

|           |            |
|-----------|------------|
| программа | проект     |
| <b>ST</b> | <b>520</b> |



---

# Контрактная разработка электроники

Сопровождение проекта от идеи до  
серийного производства

---

|                    |                         |
|--------------------|-------------------------|
| Подготовлено для   | Потенциальных клиентов  |
| Имя файла          | 520_DevelopmentPrg.doc  |
| Версия             | 0.3                     |
| Дата               | 07.05.2013              |
| Ссылка на оригинал | \\Tech\ST\520_Marketing |

Права на данный документ принадлежат ЗАО «НПК Ротек». Копирование любой части содержания запрещено без предварительного письменного согласования с руководством ООО «НПК Ротек».

**ООО "НПК Ротек" - 2013**

## Введение

Уважаемые коллеги! Вас приветствует компания ООО «НПК Ротек», которая специализируется на контрактных разработках и производстве электроники. Мы предлагаем Вашему вниманию программу контрактной разработки электроники, включающую все стандартные услуги по разработке и производству электроники. В процессе работы мы прикладываем максимум усилий, чтобы:

- Минимизировать количество модификаций (редизайнов) устройств, необходимых до начала серийного производства.
- Минимизировать стоимость компонентов, монтажа, тестирования и настройки устройств.
- Ускорить процесс производства прототипов и приблизить начало серийного производства.

Работаете ли Вы в небольшой начинающей компании или в крупной компании с серьезным опытом и репутацией, мы надеемся, что приведенная информация окажется для Вас полезной.

Данный документ ориентирован только на разработку и производство аппаратной части устройств. Документ затрагивает вопросы проектного управления, технического и финансового планирования только в рамках основной темы. Вопросы, связанные исследованиями, экспериментами и написанием программного обеспечения, не рассмотрены.

Мы будем рады получить ваши замечания по электронной почте: [bt@rotek.ru](mailto:bt@rotek.ru).

## 1. Общие положения

Программа контрактной разработки излагается параллельно с описанием типового процесса разработки электронного устройства. В начале приведен план реализации проекта. Выделены работы, лежащие на стыке разработки и производства, которые традиционно являются рутинными и «нелюбимыми» для разработчиков. Эти работы состоят в снижении цены компонентов и сокращении сроков производства. Традиционно в российских компаниях, как, кстати, и во многих европейских, эти задачи решаются инженерами-разработчиками. Однако, в настоящее время, эти работы могут быть эффективно и, зачастую, бесплатно выполнены на стороне контрактного производства (Electronic Manufacturing Service, EMS)! Такой подход позволит разработчикам больше времени уделить именно разработке, компании EMS – оптимизировать процессы закупок и сроки поставок, а компании заказчику в итоге – быстро получить качественную продукцию по низкой цене.

Часть нашей программы посвящена аспектам проектного управления, которые находятся на стыке разработки и производства электроники.

В нашу программу включен полный список задач, решаемых ООО «НПК Ротек». Часть этих задач может быть уже решена в Вашей компании. Мы будем рады помочь Вам именно там, где Вам это действительно необходимо.

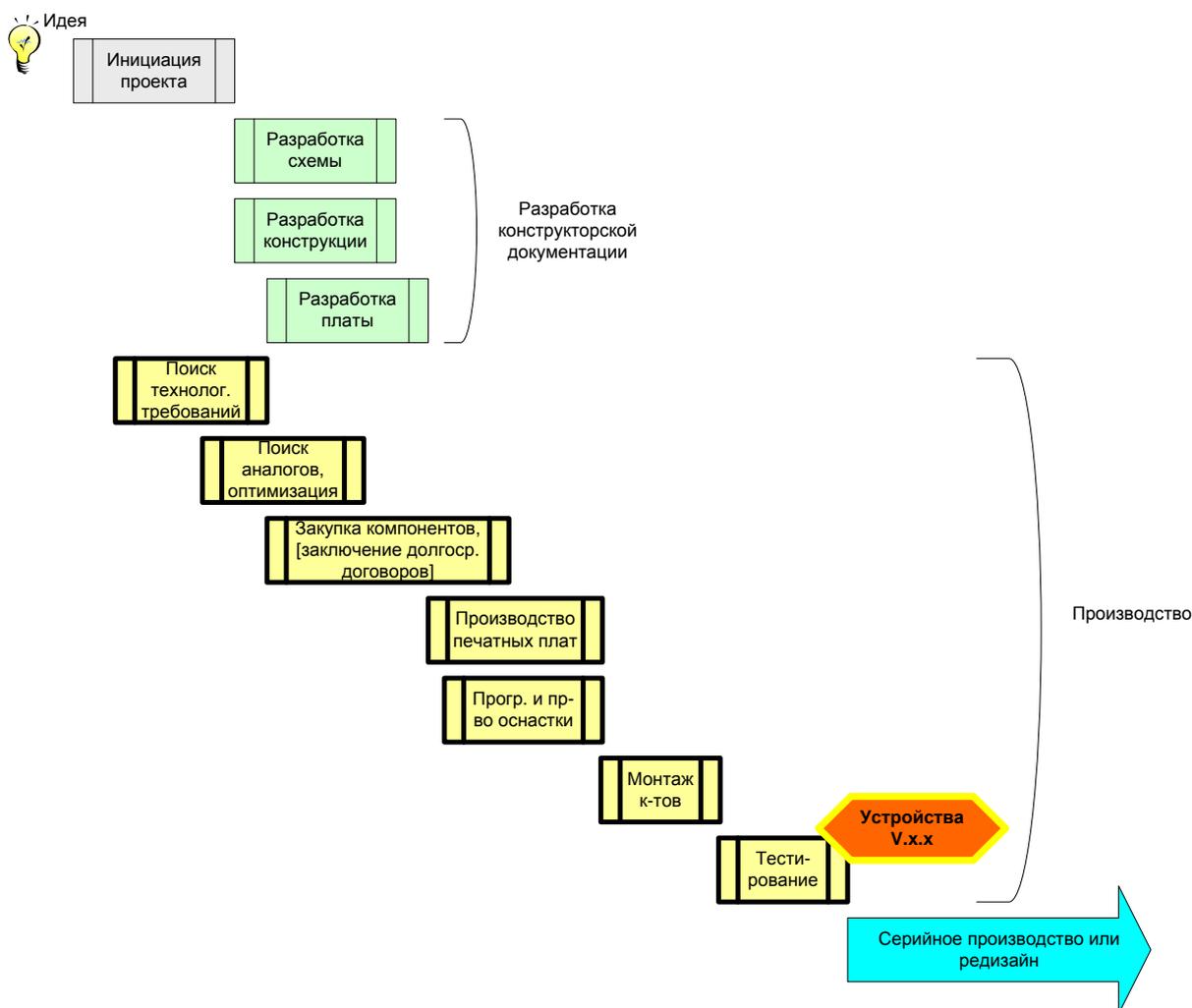
Мы идем путем наших заказчиков и любим решать проблемы.

## 2. Обзор и календарный план разработки

Не секрет, что успех реализации электронного устройства во многом зависит от:

- Реализации сначала тех задач, которые надо делать сначала. Это минимизирует число возвратов и переделок.
- Максимальной параллельности выполнения задач. При этом существенно сокращается время разработки и производства.
- Оптимальной координации задач между исполнителями. При этом каждая задача решается один раз и максимально эффективно.

На рис. 1 приведен укрупненный план разработки и производства электронного устройства (этапы исследований и разработки программного обеспечения опущены), созданный с учетом принципов, приведенных выше. Этот план представляет собой диаграмму Ганта, в которой работы расположены по горизонтали в соответствии с последовательностью их выполнения.



**Рис. 1 Укрупненный план разработки устройства**

### 3. Инициация проекта

Итак, созрела новая идея, неожиданно «свалились» деньги, настал очередной этап реализации маркетингового плана, или ... в общем настало время открывать новый проект. Назначен, руководитель проекта, написаны проектные планы, ТЗ и сформирована проектная команда. Проект открыт.

Что-нибудь забыли? Да, для разных компаний необходимо написать еще от 2 до 25 документов. Но для всех компаний однозначно важно подготовить предварительный расчет себестоимости устройства. Иначе может оказаться, что проект будет открыт напрасно – устройство получится слишком дорогим.

Предварительный расчет себестоимости базируется на стоимости основных компонентов. Выбор компонентов по функционалу – задача разработчиков. Если компоненты производятся несколькими производителями, то стоит также провести выбор по цене. Этот выбор можно сделать как самостоятельно, так и совместно с Вашим EMS. Совместный выбор компонентов полезен следующим:

- Освобождается время разработчиков, необходимое на поиск компонентов.
- Если контрактное производство уже использует компонент в серийном оборудовании, и имеет на него хорошую закупочную цену, то он же может использоваться и в других изделиях. Выгода заказчика: низкая цена и нулевое время доставки. Выгода EMS: минимизация нумературы склада и перспективы дальнейшего снижения цены за счет увеличения суммарных объемов закупок компонентов.
- Выбор компонентов с допустимыми сроками поставки.
- Предварительный заказ образцов для опытного производства и отладочных плат. Особенно важно для компонентов с большим сроком поставки.
- Выбор компонентов от производителей, с которыми у EMS установлены надежные отношения. Для ООО «НПК Ротек» и Rotek AG (Switzerland) такими производителями являются:
  - **Altera**
  - **Infineon**
  - **TI**
  - **Micrel**
  - **AVA tech.**
  - **ST Microelectronics**
  - **Samsung**
  - **Maxim**
  - **Conexant**
  - **Jackcon**
  - **Renesas**
  - **Tyco Electronics**
  - **Delta Electronics**
  - **Epcos**
  - **Oupiin**

Компоненты этих производителей могут быть куплены по специальным ценам. Легче организовать их буферное складирование. Возможно получить часть образцов и отладочных плат бесплатно.

На этапе написания ТЗ важно четко определиться с максимально полным списком требований к устройству. Со стороны НПК Ротек могут быть предоставлены:

- Технологические требования производств.
- Действующие в Европе стандарты по электромагнитным излучениям, безопасности и защите окружающей среды.

- Внутренние проверочные листы для проверки работ.

Не лишено смысла согласование с EMS и графика проекта, ведь чем раньше мы узнаем сроки завершения этапов, тем легче нам будет в них уложиться. Кроме того, мы можем подкорректировать часть «оптимистичных» сроков в соответствии с производственными реалиями. В любом случае, дополнительный профессиональный взгляд на проект – это возможность избежать части ошибок на этапе его реализации.

В компании НПК Ротек работают успешные руководители проектов, которые готовы поделиться своим опытом и успешными подходами к проектному управлению.

Мы стремимся начинать проекты вместе с нашими заказчиками!

## **4. Разработка конструкторской документации**

Именно работа по созданию конструкторской документации должна носить и по праву носит гордое название «Разработка». Роль производственных подразделений и внешних компаний на данном этапе невелика. Тем не менее, кратко рассмотрим некоторые этапы этой работы и наметим возможности ее улучшения путем сотрудничества с внешними компаниями и EMS.

### **4.1. Разработка схемы**

Со стороны производства мы рекомендуем Вам на данном этапе обратить внимание на следующие моменты:

- При разработке схемы используйте предварительно выбранные и согласованные компоненты. В случае замены компонентов незамедлительно ставьте производство в известность.
- Соблюдайте Ваш внутренний стандарт (или ГОСТ) по проектированию схем. Проставляйте все обязательные атрибуты компонентов, соблюдайте единообразие в обозначениях и номиналах. По запросу НПК Ротек может представить собственные внутренние стандарты проектирования.
- Отделите цепи питания от основной схемы наплавляемыми перемычками. Это позволит избежать массового выхода из строя компонентов в случае ошибки монтажа или дефекта компонентов. Упростится тестирование и возможный ремонт.
- Продумайте механизм производственного тестирования и начальной прошивки. При необходимости добавьте необходимые разъемы, тестовые точки и другие элементы. Design for test – это профессионально.
- Учитывайте технологии сборки и монтажа. НПК Ротек представляет рекомендации заводов по запросу.
- Проверьте финальную схему по контрольным листам и рекомендациям на ключевые компоненты. Checklist компании НПК Ротек предоставляется по запросу.

## 4.2. Разработка конструкции

Правило «Электроника должна работать в корпусе, а не в принципе» справедливо для всех коммерческих проектов. Грамотно разработанная и качественно сделанная конструкция привлекает заказчиков, быстро и легко собирается и обладает приемлемой ценой. Пожалуйста, на данном этапе обратите внимание на следующее:

- Начинайте работу с понимания возможностей производства.
- По возможности, используйте стандартные или полузаказные решения и компоненты. Мы готовы предложить ряд решений, используемых в НПК Ротек.
- Заказывайте образцы механических компонентов. Разрабатывать с «железом» в руках легче.
- Разрабатывайте вместе с производством и в формате производства. Не разрабатывайте то, что производство будет переделывать за Вами.

## 4.3. Разработка печатной платы

При разработке печатной платы мы рекомендуем придерживаться следующих пунктов:

- Начинайте работу с понимания возможностей производства печатных плат и монтажа.
- В самом начале работ ознакомьтесь с требованиями стандартов и технологией монтажа, используемыми на производстве. Мы можем предоставить информацию по ключевым особенностям нашего производства по запросу. Критически важно, чтобы данные требования были известны конечным исполнителям, а не только начальникам.
- Имейте утвержденные чертежи конструкции, в которую будет установлена плата. Не начинайте трассировку без, как минимум, предварительных эскизов механики.
- Определитесь с механизмом производственного тестирования и заложите в плату все необходимые для него элементы.
- Проверьте финальный вариант платы по контрольному листу. Checklist компании НПК Ротек предоставляется по запросу.

## 5. Производство

В этом разделе собраны основные работы, выполняемые контрактным производством. Все работы, перечисленные ниже, Вы можете поручить компании НПК Ротек. Еще раз обращаем Ваше внимание, что совместная работа разработчика с EMS может и должна начинаться во время инициации проекта (см. рис. 1).

### 5.1. Поиск технологических требований

Для минимизации количества переделок необходимо с начала проекта иметь максимальное количество требований к разрабатываемому устройству. Компания EMS по Вашему запросу должна оперативно предоставить:

- Требования и возможности монтажного участка
- Требования и возможности систем автоматизированного тестирования
- Требования, ограничения и возможности производства печатных плат

Компания НПК Ротек будет рада начать работу по Вашему новому проекту с предоставления этой информации.

## **5.2. Оптимизация списка компонентов и поиск аналогов**

На этом этапе мы постараемся заменить некоторые компоненты аналогичными от производителей из Юго-восточной Азии. В основном это касается стандартных пассивных компонентов – разъемов, резисторов, светодиодов, конденсаторов и дросселей. Мы также можем посоветовать Вам полупроводниковые элементы из имеющихся на складе Rotek AG. На них мы предоставим хорошие цены и минимальные сроки поставки. Для дополнительного снижения стоимости изделия мы можем порекомендовать замены дорогих микросхем и планарные аналоги используемых штыревых компонентов.

Вплоть до завершения работы над платой велика вероятность внесения в проект новых компонентов. Поэтому мы считаем данную работу законченной лишь в тот момент, когда заказчик закончил трассировку.

## **5.3. Закупка компонентов**

Не секрет, что сроки поставки специфических компонентов могут достигать 4 месяцев. При срочной доставке сложного компонента его цена может повыситься до 10 раз. Поэтому закупка компонентов на ранней стадии позволяет существенно сократить срок производства и стоимость опытных образцов. Мы рекомендуем заказывать компоненты с момента, когда утвержден список критических компонентов (фактически с момента начала разработки принципиальной схемы).

Часто компоненты можно выгодно приобретать в объеме минимальной упаковки. Кроме того, производство опытной партии часто начинается всего через 1-2 месяца после изготовления опытных образцов. Поэтому разумно в начале проекта заказывать некоторые специфические компоненты в количествах, необходимых для производства опытной партии.

Под производство серий изделий закупки производятся только в количествах, кратных минимальным упаковкам. Это касается вновь выбранных полупроводниковых компонентов, разъемов и дросселей всех типов. Стандартные планарные компоненты оперативно комплектуются со складов наших заводов. В наличии имеются практически все номиналы и типоразмеры.

Закупка и складирование компонентов – важнейшие сервисы компании НПК Ротек.

## **5.4. Производство печатных плат**

Наша компания сотрудничает несколькими производителями печатных плат. НПК Ротек выбирает производителя плат исходя из особенностей конкретного заказа. Мы можем изготовить платы с любым количеством слоев в срок от 2 дней в Европе. Такой вариант устроит тех, кому срочно нужны прототипы или опытные образцы. В больших

количествах платы производятся в Китае и Корее. Наши поставщики обеспечивают достойное качество плат любого класса точности уже долгое время.

Требования к документации, необходимой для заказа, предоставляются клиентам НПК Ротек по запросу.

### **5.5. Программирование линии монтажа и производство оснастки**

Линия монтажа программируется на основе файла pick and place report, который можно получить в любой системе проектирования печатных плат. Трафарет для нанесения паяльной пасты изготавливается из нержавеющей стали 1 раз для производства нескольких тысяч плат.

### **5.6. Монтаж компонентов**

В зависимости от объема серии монтаж может занять от одного до нескольких дней. Мы используем только автоматический монтаж планарных компонентов (кроме штучных заказов и опытного производства в России). Штыревые компоненты устанавливаются вручную и монтируются пайкой волной. Если на стороне пайки монтируются планарные компоненты с частым шагом выводов, то изготавливается оснастка для их защиты от волны припоя.

Мы будем рады принять Ваших разработчиков в Швейцарии и пригласить их на производство на этой стадии.

### **5.7. Тестирование**

Обычно опытные образцы и малые партии тестируются на установке flying probe. С помощью этой установки, либо с использованием nail-bed адаптера, проводится внутрисхемное (in-circuit) тестирование. Данный тип тестирования используется для проверки номиналов установленных на плату элементов без подачи питания на схему.

Функциональное (functional) функциональное тестирование проводится только с использованием тестовых стендов, которые, как правило, содержат в своем составе nail-bed адаптер. В процессе тестирования на устройство подается питание и внешние сигналы. Далее, с использованием тестовых сценариев определяется работоспособность блоков устройства.

Компания НПК Ротек может предоставить подробную информацию по имеющемуся тестовому оборудованию и возможностям. Мы сотрудничаем с компанией – производителем тест-адаптеров, у которой можем разместить Ваш заказ.

Компания НПК Ротек также готова разработать и произвести для Вас тестовый стенд и программу.

## **6. От образцов - к серии**

До этого пункта обсуждался один полный этап производственного цикла. Ниже описана последовательность этапов составляющих жизненный цикл устройства.

Для сложного устройства время, необходимое для превращения опытного образца в серийное устройство, может быть в несколько раз большим времени разработки

опытного образца. Известно, что большую часть этого времени занимает разработка и отладка программного обеспечения. С производственной точки зрения задач не так много, однако, их важность нельзя недооценивать.

### 6.1. Производство опытных образцов

Мы рекомендуем всегда производить 3-5 опытных образцов новых устройств перед началом серийного производства. Компания НПК Ротек производит опытные образцы на серийных линиях, для того, чтобы протестировать устройства на «собираемость» в условиях реального производства. Также это позволяет впоследствии быстро изготовить опытную партию.

Для небольших партий устройств мы также рады предложить Вам быструю ручную и полуавтоматическую сборку плат в Москве.

### 6.2. Корректировки документации

Не ошибается только тот, кто ничего не делает. Успешные проекты с первого раза получаются крайне редко. С позиции EMS остановимся на корректировках документации (change requests) следующих типов:

- Изменение печатной платы. Сложный вид корректировки, всегда сопровождается расходами на переделку производственной оснастки для изготовления печатной платы. Это изменение может также повлечь: необходимость переделки трафарета для нанесения паяльной пасты, программы установки компонентов, стенда производственного тестирования, механической конструкции и т.д. Поэтому при изменении печатной платы мы настоятельно рекомендуем предварительно задуматься о последствиях модификации и постараться минимизировать их. **Например, если добавляется 2 новых штыревых компонента, то имеет смысл не менять расположение планарных компонентов: при этом Вам не придется переделывать трафарет для нанесения пасты.**
- Изменение номиналов используемых компонентов. Для разработчика эта корректировка выглядит просто как изменение номинального значения компонента в закупочной ведомости (Bill Of Materials, BOM). Для производства такое изменение означает корректировку программы установки компонентов, изменение спецификаций и, часто, закупку дополнительных компонентов. Каждый запрос на изменение требует значительного времени. Компания НПК Ротек предоставляет возможность бесплатно произвести несколько подобных изменений. Перед проведением очередного изменения мы рекомендуем: собрать полный список всех необходимых изменений, изготовить модифицированный образец и убедиться в его работоспособности.

### 6.3. Производство опытной партии

Обычно объем опытной партии ограничен 100 штуками. Данный этап является последним этапом, на котором ошибки разработчиков и производителей обходится сравнительно «малой кровью». Здесь обязательна фиксация и исправление всех недочетов.

## 6.4. Серийное производство

При серийном производстве (свыше 1000 штук) становятся оправданными затраты на тестирование с использованием дорогостоящих тест-адаптеров, стендов и тестовых программ. Именно для этого при разработке необходимо было использовать принцип Design for test (см. выше).

На данной стадии обязательно периодическое планирование производства. Правильный прогноз заказчика дает возможность EMS закупить компоненты и изготовить партии к требуемым датам.

В процессе серийного производства НПК Ротек постоянно работает с поставщиками по снижению цен и заключает долгосрочные контракты. Мы также концентрируемся на долгосрочном планировании склада и производства.

## 6.5. Работа с браком

Мы подразделяем брак на следующие категории:

- Ремонтруемый брак на производстве. Данное понятие имеет смысл только в том случае, когда на производстве имеется стенд для тестирования устройств. Производство способно починить большую часть своего брака, однако оно не в силах справиться со сложными случаями, требующими лабораторных исследований.
- Ремонтруемый брак у заказчика. Весь объем неработоспособной продукции, отремонтированный заказчиком. Процент ремонтруемого брака может быть снижен в 3-7 раз после начала тестирования на производстве. В зависимости от сложности устройства НПК Ротек финансово гарантирует, что процент ремонтруемого брака не превысит предварительно оговоренный уровень. При заметном превышении процента ремонтруемого брака следует незамедлительно уведомить EMS. Это особенно важно при появлении систематического брака. НПК Ротек может предоставить форму учета брака по запросу.
- Неремонтруемый брак. Объем бракованных устройств, которые не удалось отремонтировать. Если этот процент достаточно велик (НПК Ротек считает пределом цифру в 5%), требуется проведение исследований для поиска причин брака. Данное исследование, как правило, поручается разработчикам заказчика. При большом проценте неремонтруемого брака НПК Ротек проводит исследования компонентов с помощью специализированных компаний и институтов: комплексно проверяются печатные платы, микросхемы и паяные соединения.

Обращаем Ваше внимание, что при производстве опытных образцов и опытной партии процент брака может быть очень большим. Для снижения затрат на ремонт мы настоятельно рекомендуем заказчикам присутствовать при производстве опытной партии и незамедлительно проводить тестирование.

## 6.6. Сертификация

Компания НПК Ротек сотрудничает с несколькими сертификационными и научными центрами в Европе. Для своих заказчиков мы готовы организовать сертификацию оборудования.

## 6.7. Завершение проекта

В идеале, на момент завершения проекта должны быть использованы все, закупленные и заказанные по проекту компоненты. Поэтому завершению проекта должно предшествовать планомерное сокращение складских остатков и закрытие контрактов.

**Мы надеемся, что, закрывая у нас проект, Вы будете начинать с нами новые!**



115409, Москва

Варшавское ш., д.26

офис 413

Тел: +7 495 410-6985

Email: [bt@rotek.ru](mailto:bt@rotek.ru)



**[www.rotek.ru](http://www.rotek.ru)**