

# Взаимодействие инженера-схемотехника и инженера-конструктора

**Один из основных принципов успешности бизнеса — это минимальное время, которое затрачено от момента возникновения идеи до создания готового продукта. То, что принято называть временем выхода на рынок, или "Time-to-market". Во многом оно зависит от эффективности отдела разработки, от того, насколько полноценно загружен каждый сотрудник, насколько четко осуществляется взаимодействие между ними.**

**Евгений Махлин**

design@schematica.ru

Сейчас, в условиях экономического спада и все более острой конкуренции, скорость выполнения новых разработок приобретает еще большее значение. Любую возможность экономии ресурсов компании нужно использовать с максимальной отдачей, работая на укрепление финансового положения компании и повышая ее технологический уровень.

Рост производительности труда отдела разработки и существенное сокращение сроков выхода новых проектов может позволить компании не только сохранить рентабельность в тяжелых условиях, но и отвоевать существенную часть рынка у конкурентов.

## Как сократить сроки выполнения разработок?

Самый очевидный и наиболее простой из реально действующих в мире способов ускорения разработок — это передача их отдельных этапов на аутсорсинг, внешним компаниям-подрядчикам. Наиболее часто передается сторонним подрядчикам операция проектирования печатных плат (или, как принято говорить в России, «трассировка»). Однако если пять-десять лет назад «трассировку» могли выполнять специалисты невысокой квалификации, не имеющие знаний в схемотехнике, то сегодня такая работа требует наличия у инженера-конструктора серьезных знаний и опыта в области электроники. Особенно это важно для сложных цифровых и цифро-аналоговых схем, содержащих микропроцессоры, сигнальные процессоры, ПЛИС, телекоммуникационные чипы, быстродействующую память и т. д. Сформулировать техническое задание на такую печатную плату довольно непросто, поэтому разработчики схемы, как правило, предпочитают выполнять трассировку своей платы самостоятельно.

## Правильно ли то, что схемотехник сам «трассирует» печатные платы?

Сегодня в России бытует мнение, что инженеру-схемотехнику быстрее и проще самостоятельно выполнить дизайн печатной платы, чем составлять полноценное техническое задание для инженера-конструктора. Однако зарубежный опыт последних десятилетий показывает, что это мнение неверно и приводит к катастрофическому падению эффективности отделов разработки. Ведь процесс проектирования печатной платы средней насыщенности может отнимать от трех до десяти рабочих недель. А это означает, что заниматься проектированием печатной платы должен профессионал именно в этой области, узкий специалист — инженер-конструктор печатных плат.

Более того, в мировой практике, особенно в Европе и США, где вопросу эффективности уделяют огромное внимание, практически не осталось компаний, разрабатывающих электронику и при этом выполняющих проектирование печатных плат своими силами. Большинство проектов отдается на аутсорсинг в специализированные дизайн-центры. Связано это с тем, что проектирование многослойных плат сегодня превращается в отдельную, непростую науку, и потому заниматься этим делом должен специалист, посвящающий изучению таких вопросов все свое рабочее время. А у разработчика-схемотехника есть множество своих задач, связанных с изучением и подбором компонентов, с программированием, моделированием, отладкой приборов и т. д.

Безусловно, в процессе проектирования печатной платы инженер-конструктор должен практически ежедневно взаимодействовать с разработчиком схемы, чтобы с максимальной отдачей использовать как свой опыт и знания, так и информацию, которой владеет разработчик.



Евгений Махлин — выпускник Белорусского национального технического университета. Он имеет 10-летний опыт проектирования многослойных плат в САПР Cadence Allegro. Участвовал в разработке проектов для Intel, Freescale, Samsung, SanDisk, General Electrik и других компаний.

Читает лекции по разработке печатных плат в ведущих компаниях Европы и Америки.

Публикуется в журналах "Electronica", "TECHNOLOGIES" (Израиль), "Printed Circuit Design & Fab" (США).

В настоящее время — технический директор московского дизайн-центра печатных плат КБ «Схематика».

### Можно ли наладить взаимодействие между разработчиком и конструктором?

Как обеспечить необходимый уровень доверия и взаимосвязи между инженерами-схемотехниками и инженерами-конструкторами печатных плат? Особенно если проект представляет собой многослойную печатную плату высокой плотности и содержит множество скоростных компонентов, для каждого из которых определены весьма жесткие правила размещения и трассировки? Как можно доверить проектирование платы инженеру-конструктору, расположенному «удаленно», и может ли разработчик схемы не участвовать лично в проектировании своей платы? Это возможно, если деятельность КБ основана на принципе ежедневной обратной связи конструктора с разработчиком. Такой принцип предполагает, в первую очередь, качественное, быстрое, технически безупречное выполнение проектов печатных плат со стороны КБ и, во-вторых, ясную, четкую постановку задач и требований со стороны заказчика (разработчика схемы).

### Как обеспечить взаимопонимание и исключить ошибки в разработке?

Руководителю КБ необходимо уделять огромное внимание установлению надежных и крепких связей с инженерами-схемотехниками. Это осуществляется на уровне проведения обучающих семинаров, мастер-классов, личных встреч с разработчиками, а также на уровне выяснения требований на стадии получения технического задания. Только совместные усилия разработчика схемы и инженера-конструктора ведут к успеху проекта.

Автору хотелось бы в рамках этой статьи затронуть основные факторы, которые показывают важность такого взаимодействия. В последующих статьях цикла мы рассмотрим другие факторы, влияющие на эффективность разработки.

### О библиотеке компонентов

Итак, вначале поговорим об определении имени компонента в схеме и на печатной плате, или, как говорят конструкторы, «посадочного места» (Footprint).

Мы будем показывать примеры, основываясь на возможностях программы для проектирования схем OrCAD и редактора топологии печатных плат Cadence Allegro. Обе эти программы являются частью маршрута проектирования ППП фирмы Cadence. Эффективное использование возможностей этих программ позволяет добиться полного взаимодействия между схемой и трассировкой. Но даже если вы пользуетесь другими программными средствами, приведенные в данной статье правила помогут вам правильно организовать работу КБ.

Существует несколько способов определения имени посадочного места:

1. Имя согласно part number фирмы-производителя (например, C0603C104K8RACTU).

- Имя согласно каталогу фирмы-поставщика (например, Farnell\_1640032).
- Имя согласно типу корпуса компонента (например, C0603).
- Имя согласно рекомендациям IPC (например, CAPC1608X80N).
- «Умное имя», которое сочетает в себе преимущества четырех вышеперечисленных методов и о котором мы поговорим подробнее.

У всех этих способов есть преимущества и недостатки. В конечном счете, каждая фирма выбирает свой метод. Мы лишь поделимся с вами своим опытом.

Перед инженером изначально стоит трудная задача в выборе компонента. Это и функциональность, и размеры, и, конечно, цена. А иногда необходимо собрать воедино несколько взаимозаменяемых компонентов, или, как мы говорим, создать «опциональный футпринт». То есть футпринт, который бы соответствовал нескольким компонентам разных производителей. Это позволяет в зависимости от цены, условий поставки и ряда других факторов использовать компонент той или иной фирмы-производителя.

С другой стороны, в компании обычно трудится не один инженер-конструктор, а целая группа, или даже несколько групп. Желательно, чтобы все они пользовались ЕДИНОЙ «библиотекой посадочных мест» (базой данных «футпринтов»). Это существенно повышает эффективность работы каждого инженера.

Есть и еще одна особенность. Желательно, чтобы название футпринта было бы «понятным» для конструктора печатных плат. Зная и понимая, что означает имя посадочного места, опытный разработчик заранее проиграет сценарии компоновки и разводки элемента на плате.

Рассмотрим несколько примеров.

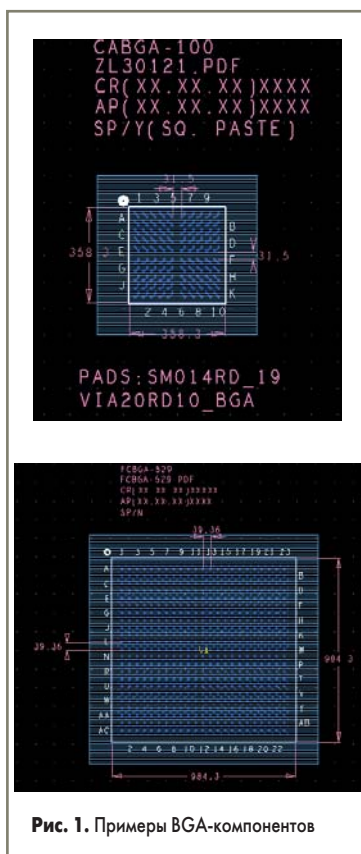


Рис. 1. Примеры BGA-компонентов

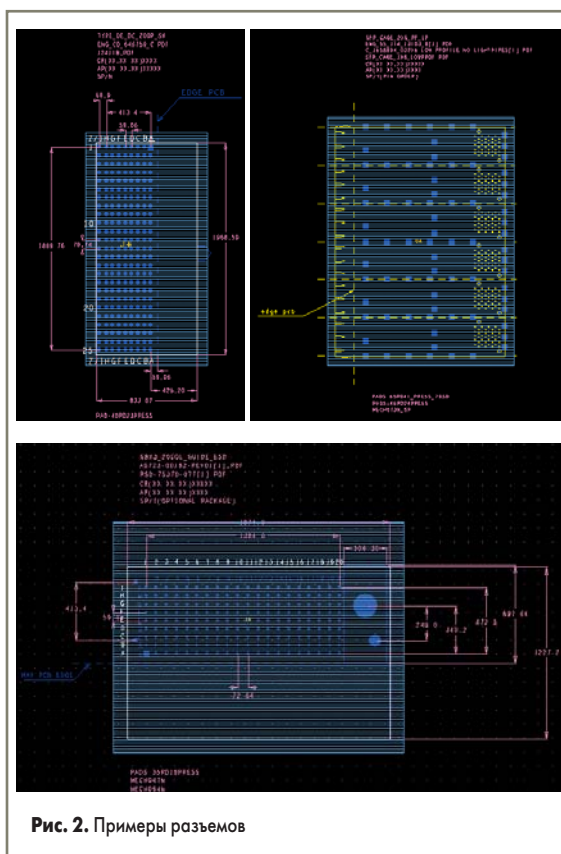


Рис. 2. Примеры разъемов

### BGA-компоненты

Рекомендации по формированию имени посадочного места в библиотеке (рис. 1):

- Указывайте количество выводов в BGA: BGA\_256, BGA\_625 и т. д.
- Если корпус керамический, то желательно указать это: CBGA\_256, где C означает керамический корпус.
- Если у вас в базе данных есть несколько таких компонентов, то надо вводить дополнительные индексы. Например, индексы, указывающие на расстояние между выводами в BGA: 1mm, 0.8mm и т. д. Тогда футпринт может иметь следующее имя: CBGA\_256\_1mm, BGA\_625\_0.8mm.
- Разделять части имени компонента желательно знаком «\_» (подчеркивание), и ни в коем случае не пробелом, +, \*, &, ^, ! и другими подобными знаками.
- Количество выводов компонента в схеме должно совпадать с количеством выводов в футпринте. Если выводы никуда не подключаются, их все равно необходимо указать в схеме, а номера их указывать как NC1, NC2 и т. д. (Речь идет об OrCAD, но аналогичную систему можно использовать и в других САПР.)
- Аналогично предыдущему пункту выполняем выводы, подключенные к «земле» (GND1, GND2, GND3...) или к питанию (VCC1, VCC2, VCC3...).

### Разъемы

В имени разъема нужно указывать (рис. 2):

- Тип корпуса (например, RJ).
- Количество выводов.
- Прямой тип или угловой под 90°.
- Наличие выводов под запрессовку (индекс PF).
- Розетка или штыри (Female или Male).

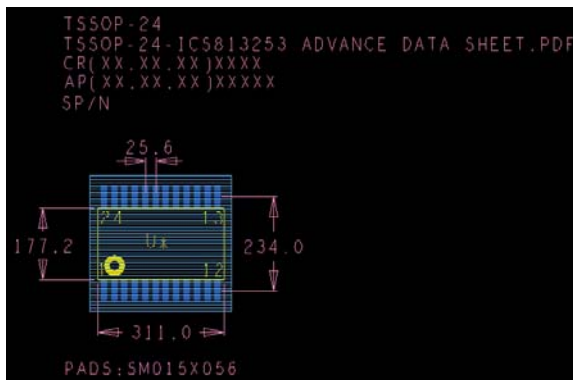
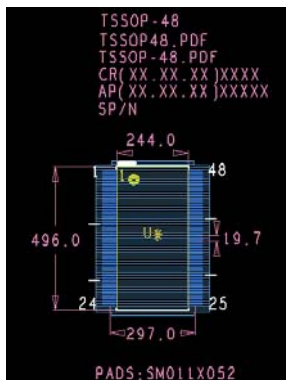


Рис. 3. Примеры посадочных места микросхем

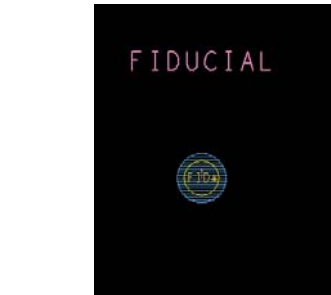


Рис. 5. Пример реперного знака

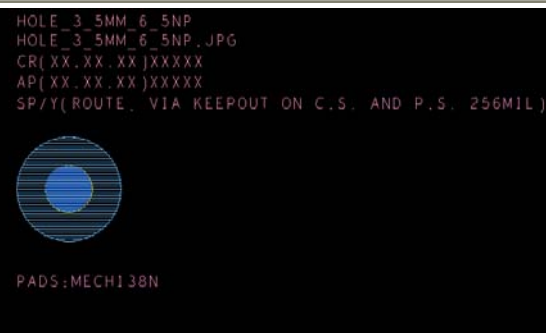


Рис. 4. Примеры библиотечных элементов — механических отверстий



Рис. 6. Пример диода

Если в разьеме есть крепежные отверстия, то их не описывают в схематике, а в определенном футпринте в печатной плате они существуют как механические отверстия.

**Микросхемы**

- В имени микросхем нужно указывать (рис. 3):
- Тип корпуса (TSSOP, SSOP, SOP, TQFP...).
- Количество выводов (TSSOP\_20, TQFP\_48...).
- Шаг выводов (TSSOP\_20\_0\_5mm).
- Иногда надо указать высоту или габариты компонента (SO\_8\_5mm).
- Если под корпусом есть открытая термоплощадка, не забывайте указывать ее как дополнительный вывод в схеме и отражать это в имени футпринта.

**Механические отверстия**

Механические отверстия (рис. 4), подключенные к GND или другой цепи, а также просто крепежные отверстия нужно описывать как отдельный футпринт.

В его имени желательно указывать диаметр отверстия и диаметр площадки. Например:

- Hole\_2PL\_6mm — механическое отверстие диаметром 2 мм, металлизированное, с диаметром площадки 6 мм.
- Hole\_3\_2mm\_NPL — механическое отверстие, неметаллизированное, диаметром 3,2 мм.

**Реперные точки**

Опытным разработчикам известно назначение реперных точек (FIDUCIAL): они обеспечивают точное позиционирование автоматов для установки компонентов на плату. Чтобы конструктор не забыл их поставить на ПП,

их также желательно добавить в схематику как «символ с одним выводом», который нигде не подключен (например, NC в системе OrCAD).

Имя такого футпринта: FIDUCIAL, или FID.

Реперных знаков (рис. 5) должно быть минимум по 3 шт. на каждую сторону печатной платы.

**Диоды и конденсаторы**

В диодах (рис. 6) указывайте не номера выводов (1 и 2), а Anode и Cathode. Или «А» и «С».

В полярных конденсаторах всегда нумеруйте положительный вывод как номер 1 и указывайте это как «правило нумерации полярных выводов» в техническом задании.

**Дополнительная маркировка на печатной плате**

Если у вас есть какие-то дополнительные символы на плате, такие как логотип компании, надписи, наклейки, знак Lead Free и т. д., определите их как символы на схеме. Тогда после внесения списка цепей в проект ПП разработчик не забудет установить их на плату, а вы всегда сможете проверить наличие этих символов в спецификации (или списке BOM).

**Некоторые правила для разработчика**

Необходимо помнить еще несколько правил и неукоснительно их выполнять. Такие требования мы предъявляем к заказчику, ко-

торые размещают заказы на проектирование печатных плат в нашем КБ. Но они же будут полезны и во внутрифирменном взаимодействии между разработчиками и инженерами-конструкторами.

Если вы хотите изменить футпринт (заменить его на другой, изменить его тип, форму, количество ножек, шаг выводов и т. д.), необходимо дать ему новое имя. Никогда не пользуйтесь старым именем футпринта для нового компонента или для изменений свойств существующего.

Об изменениях в имени или добавлении нового вида обязательно сообщайте разработчику печатной платы.

Высылайте дизайнеру печатной платы datasheet, названный именем футпринта, который вы завели в схеме. Желательно не высылайте весь файл, а только необходимый фрагмент, или указывать, какой номер страницы и параграф в datasheet надо использовать инженеру-конструктору. Это сэкономит время для поиска необходимой информации и упростит задачу определения компонента в библиотеке, а значит, снизит вероятность возникновения ошибок.

**Заключение**

Соблюдение этих нехитрых правил позволяет правильно строить компоненты, указанные на схеме, преодолевая один из самых важных этапов конструирования печатных плат — построение библиотеки — быстро и без ошибок. Что, в свою очередь, повышает скорость выполнения проектов, а значит, и эффективность работы отдела разработки, и способствует более быстрому выходу компании на рынок с новыми изделиями.