

Семь шагов к заказной аналоговой микросхеме

Боб Фростхолм, JVD Semiconductors

Перевод: Игорь Матешев

В статье раскрываются некоторые вопросы заказного производства аналоговых интегральных микросхем. В чём плюсы и недостатки заказного производства? Какие подводные камни ожидают заказчика при переходе от печатной платы к интегральной микросхеме?

В мире существуют десятки тысяч задач по обработке аналоговых сигналов, для которых экономически обосновано внедрение заказных интегральных схем (ИС). Почему же это не поставлено на поток? Более чем сорокалетний опыт в области аналоговых интегральных схем позволяет сказать, что основная причина – это незнание.

Незнание – понятие обширное. Это и слабая информированность, и дезинформация, и, конечно, ложные страхи, сомнения и неуверенность. Данная статья предназначена развеять мифы и рассказать правду об изготовлении заказных аналоговых ИС. Как правило, переход к ИС обоснован, но сложность и запутанность пути, по которому надо пройти, чтобы выполнить проектирование и найти необходимые производственные мощности, зачастую рубит на корню такие начинания.

Прежде всего, требуется серьёзно подойти к планированию разработки и производства заказной аналоговой ИС. Существует пять ключевых моментов, которые нужно внимательно изучить, прежде чем обращаться к компании-разработчику (производителю) ИС для проектирования и изготовле-

ния схемы. После рассмотрения этих моментов можно приступать к поиску потенциальных исполнителей. Если проведённый вами анализ сделан грамотно, то вы поймете, что полные затраты на создание вашего устройства будут значительно больше, чем та цена, которую запросит компания-разработчик ИС. Эта сумма – самая простая часть уравнения, поскольку она будет написана чёрным по белому в контракте, который вы заключите в самом начале разработки. Скрытые затраты на проектирование – вот та часть расходов, с подсчётом которой справляются далеко не все компании. И это неспроста. Поговорим о некоторых, наиболее важных моментах, прежде чем продолжить разговор о взаимодействии с компанией-разработчиком заказных ИС.

У головоломки под названием «заказная интегральная схема» есть несколько элементов, и все они должны идеально стыковаться друг с другом (см. рисунок).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАТРАТ

Прежде всего определите ваши затраты на существующую спецификацию, то есть расходы на то, что вы делаете из готовых компонентов и планируете заменить на заказную ИС. Обычно для этого в большинстве случаев просто берут в отделе закупок список компонентов вместе с текущей стоимостью. Однако есть и другие, менее очевидные расходы, связанные с этими компонентами. Например: затраты на приобретение, затраты на обработку, в том числе производственные затраты (как на машинный, так и на ручной труд), стоимость квадратного дециметра печатной платы, затраты на невыпущенную продукцию, возникшие из-за проблем с качеством или наличием компонентов у поставщика. Последний фактор сложнее всего поддаётся

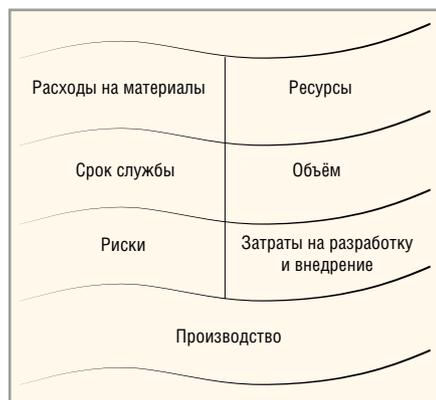
денежной оценке. Следует учитывать также и следующий момент – затраты возникают и при внедрении заказной ИС. Требуется новая трассировка платы. Возможно, потребуются новая сертификация и тестирование на надёжность. Все эти расходы требуется учесть при расчёте рентабельности перехода на заказные ИС. Обязательно просчитайте все возможные издержки, которые вы понесёте при переходе, так же как и всю возможную выгоду.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Не стоит забывать о том, что требуется дополнительный персонал для управления переходом к единой заказной ИС от многокомпонентной системы. Кто-то должен быть координатором работы с компанией-разработчиком ИС, обрабатывать технические вопросы и ответы, определять спецификацию заказной схемы, следить за ходом работ, анализировать проект, управлять переходом производства на ИС и делать многое другое. Руководство проектом не обязательно приведёт к привлечению нового персонала, но станет важной задачей, поставленной кому-нибудь из сотрудников. Проверьте, есть ли у вас человек, способный взять на себя эту роль. Продумайте запасной план, на случай если этот человек решит уйти.

ОЖИДАЕМЫЕ СРОКИ СЛУЖБЫ И ОБЪЁМЫ ПРОДАЖ

Рассчитайте ресурс и ожидаемые объёмы продаж вашего продукта. Нет особого смысла разрабатывать заказную ИС, если её жизненный цикл будет коротким. Есть, конечно, и очевидные исключения. Например, устройства, производящиеся в огромных количествах – компьютеры и мобильные телефоны. В таких случаях, даже если жизненный цикл микросхемы составит всего пару лет, экономия на её производстве однозначно говорит в пользу заказного решения. Однако многие могут только мечтать о таких объёмах. Есть и хорошая новость – аналоговые устройства обычно имеют длительный жизненный цикл, что может лет-



Ключевые элементы заказного производства интегральных микросхем и их соотношение с производственными мощностями изготовителя ИС

ко оправдать переход к заказным интегральным схемам. К примеру, большое количество медицинского или промышленного оборудования может производиться без значительных изменений в течение десяти и более лет.

РАЗУМНАЯ ОЦЕНКА ОБЪЁМОВ ПРОИЗВОДСТВА

Не стоит переоценивать предполагаемые объёмы потребления для того чтобы вызвать бóльший интерес у производителя заказной ИС. В данном вопросе всегда лучше перестраховаться. Аналоговые интегральные схемы не требуют больших объёмов производства. Хотя у каждого есть своё определение «большого объёма», в количественном выражении можно говорить о выполнимом проекте при объёме 25–50 тысяч штук в год, а иногда и меньше. Дни, когда минимальным заказом был миллион, полмиллиона, или даже 100 тысяч штук в год, давно прошли. Заказные аналоговые ИС всегда были доступны для заказчиков. Проблема в том, что заказчики этого не осознавали. Пожалуй, это самое главное заблуждение о заказных аналоговых ИС.

ПОЛИТИКА РАЗДЕЛЕНИЯ РИСКОВ

Ваша задача, как заказчика, – управлять вышеуказанными четырьмя элементами головоломки в силу своих способностей. Пятый элемент – это риски, работать с которыми должны не только вы. Вы, как заказчик, и компания-производитель заказной ИС должны вместе делать всё возможное, чтобы уменьшить возможные риски. Анализ рисков, связанных с разработкой ИС, необходимо проводить обеим сторонам. Что если предполагаемые объёмы производства оказались завышенными? Что если ваш поставщик чипов срывает сроки, или что ещё хуже, вообще не в состоянии выполнить поставленную перед ним задачу (а такое встречается куда чаще, чем хотелось бы)? Запрашиваемые в последний момент разрешения на отступления от технического задания могут погубить весь проект. Всего этого можно избежать, если выполнить детальный анализ. Договоритесь о встрече с главой команды разработчиков, закреплённой за вашим проектом ИС, и самостоятельно оцените их навыки и понимание конструкции аналоговых микросхем. Проверьте их рекомендации. Убедитесь, что они в полной мере поняли задачи вашего устройства.

А что если вам придётся изменить конструкцию на полпути разработки заказной ИС? Такое происходит сплошь и рядом. Что-то может пойти не так (и обязательно пойдёт). Неожиданно могут измениться требования. Убедитесь, что вы и ваш поставщик микросхем понимаете это. Подготовьте запасной план действий по устранению таких проблем. Вполне допустимы дополнительные расходы из-за изменения конструкции. Их размер зависит от тех изменений, которые требуется внести, а также от того, насколько далеко уже зашла разработка проекта. Если схема требует переделки, а вы изменений в конструкцию не вносили, то обязанность производителя – сделать это без дополнительной оплаты. Помните, что найм наилучших инженеров и использование надёжных субподрядчиков для производства кремния и сборки корпусов – обязанность производителя заказных ИС.

ЗАТРАТЫ НА РАЗРАБОТКУ ЦИФРОВЫХ ИС И АНАЛогоВЫХ

По затратам на разработку заказные аналоговые микросхемы значительно отличаются от цифровых. Параметры работы в цифровом мире довольно просты. Между логическими функциями есть чётко определённые интерфейсы. Используются сигналы логическая 1 либо логический 0, и каждый из них имеет определённый минимальный и максимальный предел. В случае аналоговых микросхем требуется, чтобы в чипе были точно реализованы тысячи, а может быть и десятки или сотни тысяч соединений.

Что это значит с точки зрения расходов на разработку? Это значит, что при разработке и конструировании заказной аналоговой ИС подрядчик должен работать по техническим условиям заказчика. Кроме того, коммерческое предложение заказчику должно быть подготовлено более тщательно. Обсуждение технических вопросов между ведущим инженером-разработчиком заказной ИС и ответственным за проект представителем заказчика – обычное дело. Производитель интегральной микросхемы должен знать всё, что только можно знать о конструкции ИС: для каких задач применяется, условия эксплуатации, архитектура и многое другое. Процесс погружения в потребности заказчика может длиться недели, а иногда месяцы. При определении объёмов производства для схемы средней или

высокой сложности нередко ситуация, когда разработчик вынужден сам вкладывать \$10–20 тысяч, только лишь для того, чтобы сделать коммерческое предложение. Брать за это деньги с заказчика разработчик не должен – это часть его затрат на поддержание бизнеса.

Более того, пока инженер-разработчик заказной ИС работает над базовой конструкцией, другая команда разрабатывает методику тестирования схемы. Какая необходима точность? Есть ли специальные требования, такие как функции сбора данных? Какие предполагаются блоки питания? Есть ли специальные требования к уровню шума? Какова последовательность подачи питания? Есть ли требования по высокому напряжению? И последнее, нужно ли разрабатывать специальный аналоговый тестер, помимо обычной платы с нагрузкой?

Затраты на разработку могут ощутимо различаться, что может быть вызвано:

- сложностью конструкции (сколько человеко-часов требуется для проектирования и трассировки схемы);
- стоимостью шаблона (маски) ИС (определяется технологией литографией пластин (0,18, 0,35, 0,5 мкм и так далее));
- затратами на пластины (определяются размером пластины (150, 200 мм и так далее));
- необходимостью выполнения особых требований (количество слоёв, кремний на изоляторе, полости травления для датчиков и так далее).

Компания-разработчик должна рассмотреть с вами все эти затраты и варианты их минимизации.

Также стоит рассмотреть возможность поэтапной оплаты расходов с распределением затрат по всей партии ИС. Уточните у разработчика заказной ИС, предлагают ли они программу распределения первоначальных затрат на разработку микросхемы. В этом случае затраты на разработку оплачиваются не в начале цикла производства продукта, а равномерно распределяются по стоимости продукции и возвращаются компании-разработчику по мере производства.

ПОДДЕРЖКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ

Помимо всего сказанного важен и производственный потенциал (см. рисунок). На стадии подготовки предложения разработчик заказной ИС

рассматривает различные технологии изготовления, подходящие для вашего заказа, и выбирает наилучшую. ИС разрабатываются с учётом специфических требований выбранного технологического процесса. За редким исключением, процессы изготовления не могут быть изменены, даже частично. Вся тяжесть работы по выбору процесса и оптимизации под него разработки полностью ложится на плечи изготовителя заказной ИС.

Главная мысль, которую следует понять, это: никогда не отделяйте разработку от производства. Так вы укрепите свои позиции на случай конфликтной ситуации. Если таковая возникнет, то первым заданным вопросом будет «Это проблема разработки или проблема производства?». Только если компания-изготовитель заказных ИС самостоятельно не разрабатывает или не изменяет процесс производства, при возникновении проблем с производительностью в 99% случаев виноват будет разработчик. При этом независимые разработчики обязательно будут утверждать обратное. Вы, как заказчик, окажетесь между молотом и наковальней – разработчиком и изготовителем. Даже если у вас большой опыт управления разработкой цифровых интегральных схем, аналоговые микросхемы лучше доверить поставщику или производителю полного цикла (от разработки до производства).

В отличие от цифровых интегральных схем, аналоговые ИС крайне сложно (может даже невозможно) перенести на другую технологию изготовления с той, для которой они были изначально разработаны, не внося при этом глобальных изменений в схему. По этой причине выбор фабрики с солидным списком произведённых аналоговых схем имеет первостепенное значение. Во время этапа проектирования ИС команда разработчиков обязательно должна учитывать сроки изготовления. Требуется ли производству длительное время наладку? Большой ли объём продукции изготовлен по выбранному техпроцессу? Большие объёмы производства по выбранному техпроцессу сведут к минимуму вероятность внезапного отказа от изготовления вашей схемы.

После того как вы приняли предложение по разработке и производству заказной ИС, начинается детальная разработка спецификации. Эта спецификация аналогична типичной полу-

проводниковой спецификации в плане содержания. Там может быть приведено краткое описание ИС, определены условия эксплуатации (температура, напряжение и тому подобные параметры) с последующей подробной электрической спецификацией. Точность и полнота электрической спецификации очень важны, потому что именно она используется в качестве критерия для принятия или отклонения заказной ИС. Электрическая спецификация становится частью контракта на разработку – как правило, в качестве одного из нескольких приложений контракта. Нормальной практикой является внесение незначительных изменений в электрическую спецификацию (разумеется, по взаимному согласию) в процессе разработки, так как любая из сторон может выявить возможности для дальнейшего улучшения схемы ИС и даже её миниатюризации.

Когда электрическая спецификация подготовлена, а контракт подписан, начинается разработка. Еженедельный, а иногда и ежедневный обмен информацией между поставщиком заказной схемы и заказчиком позволяет синхронизировать процесс работы обеих сторон в течение всего периода разработки. Периодически проводятся поэтапные проверки, а затем окончательная проверка перед приёмкой готового изделия, после которой разработка объявляется завершённой и начинается фаза изготовления.

После изготовления шаблона (маски) ИС начинается производство чипов. Длительность процесса может варьироваться от 8 до 12 недель, прежде чем готовый чип будет поставлен разработчику для испытания. Если всё прошло по плану, к этому моменту разработчик уже закончит создание методики тестирования и будет готов к проведению тестов. У опытных проектировщиков аналоговых схем 99% конструкций оказываются полностью функциональными уже при первом тестировании. Тем не менее, практически все созданные ИС требуют незначительных доработок для достижения полного соответствия спецификации. К сожалению, даже инструменты разработки и тестирования аналоговых устройств от таких компаний, как Cadence, Synopsys и Mentor Graphics ещё не идеальны и продолжают совершенствоваться.

После описанных этапов образцы отгружают заказчику для оценки качества. Любое несоответствие или

проблемы с производительностью фиксируются и, как правило, для их исправления достаточно небольшой корректировки металлических слоёв кремниевой пластины. После проверки заказчиком утверждённый чип запускают в производство.

Как видите, заблаговременное планирование, продуманное распределение ресурсов, глубокое понимание навыков аналогового проектирования и производства вашего поставщика, чётко определённая спецификация – всё это обеспечит успех вашего проекта.

ПАРА РЕМАРК

Когда дело доходит до производства аналоговых ИС, коротких путей нет. Если вы будете требовать от выбранного вами поставщика постоянного сокращения сроков разработки, это может обернуться против вас. Хотя поставка первых образцов иногда укладывается в срок от шести до восьми месяцев, реально стоит рассчитывать на срок 10–12 месяцев, а в случае сложных чипов – и больше.

Подумайте о защите интеллектуальной собственности. Если ваша конструкция – это просто объединение стандартных компонентов, без особых ноу-хау, то об этом можно не беспокоиться. Однако если плата будет содержать вашу интеллектуальную собственность, будьте особо внимательны в вопросе выбора компании-разработчика ИС. Да, инженеры в США и странах ЕС могут быть более дорогостоящими, но каковы будут последствия для вас и вашего бизнеса, если ваши разработки будут украдены? Вы никогда не задумывались, как так получилось, что новые часы от Apple стали доступны для продажи на Alibaba раньше, чем они были выпущены самой Apple? Это справедливо и для изготовления заказных аналоговых ИС. Если вас это хотя бы немного беспокоит, настаивайте на сотрудничестве с теми, кто строго следует нормам международного права.

Не экономьте на мелочах. Если вы доверяете кому-то разработку аналоговой ИС, будьте очень щепетильны в выборе подрядчика. Самое дешёвое решение – не всегда самое хорошее.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bob Frosthalm. 7 Steps to a Successful Analogue ASIC. www.edn-europe.com/en/7-steps-to-a-successful-analogue-asic.html?cmp_id=7&news_id=10007114&vID=1999#. VolLgUSRRdg.



Новости мира News of the World Новости мира

Мировой рынок полупроводников устремился вниз

Рынок полупроводников по итогам 2015 года сократился почти на 2% после 8-процентного роста в 2014 году. Аналитики объяснили это снижением спроса на электронику, ростом курса доллара и затовариванием складов.

В 2015 году мировые продажи полупроводников достигли \$333,7 млрд, что на 1,9% ниже, чем в 2014 году, когда его объём в денежном выражении был зафиксирован на отметке \$340,3 млрд, сообщает Gartner. Фактический результат оказался лучше прогноза, сделанного компанией в январе 2015 года. Тогда ожидалось 5,4-процентное сокращение. Для сравнения, в 2014 году мировой рынок полупроводников вырос на 7,9% в денежном выражении. По словам аналитиков, негативная динамика обусловлена снижением спроса на основные электронные детали, ростом курса доллара и увеличением складских остатков. «Например, в Еврорегии отпускные цены на мобильные телефоны и ПК увеличились в местных денежных единицах, так как многие детали продаются по ценам в американских долларах. Из-за роста отпускных цен потребители отложили покупки или выбрали более дешёвые продукты, это и привело к сокращению полупроводникового рынка», – пояснили в Gartner.

Однако снижение продаж коснулось не всех категорий. Оптоэлектронные компоненты, неоптические датчики, аналоговые компоненты и специализированные интегральные схемы (Applications Specific Integrated Circuit, ASIC) показали позитивную динамику. Наибольший рост был продемонстрирован сегментом ASIC благодаря спросу со стороны Apple. Продажи ASIC-продуктов увеличились в 2015 году на 2,4%. В свою очередь, продажи аналоговых компонентов и неоптических датчиков выросли на 1,9% и 1,6% соответственно.

Продажи DRAM-памяти, используемой в ОЗУ, снизились на 2,4%, тогда как продажи NAND-памяти, используемой во флэш-накопителях, выросли на 4,1%. В целом рынок памяти сократился в 2015 году на 0,6%. Аналитики отметили, что в 2014 году продажи DRAM-памяти выросли на 32%. Вследствие произошедшего затем снижения спроса на ПК склады оказались затоварены, что и привело к тому, что по итогам 2015 года динамика изменилась. Что

касается NAND-памяти, этот сегмент остался на плаву благодаря продолжающемуся переходу с жёстких дисков на флэш-накопители.

Первое и второе места по объёму выручки от продажи полупроводников сохранили компании Intel и Samsung Electronics соответственно. С пятого места на третье подня-

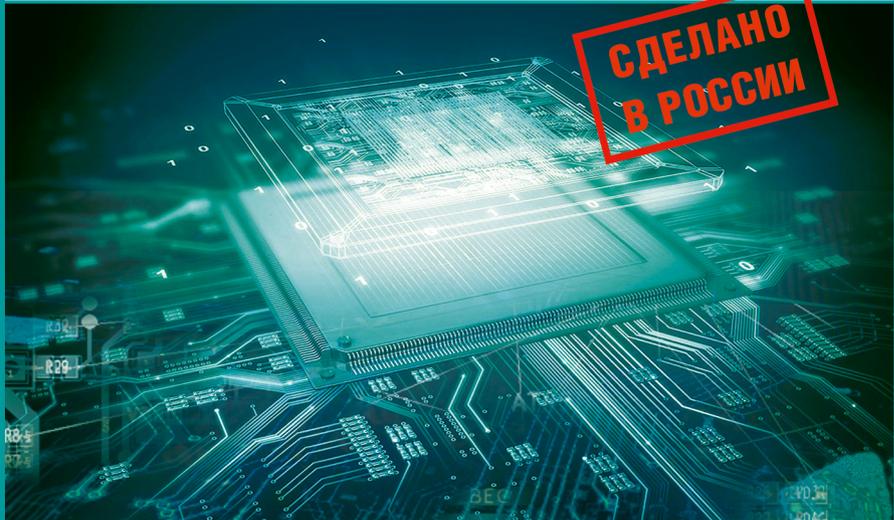
лась SK Hynix. Qualcomm спустилась с третьей строчки на четвертую. Пятое место заняла компания Micron Technology, которая в 2014 году была на четвёртой позиции. Таким образом, первая пятёрка сохранилась по составу, хотя и произошли некоторые перестановки.

www.cnews.ru



Инновационный подход к проектированию электроники

САПР электроники



СДЕЛАНО В РОССИИ



DELTA DESIGN — система сквозного проектирования электронных устройств на базе печатных плат

- Менеджер библиотек LIBerty
- Схемотехнический редактор FlexuS
- Схемотехническое моделирование SimOne
- HDL-симулятор Simtera
- Ведение правил DRM
- Редактор печатных плат RightPCB
- Топологический трассировщик TopoR

WWW.DD.RU

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПОСТАВЩИК ПРОДУКЦИИ EREMEX



Тел.: (495) 234-0636 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru

