

## ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ СТРАТЕГИИ РАЦИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА

А. ШИМЕНАС

Современный этап развития экономики страны настоятельно требует резкого повышения эффективности производства. В решениях КПСС и правительственных постановлениях намечены конкретные направления совершенствования планирования народного хозяйства, способствующие успешному решению важнейших проблем экономического развития. В принятых документах значительное место отводится программно-целевому методу планирования, применение которого должно обеспечить эффективное решение крупных народнохозяйственных проблем.

Суть существующих концепций программно-целевого метода планирования (ПЦМП) заключается в том, что выделяется условно замкнутая экономическая система, выходы которой обеспечиваются всеми необходимыми ресурсами, чтобы на выходе в установленные сроки получить желаемые результаты (1; 2; 3). Характерно, что процесс преобразования ресурсов в конечный продукт программы при применении ПЦМП в основном планируется традиционными методами.

Применение ПЦМП в условиях союзной республики обуславливают особенности ее народного хозяйства. Экономика республики является составной частью экономики страны, и цели ее развития в значительной степени определяются требованиями всего народного хозяйства. Кроме того, большинство наиболее крупных производственных подразделений республики входит в состав отраслей союзного и союзно-республиканского подчинения. Влияние республиканских органов управления на развитие и деятельность этих подразделений ограничено. Поэтому, по нашему мнению, ПЦМП в основном применяются в союзной республике при решении проблем развития производства продуктов для конечного потребления, проблем развития непроемкой сферы, некоторых проблем повышения уровня жизни населения.

Для построения республиканских целевых производственных программ предлагается использовать модифицированный метод ПЦМП, позволяющий сроки достижения цели, а тем самым и потребность в ресурсах заранее жестко не фиксировать. Здесь основной акцент ставится на взаимосвязь «цель — ресурсы», чтобы обеспечить целенаправленное, сбалансированное развитие комплекса программы и эффективное использование ресурсов независимо от их объемов. Предлагаемый метод успешно может применяться и в тех случаях, когда сроки достижения цели программы фиксированы, т. е. его использование позволяет определить минимальные объемы ресурсов, необходимые для достижения цели программы в установленные сроки.

Основной процесс построения целевых производственных программ, согласно разработанному положению, состоит из двух стадий: на первой стадии разрабатывается траектория слабо ограниченного развития комплекса программы, на второй — реального его развития. Изложим

экономическое содержание траекторий, их взаимосвязь и порядок построения.

Набор параметров, отражающих ресурсы, способы их использования, а также результаты деятельности комплекса в заданном интервале времени назовем траекторией его развития. Траектории слабо ограниченного и реального развития производственного комплекса отражают один и тот же процесс достижения цели программы, только в первом случае продолжительность достижения цели является минимальной, а во втором — реальной. Взаимосвязь между этими траекториями вытекает из специфики целенаправленного развития производственного комплекса. При целенаправленном и сбалансированном развитии производственного комплекса, когда выбытие основных фондов и трудовых ресурсов своевременно компенсируется, а конечная цель (объемы продуктов соответствующих видов) и нормативы использования ресурсов (например, отчетного года) фиксированы, последовательность возникновения диспропорций («узких мест») в комплексе не зависит от темпов его развития. Тогда и последовательность возникновения диспропорций при реальном развитии комплекса останется той же, что и при слабо ограниченном развитии.

Траектория слабо ограниченного развития отражает целенаправленное и сбалансированное развитие производственного комплекса, когда продолжительность достижения цели минимальная. При построении этой траектории условно принимается, что потребности в ресурсах полностью и своевременно удовлетворяются (для определения потребности используются отчетные нормативы). Единственным ограничением интенсивности развития комплекса является нормативная продолжительность ввода основных фондов. Траектория строится с целью выявить последовательность возникновения диспропорций в комплексе целевой программы при целенаправленном и сбалансированном его развитии. Решающей особенностью траектории является то, что она определяется с помощью системы имитационных моделей, т. е. исключительно формальными методами.

Траектория реального развития комплекса отражает процесс целенаправленного, сбалансированного развития и деятельности комплекса, когда диспропорции, выявленные в процессе построения траектории слабо ограниченного развития, устраняются, исходя из реальных возможностей. Для ее построения нужно знать способы и продолжительность устранения диспропорций, которые определяются в основном неформальными методами, чтобы затем ввести соответствующие ограничения и изменения в систему имитационных моделей и с ее помощью определить уже обоснованные характеристики развития и деятельности комплекса.

Взаимосвязь траекторий и последовательность их построения можно уточнить с помощью рис. 1.

Целью развития и деятельности комплекса целевой программы является удовлетворение определенных потребностей. Для достижения цели через  $t_i$  лет должно быть произведено соответствующих продуктов в количестве  $P_i$ . Для полного удовлетворения потребностей интенсивность производства должна развиваться по траектории предельной интенсивности  $P_0 \bar{P}_1 \bar{P}_2 \bar{P}_3 P_4$ . Согласно условиям построения траектории слабо ограниченного развития комплекса, единственным ограничением является продолжительность ввода основных фондов. Очевидно, что траектория достижения цели при слабо ограниченном развитии комплекса  $P_0 P_1 \bar{P}_2 \bar{P}_3 P_4$  после определенного промежутка времени достигает траектории  $P_0 P_1 P_2 P_3 P_4$ . Величину промежутка времени этого процесса определяет нормативная продолжительность ввода основных фондов.

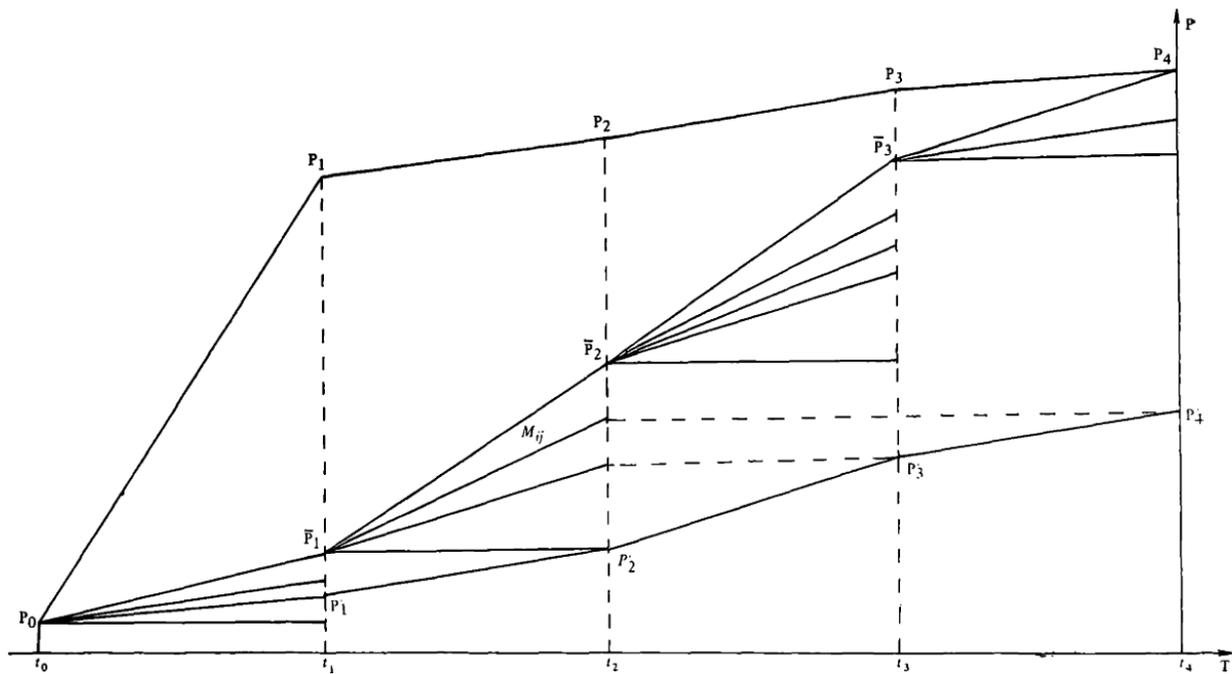


Рис. 1. Динамика интенсивности производства при слабо ограниченном и реальном развитии комплекса

В действительности ресурсы для комплекса выделяются в ограниченных объемах. Поэтому скорость достижения цели в данном случае будет значительно отставать от скорости в условиях слабо ограниченного развития и тем более от траектории предельной интенсивности. Цель будет достигаться, допустим, по траектории  $P_0 P'_1 P'_2 P'_3 P'_4$ .

Основной задачей планирования развития комплекса является минимизация расстояния между траекториями слабо ограниченного  $P_0 P_1 P_2 P_3 P_4$  и реального развития  $P_0 P'_1 P'_2 P'_3 P'_4$ . Этой цели служат промежуточные траектории  $M_{ij}$ , характеризующие развитие и деятельность комплекса в  $i$ -м плановом году после устранения  $j$ -й диспропорции. Их анализ позволяет определить оптимальный объем дополнительных ресурсов конкретных видов, а также оптимальный момент времени их ввода. (Соответствующий эффект можно получить и с помощью мероприятий, направленных на изменение нормативов (эффективности) использования ресурсов.)

Изложенные положения построения траекторий являются основой системы имитационных моделей развития производственного комплекса.

В состав системы моделей входят: блок определения цели комплекса и локальные модели развития отдельных производственных подразделений комплекса. Последние состоят из четырех основных блоков: основных фондов, трудовых ресурсов, технологии производства, имитационного (см. рис. 2).

В блоке «Основные фонды» определяется наличие машин и оборудования (с учетом нормативной продолжительности их службы и фактической стадии износа), а также состояние вводимых в производство новых машин и оборудования (с учетом нормативной продолжительности и фактической стадии ввода). Основным результативным показателем блока является годовой фонд рабочего времени машин и оборудования по отдельным их видам.

Блок «Трудовые ресурсы» служит для определения годового фонда рабочего времени рабочих в профессиональном разрезе.

В блоке «Технологии производства» определяются нормативы использования рабочего времени машин и оборудования, трудовых ресурсов, нормативы использования материальных и финансовых ресурсов для производства заданного набора продуктов.

Основным является имитационный блок, в котором определяются конечные результаты деятельности подразделений комплекса, выявляются «узкие места» и потребность в ресурсах как для выполнения производственных заданий, так и для устранения «узких мест». Центральное место в имитационном блоке занимает оптимизационная задача. Целевая функция задачи (1)

$$\max \sum a_j x_j, \quad (1)$$

где  $x_j$  — количество продуктов  $j$ -го вида.

Коэффициенты  $a_j$  определяются по формуле (2):

$$a_j = 1 - \frac{\bar{H}_j}{H_j}, \quad j = \overline{1, n}, \quad (2)$$

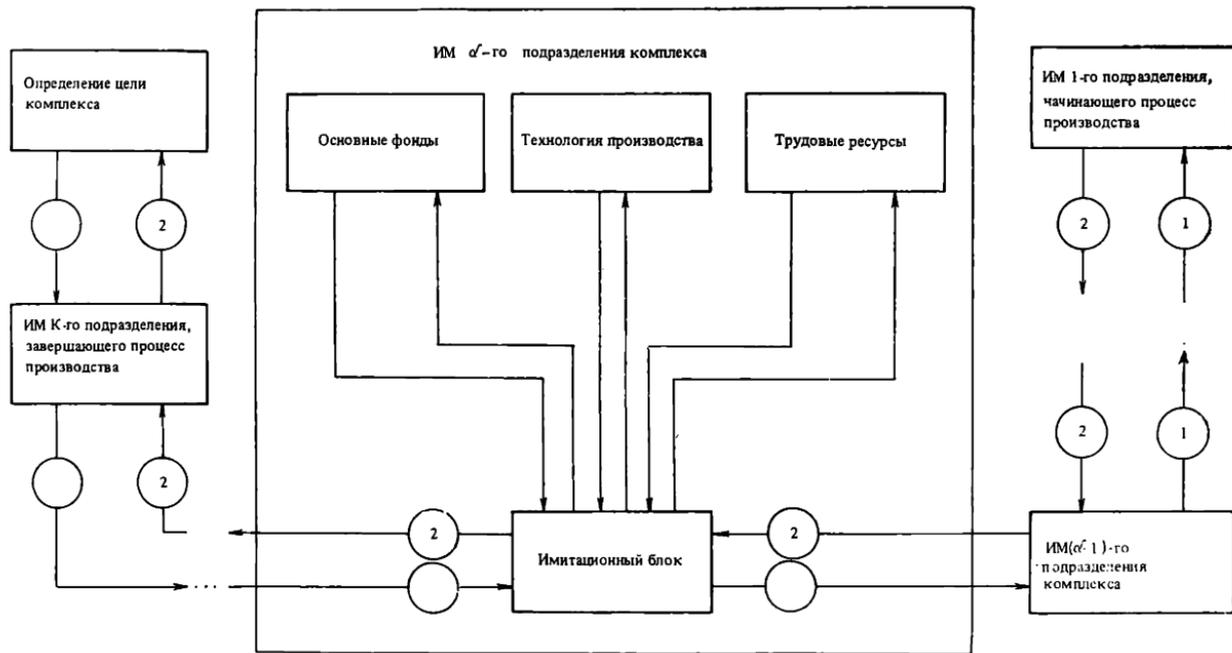
где  $a_j$  — значение  $j$ -го коэффициента целевой функции;

$\bar{H}_j$  — наличие продуктов  $j$ -го вида;

$H_j$  — потребность продуктов  $j$ -го вида для достижения цели.

Заметим, что коэффициенты ( $a_j$ ) при переходе к последующему периоду имитационного моделирования развития комплекса пересчитываются заново.

Целевой функции присущи следующие свойства: чем выше ее значение, тем более эффективен набор продуктов; коэффициенты целевой функции (1) после достижения цели принимают нулевые значения.



- 1 — характеристики цели;
- 2 — результаты деятельности

Система ограничений задачи имеет выражение (3):

$$\left\{ \begin{array}{l} C_1 X \leq D_1 \\ C_2 X \leq D_2 \\ C_3 X \leq D_3 \\ C_4 X \leq D_4 \\ C_5 X \leq D_5 \\ P_j^1 \leq x_j \leq P_j^2 \\ x_j \geq 0 \end{array} \right. \quad j = \overline{1, n}, \quad (3)$$

где  $X$  — вектор-столбец, элементы которого соответствуют видам продуктов, производимых соответствующим подразделением комплекса;

$x_j$  — элементы вектора-столбца  $X$ ;  
 $C_k = \{c_{ij}^k\}$  — матрицы нормативов использования  $k$ -й группы  $i$ -го вида ресурса для производства единицы  $j$ -го вида продукта;

$k=1$  — основные фонды;

$k=2$  — трудовые ресурсы;

$k=3$  — финансовые ресурсы;

$k=4$  — материалы и изделия, поступающие из внешней среды комплекса;

$k=5$  — материалы и изделия, поступающие от подразделений комплекса;

$D_k$  — векторы-столбцы ограничений на соответствующие ресурсы,  $k = \overline{1, 5}$ ;

$P_j^1, P_j^2$  — ограничения на интенсивность производства продуктов  $j$ -го вида.

Ограничения интенсивности производства ( $P_j^1, P_j^2$ ) для подразделения, выпускающего конечную продукцию комплекса, определяются в отдельном блоке системы моделей. Для остальных подразделений задания по выпуску продукции ограничиваются согласно потребностям технологически взаимосвязанных подразделений, работающих на последующих этапах изготовления конечного продукта комплекса (см. рис. 2).

Реализация системы моделей начинается с определения цели развития и деятельности комплекса. Затем разрабатывается предварительная траектория слабо ограниченного развития для подразделения, замыкающего технологическую цепь производства. Процесс построения траектории состоит из итерационных циклов реализации локальной имитационной модели. Результатом каждой итерации является промежуточная траектория слабо ограниченного развития  $M_{ij}$  (см. рис. 1). Для ее построения определяется годовой фонд рабочего времени машин и оборудования, трудовых ресурсов, нормативы (отчетные) его использования и составляется оптимизационная задача (1—3). Решение задачи позволяет определить производственную программу на первый год и потребность в ресурсах для ее выполнения. Затем выявляется и устраняется ограничение, препятствующее увеличению целевой функции, и оптимизационная задача решается заново. Определяется новая производственная программа и потребность в ресурсах для ее выполнения (в том числе потребность в ресурсах для устранения выявленной диспропорции). Согласно установленной потребности в ресурсах, имитируется динамика их изменения. Когда возможности экстенсивного развития исчерпываются, характеристики состояния подразделения на конец планового года принимаются за исходные и на их основе проводится второй цикл расчетов в том же порядке, что и первый. Расчеты

завершаются при достижении нулевых значений коэффициентов целевой функции (2). Последующие промежуточные траектории слабо ограниченного развития определяются по той же схеме.

Полная схема имитационного моделирования развития производственного комплекса состоит из четырех этапов, в результате которых разрабатываются следующие траектории (см. рис. 2):

1. Предварительная траектория слабо ограниченного развития. Последовательность имитации развития подразделений —  $(K, K-1, L, L-1, \dots, 3, 2)$ .

2. Траектория слабо ограниченного развития  $(1, 2, \dots, L-1, L, K-1, K)$ .

3. Предварительная траектория реального развития.

4. Траектория реального развития.

В процессе построения предварительной траектории как слабо ограниченного, так и реального развития комплекса осуществляется согласование производственных возможностей его составляющих относительно подразделений, замыкающих технологическую цепь производства, а при построении основных траекторий согласование производственных возможностей проводится относительно подразделения, являющегося «узким местом» комплекса.

Таким образом, имитационное моделирование дает возможность выявить «узкие места» и последовательность их возникновения в технологической цепи процесса производства при достижении установленного уровня удовлетворения потребностей в продуктах, изготавливаемых данным комплексом. Затем, в процессе принятия решений по устранению «узких мест», имитационная модель служит для комплексной оценки предлагаемых способов их устранения.

Применение имитационного моделирования при построении целевых производственных программ республиканского уровня позволяет существенно повысить обоснованность, сбалансированность параметров программы и, что особенно важно, способствует решению проблем по повышению эффективности использования ресурсов программы.

Основные положения имитационного моделирования развития производственного комплекса разрабатывались на основе анализа комплексов целевых программ, для которых характерна целенаправленность, условная замкнутость и организованность. Этими свойствами обладают многие производственные комплексы. Ввиду этого область применения предлагаемого типа имитационной модели значительно шире, чем построение целевых программ, т. е. имитационные модели развития производственного комплекса могут найти широкое применение при решении проблем целенаправленного развития и эффективного использования производственных комплексов различных типов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Новиков Е. Д., Самохин Ю. М. Комплексные народнохозяйственные программы.— М.: Наука, 1976.
2. Панченко А. И. Межотраслевые комплексы и целевые программы их развития.— Новосибирск: Наука, 1979.
3. Проблемы программно-целевого планирования и управления.— М.: ЦЭМИ АН СССР, 1978.

Вильнюсский инженерно-строительный институт  
Кафедра экономики строительства