

Ссылка для цитирования этой статьи:

Новиков А.В. Проектирование предприятий на основе блочно-модульного подхода (на примере судостроения) // Human Progress. 2023. Том 9, Вып. 2. С. 21. URL: http://progress-human.com/images/2023/Tom9_2/Novikov.pdf. DOI 10.34709/IM.192.21. EDN AOOIFG.

УДК 65.01

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ БЛОЧНО-МОДУЛЬНОГО ПОДХОДА (НА ПРИМЕРЕ СУДОСТРОЕНИЯ)



Новиков Алексей Вячеславович

кандидат экономических наук, доцент
доцент кафедры экономики, организации и управления
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет»

noalv@mail.ru

21 линия д.2, Васильевский остров,
г. Санкт-Петербург, Россия, 199106
+7 (812) 328-82-49

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы блочно-модульного проектирования промышленных предприятий на основе отраслевой технологии производства, как важного направления повышения гибкости предприятия, способности быстро и с низкими затратами реагировать на изменения внешнего окружения. Целью исследования было формирование общих принципов блочно-модульного проектирования структуры промышленного предприятия. Задачами исследования стало исследование методологических предпосылок формирования блочно-модульных структур современных организаций, а также формирование укрупненного списка модулей судостроительного предприятия. В основу методологии исследования положены методы аналогии, структурирования информационных и материальных объектов на основе объектно-ориентированного подхода (данный подход хорошо зарекомендовал себя в компьютерном программировании и проектировании), декомпозиции целей, общенаучные методы анализа и синтеза. В основу блочно-модульного проектирования положена отраслевая технология производства, разделяемая на отдельные этапы и далее – по функционалу отдельных направлений деятельности в рамках каждого этапа. Минимальным модулем, способным к осуществлению некоторой функции в составе предприятия, является помещение (или часть помещения) с установленным оборудованием и персоналом для работы. Результаты исследования могут быть использованы при проектировании промышленных предприятий и модулировании существующих структур.

Ключевые слова: блочно-модульный подход; модульные структуры; отраслевая технология; проектирование; реструктуризация; судостроение; технологические этапы.

JEL коды: L16; L22; L52.

Введение

В настоящее время экономика РФ быстро трансформируется. Ограничения, связанные с введением международных санкций, привели к фактической недоступности части товаров, инноваций, технологий из стран ЕС и США. Импортозамещение, как одно из важнейших направлений государственной промышленной политики, может быть успешным только в случае ускоренного освоения новейших технологий и обеспечения устойчивости российских предприятий к любым изменениям внешней среды.

Одним из направлений повышения гибкости предприятий [1], способности их к быстрой адаптации к меняющимся условиям внешней среды, является отказ от традиционной цеховой структуры производства в пользу блочно-модульной организации [2]. Применение блочно-модульной структуры может начинаться с момента проектирования предприятия, но переход к ней возможен и позже, например, на этапе антикризисного управления. Но в этом случае могут потребоваться значительные временные и финансовые ресурсы на планирование и реализацию мероприятий по модулированию.

При построении модульных структур современного предприятия целесообразно исходить из основной функции предприятия, заложенной в базовой технологии производства. В частности, речь может идти о так называемой «отраслевой технологии» производства, которая составляет суть основных технологических превращений ресурсов в готовый продукт.

Для применения блочно-модульного принципа построения структуры предприятия необходимо внедрение особой системы управленческого учета, которая должна способствовать сбору оперативных данных о работе модулей и оперативному контролю основных параметров работы модулей – себестоимости (формирование уровня затрат, соответствующих плановому уровню), производительности (обеспечение требуемого объема выпуска продукции в единицу времени) и качества (технологическая годность). Если в краткосрочной перспективе отдельные модули не могут обеспечить соответствие заданным параметрам, то необходимо пересмотреть их состав, провести оптимизацию связанных с ними бизнес-процессов и технологических операций. В стратегической перспективе применение модулей позволяет осуществлять быструю перестройку предприятия в соответствии с будущими параметрами новой продукции, а также связанных с ней новыми технологиями.

Рассмотрению данных вопросов и посвящено данное исследование. Целью исследования является формирование общих принципов блочно-модульного проектирования структуры промышленного предприятия. Основными задачами являются:

– исследование методологических предпосылок формирования блочно-модульных структур современных организаций;

– формирование укрупненного списка возможных блочно-модульных структур судостроительного предприятия на основе отраслевой технологии производства, как организационной основы для проектирования предприятий и осуществления реструктуризации.

Методология данного исследования включает применение методов аналогии, структурирования информационных и материальных объектов на основе объектно-ориентированного подхода, декомпозиции целей, а также общенаучных методов анализа и синтеза.

1. Методологические предпосылки для построения блочно-модульных структур предприятий

Блочно-модульные представления информации характерны для всей системы научных знаний (понятия по своей сути представляют собой информационные модули, а само научное знание – это система понятий, категорий, представлений, тесно связанных между собой логическими и семантическими связями), а также активно применяются в компьютерном программировании в виде так называемого «объектно-ориентированного» подхода к структуризации данных.

Суть объектно-ориентированного (блочно-модульного) подхода состоит в построении определенного «генеалогического древа происхождения модулей», а создание модулей основано на базовых принципах наследования (создания новых модулей на основе существующих), инкапсуляции (разделения описательной и функциональной частей модулей) и полиморфизма (возможностей модификации «родительских» правил функционирования модулей «дочерними» модулями).

Как было показано в работе [3], на предприятии возможно создание трех типов модульных структур – подготовки производства, управления и производства. Модули могут легко соединяться между собой, модифицироваться, ликвидироваться, заменяться другими по мере необходимости.

«Минимальные» активные функциональные модули могут быть сформированы как части некоторых помещений с установленным оборудованием и необходимым персоналом для обеспечения нормального функционирования модульных структур (именно наличие персонала делает такие модули «активными», обеспечивает возможность их функционирования) [4]. На основе модульных структур возможно осуществление оперативного управленческого учета и управление конкурентоспособностью предприятия в краткосрочной перспективе [5]. Основные характеристики «минимальных» активных модулей представлены в таблице 1.

Табл. 1: Общая структура минимальных активных модульных единиц¹

№ п/п	Тип модулей	Характеристики модулей
1	Активные физические модули производства	Модули представляют собой производственное оборудование, установленное в помещении, с необходимым персоналом для работы
		Количество смен, в которые модуль задействован
		Численность задействованных рабочих в смену ²
2	Активные физические модули подготовки производства	Модули представляют собой оборудование подготовки производства, установленное в помещении, с необходимым персоналом для работы
		Количество смен, в которые модуль задействован
3	Активные физические модули управления производством	Модули представляют собой оборудование управления, установленное в помещении, с необходимым персоналом для работы
		Количество смен, в которые модуль задействован

2. Формирование модульных структур предприятия (на примере судостроения)

Любое промышленное производство представляет собой инструментарий практической реализации технологии с комплексом обеспечивающих средств и интерфейсов их взаимодействия, а также системы «планирования, подготовки будущего», поскольку почти ни один продукт (за редким исключением ряда продуктов питания, например, хлеба) не может оставаться тысячелетиями в неизменном состоянии, для обеспечения конкурентоспособности предприятия в будущем требуется разработка новых продуктов на базе новых или обновленных технологий производства [6; 7].

В основе конкретной складывающейся технологии производства продуктов на конкретном предприятии лежит так называемая «отраслевая технология»³, укрупненно представленная основными технологическими этапами, которые декомпозируются на составляющие в зависимости от конкретных условий и обуславливают уникальность того или иного предприятия. Отраслевая технология также не является статичной [8], она способна постепенно, на протяжении десятков и сотен лет меняться⁴, но эти изменения происходят гораздо медленнее, нежели появляются новые поколения продукции [9], «крупные кирпичики» технологии способны долгое время оставаться практически теми же самыми [10]. Обратимся к «отраслевой» технологии судостроения. В процессе постройки судна имеется 4 основных этапа, осуществляемых последовательно и в разных подразделениях предприятия (рис. 1).

¹ Составлено автором.

² Для части оборудования бывает недостаточно одного рабочего – может потребоваться 2 или 3 рабочих для организации правильного функционирования станка в течение смены.

³ В частности, имеются технологии судостроения, танкостроения, производства компьютеров, хлебобулочных изделий и т.д.

⁴⁴ В частности, в начале XX века в судостроении для скрепления листов металла в корпусных конструкциях применялись соединения на основе заклепок, которые в дальнейшем были заменены сварными швами. Новый тип соединения деталей позволял серьезно снизить массу судовых конструкций, поскольку стыки листов, характерные для применения заклепок, практически отсутствовали при сварке корпусных элементов.

Рис. 1: Основные технологические этапы постройки судов⁵



Для выполнения задач в рамках каждого технологического этапа необходимо наличие определенных технологических (производственных) модулей, представленных в таблице 2.

Табл. 2: Укрупненная структура основных производственных модулей судостроительного предприятия⁶

Большие технологические модули (модули 0-го уровня)	Дочерние технологические модули (модули I уровня)	Возможные модули II уровня
Достапельный	Модуль изготовления деталей набора	Дальнейшая детализация возможна на подуровни: литья, штамповки, механической обработки заготовок и т.п.
	Модуль изготовления мебели	Модули изготовления деталей мебели Модули сборки мебели
	Модуль сборки и сварки секций и блоков	Сборочный модуль Сварочный модуль
	Модуль изготовления и начальной сборки трубопроводов	Модуль изготовления трубопроводов и арматуры Модуль начальной сборки трубопроводов
	Модуль изготовления механизмов и судового оборудования	Модуль изготовления механизмов Модуль изготовления судового оборудования
	Модуль изготовления электро- и электронного оборудования	Модуль изготовления электрического оборудования и кабелей Модуль изготовления электронного оборудования
Стапельный	Модуль сборки изделий, блоков и корпусов	Аналогичная детализация модулей вплоть до уровня конкретных единиц оборудования и управленческих групп. В ряде случаев детализация до II уровня не осуществляется из-за подключения к производству модулей сторонних (подрядных) организаций ⁷ .
	Модуль монтажа трубопроводов	
	Модуль монтажа электрооборудования	
	Модуль монтажа кабелей	
	Модуль монтажа электронного оборудования	
Достроечный	Модуль монтажа прочего легкого оборудования	
	Модуль установки тяжелого оборудования	
	Модуль завершающих корпусных работ Модуль испытаний оборудования	
Сдаточный	Мобильные испытательные модули	

⁵ Составлено автором

⁶ Составлено автором

⁷ В случае формирования таких «статичных» модулей необходимо согласовывать условия работы с субподрядной организацией, в том числе номенклатуру, стоимость, производительность процессов, графики выполнения основных работ на судостроительном заводе.

На конкретном предприятии часть модулей и функций может отсутствовать [11], поскольку, в частности, создаваемый в Группе ОСК Центр продуктовой специализации «ОСК-Движение» будет нацелен на централизованное изготовление изделий судового машиностроения, а в Центре продуктовой специализации «ОСК-Интерьер» будут осуществляться все работы, касающиеся мебели и интерьера судовых помещений. То же касается электромонтажных и прочих видов работ. Иными словами, часть работ Генерального подрядчика строительства судна может быть передана субподрядным организациям [12]. Фактически в структуре производства это будет означать наличие «статичных» внешних модулей, на работу которых повлиять невозможно.

Более глубокая, детальная структуризация модулей предприятия может быть дополнительно выстроена в результате содержательного изучения структуры отраслевой технологии в любой из отраслей промышленности.

После формирования структуры основных производственных модулей промышленного предприятия должны быть созданы дополнительно модули вспомогательного и обслуживающего производств, подготовки производства и управления, что позволит уже говорить об определенных результатах проектирования предприятия в целом. Для решения этой задачи можно обратиться к типовым структурам уже существующих предприятий и, оптимизировав связанные с ними бизнес-процессы, получить вполне приемлемое решение задачи проектирования нового предприятия.

На основе сказанного в данном подразделе, процесс проектирования предприятия на основе модульных структур можно обобщенно представить в виде последовательной реализации следующих этапов:

1. Формирование укрупненной модульной структуры предприятия на базе отраслевой технологии производства;
2. Определение целевого уровня себестоимости продукции (на основе рыночной цены продукции и требуемой рентабельности деятельности);
3. Формирование детальной структуры себестоимости продукции (на основе аналогичных, сходных видов изделий и исследования отраслевого опыта);
4. Формирование состава элементов затрат, приходящихся на единицу продукции⁸;
5. Формирование уровня плановой валовой себестоимости продукции в расчете на год, что позволяет определить нормированные по затратам структуры с требуемой

⁸Определение компонентов затрат может осуществляться на основе так называемых «стратегических структур», которые позволяют формировать структурные пропорции предприятия, а также управлять структурными сдвигами.

производительностью в год, которые подвергаются дальнейшей детализации: выбираются варианты организации, соответствующие требуемой себестоимости в год и производительности. Детализация модулей проводится до «минимальных функциональных модулей», соответствующих решению поставленных задач;

6. Нормирование технологических операций (для определения характера функционирования модулей);

7. Моделирование бизнес-процессов (выявление несоответствий в модульной структуре предприятия);

8. Уточнение состава и производительности модульных единиц.

Заключение

Таким образом, применение блочно-модульного подхода к построению промышленных предприятий возможно на основе отраслевой технологии производства, которая определяет основные этапы технологического процесса, доступные в дальнейшем для детализации.

В отличие от традиционно применяемой цеховой организации производства, блочно-модульная структура способна к быстрой адаптации к меняющимся внешним условиям, как в оперативной, так и стратегической перспективе.

Для практического применения модульных структур необходимо применение специальной системы управленческого учета, отражающей потребности организации в управлении параметрами конкурентоспособности – себестоимостью продукции, производительностью предприятия в единицу времени, качеством продукции на базе имеющихся технологий производства.

Литература

1. Lorenz, E. Organizational Inertia and Competitive Decline: The British Cotton, Shipbuilding and Car Industries. 1945-1975 // *Industrial and corporate change*. - Oxford: Oxford Univ. Press. 1994. Том 3. № 2. P.: 379-404.
2. Hassink, R.; Shin, D.-H. South Korea's shipbuilding industry: From a couple of Cathedrals in the desert to an innovative cluster // *Asian Journal of Technology Innovation*. 2005. Том 13. № 2.
3. Новиков, А.В. Антикризисное управление в условиях эволюционных изменений экономики // *Эффективное антикризисное управление*. № 6. 2011. С.: 84-89.
4. Новиков, А.В. «Открытая архитектура» производственных систем как путь быстрой реструктуризации промышленных предприятий // *Российское предпринимательство*. № 5 (251). 2014. С.: 69-80.

5. Новиков, А.В.; Волостных, В.В. Эффективное стратегическое управление как основа модернизации региональной экономики (на примере судостроения Архангельской области) // Материалы II международной научно-практической конференции «Социально-экономическое, социально-политическое и социокультурное развитие регионов». 25-26 октября 2012 г. Пенза-София-Семей: Научно-издательский центр «Социосфера». 2012. С.: 38-43.
6. Завлин, П.Н. Основы инновационного менеджмента. Теория и практика. М.: Экономика. 2000. 475с.
7. Нельсон, Р.Р.; Уинтер, С. Дж. Эволюционная теория экономических изменений. М.: Дело. 2002. 536с.
8. Durand, R.; Coeurderoy, R. Age, order of entry, strategic orientation, and organizational performance // *Journal of Business Venturing*. 2001. Том 16. Вып. 5. P.: 471-494.
9. Hannan, M.T.; Freeman, J. Structural Inertia and Organizational Change // *American Sociological Review*. 1984. Vol. 49. No. 2. P.: 149-164.
10. Новиков, А.В. Проблемы инертности судостроительных предприятий и пути их преодоления // *Экономика и предпринимательство*. № 6. ч. 1. 2014. С.: 641-646.
11. Erikstad S. O. Modularisation in shipbuilding and modular production // *Innovation in Global Maritime Production*. 2009. Working Paper 11-2009.
12. Логачев, С.И.; Чугунов, В.В. Мировое судостроение: современное состояние и перспективы развития. СПб.: Судостроение. 2000. 311 с.

ENTERPRISES DESIGN BASED ON BLOCK-MODULAR APPROACH (SHIPBUILDING CASE SYUDY)

Alexey Novikov

PhD (economics), associate professor

Chair of Economics, Organization and Management, St. Petersburg mining university

Saint-Petersburg, Russia

Abstract. The article deals with the issues of block-modular design at industrial enterprises based on industrial production technology as an important direction of increasing the enterprise flexibility, the ability to respond quickly and at low cost to changes in the external environment. The purpose of the study was to form the general block-modular design principles of the industrial enterprise's structure. The objectives of the study were to study the methodological prerequisites for the formation of modern organizations' block-modular structures, as well as the enlarged list of shipbuilding enterprise's

modules formation. The research methodology is based on methods of analogy, information structuring based on an object-oriented approach (this approach has proven itself well in computer programming and design), goals decomposition, general scientific methods of analysis and synthesis. The block-modular design is based on industry-specific production technology, divided into separate stages and within each stage further according to the functionality of individual activity areas. The minimum module capable some function performing within the enterprise is a room (or part of a room) with installed equipment and staff for work. The results of the study can be used in designing industrial enterprises and modulating existing structures.

Keywords: block-modular approach; design; industry technology; modular structures; restructuring; shipbuilding; technological stages.

JEL codes: L16; L22; L52.

References

1. Lorenz, E. (1994) Organizational Inertia and Competitive Decline: The British Cotton, Shipbuilding and Car Industries. 1945-1975 // *Industrial and corporate change*. - Oxford: Oxford Univ. Press. Vol. 3. No. 2. P.: 379-404.
2. Hassink, R.; Shin, D.-H. (2005) South Korea's shipbuilding industry: From a couple of Cathedrals in the desert to an innovative cluster // *Asian Journal of Technology Innovation*. Vol. 13. No. 2.
3. Novikov, A.V. (2011) Anti-crisis management in the context of evolutionary changes in the economy // *Effective anti-crisis management*. No. 6. P.: 84-89.
4. Novikov, A.V. (2014) "Open architecture" of production systems as a way of rapid re-structuring of industrial enterprises // *Russian entrepreneurship*. No. 5 (251). P.: 69-80.
5. Novikov, A.V.; Volostnykh, V.V. (2012) Effective strategic management as a basis for the modernization of the regional economy (on the example of shipbuilding in the Arkhangelsk region) // *Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference "Socio-economic, socio-political and socio-cultural development of regions"*. October 25-26, 2012 Penza-Sofia-Semey: Scientific and Publishing Center "Sociosphere". P.: 38-43.
6. Zavlin, P.N. (2000) *Fundamentals of innovation management. Theory and practice*. M.: Economics. 475 p.
7. Nelson, R.R.; Winter, S.J. (2002) *Evolutionary Theory of Economic Change*. M: Business. 536 p.
8. Durand, R.; Coeurderoy, R. (2001) Age, order of entry, strategic orientation, and organizational performance // *Journal of Business Venturing*. Vol. 16. Issue 5. P.: 471-494.
9. Hannan, M.T.; Freeman, J. (1984) Structural Inertia and Organizational Change // *American Sociological Review*. Vol. 49. No. 2. P.: 149-164.

10. Novikov, A.V. (2014) Problems of inertia of shipbuilding enterprises and ways to overcome them // Economy and entrepreneurship. No. 6. Part 1. P.: 641-646.
11. Erikstad S.O. (2009) Modularization in shipbuilding and modular production // Innovation in Global Maritime Production. Working Paper 11-2009.
12. Logachev, S.I.; Chugunov, V.V. (2000) World shipbuilding: current state and development prospects. St. Petersburg: Shipbuilding. 311 p.

Contact

Alexey Novikov

St. Petersburg mining university

21 line, 2, Vasilyevsky island, 199106, Saint-Petersburg, Russia

noalv@mail.ru