

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ В ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТРУКТУРАХ АВИАСТРОЕНИЯ

© 2009 А.А. Коптев, С.Ф. Тлустенко\*

**Ключевые слова:** динамика реорганизации, порок чувствительности, эффективность инвестиций, целевые функции.

В условиях ограниченности источников финансирования проведен анализ развития производства по времени реализации его отдельных этапов. Обоснована эффективность инновационной деятельности при условии обеспечения ее функционирования в пределах устойчивого состояния.

Исходной базой при построении систем управления процессами модернизации производства в работе является обобщенное графическое представление структуры, которая используется для описания подхода к моделированию взаимодействия ее компонентов<sup>1</sup>, представляющих две главные составляющие процесса реализации решений. В качестве общего подхода к реализации проекта используется система управления, рассматриваемая как диссипативная динамическая система, моделирующая процесс реализации по ряду критериев.

В такой системе происходит периодический обмен средств с источниками финанси-

рования, инвестиционной деятельности, обмен, который при определенных условиях может привести к незатухающей поддерживающейся динамической активности, т.е. к воспроизводству актов превращения или преобразования финансовых средств в конечный продукт<sup>2</sup>. Чтобы воспроизводить себя, система должна контролировать свои изменения, в нашем случае количественный показатель  $S_j$ , в связи с течением времени  $t$  и, следовательно, быть чувствительной к ним. Рассмотрим систему управления ПР ПП (рис. 1).

Источники финансирования инвестиционной деятельности обеспечивают вложения в ин-

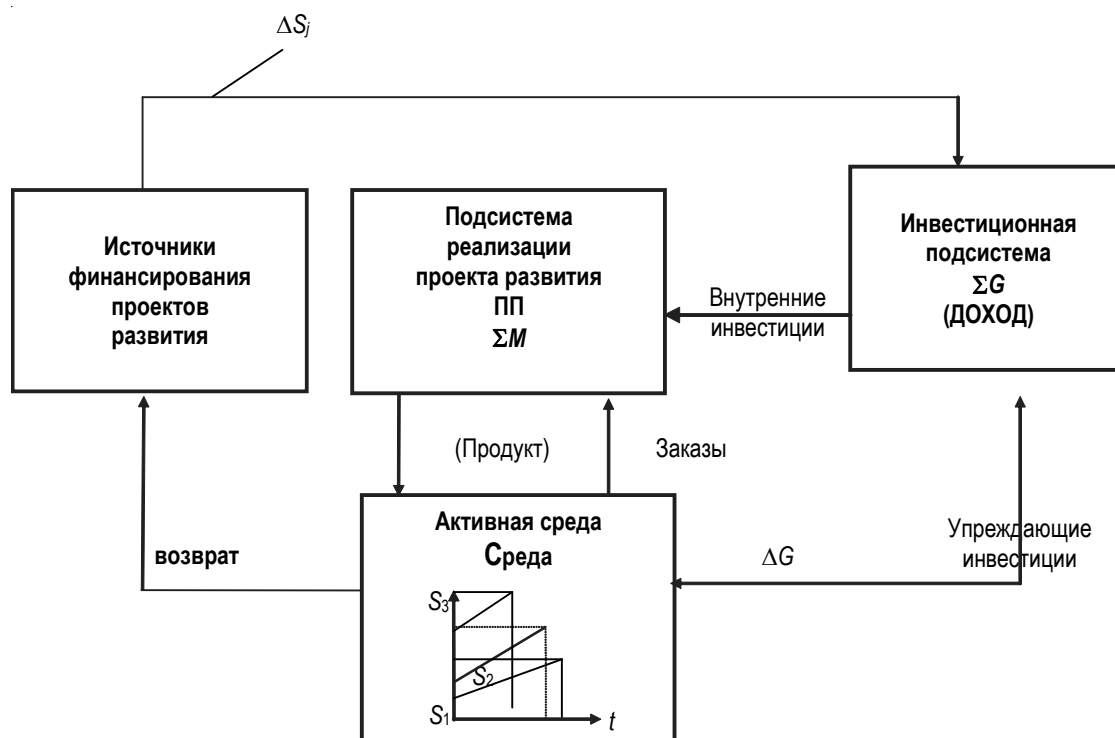


Рис. 1. Структура системы управления ПР ПП

\* Коптев Андрей Анатольевич, гл. инженер Транспортно-логистического комплекса ЗАО "Шелл"; Тлустенко Станислав Федотович, доцент Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королева. E-mail: titan250@mail.ru.

вестиционную подсистему, которая аккумулирует средства основных источников до некоторой стартовой величины, после чего она осуществляет распределение инвестиций в активную среду, обеспечивая реализацию необходимого комплекса работ с учетом специфики авиационного производства. На рис. 1 показано, как время достижения запланированного результата зависит от величины исходных инвестиций  $S_1$ . Когда оборотный капитал предприятия с уровня  $S_1$  и  $S_2$ , с различными интервалами времени инициирует активность среды, а характер адекватной зависимости должен быть с достаточной точностью установлен, система управления должна оперировать в диапазоне множества  $\{S_1, \dots, S_n\}$  показателей.

Следовательно, динамика реорганизации и эффективный контроль показателей системы успешно реализуется лишь в том случае, когда она находится в неравновесном состоянии управляемого развития, обладает степенями свободы на всех уровнях. Если выделить доминирующий фактор, в нашем случае интегральный показатель - величину оборотного капитала  $S_j$ , то ситуация будет характеризоваться порогом  $dS_j$  чувствительности системы к его изменениям, а также диапазоном  $DS_j$  допустимых изменений в пределах его устойчивого состояния. Способность системы к воспроизводству своих функций будет определяться ее способностью удерживать значения  $S_j$  в интервале  $DS_j$ , т.е.  $DS_j \in S_{j+1} - S_j$ .

Таким образом, когда в ресурсной подсистеме объем средств становится достаточным, достигая некоторого критического значения  $S_{кр.}$ , наступает этап выдачи и реализации заданий согласно конструктивно-технологической документации. Когда уровень падает ниже  $S_{кр.}$ , то инвестиционная система,

подключая источники финансирования инновационной деятельности, поднимает этот уровень до  $S_{кр.}$ , что обеспечивает воспроизводство инновационной функции системы. Динамика этого периодического, но сильно нелинейного процесса, схематически представлена на рис. 2.

Как показывает мировой опыт, проблема управления процессом развития при ограниченных инвестициях должна решаться посредством "отдельных процессов целенаправленной деятельности", в рамках децентрализованной структуры принятия решений, способной оценивать не только результаты реализации выбранных проектов, но и выходы всех промежуточных уровней этого процесса.

Показатели эффективности зависят от целей назначения, условий работы конкретной системы управления производством. Эти показатели можно представить некоторой сетью (или математическим выражением, эквивалентным сети), связанной с отдельными требованиями (характеристиками общей цели), внешними по отношению к системе, и с сетью, описывающей саму систему. Такая сеть может содержать лишь простое указание на связь между отдельными частями системы и целевой функцией, а при достаточной изученности системы и условий ее работы может определять связь между конкретными параметрами системы и составляющими показателя эффективности. В первом случае можно проследить лишь общее влияние структуры системы на показатель эффективности. Во втором случае возможно дать количественные оценки показателей, используя данные о структуре и параметрах системы.

Остановимся на исследовании общего влияния структуры на показатели эффективности.

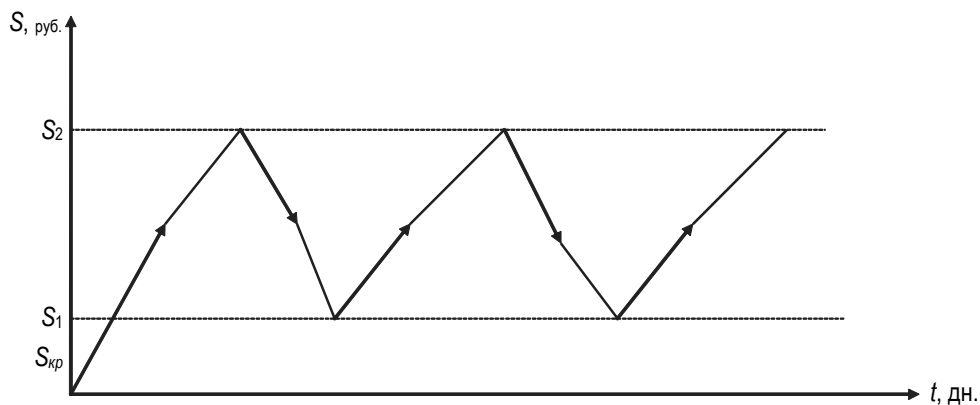


Рис. 2. Периодический процесс воспроизводства в условиях ограничения ресурсов

Рассмотрим характеристики структурной эффективности системы управления реструктуризации производства. В сложных системах с иерархической структурой возникает проблема одновременного достижения многих целей с оптимизацией сразу нескольких выходных величин, например, доходов и расходов, себестоимости продукции, уровня ее качества и т.д. В системе, состоящей из многих подсистем, которые описываются выражениями

$$\varphi_j = f_{ij}(x_1, \dots, x_m), \quad j = 1, 2, \dots, r, \quad (1)$$

где  $x_i$  - управляемые переменные;  $\varphi_j$  - выходные переменные,

глобальная целевая функция зависит от локальных целевых функций, определяемых через  $\varphi_j$ , от структуры связей между подсистемами, от вида функций  $\varphi_j$ .

Пусть задача некоторой управляющей системы заключается в получении максимума выражения  $\Phi(G - M)$ , где  $G$  - доход, а  $M$  - расход. Предположим, что система может управлять двумя переменными -  $x_1$  и  $x_2$  и пусть

$$G = f_1(x_1, x_2), \quad M = f_2(x_1, x_2), \quad (2)$$

тогда

$$\max \Phi(G - M) = \max_{(x_1, x_2)} [f_1(x_1, x_2) - f_2(x_1, x_2)]. \quad (3)$$

Пусть выходной величиной инвестиционной системы является  $G$ , а выходной величиной подсистемы реализации проекта является  $M$ , т.е. части системы имеют свои локальные цели: максимизировать  $G$  и минимизировать  $M$ . Допустим, что управление осуществляется так, что одна часть системы может воздействовать на  $x_1$ , а вторая - на  $x_2$ . Тогда в результате работы каждой части системы будут получены

$$\begin{aligned} & \max_{(x_1)} [f_1(x_1, x_2)], \\ & \min_{(x_2)} [f_2(x_1, x_2)]. \end{aligned} \quad (4)$$

Чтобы выполнение локальных целей (4) давало тот же эффект, что и глобальная цель (3), функции  $f_1$  и  $f_2$  должны быть функциями одной переменной и должно выполняться соотношение

$$\begin{aligned} \max_{(x)} [f_1(x) - f_2(x)] &= \max_{(x_1)} [f_1(x_1, x_2)] - \\ & \min_{(x_2)} [f_2(x_1, x_2)]. \end{aligned} \quad (5)$$

Так как это выполняется редко, то разность

$$\begin{aligned} & \max_{(x)} [f_1(x) - f_2(x)] - \{ \max_{(x_1)} [f_1(x)] - \\ & \min_{(x_2)} [f_2(x)] \} \end{aligned} \quad (6)$$

можно рассматривать как структурную эффективность системы. Она обусловлена только структурой системы, осуществляющей оптимизацию локальных целевых функций.

Имеется еще два вида структурной эффективности. Первый из них обусловлен каналами связи внутри системы, а второй - процессом выработки решений. Если подсистемы оптимизируют свои локальные целевые функции, но не имеют точной информации о переменных, управляемых другой подсистемой, то эффективность обусловлена эффективностью связи между подсистемами. Обозначим  $\hat{x}_1$  и  $\hat{x}_2$  расчетные значения переменных  $x_1$  и  $x_2$ . Тогда для рассматриваемой системы эффективность, обусловленная связями, определяется выражением

$$\begin{aligned} & \{ \max_{x_1} [f_1(x)] - \min_{x_2} [f_2(x)] \} - \{ \max_{x_1} f_1(x_1, \hat{x}_2) - \\ & \min_{x_2} f_2(\hat{x}_1, x_2) \}. \end{aligned} \quad (7)$$

Эта мера эффективности зависит от математических свойств функций  $f_1$  и  $f_2$ , а следовательно, от структуры системы. Различия в структурах определяют большую или меньшую чувствительность системы к плохим связям между подсистемами. Эффективность системы, обусловленная ее структурой и связями подсистем, определяется выражением

$$\min_{(x_2)} f_2(\hat{x}_1, x_2). \quad (8)$$

Предположим, что подсистемы не обеспечивают получение точных  $\max$  и  $\min$  своих локальных целевых функций. Обозначим  $\max^*$  и  $\min^*$  такие значения локальных целевых функций, которые фактически достигаются при работе подсистем. Тогда выражение

$$\min_{(x_2)}^* [f_2(x)] \quad (9)$$

определяет эффективность, связанную с процессом выработки решений. Степень влияния

процесса выработки решений на эффективность системы также зависит от математических свойств функций  $f_1$  и  $f_2$  и от структуры системы.

Число характеристик структурной эффективности можно продолжить в направлении учета структуры целевой функции, учета неопределенности в задании этой функции и т.д.

На практике в качестве функций цели обычно используют технико-экономические показатели производства. Определение технико-экономических показателей, также зависящих от структуры системы, для сложных производств с разветвленными прямыми и обратными связями представляет значительные трудности.

Алгоритмы расчета технико-экономических показателей должны включать определение производительности, общего выпуска продукции, суммарного времени простоя и холостых ходов каждого агрегата, удельных расходов сырья и полуфабрикатов и технологической составляющей себестоимости. Одной из особенностей авиационного производства является наличие необходимого избытка ре-

сурсов в период запуска изделий и дефицит их по некоторым участкам производства в дальнейшем. Алгоритмы анализа технико-экономических показателей должны выявить участки с понизившейся экономичностью и причину, вызвавшую это понижение. При проведении такого анализа требуется определение затрат на всех этапах технологического процесса и вычисление себестоимости каждого промежуточного этапа работ, т.е. необходим учет структуры рассматриваемого промышленного предприятия. Наиболее эффективным алгоритмом расчета технико-экономических показателей является алгоритм, базирующийся на списочном представлении значений параметров [1]. Для кодирования структурной схемы ПР ПП будем применять такие кодирующие списки, элементом которых являются последовательности идентификаторов составных кодируемых схем.

---

<sup>1</sup> Устинов В.А. Управление научно-техническим прогрессом на предприятии / ГАУ им. С. Орджоникидзе. М., 1991. 62 с.

<sup>2</sup> Кристофидкс Д. Теория графов. М., 1978. 432 с.

*Поступила в редакцию 08.04.2009 г.*