

**ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ**

УДК 621.3.049.77.005

**АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ФАУНДРИ-БИЗНЕСА И МЕТОДИКА ЕГО  
ОРГАНИЗАЦИИ НА ПОЛУПРОВОДНИКОВОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

В.А. ЕМЕЛЬЯНОВ, Л.И. АРХИПОВА, А.В. СИЛИН

*Научно-производственное объединение "Интеграл"  
пл. Казинца 1, Минск, 220108, Беларусь**Поступила в редакцию 16 августа 2006*

Проведен анализ развития мировой полупроводниковой индустрии и изучены процессы реструктуризации, связанные с горизонтальной специализацией в отрасли. В ходе исследования уточнено понятие фаундри и выявлены необходимые условия для организации фаундри-бизнеса на отечественных предприятиях. Изучены и обобщены особенности фаундри-бизнеса и сформулированы его преимущества для предприятий, функционирующих в условиях высокой конкуренции на мировом рынке полупроводников. Разработана методика по организации фаундри-бизнеса на полупроводниковом предприятии в условиях смешанного бизнеса, когда одновременно функционируют традиционная и новая модели бизнеса. Методика содержит как описание внутрифирменных процедур и схем взаимодействия функциональных служб, так и порядок и схемы взаимодействия фаундри-заказчика и изготовителя.

*Ключевые слова:* полупроводниковое предприятие, фаундри-бизнес, микроэлектронные компоненты, фаблесс-компании, контрактный менеджмент, методика.

**Введение**

Структура полупроводниковой промышленности до последнего времени представляла собой модель, объединяющую трех ключевых участников полупроводникового рынка: а) поставщики микроэлектронных компонентов – в одном лице разработчики и изготовители; б) изготовители оборудования для полупроводниковой промышленности; в) заказчики – потребители микроэлектронных компонентов. Сегодня реально существуют, по крайней мере, четыре категории фирм, занятых производством микроэлектронных компонентов.

К первой категории относятся компании, которые производят микроэлектронные компоненты только собственной разработки — IDM (Integrated Device Manufacture). К их числу относятся: Intel, Motorola, Siemens, Texas Instruments, NEC, Toshiba.

Ко второй категории относятся производители микроэлектронных компонентов, которые заняты исключительно выполнением заказов сторонних разработчиков. Это так называемые Silicon Foundry (SF) — "кремниевые мастерские". Наиболее известными в фаундри-бизнесе (ФБ) являются три компании: TSMC (Тайвань), UMC (Тайвань) и Chartered (Сингапур).

Третью категорию образуют компании, занятые изготовлением микроэлектронных компонентов собственной разработки и заказов сторонних организаций (включая Fabless) – компании смешанного типа. К таким компаниям относятся: IBM, Intel, Atmel и др.

Четвертая группа компаний — компании типа Fabless, не имеющие собственного производства, которые представляют собой центры разработки и маркетинговых исследований. Fabless-компании размещают в кремниевых мастерских заказы на изготовление микроэлектронных компонентов собственной конструкции.

Для того чтобы оставаться конкурентными, каждая компания должна сделать свой выбор и принять решение о возможности использования преимуществ горизонтальной специализации в отрасли.

### **Развитие стратегия фаундри-бизнеса или горизонтальная специализация**

Сущность процессов специализации в полупроводниковой индустрии определяется выделением в полупроводниковой промышленности новых видов деятельности.

*Silicon Foundry (кремниевый завод)* – тип организации полупроводникового бизнеса, который изготавливает микроэлектронные компоненты по конструкции и спецификациям заказчика с предоставлением широкого спектра услуг по использованию инструментальных средств, библиотек стандартных элементов, элементов интеллектуальной собственности. Кремниевые заводы занимаются только разработкой новейших технологических процессов, они не занимаются разработкой собственных конструкций интегральных микросхем [1].

*Fabless (фаблесс-компания)* — тип организации полупроводникового бизнеса, когда компания занимается разработкой, проектированием и маркетингом микроэлектронных компонентов. Изготовление микроэлектронных компонентов, разработанных фаблесс-компаниями, осуществляется на мощностях Silicon Foundry или свободных мощностях традиционных IDM компаний [2].

Рынок спроса и предложения на фаундри-услуги сегодня находится в равновесном состоянии. Причем, как считают аналитики [1–3], спрос на фаундри-услуги остается достаточно большим, что подтверждают рейтинги полупроводниковых компаний, где фаундри- (TSMC, UMC, Chartered) и фаблесс- (Qualcomm, Broadcom, Sandisk и др.) компании находятся среди 50 лучших компаний по объему и темпам роста продаж [5].

Многие компании сегодня отказываются от строительства собственных производственных мощностей под субмикронные технологии с проектными нормами ниже 0,18 мкм в пользу SF. В связи с этим сегодня можно прогнозировать, что в ближайшие годы многие IDM будут находиться в переходном состоянии.

Развитие фаундри-бизнеса в УП "Завод полупроводниковых приборов" (НПО "Интеграл") является одним из стратегических направлений деятельности предприятия. Причем, реализация стратегии фаундри на предприятии осуществляется по смешанной модели, что требует особого подхода в создании организационного и экономического механизмов управления ФБ.

С целью определения привлекательности НПО "Интеграл" как фаундри-изготовителя, нами проведен SWOT анализ (Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats — достоинства, недостатки, возможности, угрозы) сильных и слабых сторон внутренней среды предприятия, а также возможностей и опасностей, связанных с конъюнктурой современного рынка полупроводников [9]. Результаты анализа использованы для выявления потенциальных преимуществ и возможных недостатков фаундри-бизнеса в условиях смешанной модели.

Определение экономической целесообразности использования концепции фаундри на предприятии смешанного типа основано на сравнительной оценке материальных затрат создания микроэлектронных компонентов по фаундри и традиционной моделям бизнеса, оценки окупаемости и сроков вывода на рынок новых изделий.

1. *Анализ структуры затрат.* Экономическая целесообразность внедрения ФБ на современном полупроводниковом предприятии подтверждается сравнительным анализом издержек традиционной и фаундри моделей бизнеса (табл. 1).

Сравнительные данные структуры затрат на этапе создания и вывода изделия на рынок в условиях смешанной модели показывают, что ФБ (при равных рыночных условиях и использовании единой производственной базы) обеспечивает сокращение элементов затрат, связанных с разработкой и выводом на рынок новых изделий.

Таблица 1. Анализ структуры производственных затрат двух моделей бизнеса

Критерии сравнения	Традиционная	Фаундри
Маркетинговые исследования	+	+
Разработка конструкции микросхемы	+	–
Изготовление комплектов масок	+	+
Разработка комплекта документации	+	+
Отработка технологии. Адаптация маршрута	+	+
Изготовление инженерных партий	+	–
Измерение электропараметров	+	+
Отгрузка образцов заказчику	+	+
Квалификационные испытания	+	–
Формирование товаропроводящей сети	+	–
Массовое производство	+	+
"- " — затраты оплачиваются фаундри-заказчиком		

2. Сроки разработки и окупаемость. Возможность и целесообразность принятия концепции фаундри обусловлена еще и тем, что фаундри-проекты имеют более короткие сроки окупаемости, что подтверждается анализом сроков освоения и затрат на освоения отдельных группы изделий собственной разработки и фаундри-изделий.

Обобщенные результаты анализа освоения новых изделий собственной разработки и фаундри-продуктов в условиях смешанного производства представлены в табл. 2 (анализируемые данные ограничены выборкой наиболее перспективных разработок предприятия УП "Завод полупроводниковых приборов" в период 2003–2005 гг.).

Таблица 2. Сравнительные данные основных параметров освоения новых изделий

Модель освоения	Цикл освоения (месяцев)			Окупаемость, (%)		
	средний	минимум	максимум	средняя	минимум	максимум
Традиционная	21	14	31	16,3	Н*	63,4
Фаундри	8,45	6	11,5	131	75	177

\*Н — не окупаются в 1,5–2 года.

Анализ полученных результатов показывает: а) полный цикл освоения для стандартных изделий превышает цикл освоения фаундри-изделий в несколько раз; б) окупаемость затрат (за аналогичный период) на освоение новых изделий по фаундри-модели превышает в несколько раз окупаемость затрат на освоение изделий собственной разработки.

Исходя из особенностей и характеристик ФБ, а также учитывая практический опыт работы в микроэлектронике и апробирования вариантов управляемости ФБ, нами представлена наиболее предпочтительная последовательность процедур, обеспечивающих реализацию ФБ на предприятии смешанного типа (рис. 1).

Каждый элемент алгоритма имеет свою собственную специфику и динамику взаимодействий, что определило задачу выделения наиболее существенных взаимодействий из их многообразия. Отбор и систематизация связей, а также описание взаимодействий и регламентирующих процедур представлены нами в виде методики по организации ФБ на предприятии смешанного типа. В соответствии с требованиями фаундри-процессов разработана обязательная для исполнения структура документов, обеспечивающая правовую базу ФБ на предприятии смешанного типа. Структура и положения методики соответствуют требованиям системы качества ИСО 9001.

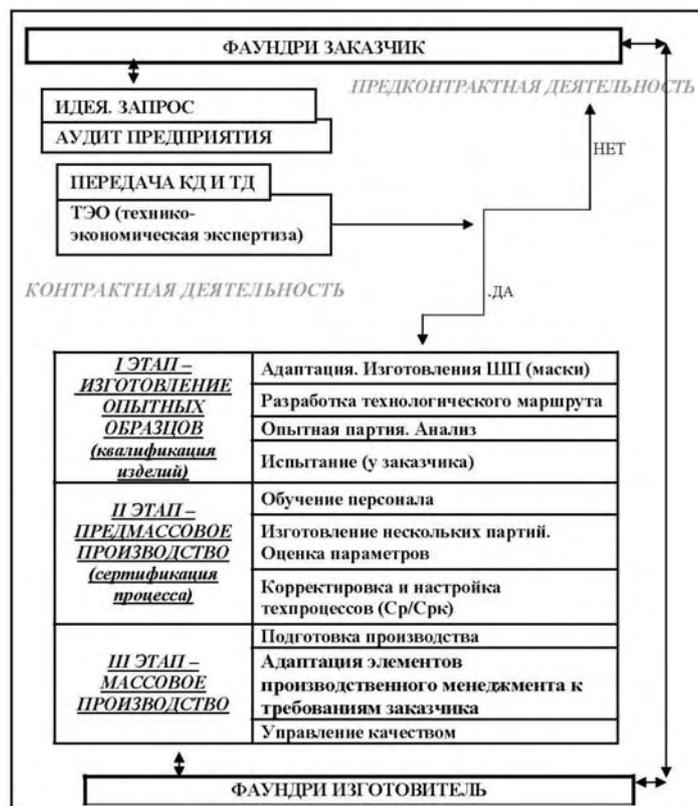


Рис. 1. Алгоритм реализации процессов ФБ: (КД — конструкторская документация, ТД — технологическая документация)

### Методика организации фаундри-бизнеса на предприятии смешанного типа

*Определение фаундри-бизнеса.* ФБ является видом деятельности полупроводникового предприятия по предоставлению технических услуг и изготовлению интегральных микросхем на базе конструкторско-технологической документации заказчика с использованием интеллектуальной собственности как заказчика, так и исполнителя и совместным регулированием технологических процессов и производства, предоставленного для изготовления фаундри-продукции [7].

*Технико-экономическая экспертиза (ТЭЭ).* Наиболее существенным этапом в процедуре принятия фаундри-заказа является подготовка технико-экономического обоснования проекта и его экспертиза. Решение о принятии того или иного фаундри-проекта принимается на основании экспертизы исходных данных и оценки потенциальной эффективности будущего проекта. В качестве исходных данных для экспертизы используются технические характеристики (диаметр пластины, размер кристалла, технология, проектные нормы, количество топологических слоев, требования к вольтамперным характеристикам и др.) и коммерческие условия (объем заказа, долгосрочность, прогнозная стоимость и др.).

*Схема взаимодействия фаундри-заказчика и фаундри-изготовителя.* Порядок взаимодействия и информационный обмен между фаундри-заказчиком и изготовителем фаундри продукции описываются стандартным набором процессов, объединенных замкнутым бизнес-циклом (рис. 2).



Рис. 2. Схема взаимодействия фаундри-заказчика и фаундри-изготовителя (ВСБЕ — внут-рифирменная стратегическая бизнес-единица)

Во взаимодействии заказчика и исполнителя заказчик оставляет за собой право решения вопросов авторского права и надзора за производством и контролем параметров качества в процессе изготовления фаундри-продукции. Кроме того, заказчик и фаундри-изготовитель на постоянной основе разрабатывают мероприятия по снижению себестоимости и улучшению качества, при этом частичное финансирование работ осуществляет заказчик.

*Первичные процедуры реализации фаундри-бизнеса* составляют нормативно-правовую основу нового вида деятельности и описывают порядок взаимодействия фаундри-заказчика и изготовителя, условия ведения ФБ, порядок принятия решений, ответственность и обязанности, а также права участников ФБ. Они закладывают базу, представленную перечнем систематизированных обязательных процедур и документов, разработанных для реализации ФБ на предприятии смешанного типа (табл. 3).

Таблица 3. **Первичные процедуры (базовые)**

Процедуры	Документы, обеспечивающие поддержание процедур
Базовые положения фаундри-бизнеса	Соглашение о конфиденциальности (NDA) Генеральное соглашение по производству фаундри-продукции (Manufacturing Agreement).
Контрактные обязательства	Фаундри-контракт, включающий специфические разделы: собственность и порядок работы; компенсации; интеллектуальная собственность; мониторинг производства и качества продукции.
Обеспечение уровня качества	Соглашение по качеству (Quality Agreement) Техническая спецификация на поставку продукции (Delivery Specification)

Рассмотрим более детально первичные процедуры реализации фаундри-бизнеса.

1. *Соглашение о конфиденциальности (Non-Disclosure Agreement)*. Документ определяет порядок передачи технической документации и информации, порядок использования конфиденциальной информации и интеллектуальной собственности, порядок ее хранения. Кроме того, документ определяет ответственность и обязательства сторон в случае некорректного использования конфиденциальной информации.

2. *Генеральное соглашение (Manufacturing Agreement)*. Документ устанавливает ответственность и обязательства сторон, а также определяет базовые условия ведения ФБ: максималь-

ные производственные мощности, предоставляемые для изготовления фаундри продукции; производственные циклы; цели по показателям качества; взаимные обязательства по возмещению ущерба (в случае невыполнения обязательств по предоставлению или использованию производственных мощностей); порядок долгосрочного планирования; порядок формирования цен на фаундри-услуги; порядок обмена конструкторско-технологической документацией; собственность и ответственность по каждому этапу фаундри-бизнеса.

Генеральное соглашение гарантирует выделение фаундри-заказчику определенных производственных мощностей в определенный период времени. Если компании-заказчику необходимы дополнительные мощности, она будет находиться в состоянии конкуренции с другими фаундри-клиентами. В этом случае могут действовать дополнительные условия, отличающиеся от тех, которые уже определены Генеральным соглашением.

В случае, если заказчик не предоставляет заказы в объемах, соответствующих условиям Генерального соглашения, применяется система штрафов, покрывающая потери изготовителя, связанные с уменьшением объема производства и загрузки технологического оборудования.

3. *Фаундри-контракт*. Структура фаундри-контракта в значительной степени отличается от стандартного контракта купли-продажи. Это связано, в первую очередь, с особенностями фаундри-продукции. Основной отличительной чертой фаундри-модели является то, что изготовленная фаундри-продукция является собственностью заказчика и реализуется заказчиком на собственных рынках сбыта, используя собственные товаропроводящие сети. В связи с этим фаундри-контракт должен содержать дополнительные разделы, регулирующие специальные требования: конфиденциальность бизнеса; права собственности на конструкцию конечного продукта; порядок предоставления конструкторской документации; порядок предоставления далайческих материалов; расчетные производственные циклы; гарантированные производственные мощности; порядок планирования производства; компенсационные обязательства.

4. *Соглашение по качеству (Quality Agreement)*. Соглашение определяет порядок взаимодействия по вопросам качества, порядок хранения и распространения информации по качеству. Кроме того, соглашение определяет ряд специфических процедур, присущих фаундри-бизнесу: порядок оценки и критерии несоответствующей продукции; процедуры и порядок анализа брака и возмещения убытков; порядок внесения изменений в технологические процессы и конструкцию; порядок использования и хранения базы данных по качеству и надежности.

5. *Техническая спецификация на поставку (Delivery Specification)*. Документ включает фрагменты конструкторско-технологической документации, описание приемосдаточных требований, технические параметры, критерии и объем контроля параметров, процент выхода годных изделий у изготовителя и потребителя, требования к упаковке, допустимые отклонения, порядок проведения анализа.

6. *Вторичные процедуры реализации фаундри-бизнеса* призваны обеспечить управленческую и техническую поддержку взаимодействия фаундри-заказчика и реального фаундри-производства. Таковыми являются: мониторинг системы качества; планирование и мониторинг производства; порядок освоения и постановки на производства новых фаундри-изделий; технико-экономическая экспертиза (ТЭЭ); согласование отклонений; порядок внесения изменений и др.

Исследование сущности ФБ и его особенностей позволило сформулировать экономические, технические и организационные преимущества ФБ, которые должны использоваться полупроводниковыми предприятиями смешанного типа как новые возможности [9]: инвестирование финансовых средств фаундри-заказчиками в развитие производства; доступ к современным технологиям, в том числе лицензионным; изучение зарубежного опыта и использование для совершенствования системы производственного менеджмента.

Особая важность преимуществ ФБ определяется тем, что они могут быть использованы в условиях ограниченности инвестиций для развития технологической базы и лимита денежных средств на разработку новых поколений интегральных микросхем. Принятие фаундри-стратегии обеспечивает возможность максимально использовать специализацию на базе наибольших компетенций предприятия, что, в свою очередь, создает предпосылки для формирования конкурентных преимуществ предприятия на мировом рынке полупроводников.

Внедрение разработанной методики и процедур по организации и ведению фаундри-бизнеса на предприятии смешанного типа позволило предприятию (УП "Завод полупроводниковых приборов", НПО "Интеграл") за несколько лет достичь увеличения объема ежегодных экспортных продаж за счет изготовления фаундри-продукции на 30%.

### **Выводы**

1. На основании анализа объективно сложившейся на рынке полупроводников ситуации можно предположить, что будущее белорусской микроэлектроники и соответственно эффективность инвестиций в значительной степени будет определяться использованием преимуществ, связанных с реструктуризацией полупроводниковой промышленности на базе горизонтальной специализации.

2. Предложена методика по организации фаундри-бизнеса, которая содержит описание базовых и вспомогательных процедур, закрепляющих правовой и организационный статус фаундри на предприятии смешанного типа.

## **ANALYSIS OF FOUNDRY BUSINESS PROGRESS AND METHOD OF FOUNDRY ORGANIZATION AT SEMICONDUCTOR COMPANY**

B.A.EMEL'YANOV, L.I.ARKHIPOVA, A.V.SILIN

### **Abstract**

Is carried out the analysis of world wide semiconductor industry development and studied the process of the branch conversion on the base of horizontal specialization. During the investigation were clarified the foundry essence and discovered need conditions in order to organize foundry on domestic enterprises. Investigated and summarized the peculiarities of foundry business and formulated foundry advantages for the enterprises which are acting on high competitive semiconductor market. Is created the method of foundry business management for the semiconductor enterprises which are acting on the base of mixed business models: traditional and foundry. The method contents the description of internal cross functional coordination and external scheme of interaction between foundry customers and producer.

### **Литература**

1. Макушин М.В. // Зарубежная электронная техника. 2002. № 2. С. 3–40.
2. Макушин М.В. // Зарубежная электронная техника. 2002. № 3–4. С. 4–17.
3. Авдонин Б.Н., Макушин М.В. // Зарубежная электронная техника. 2000. № 3. С. 3–31.
4. Медведева Л.Ф., Архипова Л.И. // Проблемы управления. 2005. № 1. С. 133–141.
5. Lapedus M. // EEtimes: seminews. 2005. Vol. 3. P. 13.
6. Clarke P. // IC Insights. 2005. Vol. 11. P. 3–6.
7. Терминологический словарь. Живая электроника России. Отраслевой деловой ежегодник. 2005. С. 53–54.
8. Роджерс Ф.Дж. Взгляд изнутри: Человек–фирма–маркетинг / Пер.с англ. М., 1990.
9. Емельянов В.А., Гранько В.И., Архипова Л.И. // Проблемы управления. 2004. № 1. С. 42–49.