

# Как поставить электронику на коммерческое производство

**Новый успешный электронный продукт — это сумма многих факторов: оригинальная и своевременная идея, тщательно продуманная и выполняемая маркетинговая стратегия, профессиональная разработка и, наконец, постройка на массовое коммерческое производство.**

**«Компания такая-то начала коммерческое производство» — одна из самых популярных фраз в анонсах новых продуктов и технологий. Это финальная стадия выпуска нового продукта на рынок, которая, однако, не всегда приводит к ожидаемому результату по качеству, стоимости или срокам.**

**Автор статьи объясняет, что понимается под коммерческим производством электроники, рассказывает, с какими проблемами можно столкнуться на этапе постройки на производство, и предлагает варианты их решения.**

Сергей Ковалев

info@promwad.com

## Кому нужно производство электроники: стартапы и зрелые компании

Цели и задачи коммерческого производства зависят от типа компании, которая планирует воплотить свою разработку в реальном электронном устройстве.

Индивидуальный предприниматель, или стартап, который инвестировал в разработку инновационного продукта, не всегда планирует заниматься коммерческим производством, так как зачастую его цель — это продажа бизнес-идеи на различных стадиях проработки. Например, на этапе прототипа. Однако важно учитывать, что чем ближе разработка продукта к финалу, тем дороже он стоит. Потенциальная стоимость проекта существенно снижается, если устройство невозможно произвести с учетом доступных технологий. Соответственно, стадию производства нужно учитывать в любом случае.

Когда инициативный стартап получает финансовое подкрепление венчурного фонда, он может рассчитывать на коммерческий выпуск своего продукта и получение прибыли за счет его реализации. Для этого нужны правильные специалисты, которые обеспечат постройку продукта на производство, тщательное планирование этапов производства, закупку необходимых компонентов, изготовление оснастки, организацию производственного тестирования, монтаж-сборку-упаковку-учет-доставку-ремонт... И это только основные вопросы. Для многих амбициозных стартапов этап производства становится непреодолимой преградой, даже при наличии финансовой поддержки.

Наиболее полное понимание всех стадий и потенциальных рисков производства есть у зрелых продуктовых компаний со своей производственной базой, командой специалистов и опытом производства и поставок популярного продукта. Если такая

компания решит выйти на рынок с инновационной разработкой, у нее есть все шансы на успех. Тем не менее производственные вопросы приходится решать снова и снова в каждом конкретном проекте. Так, нынешняя производственная база компании может технологически не соответствовать новой разработке, либо она может быть занята под производство другого востребованного продукта, либо главный инженер небезосновательно считает, что в данном случае проект можно передать подрядчикам, которые реализуют его дешевле и качественнее... Соответственно, даже для зрелых продуктовых компаний новое устройство — это новый анализ возможностей производства, независимо от наличия собственной производственной базы.

Примечательно, что на рынках Западной Европы и США одним из самых распространенных методов создания электронных продуктов является фокус на генерации идеи и маркетинговой стратегии, при этом разработка и производство передаются сторонним компаниям.

## Этапы и задачи коммерческого производства

Процесс коммерческого производства можно разделить на следующие базовые этапы и задачи:

1. Адаптация нового продукта под массовое производство и конкретного производителя. Важно понимать, что по результатам разработки продукт никогда не будет готов к массовому производству, даже при наличии опытных образцов и партий. Дело в том, что технологии выпуска опытных образцов принципиально отличаются от технологий на серийном производстве, которое начинается с «установочной» партии, и только потом происходит наращивание объемов выпуска.

2. Оптимальное и ритмичное обеспечение производства электронными компонентами, печатными платами, корпусными деталями, упаковочными и расходными материалами, а также прочими комплектующими.
3. Производство и поставка печатных плат. Требования к печатным платам в зависимости от продукта могут быть разными, соответственно, и поставщика нужно выбирать, руководствуясь этими требованиями. Это может быть массовый производитель несложных и недорогих печатных плат или производство на базе современных технологий, которое выпускает платы высокого класса точности.
4. Подготовка, настройка и наладка технологического оборудования — это многоэтапный процесс, который обеспечивает максимально качественное массовое производство при минимальном количестве технологических операций.
5. Автоматический и ручной монтаж электронных компонентов. От 85 до 98% сборочных операций — автоматические, ручной монтаж используется при невозможности внедрения автоматических процессов или их дороговизне.
6. Контроль качества. Проводится на каждом этапе производства с последующим анализом, выявлением дефектов и оттачиванием процесса.
7. Изготовление технологической оснастки. Корпуса и специализированные компоненты электронных устройств производятся из различных материалов (пластмассы, металлов, стекла, резины, керамики, древесины) с использованием различных технологий (литья под давлением, экструзии, штамповки, фрезеровки) — все это требует разнообразной и дорогостоящей технологической оснастки.
8. Производство и поставка корпусных деталей и специализированных компонентов.
9. Сборка устройства по специальной инструкции предварительное обученными рабочими.
10. «Прошивка» ПО и функциональное тестирование. Сначала происходит «прошивка» тестовой программы и выполнение тестов, затем, при удачном завершении проверки, проводится «прошивка» рабочего ПО. Возможны и другие варианты установки программного обеспечения, это зависит от реализации конкретного технического процесса.
11. Контроль выхода годных изделий, сбор статистики и обеспечение ремонта. Благодаря маркировке устройства можно вести статистику, локализовать проблемные места и свести выход брака к минимуму. Ремонт также может стать частью производства, он проводится по специальной методике. Например, на заводе была выпущена небольшая партия сложных дорогостоящих приборов, в которых обнаружена неисправность из-за сбоя в технологическом процессе. Если она поддается ремонту, и его стоимость экономически оправдана, то устройства отправляют на доработку. Конечно, одновременно

с этим корректируют и производственный процесс, чтобы избежать подобных проблем в будущих партиях.

12. Маркировка. Каждое устройство получает индивидуальный номер, по которому впоследствии можно определить, где находится изделие в данный момент, какие операции с ним уже успели провести. Если устройство попало в брак, по маркировке можно узнать, на каком этапе произошел сбой.
13. Изготовление упаковки, индивидуальная упаковка изделий.
14. Групповая упаковка и доставка до склада реализации.

Таким образом, в организации производства могут быть задействованы следующие участники:

- Компания-собственник нового устройства, которая является основным заказчиком производства и связанных с ним товаров и услуг.
- Собственное производство или завод по производству электроники.
- Дизайн-центры электроники и другие инженеринговые компании, которые оказывают услуги по подготовке конструкторской документации для массового производства, оптимизируют ведомость материалов (ВМ) и т. д.
- Поставщики электронных компонентов, которые снабжают производство необходимыми комплектующими.
- Поставщики печатных плат, ведь даже при наличии собственного производства платы, как правило, заказывают у специализированной компании.
- Контрактные производители — компании, которые занимаются изготовлением корпусных деталей и специализированных компонентов, монтажные организации с контролем качества и другие специализированные производственные предприятия.
- Компания-перевозчик, которая отвечает за поставку готовых изделий на склад или в розничные сети.

В случае, когда компания-собственник нового электронного продукта сама занимается организацией производства, ей придется скоординировать работу всех перечисленных организаций и специалистов, установить сроки и распределить ответственность. Даже при отсутствии собственной производственной площадки часть задач компания может взять на себя. Например, выбрать поставщиков электронных компонентов, отправить своих инженеров на производство для проведения тестирования и контроля качества, организовать собственную площадку для сбора устройств из готовых смонтированных плат и корпусов. (Автоматизированные сборочные линии работают только при выпуске очень крупных серий.) Есть разные варианты организации производственного процесса, рассмотрим их более подробно.

### Кому поручить производство: собственному заводу и фаблесс-компаниям?

Как можно решить задачи коммерческого производства электронных устройств? Первый вариант — за счет собственного производства. Это решение выглядит логичным. Идеальный вариант — создание завода, который самостоятельно делает все: от добычи и переработки сырья до создания всех компонентов устройства и его сборки. К сожалению, это утопический подход советского периода.

Если вернуться к идее собственного современного и конкурентоспособного производства, руководствуясь здравым смыслом и экономическими показателями, то организовать производство собственными силами можно за счет следующих элементов: собственная линия по монтажу электронных компонентов на печатные платы, цех по сборке устройств, а также технический контроль и тестирование. В этот список можно включить также производство пластиковых и/или металлических корпусных деталей. Выпуск электронных компонентов и специфичное производство печатных плат оставим традиционным производителям.

Собственное производство накладывает на компанию ряд требований и ограничений. Например, необходимость больших капитальных вложений в основные средства — здания, оборудование и технологии. Все это нужно поддерживать в рабочем состоянии, регулярно обновлять и совершенствовать с учетом развития технологий. Законы рынка вынуждают пристально отслеживать и оперативно реагировать на все повороты технологического вектора. Так, раньше использовался выводной монтаж компонентов на платы, потом поверхностный. Расстояние между выводами микросхем постоянно уменьшается в связи с возрастающими требованиями по миниатюризации; типы корпусов микросхем меняются: происходит их переход от количественных изменений к качественным. Сегодня PoP<sup>1</sup> — уже не экзотика, а 3DS<sup>2</sup> — не за горами. Например, в современных устройствах уже не обойтись без BGA-корпусов<sup>3</sup>, а это дополнительные требования к производственной линии и технологическому оборудованию. Также на производстве необходимо наличие оборудования для рентген-контроля, которое может стоить дороже автомата установки компонентов. И еще нужен современный центр для ремонта и восстановления оборудования. И все это стоит дорого и имеет немалый срок окупаемости.

Важно учитывать, что производственная деятельность — это специфические подходы в управлении и организации внутренних процессов, необходимость содержания команды высококвалифицированных инженеров и тех-

<sup>1</sup> PoP (package on package) — вертикальный монтаж интегральных схем, при котором один или более компонентов монтируются поверх друг друга. Эта технология значительно повышает плотность упаковки электронных компонентов на плате.

<sup>2</sup> 3DS (three-dimensional stack) — новый тип монтажа интегральных схем на кристалле, которые соединяются между собой на основе двухслойной или многослойной коммутации.

<sup>3</sup> BGA (ball grid array) — тип корпуса поверхностно-монтируемых интегральных микросхем, BGA-выводы которых представляют собой шарики припоя, которые наносят на контактные площадки микросхемы.

нологов, а также полная ответственность за результат. Итого: производство отвлекает ресурсы и уводит фокус компании от разработки и продвижения новых продуктов на рынке.

В каком случае есть смысл вкладываться в собственное производство? Только при гарантированном массовом и/или долгосрочном выпуске продукции, то есть когда это экономически оправданно. На практике это достаточно редкая ситуация, учитывая современные требования к технологическому совершенству электронных продуктов и их время жизни на рынке. Стоит отметить, что в некоторых случаях руководители компаний задумываются о собственном производстве ради сохранения технического ноу-хау или даже ради чувства собственного величия и желанной фразы «У нас собственное производство!». (Да, не современное, да, маленькое, но собственное!)

Второй вариант решения задачи коммерческого производства — подключение различных контрактных производителей. Их особенность — узкая специализация, благодаря которой они обеспечивают эффективность, технологичность и получают возможность работать на конкурентном рынке, предлагая свои услуги в заданном ценовом диапазоне и постоянно совершенствуя технологии производства и производственную базу.

Основной недостаток этого подхода — «распыление» производства по разным небольшим контрактным производителям и, соответственно, опасность потерять центр ответственности за продукт в целом и его качество. Авторским надзором приходится заниматься

компания-собственнику продукта, она отвечает за результат и занимается решением следующих вопросов:

- подбор оптимальных производств и адаптация конструкторской документации (КД) под их требования;
- контроль качества отдельных компонентов на выходе с производства;
- построение логистических каналов;
- консолидация всех компонентов на едином сборочном производстве;
- выходной контроль качества продукта;
- упаковка и доставка.

Для этого необходимо содержать штат ответствующих специалистов и выстраивать оптимальные бизнес-процессы.

Третий вариант решения задачи коммерческого производства — это работа с единым технологическим партнером, который предлагает более широкий формат сотрудничества и закрывает большую часть вопросов, связанных с производством, а также предлагает дополнительные услуги, такие как разработка, тестирование, послепродажное обслуживание и т. п. В роли такого партнера могут выступать независимые дизайн-центры электроники, которые, в отличие от контрактных разработчиков, занимаются не только проектированием электроники, но и адаптацией КД и постановкой устройств на массовое производство.

Как правило, дизайн-центры электроники используют гибкие схемы сотрудничества с клиентами, встраиваются в отраслевые экосистемы и развивают партнерские отношения с разработчиками и поставщиками электронных компонентов. Такая особенность их ра-

боты — важное преимущество для заказчиков, которые могут передать на аутсорсинг в дизайн-центр не только отдельные производственные задачи, но весь проект по коммерческому производству продукта, вплоть до его технической поддержки на протяжении всего жизненного цикла.

При выборе такого варианта ответственность за результат ложится на технологического партнера компании, который самостоятельно выбирает оптимальную производственную площадку, оптимизирует ВОРМ, контролирует качество на производстве, обеспечивает логистику и занимается другими вопросами. Так заказчик получает контроль себестоимости изделия и значительно сокращает свои риски.

Более того, подобный подход позволяет компании-собственнику устройства полностью сфокусироваться на продвижении продукта на рынок, выработке новых маркетинговых стратегий, расширении функциональности своей разработки и развитии продуктовой линейки.

Таким образом, вопросы коммерческого производства остаются актуальными для любого типа бизнеса: от стартапа, который разрабатывает прототип инновационного устройства, до зрелой продуктовой компании с собственной производственной базой или без нее. В зависимости от специфики проекта и доступных финансовых ресурсов компания может запустить коммерческое производство на собственной площадке или воспользоваться услугами подрядчиков, передавая им ответственность за конечный результат частично или полностью.