

УДК 330.142

ФОРМИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ИХ ИН- ФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

© 2009 г. Н. Г. Делюнова

ЗАО «Ямалгазинвест», г. Москва

Рассмотрены методологические подходы к формированию оптимальной структуры основных фондов производственных систем на основе их информационных характеристик. Разработан метод определения оптимальных характеристик производственных систем на основе оценки их энтропии.

Ключевые слова: *производственная система; основные фонды; проектирование; оптимизация.*

Some methodological ways of production systems' fixed assets optimal structure forming, based on these funds' informational parameters, are examined in the article. The method of production systems' optimal parameters evaluation, based on valuation of their entropy, is also worked out.

Key words: *production system; fixed assets; projection; optimizing.*

Вопросам формирования и развития структуры основных фондов производственных систем посвящено достаточно много работ отечественных и зарубежных авторов. Однако, лишь в немногих из них исследуются особенности структуры основных фондов производственных систем (ПС), связанные со спецификой их функций. Достаточно подробно эти вопросы рассмотрены в известных отечественных работах Ю. М. Солдака [1], В. Б. Войцеховского [2], С. А. Масютина [3].

В этих и ряде других работ особое внимание уделялось структуре основных фондов ПС как фактору сохранения ее целостности. Там было показано, что целостность системы не может быть нарушена в том случае, когда мощность существенных связей между элементами системы на интервале времени, не равном нулю, будет превышать мощность связей этих же элементов с окружающей средой. Очевидно, что эта «мощность связей» зависит (в числе прочего) и от характера структуры ПС. В этих же и ряде других работ многообразие связей, существ-

вующих в ПС между ее элементами сводится, прежде всего, к вещественным и энергетическим связям определяющимся интенсивностью потоков вещества и энергии внутри ПС, а также информационным связям характеризующимся потенциальной мощностью – пропускной способностью и реальной мощностью – действительной величиной потока информации. Там же утверждалось, что при снижении уровня специализации ПС, особенно предметной или поддетальной, мощность связей в структуре ПС резко падает. Например, если в технологическом процессе имеются операции, которые выполняются в других ПС, ослабевают связи внутри системы.

Кроме связей, обусловленных вещественными, энергетическими и информационными потоками, в вышеуказанных работах рассматриваются связи, обусловленные функциями, выполняемыми системой: соединительные; ограничивающие; селективирующие, согласующие. Утверждается, что характер связи усиливается с повышением уровня автоматизации системы.

По мнению Е. Б. Колбачева [4] этот подход требует некоторых уточнений, связанных, в числе прочего, с новыми хозяйственными реалиями, сложившимися после выхода в свет вышеуказанных работ.

Многообразие и разнородность признаков в соответствии с которыми формируются связи между элементами основных фондов ПС, не позволяет выработать единый методологический подход к формированию структуры. Кроме того, утверждение о том, что структура ПС зависит от устойчивости производственного процесса не вполне соответствует современным взглядам на сущность устойчивости экономических систем вообще. Это свойство ПС, ставшее в условиях формирования рыночной экономики в России одним из важнейших условий успешной хозяйственной деятельности, напротив, определяется, в числе прочего, характером структуры оборудования и других элементов основных фондов ПС, а задача обеспечения устойчивости производства неотрывна от задачи обеспечения организационно-экономической устойчивости деятельности хозяйствующего субъекта.

Кроме того, не соответствуют современным реалиям и утверждения о решающей роли вещественных связей в обеспечении целостности системы. Наиболее существенны в современных условиях для формирования ПС информационные связи в их разнообразных проявлениях. Подтверждением этого является создание таких крупных ПС с ослабленными вещественными связями, как виртуальные предприятия. Более логично, на наш взгляд, исходить из того, что структура материальных объектов скрепляется в единое целое энергией, а организационных – информацией. К современным ПС вполне применимо высказывание Н. Винера: «Всякий организм скрепляется наличием средств приобретения, использования, хранения и передачи информации...» [5].

На наш взгляд, при разработке теоретических основ формирования состава и структуры основных фондов ПС необходимо исходить из фундаментальных представлений теории систем и рассматривать взаимосвязь всеобщих, особенных и единичных свойств ПС.

Характер связей «единичное (Е) – особенное (О) – всеобщее (В)» предопределяет,

что единичная природа производственной системы, ее индивидуальные свойства, зависят от отраженных в ней отношений с внешним миром (Е – В). Однако этот результат является не непосредственным, а опосредствованным, причем в качестве средства отражения внешнего во внутреннее (единичное) выступают границы ПС, связывающие ее с внешним окружением (Е – О – В). Несколько более сложный подход к этому вопросу у О. М. Юня [6], следуя логике рассуждений которого можно утверждать, что особенное является непосредственно данным (собственно границей ПС). Это положение соответствует т. н. «второй фигуре отношений» (второму силлогизму) Гегеля [7] «все М суть Р (Е – В), все М суть S (Е – О)».

Графически отношения В – Е – О в этом случае могут выглядеть двояким образом (рис. 1).

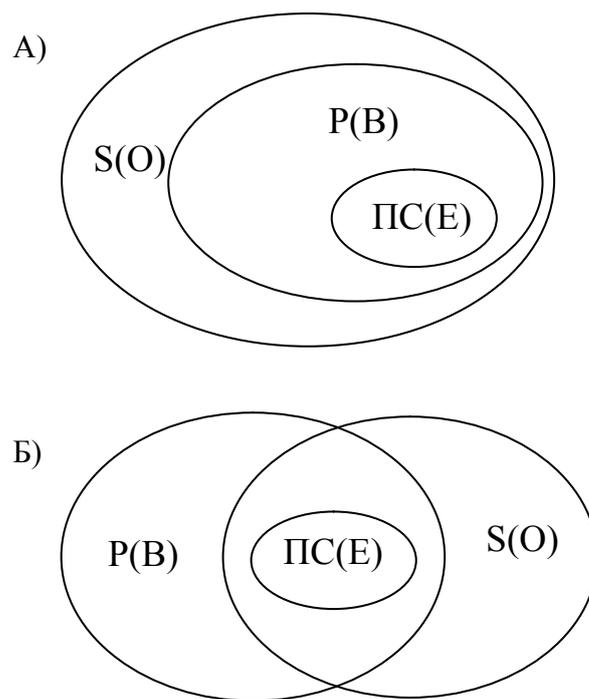


Рис. 1. Сущность отношений свойств ПС с окружающей средой

Таким образом, все единичные ПС (в т. ч. отдельные единицы оборудования и другие элементы ПС), или, что то же самое, все единичные свойства производственных систем (все М), являются носителями как неких всеобщих свойств (суть Р), так и особенных (суть S). При этом особенные свойства основных фондов ПС могут быть подмножеством

всеобщих, а могут быть и независимыми от них. Важным следствием этого является то, что опираясь на вышеуказанные представления можно рассматривать инновационные явления в ПС, как приводящие к структурным изменениям, так и происходящие в рамках неизменной архитектоники.

На рис. 1, А представлен случай, когда в системе благодаря формированию ее основных фондов рождаются принципиально новые свойства, преобразующие все существовавшие до того всеобщие (как в случае создания принципиально новой ПС, основанной на использовании нового способа обработки, знаменующего собой «технологический разрыв»).

Рис. 1, Б отражает рождение новых свойств уже в процессе эволюции ПС, когда свойства, возникшие в отдельной (отдельных) ПС, могут затем в результате модернизации ее основных фондов стать всеобщими, не отрицая прежних всеобщих свойств системы. Например, появление нового универсального инструмента, использующегося, вначале, ограниченным числом предприятий, и получающим, впоследствии, массовое распространение. Такие новые объекты в составе основных фондов могут рассматриваться как объекты – элементы «технологий широкого применения» [8].

Очевидно, что только некоторые особые проявления свойств ПС порождены внешними воздействиями на нее, ее общими свойствами. Некоторые же, очевидно – ее единичной природой. Этим может быть объяснено то многообразие технических, организационных и иных решений, которые принимаются на различных предприятиях в качестве реакции на одно и то же изменение во внешнем окружении.

Среди особенных проявлений свойств основных фондов ПС могут быть и такие, которые не вытекают из их общей природы, являются отклонениями от нее, случайностью. На основании этого можно ответить на вопрос: откуда возникают новые особенные свойства у единичной ПС. Они – целостный результат взаимосвязей элементов единичного объекта. Очевидно, что в зависимости от масштабности этого единичного объекта изменяется и характер рассматриваемых элементов. Например – формирование бизнес-

процесса путем оригинального сочетания входящих в него локальных ПС (в т. ч. – отдельных единиц оборудования), здесь элементами единичного объекта служат производственные системы. Другим примером может служить формирование новой ПС в результате нового сочетания, входящих в нее рабочих мест (единиц оборудования). Более того, конструкцию новой машины (как входящей в состав ПС, так и функционирующей независимо) можно представить как новую совокупность известных конструктивных элементов. В качестве таких элементов могут выступать стандартизированные детали и сборочные единицы, и даже конструктивные элементы оригинальных деталей. При этом каждый особенный элемент объекта несет в себе всеобщие свойства множества элементов своего класса, включенных в состав и структуру других объектов. Вместе с тем, сочетание особенных элементов в составе единичного объекта может сформировать такие отношения между ними, такую их структуру, которая породит у объекта новые целостные свойства, до того не существовавшие в экономике.

Такой подход соответствует положениям разработанной И. Пригожиным и развиваемой его последователями по Брюссельской школе [9] теории о возникновении порядка из неустойчивости, хаоса. И. Пригожин подтвердил вывод о том, что малые случайные воздействия при неравновесных условиях могут играть решающую роль в определении направления дальнейшего развития систем. Случайное событие может стать началом новой закономерности, а может и не стать. Примерами этого могут служить отдельные оригинальные решения в области формирования ПС, интересные конструктивно, эффективные в определенной мере, которым прочилось большое будущее, но не получившие пока широкого распространения.

Главный результат второго отношения О – Е – В заключается в том, что случайность (под случайностью понимаем и локальные организационно-технические решения, так как «конструкторская» идея по сути всегда возникает «случайно» (интуитивно), хотя и подчиняется определенным информационным (эвристическим) закономерностям) не привносится в производственную систему

извне, она есть ее внутреннее свойство, которое связано с большим или меньшим множеством границ ПС, ее ограничений.

Необходимо различать структуру основных фондов самой ПС и структуру связей между ее элементами. Для структуры основных фондов ПС существенна конкретная форма ее элементов. Марки оборудования, из которого составлена технологическая линия, существенны для владельца предприятия и его менеджеров с точки зрения срока службы оборудования, эксплуатационных расходов и т. д. Однако если различные варианты линии скомпонованы по одной технологической схеме, то отношения между всеми ее конструктивными элементами одни и те же, ее архитектура едина. Она зависит от состава элементов ПС и от характера связей между ними. Совокупность и степень связанности отношений между элементами системы, независимые от их конкретной формы, характеризуют степень ее структурной организованности, выражаемой через количество заключенной в ней информации.

Как было показано выше, информация характеризует степень связанности (коммуникативности) элементов ПС (в т. ч. – оборудования и других элементов основных фондов) между собой и с объектами внешнего мира. Степень организованности структуры основных фондов ПС может быть охарактеризован уровнем ее энтропии, а снижение ее показателя свидетельствует об улучшении организационного состояния структуры. Уровень энтропии ПС может быть рассчитан по формуле Шеннона. Энтропия организационной структуры ПС определяется вероятностью прохождения информационного потока через ее элементы (узлы) без искажений и выполнения заданных управляющими воздействиями (поток управления) преобразований предмета труда (основного потока), приводящих к изменению его параметров и параметров ПС в целом. Оргструктура ПС должна обеспечивать сохранение всех сигналов из информационного потока и их сортировку.

При этом важно, что рассматривая элементы основных фондов ПС и их коммуникативные свойства мы имеем в виду не только вещественные составляющие системы и их структуру (связанные коммуникациями

единицы оборудования, рабочие места и т. п.), но и элементы нематериального свойства (базы данных, тезаурус отдельных работников, другие информационные ресурсы, финансовые ресурсы). Кроме того, рассматриваемые здесь вопросы коммуникативности элементов ПС в полной мере относятся к функциональной структуре ПС, структуре пространства ее состояний и т. п.

При прогнозировании и планировании деятельности предприятия целесообразно исследовать пространство состояний его ПС, что, в свою очередь, может быть осуществлено с использованием причинно-следственных моделей, вероятность событий, образующих узлы этих моделей, может быть оценена экспертно.

В упомянутой выше работе [4] было показано, что в рассматриваемом случае наиболее плодотворно рассмотрение показателя условной энтропии, описанной, в частности, в работе [10]. Сущность этого подхода заключается в следующем.

Пусть B – случайное событие, происходящее с положительной вероятностью, а ξ – случайная величина, принимающая значения x_1, x_2, \dots, x_n . Обозначим через A_k событие $\xi = x_k$ ($k = 1, 2, \dots, N$). Тогда по определению условной энтропии величины ξ при условии B называется энтропия случайной величины ξ , вычисленная по распределению условных вероятностей в предположении, что событие B произошло, то есть величина

$$H_B(\xi) = \sum P(A_k|B) \log_2 \frac{1}{P(A_k|B)},$$

где $P(A_k|B)$ – условная вероятность события A_k при условии B , то есть

$$P(A_k|B) = \frac{P(A_k B)}{P(B)}$$

(событие $A_k B$ означает, что событие A_k происходит вместе с событием B).

Пусть η – другая величина, принимающая значения y_1, y_2, \dots, y_m , а B – событие $\eta = y_j$ ($j = 1, 2, \dots, M$). Тогда условной энтропией величины ξ при заданном значении величины η называется величина $H_\eta(\xi)$, совпадающая по определению с математическим ожиданием величины $H_{B_j}(\xi)$, то есть величина

$$H_{\eta}(\xi) = \sum P(B_j) H_{B_j}(\xi) = \\ = \sum \sum P(A_k B_j) \log_2 \frac{P(B_j)}{P(A_k B_j)}.$$

В рассматриваемом случае важно, на сколько убывает энтропия случайной величины ξ (то есть неопределенность значения величины ξ) при наблюдении случайной величины η . Величину убыли энтропии, которую мы обозначим $I(\xi, \eta)$, можно понимать как количество информации о случайной величине ξ , полученной при наблюдении случайной величины η . По определению

$$I(\xi, \eta) = H(\xi) - H_{\eta}(\xi) = \sum P(A_k) \log_2 \frac{1}{P(A_k)} - \\ - \sum \sum P(A_k B_j) \log_2 \frac{P(B_j)}{P(A_k B_j)}.$$

Воспользуемся тождеством

$$\sum_j P(A_k B_j) = P(A_k)$$

Оно выполняется, поскольку события $A_k B_1, A_k B_2, \dots, A_k B_M$ взаимно исключают одно другое, и если происходит событие A_k , то происходит и какое-то из событий $A_k B_j$.

Структурная сложность основных фондов производственных систем определяет и сложность задач их проектирования. Они не могут быть решены сразу прямым замыканием входной информации на постоянную концептуальную модель, а требуют развернутого во времени сложного информационного поиска. В этих условиях общая задача распадается на подзадачи, т. е. происходит ее декомпозиция.

Современные методы проектирования основных фондов ПС должны быть ориентированы на широкое использование информационных технологий, не исключая человека при решении наиболее сложных и творческих задач, подразумевая разумное сочетание формализованных и неформализованных процедур в процессе проектирования – эргатичность.

Опираясь на вышеописанные свойства ПС и процессов их проектирования можно сформулировать основные задачи методологии проектирования структуры основных фондов ПС. Декомпозиция требует логической схемы последовательности действий, наилучшим образом организующей процесс проектирования. Построение такой схемы будем считать первой задачей методологии проектирования. Стремление к широкому использованию информационных технологий требует формализации процедур, а это, в свою очередь – экономико-математической модели как процесса, так и объекта проектирования. Разработка таких моделей составляет вторую, а методы и алгоритмы выполнения проектных процедур и операций – третью задачу методологии.

В связи с вышеизложенным, на наш взгляд, целесообразно рассматривать следующие основные компоненты процесса проектирования основных фондов ПС: A – множество целей; P – множество признаков; X – множество решений; V – множество оценок. Схема основных компонент проектирования показана на рис. 2. Она представляет собой граф, ребрами которого отображают отношения между компонентами:

- $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ – множество целей;
- $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ – множество признаков;
- $X = \{x_1, x_2, \dots, x_k\}$ – множество решений;
- $V = \{v_1, v_2, \dots, v_l\}$ – множество оценок.

Тогда функция проектирования может быть выражена следующим образом:

$$F : (\psi \circ \phi(A_0)) \rightarrow V,$$

где ϕ – бинарное отношение между элементами множеств A и P ; ψ – бинарное отношение между элементами множеств P и X (при этом $\phi \subset (A \times P)$; $\psi \subset (P \times X)$; $A_0 \subseteq A$).

Поскольку каждой цели может соответствовать несколько признаков, то подмножество P_{a_i} с которым a_i находится в отношении ϕ , является срезом через элемент a_i .

Если для проектирования конкретного объекта выбрано подмножество A_0 множества A целей, то можно найти срез через A_0 :

$$\phi(A_0) = ((p)(\forall a)) [a \in A_0 \wedge (a, p) \in \phi].$$

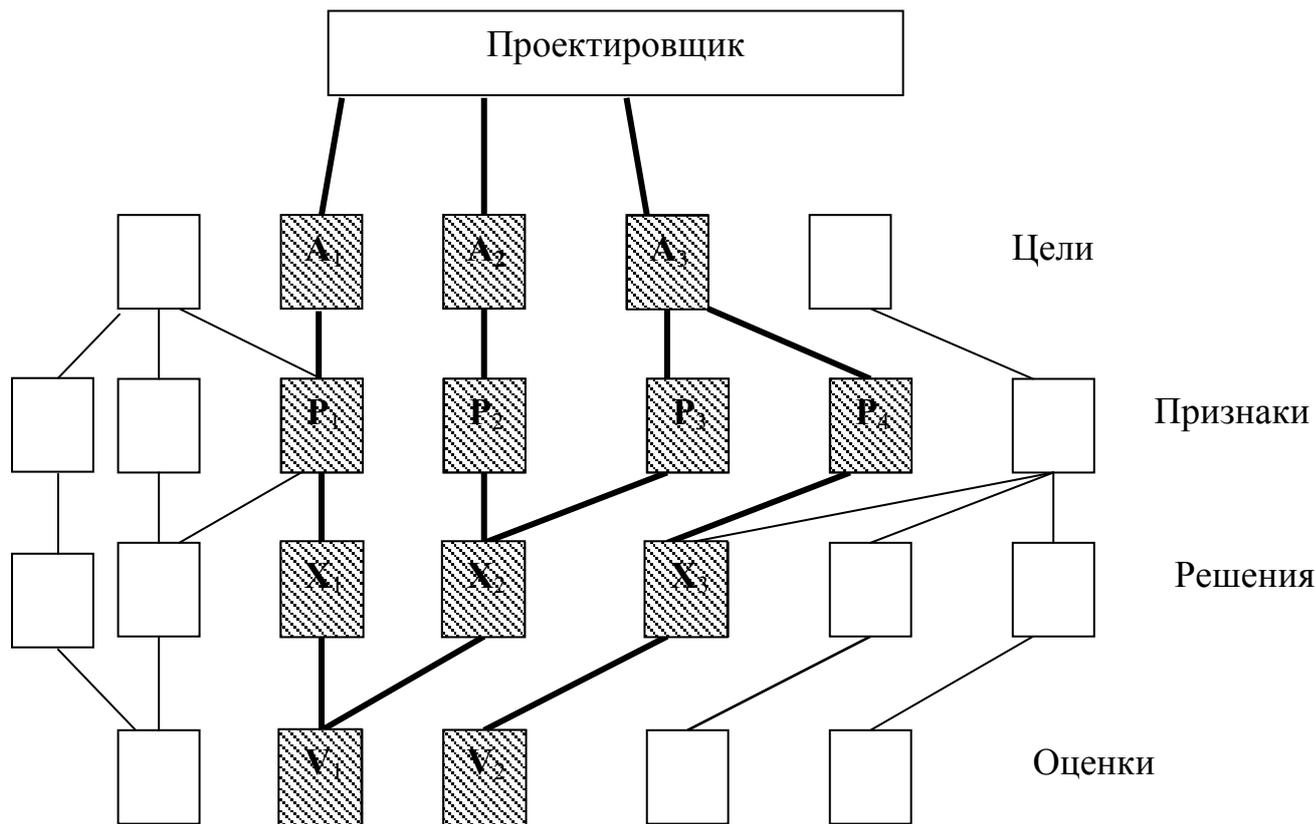


Рис. 2. Основные компоненты проектирования ПС

Аналогично найдем

$$\psi(A_0) = ((x)(\forall p))[p \in P_0 \wedge (p, x) \in \psi],$$

где P_0 – срез множества P по подмножеству A_0 .

Произведение бинарных отношений

$$\psi \circ \phi = ((a, x)(\forall p)[(a, p) \in \phi \wedge (p, x) \in \psi]$$

представляет собой множество упорядоченных пар (a, x) , таких, что для них существует элемент p множества P , с которым a находится в отношении ϕ , а сам он вступает в отношение ψ с элементом x .

Срез произведения по подмножеству A_0 выражается:

$$\psi \circ \phi(A_0) = ((a, x)(\forall p)[(a, p) \in \phi \wedge (p, x) \in \psi \wedge a \in A_0].$$

Отображение среза произведения бинарных отношений на множество оценок означает функцию, определенную на множестве $\psi \circ \phi(A_0)$ и принимающую значение на мно-

жестве V . Каждый элемент множества V при этом представляет собой в общем случае n -мерный вектор, компонентами которого являются стоимостные характеристики, характеристики полезности и др.

Целевую функцию проектирования, которую в результате выполнения определенных операций необходимо оптимизировать:

$$(F : (\psi \circ \phi(A_0)) \rightarrow V) \rightarrow opt.$$

Такой подход представляется приемлемым в связи с тем, что он позволяет эффективно применять в процессе формирования структуры ПС формализованные методы, такие как метод пространства параметров и обоснованно устанавливать границы производственной системы.

В литературе по методологии проектирования [11] в качестве основополагающей рассматривается концепция, основанная на том, что структура любой ПС определяется совокупностью унитарных технологических структур (технологических процессов изготовления отдельных элементов изделия), ко-

торые задают состав элементов, формирующую структуру системы, и образующиеся между ними связи при выполнении поставленных целей. Так как со временем меняются цели системы, то меняются и унитарные структуры, их реализующие, а следовательно, и связи между элементами ПС. Поэтому, рассматривая предприятие как объект математического моделирования, основной упор при проектировании его ПС следует делать, с одной стороны, на качественное и своевременное определение унитарных технологических структур и, с другой стороны, на синтез общей структуры ПС, являющейся нетривиальным объединением унитарных структур.

В условиях машиностроения и других отраслей обрабатывающей промышленности многообразие средств и методов обработки деталей и узлов изделия приводит к сложной многовариантной задаче проектирования и выбора наиболее рационального технологического процесса, отвечающего условиям конкретной производственной системы (в условиях предприятий со сложившимися ПС).

Технологическими ограничениями, определяющими допустимые варианты технологического процесса, являются сведения о составе и параметрах универсальной, типовой и групповой оснастки, о составе и технических характеристиках оборудования и его размещении в цехах завода, о типоразмерах и физико-механических свойствах основных материалов, применяемых для изготовления деталей и т. д. Такая концепция основывается на предположении об однозначности связей целей проектирования $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ с соответствующими признаками $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$, что в полной мере соответствует условиям определенности и стабильности «портфеля товаров» предприятия и преимущественно предметной специализации внутрикорпоративных ПС.

Возможны следующие подходы к формированию методологии проектирования основных фондов ПС [11].

Первый подход – проектирование отдельных составных частей производственного процесса: определение технологических режимов; расчет потребности в оборудовании, оснастке, инструменте; численности

персонала и т. п.

Второй подход использует принцип типизации, базирующийся на создании классификаторов изделий и их элементов, операций и технологических процессов, директивных технологий, комплексных технологических процессов.

Третий подход включает в себя решение задач проектирования ПС для изготовления изделий определенного класса при последующем нахождении открытых связей между элементами соответствующих бизнес-процессов и законами их функционирования. Таким образом, отходя от частных случаев, находят общие решения с помощью их суперпозиции.

Четвертый подход связан с выявлением общих закономерностей, с построением на базе известной эмпирики ее дедуктивной интерпретации. Так, построенная аксиоматическая теория проектирования позволяет установить законы и правила алгоритмизации, создать алгоритмическую структуру, обеспечивающую решение задач проектирования ПС.

Первый подход позволяет создать сравнительно простые и работоспособные алгоритмы проектирования отдельных ПС, однако делают неприемлемым использование результатов решения для других случаев. Получаемые оптимальные решения «частных задач» могут в некоторых случаях ухудшить общие показатели ПС. Так, выбор наиболее дешевого оборудования может привести к удлинению всего технологического процесса, и, в конечном счете, к росту производственных издержек. Этот подход уместен при проектировании новых предметно специализированных ПС.

Основным недостатком второго подхода является то, что классификаторы, используемые в качестве основного средства типизации производственных процессов, разработаны на основе субъективных оценок. Однако принцип типизации при синтезе структур ПС, хотя и не решает задачи оптимизации процесса в целом, но значительно снижает трудоемкость его проектирования.

Что касается третьего подхода, то метод суперпозиции в проектировании ПС в конечном итоге позволит определить общие подходы к алгоритмизации проектирования.

Однако, успех применения этого метода в значительной степени зависит от изобретательности разработчика. Использование этого метода как полностью самостоятельного неизбежно усложняет процесс проектирования.

Четвертый (дедуктивный) метод синтеза ПС требует построения аксиоматической системы проектирования.

Выбор метода проектирования существенно зависит от стадии жизненного цикла, на которой находится предприятие. Так, для действующего предприятия наиболее характерны следующие условия проектирования ПС:

- на базе имеющегося на предприятии оборудования, оснастки и традиционного для него сортамента основных материалов;
- на основе имеющегося оборудования, но с одновременным проектированием специальных видов оснастки;
- на основе совместного проектирования техпроцессов, выбора наиболее рациональных компоновок оборудования (в т. ч. вновь приобретаемого), конструирования новых приспособлений и оснастки.

Наиболее перспективным представляется комплексный подход к решению задачи структурного синтеза производственных систем, основанный на последовательном применении типового и индивидуального методов проектирования.

В качестве основных элементов структуры ПС примем конечное множество действующих технологических агрегатов, рабочих мест и других элементов, представляющих собой экономически минимальные производственные системы (ЭМПС) [4]

$Q = \{q_i\}, i \in I$, обладающих свойствами:

а) каждый $q_i \in Q$ обладает конечным множеством специализаций $S_i = \{s_{i\phi}\}, \phi \in M_i$, характеризующих возможности перевода изделия из одного состояния в другое данным действующим элементом (некоторой его специализацией);

б) в общем случае различные действующие ЭМПС могут обладать одинаковыми специализациями;

в) результат действия $q_i \in Q (s_{i\phi} \in S_i)$ на изделие может быть представлен точкой в пространстве состояний;

г) возможности воздействия на изде-

лие каждого $q_i \in Q (s_{i\phi} \in S_i)$ описываются в пространстве состояний некоторой гиперплоскостью $L_i (\sum i\phi)$, границы которых определяются множеством параметров и их числовых значений, преобразующихся $q_i \in Q (s_{i\phi} \in S_i)$;

д) каждый $q_i \in Q$ может быть элементом одного или нескольких бизнес-процессов;

е) для $\forall q_i \in Q$ существует время τ_q , которое ЭМПС $q_i \in Q$ затрачивает на преобразование элементов $x_i \in X$ в элементы $y_i \in Y$ в соответствии с заданной целью $A_L \in A$;

ж) для $\forall q_i \in Q$ существует ограничение по времени работы $T_{эф}$, превышение которого приводит к невозможности выполнения цели $A_L \in A$.

Структура ПС как конечное множество взаимосвязанных действующих ЭМПС обладает следующими свойствами:

а) существуют действующие (финальные) элементы, результатом воздействия которых на изделия являются конечные цели ПС, любой элемент ПС может быть использован в качестве финального;

б) существуют цепочки действующих элементов, которые предшествуют финальным элементам таким образом, что позволяют получить множество состояний изделия;

в) на множестве действующих элементов можно получить цепочки элементов, соответствующие множеству возможных изделий;

г) каждый элемент структуры может быть включен более чем в одну цепочку;

д) связи действующих элементов отражают направленность их совместного функционирования по достижению целей ПС;

е) структура ПС обладает потенциальной избыточностью по отношению к множеству заданных при ее синтезе конечных целей;

ж) в рамках технологической структуры все действующие элементы обеспечены ресурсами по входам $x_i \in X$ и выполняется ус-

ловие $T_q \leq T_{эф}$, где $T_q = \sum_{A=1}^M \sum_{L=1}^M \tau_{q_i}$ – время функционирования элемента $q_i \in Q$, M – число изделий, а $T_{эф}$ – максимально возможное время функционирования элемента $q_i \in Q$.

Отличие производственного процесса от принятой в определениях «б» – «г» техно-

логической цепочки заключается в том, что технологический процесс – это кортеж элементов, а технологическая цепочка – упорядоченное множество их.

Синтез структуры ПС представляет собой процесс объединения действующих элементов в одно целое, которое обладает отношениями, отсутствующими у каждого отдельно взятого элемента, стремится к оптимальному значению параметров ПС.

Процесс синтеза должен быть построен таким образом, чтобы структура ПС обладала достаточным запасом устойчивости по отношению к внешним возмущающим воздействиям, чтобы изменение множества действующих элементов не требовало полного повторного синтеза структуры ПС.

Рассмотрим известные направления совершенствования состава и структур ПС:

а) оптимизация множества заготовок, для каждого изделия и минимизация их общего количества;

б) минимизация количества оборудования (рабочих мест) и его специализаций, позволяющая достичь необходимого качества и минимизации общей стоимости обработки;

в) минимизация стоимости обработки изделий путем выбора оборудования с минимальной стоимостью обработки изделий (их элементов) данного класса;

г) оптимизация режимов работы оборудования;

д) минимизация количества переходов между различными типами оборудования (рабочих мест) и их специализациями при обработке каждого изделия;

е) минимизация общего количества производственных подразделений и переходов между ними при обработке каждого изделия;

ж) минимизация общего количества неиспользованных возможностей оборудования при рассмотрении всего количества изделий, запущенных в производство.

При оптимизации состава ПС основное внимание традиционно уделяется минимизации технологической себестоимости с точки зрения выбора оборудования с минимальными затратами на обработку изделий определенного вида. Наличие подобных критериев в системе проектирования ПС подразумевает разработку и использование подсистемы

расчета норм затрат на обработку различных изделий. В известных работах [12] предлагается следующая формула для расчета технологической себестоимости:

$$S_{\Sigma} = \sum_{N=1}^{N_n} \left[\tau_{N_1} (C_{N_1} + C_{N_2}) + \sum_{p=1}^{l_n} \tau_{N_3}^p C_{N_3}^p \right] + C_{пр},$$

где C_{N_1} – стоимость станкоминуты в N -й операции; C_{N_2} – стоимость минуты работы оснастки в N -й операции; $C_{N_3}^p$ – стоимость p -го инструмента, приведенного к одной заточке; $\tau_{N_1}, \tau_{N_2}, \tau_{N_3}^p$ – время работы станка, оснастки, инструмента в N -й операции; N_k – число операций в маршруте обработки; $C_{пр}$ – величина затрат на проектирование.

Все составляющие величины S_{Σ} обладают, на наш взгляд, недостаточной статичностью. Например величина C_{N_1} кроме изменения от одной операции к другой, является в общем случае функцией параметров $C_{N_2}, C_{N_3}^p, \tau_{N_1}, \tau_{N_2}, \tau_{N_3}^p$. Другие величины являются функциями множества параметров (например, стоимости электроэнергии, используемых расходуемых эксплуатационных материалов и т. д.), взаимное влияние которых часто трудно оценить. Все это затрудняет, а в некоторых случаях делает невозможным определение реальной величины стоимости по тому или иному параметру.

Очевидно, что в качестве показателя эффективности структуры ПС следует выбирать величину (величины), обладающую, во-первых, достаточной статичностью и, во-вторых, прямо или косвенно оптимизирующую основные параметры ПС.

На наш взгляд, наиболее статичной и полной системой критериев является совокупность вышеописанных критериев «а», «б», «д», «е», «ж». Они в наименьшей степени подвержены непредсказуемым возмущениям и взаимным влияниям.

Использование критерия «г» является важным для оптимизации структуры ПС, однако данный этап невозможен без предварительного синтеза по критериям «а», «б», «д», «ж» (пока не выбрано оборудование, на котором может быть обработано рассматриваемое изделие, нельзя решать вопрос оптимизации его работы).

В дальнейшем имеет смысл рассматривать синтез структуры ПС только по критериям «а», «б», «д», «е», «ж», а также по критерию оптимальной загрузки ее элементов, позволяющему повысить ритмичность производственного процесса, производительность труда, эффективность использования оборудования и экономических ресурсов. Однако требование оптимальности загрузки в условиях нестабильной конъюнктуры должно рассматриваться специфически.

Под оптимальностью загрузки элементов структуры обычно понимается равномерная или минимальная их загрузка, однако, несмотря на достоинства этого критерия, более предпочтительным представляется загрузка элементов структуры, позволяющая иметь резервы. Применение критерия оптимизации загрузки оборудования относится к динамическим аспектам функционирования ПС может использоваться при синтезе типовых структур ПС.

Вышеописанный подход представляется наиболее рациональным при формировании структуры основных фондов производственных систем предприятий промышленности и может быть положен в основу создания организационно-экономического инструментария для их проектирования.

Литература

1. *Солдак Ю. М.* Динамика производства и ее организационное обеспечение. –М., Вопросы радиоэлектроники. Серия ОВР. Вып. 12, 1991. – 38 с.
2. *Войцеховский В. Б.* Оптимизация развития производственных систем. –Киев: Наук. Думка, 1991. – 139 с.
3. *Масютин С. А.* Корпоративная стратегия: от выживания к развитию. –М.: Станкин, 2001. – 362 с.
4. *Колбачев Е. Б.* Экономический инструментарий управления информационными ресурсами в производственных системах машиностроительных предприятий // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2003. – №1. – С. 12-18.
5. *Винер Н.* Кибернетика. –М.: Наука, 1968. – 274 с.
6. *Юнь О. М.* Производство и логика: Информационные основы развития. –М.: Новый век, 2001. – 210 с.
7. *Гегель Г.* Наука логики. –М.: Мысль, 1974. – 398 с.
8. *Полтерович В. М.* Гипотеза об инновационной паузе и стратегия модернизации. / Доклад на XXXIII школе-семинаре им. С. С.Шаталина. –Вологда: Институт социально-экономического развития территорий РАН, 2009. – С. 4.
9. *Пригожин И., Стенгерс И.* Порядок из хаоса. –М.: Наука, 1986. – 284 с.
10. *Hartley R. V. L.* Transmission of information // BSTJ. – 1928. – V.7. – №3. – С.535-536.
11. *Малышев Н. Г., Суворов А. В., Паршин Е. А.* Методы автоматизации проектирования технологических структур промышленных систем. –Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 1986. – 185 с.
12. *Паршин Е. А.* Разработка методов и алгоритмов синтеза и оптимизации моделей технологических структур: Дис. ... канд. техн. наук. –Таганрог, 1983. – 204 с.

Поступила в редакцию

28 декабря 2009 г.



Надежда Георгиевна Делюнова – заместитель начальника департамента подготовки производства ЗАО «Ямалгазинвест».

Участник исследований в области экономики недвижимости и строительства, участник разработки проектов модернизации промышленных предприятий.

Nadezhda Georgievna Deliunova – chief assistant of «Yamalgasinvest» stock company's production rigging up department.

Author takes part in numerous researches, devoted to real estate and building branch economics, and in working out of production enterprises' modernization projects.

119991, г. Москва, просп. Вернадского, 41, строение 1
41 Vernadskogo prosp., build. 1, 119991, Moscow, Russia
Тел.: (495) 430-88-23, факс: (495) 631-56-10; e-mail: sqirel@mail.ru
