или прозрачный. Очень широко применяется при производстве ДПП с металлизацией. По своим свойствам очень близок к FR-4 и отличается, по большому счету, лишь меньшей механической прочностью. Является прекрасной дешевой альтернативой FR-4 для абсолютного большинства применений. Отлично обрабатывается механически (фрезерование, штамповка). Класс горючести UL94-V0.

### CEM-1

Класс материалов CEM-1 по классификации NEMA. Эти композитные материалы изготавливаются на фенольно-бумажной или эпоксидно-бумажной основе с двумя слоями стеклоткани снаружи. Обычно молочно-белого или молочно-желтого цвета. Несовместимы с процессом металлизации отверстий, поэтому используются только для производства ОПП. Диэлектрические свойства близки к FR-4, механические свойства несколько хуже. CEM-1 является хорошей альтернативой FR-4 при производстве односторонних печатных плат, когда цена является определяющим

фактором. Отлично обрабатывается механически (фрезерование, штамповка). Класс горючести UL94-V0.

### FR-1/FR-2

Класс материалов FR-1 и FR-2 по классификации NEMA. Эти композитные материалы изготавливаются на фенольно-бумажной основе и используются только для производства ОПП. FR-1 и FR-2 имеют схожие характеристики, FR-1 отличается от FR-2 лишь более высокой температурой стеклования. Ввиду схожести характеристик и области применения FR-1 и FR-2, большинство производителей материалов выпускают лишь один из этих материалов, чаще FR-1. Отлично обрабатывается механически (фрезерование, штамповка). Класс горючести UL94-V0.

### Финишные покрытия печатных плат

Для сохранения паяемости печатных плат после хранения, обеспечения надежного монтажа электронных компонентов и сохранения при эксплуатации свойств паяных или сварных соединений необходимо защищать медную поверхность контактных площадок печатной платы паяемым поверхностным покрытием, так называемым финишным покрытием. Мы предлагаем вашему вниманию широкий перечень финишных покрытий, который позволяет оптимальным образом сделать выбор в пользу одного или даже одновременно нескольких из них при производстве ваших печатных плат.

- **HAL** или **HASL** (от английского Hot Air Leveling или Hot Air Solder Leveling - выравнивание горячим воздухом) с использованием сплавов олово-свинец (Sn-Pb), например, ОС61, ОС63 и выравниванием воздушным ножом. Это покрытие, на данный момент самое распространенное, является классическим, наиболее известным и давно используемым. Обеспечивает отличную паяемость печатных плат даже после длительного хранения. Покрытие HAL технологично и недорого. Совместимо со всеми известными методами монтажа и пайки - ручной, пайки волной, оплавлением в печи и пр. К минусам данного вида финишного

покрытия можно отнести наличие свинца - одного из наиболее токсичных металлов, запрещенного к использованию на территории Европейского Союза директивой RoHS (Restriction of Hazardous Substances Directive - директива о запрете на использование опасных и токсичных веществ), а также то, что покрытие HAL не удовлетворяет условиям плоскостности контактных площадок для монтажа микросхем с малым шагом выводов. Покрытие непригодно для технологии разварки кристаллов на плату (COB - Chip on board).

- **HAL бессвинцовый** - вариант покрытия HAL, но с использованием бессвинцовых сплавов, например, Sn100, Sn96,5/Ag3,5, SnCuNi, SnAgNi. Покрытие полностью удовлетворяет требованиям RoHS и имеет очень хорошую сохранность и паяемость. Это финишное покрытие наносится при более высокой температуре чем HAL на основе ОС, что накладывает повышенные требования к базовому материалу печатной платы и электронным компонентам по температуре. Покрытие совместимо со всеми способами монтажа и пайки как с использованием бессвинцовых припоев (что наиболее рекомендуется), так и с использованием оловянно-свинцовых припоев, но требует внимательного отношения к температурному режиму пайки. По сравнению с HAL на основе ОС, данное покрытие является более дорогим за счет большей стоимости бессвинцовых сплавов, а также за счет большей энергоемкости.
- **Gold Flash** - покрытие семейства Ni/Au. Толщина покрытия: Ni 3-7 мкм, Au 0,05-0,2 мкм. Наносится химическим способом. Высокотехнологичное покрытие с хорошими сохраняемостью и паяемостью. Обеспечивает высокую плоскостность печатных площадок платы, что делает его незаменимым при применении микросхем с малым шагом выводов. Покрытие полностью удовлетворяет требованиям RoHS. Совместимо со всеми способами монтажа и пайки, а также подходит для разварки кристаллов на

плату (COB). Покрытие Gold Flash хорошо зарекомендовало себя при пайке бессвинцовыми припоями, так как препятствует явлению охрупчивания паяных соединений, вызванному образованием интерметаллидов олово-медь. Образование интерметаллидов исключается в виду того, что между медной основой и припоем находится барьерный никелевый слой.

- **Gold Fingers** - покрытие семейства Ni/Au. Толщина покрытия: Ni 5-9 мкм, Au 0,2-1,0 мкм. Наносится электрохимическим осаждением (гальваника). Используется для нанесения на концевые контакты и ламели. Имеет высокую механическую прочность, стойкость к истиранию и неблагоприятному воздействию окружающей среды. Незаменимо там, где важно обеспечить надежный и долговечный электрический контакт.
- **Иммерсионное олово** - химическое покрытие, удовлетворяющее требованиям RoHS и обеспечивающее высокую плоскостность печатных площадок платы. Технологичное покрытие совместимое со всеми способами пайки. Вопреки распространенному неверному мнению, основанному на опыте использования устаревших типов покрытия, иммерсионное олово обеспечивает хорошую паяемость после длительного хранения - гарантийный срок хранения 1 год (паяемость покрытия сохраняется до нескольких лет). Такие длительные сроки сохранения хорошей паяемости обеспечиваются введением подслоя органометалла в качестве барьера между медью контактных площадок и непосредственно оловом. Барьерный подслоя предотвращает взаимную диффузию меди и олова, образование интерметаллидов и рекристаллизацию олова. Финишное покрытие иммерсионным оловом с подслоем органометалла, при толщине 1 мкм, имеет ровную, плоскую поверхность, сохраняет паяемость и возможность нескольких перепаек даже после длительного хранения, имея технические

---

характеристики покрытия, полностью отвечающие современным требованиям к печатным платам.

- **OSP** (от английского Organic Solderability Preservatives) - группа органических финишных покрытий, наносимых непосредственно на медь контактных площадок и обеспечивающих защиту медной поверхности от окисления в процессе хранения и пайки. Дешевое финишное покрытие, имеет ровную, плоскую поверхность, хорошо подходит для поверхностного монтажа и удовлетворяет требованиям RoHS. Дешевая альтернатива HAL. Имеет ограниченный срок хранения (месяцы) и не поддерживает многопроходную пайку. В конце пайки слой OSP, выполнив свою функцию, теряет способность обеспечивать последующие процессы пайки.

## Список основных ГОСТов и руководящих документов на печатные платы

<b>Стандарты проектирования печатных плат:</b>	
ГОСТ 2.123-93	Единая система конструкторской документации. Комплектность конструкторской документации на печатные платы при автоматизированном проектировании.
ГОСТ 2.417-91	Единая система конструкторской документации. Платы печатные. Правила выполнения чертежей.
ГОСТ 9.303-84	Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования к выбору.
ГОСТ 9.306-85	Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Обозначения.
ГОСТ 10317-79	Платы печатные. Основные размеры.
ГОСТ 20406-75	Платы печатные. Термины и определения.
ГОСТ 23751-86	Платы печатные. Основные параметры конструкции.
ГОСТ 23752-79	Платы печатные. Общие технические условия.
ГОСТ 26164-84	Платы печатные для изделий поставляемых на экспорт. Шаги сетки.
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 50626-93	Платы печатные. Основные положения построения технических условий.
ГОСТ Р 51040-97	Платы печатные. Шаги координатной сетки.

ОСТ 4.010.030-81	Установка навесных элементов на печатные платы. Конструирование.
ОСТ 5.9221	Покрытия лакокрасочные. Выбор покрытий. Технические требования.
РД 4.091.124-89	Аппаратура передачи и обработки информации. Требования технологические к конструкции печатных узлов для автоматизированной сборки.
РД 50-708-91	Инструкция. Платы печатные. Требования к конструированию.
РД 107.9.4002-96	Покрытия лакокрасочные. Номенклатура, свойства, область применения.
IPC-2141	Controlled Impedance Circuit Boards and High Speed Logic Design. Печатные платы с контролируемым импедансом и проектирование быстрых логических схем.
IPC-2221	Generic Standard on Printed Board Design - Includes Amendment 1. Проектирование печатных плат. Общие технические условия (с дополнением 1). Взамен IPC D-275.
IPC-2222	Sectional Standard on Rigid Printed Board Design (replaces D-275). Проектирование жестких печатных плат (взамен D-275).
IPC-2223	Sectional Standard for Flexible Printed Boards. Проектирование гибких печатных плат.
IPC-2224	Sectional Standard for Design of Printed Boards for PC Cards. Проектирование печатных плат для PC карт.
IPC-2225	Sectional Standard for Organic Multichip Modules (MCM-L) and MCM-L Assemblies. Проектирование органических многокристальных модулей (MCM-L) и MCM-L сборок.

IPC-2226	Sectional Design Standard for High Density Interconnect (HDI) Boards. Проектирование печатных плат с высокой плотностью межсоединений.
IPC-3408	General Requirements for Anisotropically Conductive Adhesives Films. Общие требования к анизотропно проводящим клейким пленкам.
IPC-6011	Generic Performance Specification for Printed Boards. Общие требования к эффективности печатных плат.
IPC-6012	Qualification and Performance Specification for Rigid Printed Boards. Оценка и требования к эффективности жестких печатных плат.
IPC-7721	Repair & Modification of Printed Boards and Assemblies. (Replaces R-700C). Ремонт и модификация печатных плат и сборок. (Заменяет R-700C).
IPC-9252	Guidelines and Requirements for Electrical Testing of Unpopulated Printed Boards. Электрический контроль несобранных печатных плат.
IPC-A-600G	Acceptability of Printed Boards. Критерии приемки печатных плат.
IPC-AI-642	Automated Inspection of Artwork, Innerlayers, and Unpopulated PWBs. Автоматический контроль оригиналов, внутренних слоев и несобранных печатных плат.
IPC-BP-421	Rigid Printed Board Backplanes with Press-Fit Contacts. Жесткие объединительные печатные платы с направляющими контактами.
IPC-CC-110	Guidelines for selecting core constructions for multilayer printed wiring board applications. Руководство по конструированию металлокордов для многослойных печатных плат.

IPC-CS-70	Chemical Handling Safety in Printed Boards and Manufacturing. Химическая безопасность в производстве печатных плат.
IPC-D-249	Design Standard for Flexible Single and Double-sided Printed Boards. Гибкие односторонние и двусторонние печатные платы. Правила проектирования.
IPC-D-275	Design Standard for Rigid Printed Boards and Rigid Printed Board Assemblies. Правила проектирования жестких печатных плат и функциональных узлов на их основе. Стандарт заменен серией из четырех нормативных документов (см. IPC-2221...IPC-2224).
IPC-D-300G	Printed Board Dimensions and Tolerances. Размеры и допуски печатных плат.
IPC-D-310C	Phototool Generation and Measurement Techniques. Фотооборудование и методы измерения.
IPC-D-322	Selecting Printed Wiring Board Sizes Using Standard Panel Sizes. Выбор размеров печатных плат на основе стандартного размерного ряда.
IPC-D-325A	Documentation Requirements for Printed Boards. Требования к документации для печатных плат.
IPC-D-350D	Printed Board Description in Digital Form. Описание печатной платы в цифровой форме.
IPC-D-351	Printed Board Drawings in Digital Form. Чертежные данные печатной платы в цифровой форме.
IPC-D-352	Electronic Design Data Description for Printed Boards in Digital Form. Электронное описание конструкции печатной платы в цифровой форме.

IPC-D-354	Library Format Description for Printed Boards in Digital Form. Описание библиотечного формата печатной платы в цифровой форме.
IPC-D-356	Bare Board Electrical Test Information in Digital Form. Представление результатов электрического контроля печатных плат в цифровой форме.
IPC-D-390A	Automated Design Guidelines. Руководство по автоматизированному проектированию печатных плат.
IPC-D-422	Press Fit Rigid Printed Board Backplanes. Жесткие объединительные печатные платы с запрессовываемыми контактами.
IPC-DR-570A	1/8 Inch Diameter Shank Carbide Drills for Printed Boards. Сверла диаметром 1/8 дюйма из карбида для сверления печатных плат.
IPC-DR-572	Drilling Guidelines for Printed Boards. Руководство по сверлению печатных плат.
IPC-EM-782A	Surface Mount Design and Land Patterns Spreadsheet. Электронной таблицы по конструированию плат поверхностного монтажа и контактных площадок.
IPC-ET-652	Electrical Testing of Unpopulated Printed Boards. Электрические испытания незаполненных печатных плат.
IPC-FC-250A	Single and Double-sided Flexible Printed Wiring. Односторонние и двусторонние гибкие печатные платы. Технические требования.
IPC-G-400	Technology Reference Includes Manuals 401, 402 and 403. Образы технологии (содержит описания документов 401, 402 и 403).
IPC-G-401	Technology Reference Manual-Design (12-document package). Руководство по разработке процесса (12 документов).

IPC-HF-318A	Microwave End Product Board Inspection & Test (Replaced by IPC-6018). Печатные платы для микроволнового диапазона и их тестирование. Заменен на IPC-6018.
IPC-HM-860	Performance specification for hybrid multilayer. Комбинированные печатные платы. Технические требования.
IPC-M-105	Rigid Printed Board (19 document package). Жесткие печатные платы (19 документов).
IPC-MC-324	Performance specification for metal core boards. Печатные платы с металлокордом. Технические требования.
IPC-MS-810	High Volume Microsection. Серийное изготовление микрошлифов
IPC-NC-349	Computer Numerical Control Formatting for Driller and Routers. Форматы данных для цифрового управления процессами сверления.
IPC-OI-645	Visual Optical Inspection Aids. Оптические средства контроля печатных плат.
IPC-PC-90	Implementation of Statistical Process Control (SPC). Использование статистического контроля процессов.
IPC-R-700C	Modification, Rework and Repair - see IPC-7711 and IPC-7721. Модификация, ремонт и восстановление печатных плат - см. IPC-7711 и IPC-7721.
IPC-RB-276	Performance specification for rigid printed boards. Жесткие печатные платы. Технические требования.
IPC-RF-245	Performance specification for rigid-flex multilayer printed boards. Многослойные жестко-гибкие печатные платы. Технические требования.

IPC-SM-782A	Surface Mount Design and Land Patterns (Amend. 1 - 5/95). Руководство по проектированию плат поверхностного монтажа и контактных площадок. (Исправление 1 - 5/95).
IPC-SM-840C	Permanent Polymer Coating (Solder Mask) for Printed Boards. Полимерные покрытия (паяльные маски) для печатных плат. Параметры и методы испытаний.
IPC-SS-615	Board Quality Evaluation Slide Set (approx. 300 slides). Слайды по оценке качества печатных плат (около 300 штук).
IPC-T-50F	Terms and Definitions for Interconnecting and Packaging Electronic Circuits. Термины и определения в области конструирования электронных схем.
IPC-TA-720	Technology Assessment on Laminates. Технологическая оценка ламинатов.
IPC-TA-721	Technology Assessment for Multilayer Boards. Технологическая оценка многослойных печатных плат.
IPC-TF-870	Polymer Thick Film Printed Boards. Толсто пленочные полимерные печатные платы.
IPC-TM-650	Test Methods Manual (Includes 2 year update service). Руководство по выбору методов контроля печатных плат (включает 2-годовую поддержку).
IPC-TR-468	Factors Affecting Insulation Resistance Performance of Printed Boards. Факторы, влияющие на эффективность сопротивления изоляции печатной платы.

IPC-TR-470	Thermal Characteristics of Multilayer Interconnection Boards. Тепловые характеристики многослойных коммутационных плат.
IPC-TR-483	Dimensional Stability Testing of Thin Laminates. Испытания размерной стабильности тонких ламинатов.
IPC-TR-579	Reliability Evaluation of Small Diameter Plated Through Holes in PWBs. Оценка надежности покрытий в отверстиях небольшого диаметра в печатных платах.
J-STD-003	Solderability Tests of Printed Boards. Контроль паяемости печатных плат.
MIL-P	Printed circuit board/printed wiring board manufacturing, general specification. Изготовление печатных плат. Общие технические требования.
MIL-P-50884	Military specification printed wiring, flexible, and rigid flex. Гибкие и жесткие печатные платы военного назначения. Технические требования.
MIL-P-55110	Military specification printed wiring boards, general specification. Печатные платы военного назначения. Общие технические условия.
MIL-STD-2118	Design Standard for Flexible Printed Wiring. Гибкие печатные платы. Руководство по проектированию.

---

## Контакты

ООО "Нанотех" расположен по адресу: **220103, г. Минск, ул. Калиновского, 31-А, офис 7**

Позвонить в наш офис можно по телефонам:

тел./факс: (+375 17) 281-35-36

тел. моб 1: (+375 29) 101-35-36 (Velcom)

тел. моб 2: (+375 29) 876-35-36 (МТС)

Адрес электронной почты: [pcb@pcb.by](mailto:pcb@pcb.by)

Веб сайт в интернете: [www.pcb.by](http://www.pcb.by)