# «Открытая архитектура» производственных систем как путь быстрой реструктуризации промышленных предприятий

Аннотация

*Статья посвящена разработке новой организационной концепции функционирования предприятий по принципу «открытой архитектуры». Проанализированы деятельность предприятий судостроения в послевоенный период в СССР и причины увеличения объема производства. Выявлены методы повышения эффективности производства на предприятиях стран Юго-Восточной Азии. Раскрыты возможности построения производственной системы с помощью блочно-модульного подхода. Определены проблемы применения «открытой архитектуры» на крупных промышленных предприятиях России.*

***Ключевые слова:*** модульная структура производства, модульная производственная система, открытая архитектура, реструктуризация, адаптация, стратегическое управление

***Новиков Алексей Вячеславович***
*канд. экон. наук, доцент кафедры экономики и менеджмента, Институт судостроения и морской арктической техники Филиала Северного (Арктического) Федерального университета, г. Северодвинск*
noalv@mail.ru

В настоящее время в отечественной промышленности все острее становится проблема структурной перестройки, которая позволит в короткие сроки повысить конкурентоспособность предприятий, вывести их на новый уровень развития. Связано это с тем, что существующие производственные мощности во многих отраслях промышленности загружены практически полностью и дальнейший рост экономики возможен за счет качественных изменений (применения новых подходов к организации производства и управления, инновационных технологий производства и т.п.). Автор данной статьи предлагает новую концепцию развития промышленных предприятий, идея которой с успехом много лет

***проблемы российских промышленных предприятий во многом связаны с частичной потерей управляемости процессами в производственных подразделениях***

широко применяется в производстве персональных компьютеров.

Проблемы российских промышленных предприятий во многом связаны с частичной потерей управляемости процессами в производственных подразделениях и аппарате управления, что ведет к постоянным запаздываниям, потере актуальности реакции предприятий на изменения окружающей экономической среды. Применение «открытой архитектуры» в управлении подобными предприятиями даст возможность повысить скорость структурных изменений, адресность и ответственность в управлении производственными подразделениями, одновременно снизив стоимость реструктуризации. Все это обозначает актуальность данного исследования.

### *«Организационные революции» в реформировании производственного процесса*

В последние годы в отечественной промышленности все чаще задается вопрос о том, как сделать стратегическую структурную перестройку производства более быстрой и низкозатратной. В связи с этим вспоминается компьютерная революция, которая произошла около тридцати лет назад и была осуществлена фирмой IBM. До появления «IBM PC-совместимых» компьютеров обновить компьютер общего назначения (домашний, офисный) было очень сложно, т.к. требовалось либо обращаться непосредственно к производителю данного компьютера (это было дорого, а потому нецелесообразно), либо покупать новый системный блок. После «революции» обновление и ремонт персонального компьютера стали адресными и более дешевыми, его возможности расширились за счет дополнительных устройств, стандартизованных под заданные общие параметры подключения. Появление новых устройств и стандартов (например, USB) повысило возможности компьютеров, но скорость «апгрейда» (обновления «начинки» компьютеров) практически полностью определяется их модульной организацией.

С подобными «дореволюционными» проблемами сталкивается и отечественная промышленность, в которой в большинстве отраслей пока

...ем конкурентное ...редприятие

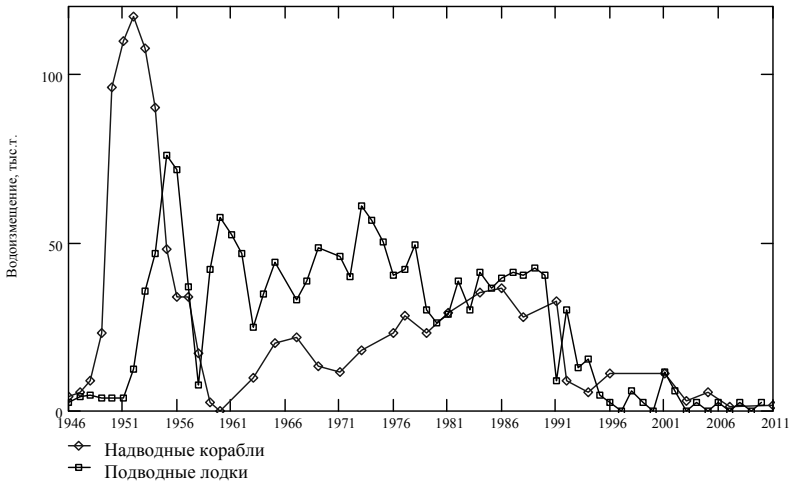



*Рис. 1.* Динамика объемов производства в военном судостроении СССР в послевоенный период




*Рис. 2.* Динамика объемов производства в транспортном судостроении СССР в послевоенный период

гораздо проще создать новые предприятия, чем реформировать старые. Для создания новых предприятий требуются значительные инвестиции и время, а потенциал существующих уже во многом исчерпан.

***после «революции» обновление и ремонт персонального компьютера стали адресными и более дешевыми***

В этой связи встает вопрос повышения эффективности использования существующих производственных мощностей, но в большинстве случаев мы видим «упование» лишь на необходимость разработки новых технологий производства. Между тем, опыт отечественной промышленности говорит в пользу принципиальной решаемости такой задачи практически чисто организационными методами. Так, за первые 12–15 послевоенных лет объем производства гражданских и военных судов в СССР увеличился примерно в 26 раз. Такой всплеск характерен как для военного, так и гражданского судостроения ( *см. рис. 1, 2*).

Объем введенных в строй новых производственных мощностей предприятий был гораздо ниже, а о новых технологиях вообще практически не говорили до 1960-х годов [1]. Основной эффект в тот период времени был достигнут за счет применения методов массового производства в судостроении и тотального контроля производственного процесса строительства судов «снизу-доверху» [1]. Позднее такой опыт оказался невостребованным, и это во многом сказалось на конечном результате, проиллюстрированном на рисунках 1 и 2. Очевидно, применение «сталинских» методов контроля производства в современных условиях неприемлемо. Тем не менее, в Юго-Восточной Азии существуют эффективные методы моделирования процесса производства, которые во многом заменяют существовавшие в СССР в середине XX века «тоталитарные» методы.

Таким образом, во всех приведенных примерах рост эффективности производства базировался на организационных методах, а новые технологии, довольно часто провозглашаемые отечественными учеными и практиками как «панацея от всех болезней» для промышленных предприятий, таковыми не являются.

### *Методы повышения эффективности производства в странах Юго-Восточной Азии*

Методы повышения эффективности производства в судостроении Японии, Южной Кореи и Китая, чья доля в мировом судостроении составляет в настоящее время более 70%, являются часто орга-

Тем как лучше предприятия

низационными, а не технологическими. Поскольку себестоимость судов, длительность их постройки и проектирования в нашей стране в 2–4 раза выше, чем в странах – лидерах судостроения (Япония, Южная Корея, Китай) [2], то в данной отрасли России пока практически нет эффективных предприятий. Традиционно в странах Юго-Восточной Азии проводится кластеризация отрасли, т.е. организация деятельности основного производства в эффективной кооперации с десятками мелких фирм, позволяющих добиться желаемого результата быстрее, эффективнее и дешевле, чем при непосредственном размещении всех производств на самом судостроительном предприятии. По данным статистики Ассоциации Японских Судостроителей в структуре численности занятых в японском судостроении (*см. рис. 3*) можно отметить значительный рост количества работников субподрядных организаций («Sub-contractors»). Из рисунка 3 видно, что численность основных работников (рабочих – Workers, специалистов – Staffs) в последние годы остается примерно на одном и том же уровне. Такое положение объясняется усиливающимся влиянием кластеризации. Создание кластеров в отечественной экономике пока происходит с большими трудностями

***для создания новых предприятий требуются значительные инвестиции и время, а потенциал существующих уже во многом исчерпан***

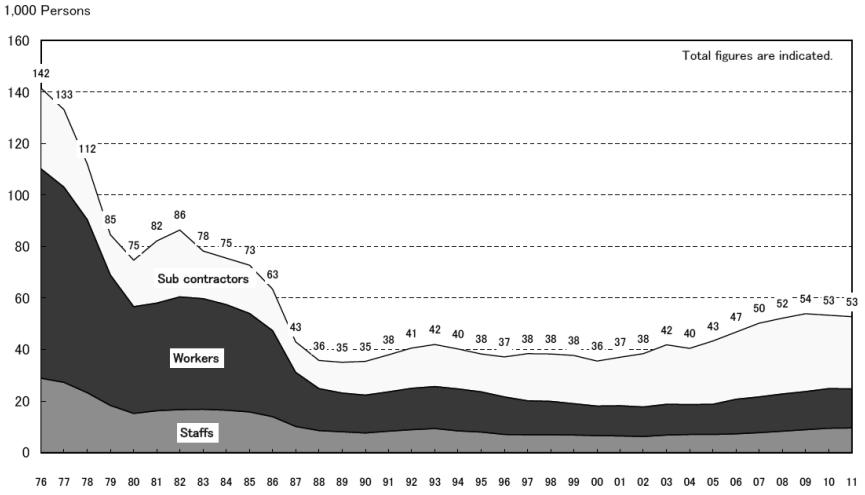



*Рис. 3.* Динамика численности работников японских судостроительных предприятий [3]

***в Юго-Восточной Азии существуют эффективные методы моделирования процесса производства***

(не стоит забывать, что советская экономика представляла собой, по сути, гигантский неэффективный кластер), поскольку пока нет принципиального решения проблем кризиса (прежде всего, в судостроении). Как правило, кластеры в промышленности – это «виртуальные» объединения эффективных относительно независимых предприятий, которые вместе достигают поставленных целей (снижение себестоимости, сокращение сроков, повышение качества и т.п.). Иными словами, вместо концентрации основных функций непосредственно на самом крупном предприятии (это было традиционно для промышленности СССР, страдавшей «гигантоманией») происходит разделение производства на отдельные относительно автономные модули, выполняющие свои специфические функции. Автоматизированные системы управления предприятиями в этих условиях позволяют контролировать равномерность загрузки производственных подразделений, эффективно регулировать работу в условиях новых поступающих заказов на производство. Как представляется, подобные же задачи позволяет решать и «открытая архитектура» современного производства даже в условиях крупных промышленных объединений.

Тем как лучше предпринимателю

### *Основы реализации «открытой архитектуры» в компьютерной технике*

Удачным примером развития искусственных систем является разработка и практическое применение «принципа открытой архитектуры» в компьютерной технике (на этой основе построены персональные компьютеры). Именно благодаря этому принципу имеется возможность модернизировать компьютер непосредственно под нужды потребителя (использование графических приложений, возможность работы сложных вычислительных программ или профессиональных аудио-приложений и т.п.). Он позволяет устаревшие детали заменить на новые и достичь персональному компьютеру уровня возросших требований. Иными словами, вместо замены компьютера целиком на новый, можно постоянно обновлять структурные элементы и фактически управлять его развитием.

Открытая архитектура современных компьютеров реализована на основе блочно-модульного подхода. Существует некий базовый состав блоков, необходимый для работы ПК, а открытость системы позволяет пользователю самостоятельно дополнять и изменять блочный состав компьютера. Для взаимодействия блоков между собой и с центральным процессором организуется приемо-передающий канал – системная шина. Совместимость блоков обеспечивается с помощью системы унифицированных разъемов, которые связываются с системной шиной.

Архитектура ПК имеет в своей основе также программную часть, которая приводит компьютер в движение, объединяет разрозненные (в управленческом смысле) элементы в единое целое.

### *Реализация блочно-модульного подхода к построению производственных систем*

Попытки перенесения принципа «открытой архитектуры» на современные промышленные предприятия наблюдаются последние 15–20 лет, в основном, за рубежом. Одной из первых работ в этом направлении является статья [4], в которой провозглашается необходимость формирования промышленных предприятий из унифицированной системы модулей, связываемых между собой особыми управленческими связями.

Практическими примерами применения модульного подхода к проектированию промышленных предприятий можно считать разработки некоторых производственных компаний (модульные производственные системы или Modular Production System (MPS)), такие как Festo MPS ® [5], продукты BCIT Robotics и др. На *рисунке 4* представлена модульная архитектура производственной системы фирмы Festo.

В данном случае работа предприятия в большей части оказывается автоматизированной. Модули позволяют реализовывать любые подпроцессы в автоматических производственных системах. Управление производством осуществляется на базе центральной ЭВМ, работающей под управлением некоторой операционной системы (в том числе, и специальных версий Microsoft Windows).

***новые технологии, … провозглашаемые … как «панацея от всех болезней» для промышленных предприятий, таковыми не являются***

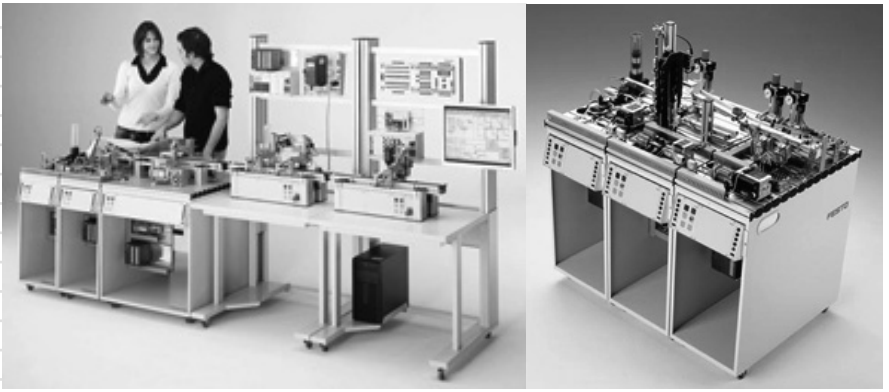


*Рис. 4.* Модульная архитектура производственной системы фирмы Festo [5]

Разумеется, есть и серьезные недостатки таких систем – учет ограниченного числа ресурсов, слабые возможности работы MPS с персоналом, невозможность учета межзаводской кооперации и, конечно же, ограниченные размеры производства. Одной из основных проблем применения данной системы в отечественных условиях является необходимость практически полной автоматизации. Все это не позволяет даже теоретически использовать модульные производственные системы в полной мере в крупных машиностроительных производствах. Для этого сам подход к постройке производственной системы по модульному принципу должен быть существенным образом дополнен и уточнен.

### *Использование «открытой архитектуры» на крупных промышленных предприятиях*

***традиционно в странах Юго-Восточной Азии проводится … организация деятельности основного производства в эффективной кооперации с десятками мелких фирм***

Крупные промышленные предприятия на современном этапе не могут быть организованы по принципу полной автоматизации и заменяемости автономных производственных модулей, т.к. существуют следующие причины:

– наличие большого количества разнообразных видов ресурсов;

– сложная система межзаводской кооперации;

– низкая степень автоматизации производства в целом;

– необходимость управления большим количеством персонала (для этой части управления очень

трудно создать «автоматическое управление» по типу операционной системы компьютера);
– сложность производственного процесса;
– необходимость одновременного производства различной продукции, относящейся к разным производственным заказам.

Тем не менее, поскольку потенциально идея «открытой архитектуры» является весьма плодотворной, то ее применение может быть построено несколько иначе: вместо единого автоматического типа модулей можно рассматривать несколько различных их типов. Основой для выбора типов модулей может стать организационная структура типичного промышленного предприятия, включающая три основных элемента – подготовку производства, производство и управление. Модуль предприятия в таком понимании – это часть деятельности (управления, производства или подготовки производства на предприятии), которая обладает относительно автономным набором рабочей документации, полностью готовая к выполнению своей функции в составе предприятия (в частности, минимальный модуль может быть представлен станком с закрепленными за ним рабочими, занимающим определенную производственную площадь, с определенными ежемесячными затратами). Модуль, в отличие от участка или цеха на предприятии, может легко быть заменен на другой, ликвидирован или же реформирован при изменении потребностей окружающей среды предприятия. При этом, в случае отклонений фактических данных от плановых, предприятие сможет оперативно осуществлять коррекции, поскольку данные о работе каждого модуля будут централизованно собираться, обрабатываться и находиться в свободном доступе в единой базе данных управления предприятием. Но для работы предприятия в таком режиме потребуется и «программная часть открытой архитектуры», т.е. специфическая система управленческого учета, поддерживающая модульную структуру (в том числе, часть данных может обрабатываться автоматически через информационную систему предприятия). Очевидно, для реализации управления предприятием на такой основе потребуется разрабатывать детальный план производства с указанием сроков,

***попытки перенесения принципа «открытой архитектуры» на современные промышленные предприятия наблюдаются последние 15–20 лет***

*Таблица*

**Набор количественных характеристик, необходимых для формирования модульной структуры промышленного предприятия**

| Тип модуля | Параметры модуля |
|---|---|
| Производственный | 1. Себестоимость работы модуля в единицу времени;<br>2. Максимальная сменность работы модуля;<br>3. Площадь, занимаемая элементами модуля. |
| Управленческий | 1. Себестоимость работы модуля в единицу времени;<br>2. Количество уровней иерархии;<br>3. Состав и квалификация персонала управления. |
| Подготовки производства | 1. Себестоимость работы модуля в единицу времени;<br>2. Уровень наукоемкости производимой продукции;<br>3. Состав и квалификация персонала подготовки производства. |

производительности, затрат и других параметров, вплоть до параметров работы каждого модуля. Аналогично, для отслеживания работы модулей необходимо организовать систему сбора и обработки данных по работе каждого модуля. Набор анализируемых показателей должен быть компактным, удобным, оперативным и максимально точно отображающим общую ситуацию в модуле. В случае отклонений фактических данных от плановых, сразу становится ясно (возможно, еще на этапе создания плана), где и почему произошли «сбои». Соответственно, если превышены физические возможности работы конкретного модуля (это может быть выражено в неполном соответствии параметров действующей производственной системы требованиям продукции), его необходимо реструктурировать. Если речь будет идти о работе оборудования или персонала, то вопросы решаются иначе, но тоже очень оперативно. Тщательный отбор упомянутого набора показателей для построения системы управленческого учета – задача дальнейших исследований, а для формирования модульной структуры можно использовать количественные параметры отдельных видов модулей (соответственно, производственных, управленческих и связанных с подготовкой производства), представленные в *таблице*.

***одной из основных проблем применения данной системы в отечественных условиях является необходимость практически полной автоматизации***

***Выводы***

1. Отечественная промышленность нуждается в новых подходах к управлению предприятиями, поз-

воляющими повысить адаптивность производственных систем к требованиям окружающей среды. Как показывает опыт российского судостроения, основным фактором роста являются не новейшие технологии производства, а организационные изменения в управлении предприятием, производством и трудовыми ресурсами. Иными словами, на современном этапе нужны новые организационные подходы в управлении промышленным предприятием.

Одним из таких подходов является принцип «открытой архитектуры», который доказал свои преимущества в развитии компьютерной техники и в последние годы стал активно применяться при проектировании производственных систем. В силу разных обстоятельств применение автоматических модульных производственных систем на крупных предприятиях сталкивается с серьезными трудностями.

2. Основная идея предлагаемого автором подхода заключается в том, что у любой производственной системы есть «базовый набор» возможностей (наличие тех или иных отраслевых, климатических, страновых и других параметров), а остальная часть структуры может выстраиваться практически произвольным образом, в зависимости от изменения потребностей рыночной среды. Стратегическое управление предприятием становится при таком подходе адресным, быстрым и низкозатратным.

3. Основой «открытой архитектуры» производственных систем является модульное построение производства, подготовки производства и управления, а также особая система управленческого учета, поддерживающая модульную организацию, связывающая отдельные элементы предприятия между собой. Важным элементом управления становится и детальное планирование деятельности предприятия, включающее учет работы каждого модуля с точки зрения формирования плановых количественных параметров деятельности на каждый момент времени.

4. Для создания модульных структур на отечественных предприятиях возможно использование ряда количественных параметров, позволяющих оценить возможности вхождения имеющихся ресурсов в те или иные модули.

***модуль, в отличие от участка или цеха на предприятии, может легко быть заменен на другой, ликвидирован или же реформирован***

***Литература***

1. Волостных В.В., Иванкович Т.С. Перспективы судостроения, программы и реалии // Морской вестник. – 2012. – № 1(9). – С. 93–94.
2. Логачев С.И., Чугунов В.В. Мировое судостроение: современное состояние и перспективы развития. – СПб: Судостроение, 2001.
3. Shipbuilding Statistics September 2013 // The Shipbuilders' Association of Japan [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.sajn.or.jp/e/statistics/Shipbuilding_Statistics_Sep2013e.pdf.
4. Rogers G.G., Bottaci L. Modular production system: a new manufacturing paradigm // Journal of Intelligent Manufacturing. – 1997. – № 8. – С. 147–156.
5. MPS® The Modular Production System [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.festo-didactic.com/int-en/learning-systems/mps-the-modular-production-system/.

*pn*

***Alexey V. Novikov***
*Candidate of Science, Associate Professor, Department of Economics and Management, Institute of Shipbuilding and Marine Arctic Engineering Branch of Northern (Arctic) Federal University, Severodvinsk*

**"Open architecture" of production systems as a way to fast industrial restructuring**

Abstract

*Article is devoted to the development of a new organizational concept of enterprises functioning on the principle of "open architecture". The activity of shipbuilding enterprises in the postwar period in the Soviet Union and the reasons for the increase in production are analyzed. methods to improve the efficiency of production at plants of Southeast Asia are identified. The possibilities of building a production system using the modular approach are revealed. Problems of using an "open architecture" of large industrial enterprises in Russia are identified.*

***Keywords:*** modular structure of production, Modular Production System, open architecture, restructurisation, adaptation, strategic management