

ПЛАНИРОВАНИЕ И КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Рыляков А.В., Гармилиш Е.В., Шахрай Р.М

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Гременок В.Ф. – профессор

Аннотация. Проанализирована деятельность по планированию производства. Установлены потенциальные производители электронных изделий. Установлены основные участники производственных проектов. Установлено, что основными видами производства электронных изделий являются: собственное производство, контрактные производители либо использование услуг единых технологических партнеров. Установлено, что планирование производства электронных изделий необходимо как крупным компаниям, так и молодым стартап-компаниям.

Ключевые слова: микропроцессорная техника, электронные изделия, производство, планирование.

Введение. Планирование производства является широкой систематической деятельностью, позволяющей рассчитывать и прогнозировать цели и этапы производственного процесса при таких изменениях, как расширение товарного ассортимента, внедрение нового продукта или услуги применение новой техники, устранение слабых мест в существующей рабочей системе и т.д.[1].

В настоящее время известно множество методов планирования. В зависимости от выбранного метода планирования существует необходимость соблюдать те или иные организационные условия присущие конкретным методам планирования. Необходимо определить с какого этапа системы планирования необходимо начинать. Также можно имеющиеся данные подвергнуть анализу, что позволит сократить их объем, но исходные данные сперва подлежат проверке на качество и актуальность [2, 3]. Подробный анализ данных методов показывает, что наряду с множеством определенных достоинств они обладают рядом существенных недостатков. Это обусловлено, в первую очередь, тем, что спектр возможных конечных изделий очень велик, а их сложность растет в связи с развитием используемых в них технологий, давления рынка конечных потребителей, в связи с чем, зачастую, приходится адаптировать планируемое производство на промежуточных этапах. Крупные компании исходя из своего опыта имеют ряд инструментов и средств, заложенных на потенциальные риски, что является важным конкурентоспособным преимуществом, так как молодые компании зачастую уже на этапе планирования сталкиваются с проблемой нехватки ресурсов и нерентабельности производства для предприятия малого масштаба.

В данной статье автором изложены основные этапы процесса коммерческого производства, а также предложены исполнители производственных этапов.

Основная часть. Процесс коммерческого производства подразделяется на следующие этапы:

– В первую очередь необходимо адаптировать существующее изделие под серийное производство и под требование конкретного завода-производителя. Разработка корпуса, аппаратной и программной платформы – это еще не всё, даже если в ходе проекта были созданы прототипы, всё равно необходим этап адаптации. Ведь технологии производства опытных образцов существенно отличаются от технологий серийного производства, которое начинается с запуска «установочной» партии. После отладки техпроцессов происходит наращивание объемов выпуска[3].

– Далее происходит обеспечение производства необходимыми комплектующими. Этот процесс тесно завязан со сроками, системой складирования и обеспечения производства;

– Производство и транспортировка печатных плат. Данный процесс тесно связан со сложностью и объемом конечных изделий. Небольшие производства редко способны освоить большой объем и технически сложные технические изделия[4].

– Настройка оборудования.

– Монтаж компонентов. Обычно данный процесс полностью автоматизирован.

– Изготовление технической оснастки для корпусов и специализированных компонентов электронных устройств.

– Производство и доставка деталей корпуса.

– Сборка.

– Установка ПО.

– Тестирование.

– Маркировка.

– Упаковка.

– Транспортировка.

Участники этапов производства:

1. Компания-собственник нового устройства – это, как правило, основной заказчик всего проекта, а также связанных с ним товаров и услуг.

2. Собственное производство компании или сторонний завод по производству электроники.

3. Дизайн-центры электроники и другие инжиниринговые компании, которые готовят конструкторскую документацию для массового производства, составляют и оптимизируют ведомость материалов (ВОМ) и т.д.

4. Поставщики печатных плат. Ведь даже при наличии собственного производства компания заказывает производство плат отдельно.

5. Поставщики электронных компонентов, они снабжают производство необходимыми комплектующими.

6. Контрактные производители, которые изготавливают детали корпуса и другие специализированные компоненты.

7. Монтажные организации с контролем качества и др. специализированные производственные компании.

8. Перевозчик, он отвечает за транспортировку готовых изделий на склад или в розничные сети[5].

В зависимости от возможностей компании собственника изделия существует множество вариантов по организации производства и многое зависит от возможностей компании собственника. Обычно компании делегируют процессы исполнителям, специализирующимся на конкретных видах деятельности, но также возможны варианты, когда компании собственники имеют возможность сами выполнять отдельные операции[6,7].

Наиболее распространенные варианты организации производств.

Сопоставляя варианты организации производства, можно определить, что для небольшой компании владельца электронного устройства больше подойдет комбинация собственного производства и способ связи с контрактными производителями. Организация собственного производства как такового в современном мире практически невозможна, так как требуются единовременные капитальные вложения, полное само-обеспечение полной материально-технической базой и, следовательно, из этого – имеющаяся широкая экспертиза в этой отрасли.

Направление «Электронные системы и технологии»

Таблица 1 – Способы организации производства электронных изделий.

Способ организации производства электронных изделий	Описание	Недостатки
Собственное производство	<p>Выполнение всех этапов производства на собственной площадке при наличии:</p> <p>Линии по монтажу электронных компонентов на печатные платы, цеху по сборке устройств, отдела технического контроля и тестирования.</p>	<p>Единовременные капитальные вложения.</p> <p>Вложения на обслуживание производственных мощностей.</p> <p>Закупка дорогостоящего оборудования требующего специального обслуживания.</p> <p>Самоуправление и организация, что зачастую является наиболее важным процессом.</p> <p>Мало того, что собственное производство стоит дорого и имеет немалый срок окупаемости, но оно также отвлекает ресурсы и уводит фокус компании от разработки и продвижения новых продуктов на рынке.</p>
Контрактные производители	<p>Делегирование различных этапов производства контрактным исполнителям. Отличительная черта таких компаний – узкая специализация, которая обеспечивает технологичность и эффективность производства в заданном ценовом диапазоне. Благодаря этому контрактные производители электроники успешно работают на конкурентном рынке, совершенствуя свои технологии и производственную базу.</p>	<p>Риск потери центра ответственности за продукт и его качество.</p> <p>Авторским надзором занимается сам заказчик, на нем лежит ответственность за результат.</p> <p>Выбор контрактных производителей и адаптация КД под их требования.</p> <p>Собственная организация контроля качества производственных компонентов.</p> <p>Собственная разработка логистики.</p> <p>Организация своевременной поставки всех произведённых компонентов будущего устройства на сборочной площадке.</p> <p>Упаковка и доставка.</p> <p>Контроль качества готового продукта на выходе.</p>
Единый технологический партнер	<p>Сотрудничество с единым технологическим партнером в области коммерческого производства электроники, который возьмет на себя большую часть вопросов по проекту, включая сопутствующие задачи, такие как разработка, тестирование, послепродажное обслуживание и т.п. Таким партнером могут стать независимые дизайн-центры электроники (EDS, IDH).</p>	<p>Высокая цена и делегирование контроля над процессами производства.</p> <p>В отличие от контрактных разработчиков, они специализируются не только на проектировании, но также на адаптации КД и постановке устройств на массовое производство.</p>

Также на сегодняшнем рынке производств предлагаются варианты как долгосрочных, так и краткосрочных контрактов, с компаниями производителями, имеющими полную материально техническую базу и широкую экспертизу в этой отрасли. Все вышперечисленное делает невыгодным собственное производство как для малых предприятий, так и для больших производств. Малые компании в виду, не имения ресурсов достаточных для организации собственного производства наиболее приемлемым будет делегирования выполнения тех

или иных задач контрактным производителям. Такой же вариант организации процессов производства подойдет для более крупных производств, которые способны организовать собственное производство, но делегирование задач контрактным производителям будет более рациональным и менее затратным. Полное делегирование технологическому партнеру всех этапов производства является самым благоприятным вариантом для компании владельца, так как в данном случае компания-владелец снимает с себя все затраты и появляется возможность продвижения своего бренда, закрепление позиций на рынке, но этот вариант является наиболее затратным, зачастую технологические партнеры выдвигают требования по соучредительству либо кооперации брендов.[8,9]

Заключение. Выполнен анализ этапов процесса производства и выделены наиболее важные аспекты. Сопоставлены классические производства с производством электронных изделий. Выявлены этапы производства электронных изделий. Выделены основные методики организации производства. Установлены основные недостатки методик организации производства.

Предложены варианты методик организации производства в зависимости от компании производителя, выявлены основные критерии выбора методики на этапе планирования.

Список литературы

1. *The Impact of ESD on Microcontrollers* / Gennady A. Piskun, Viktor F. Alexeev, Sergey M. Avakov, Vladimir E. Matyushkov, Dmitry S. Titko ; Edited by PhD, Associate professor Viktor F. Alexeev. – Minsk : Kolorgrad, 2018. – 184 p. – ISBN 978-9857-148-40-0.
2. Alexseev, V. Approaches to the optimization of the electronic module using the research of transformation of energy of mechanical exposure / Viktor F. Alexseev, Gennady A. Piskun, Dmitriy V. Likhachevsky // *Slovak international scientific journal*. – 2018. – Vol. 1, N 14. – Pp. 9–27.
3. Алексеев, В.Ф. Impact of discharges of static electricity on semiconductor structures and integral schemes / В.Ф. Алексеев, Г.А. Пискун, А.А. Лисовский // *Danish Scientific Journal*. – 2018. – Vol.1, N 19. – Pp. 31–41.
4. Models for predicting the reliability of integral schemes taking into account the impact of electrostatic discharge / В.Ф. Алексеев [и др.] // *Slovak international scientific journal*. – 2018. – Vol. 1, N 24. – Pp. 47–62.
5. Оптимизация теплового режима приемно-передающего устройства по результатам моделирования тепловых процессов в среде SolidWorks Flow Simulation / Пискун Г. А., Алексеев В. Ф., Романовский П. С., Стануль А. А. // *Znanstvena misel journal*. – 2019. – Vol. 1, № 35. – P. 47–60.
6. Совершенствование алгоритма испытаний микропроцессорной техники на устойчивость к воздействию разрядов статического электричества / Г.А. Пискун, В.Ф. Алексеев, А.Н. Пикулик, Э.М. Врабий // *Стандартизация*. – 2016. – № 2-2016. – С. 52–58.
7. Схемотехнические способы обеспечения защиты СВЧ устройств от воздействия электростатического разряда / А.С. Ерошевская, А.Л. Житников, Г.А. Пискун, В.Ф. Алексеев / 12-я Международная молодежная научно-техническая конференция «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций РТ-2016», 14–18 ноября 2016 г., Севастополь, Российская Федерация. – С.183.
8. Кому поручить производство электроники: от собственного завода до фаблесс-компании / Prowmad // *Контрактная разработка и производство электроники*. – 2018
9. Как поставить электронику на производство: разбор этапов и задач / Prowmad // *Контрактная разработка и производство электроники*. – 2018
10. 3. Назаренко М.А. Разработка методов и средств планирования производственных процессов / М.М. Фетисова // *Организатор производства*. – 2014.

UDC 621.3.049.77

PLANNING AND DESIGN AND TECHNOLOGICAL PREPARATION OF ELECTRONIC PRODUCTS PRODUCTION

Ryliakou A.V, Harmilin Y.V, Sharhai R.M.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus

Gremenok V.F. - Professor

Annotation. The activity on production planning is analyzed. Potential manufacturers of electronic products have been identified. The main participants in production projects have been identified. It has been established that the main types of production of electronic products are: own production, contract manufacturers or the use of the services of single technology partners. It has been established that the planning of the production of electronic products is necessary for both large companies and young start-up companies.

Key words: Microprocessor technology, electronic products, production, planning.