

УДК 330.115

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СОСТАВЛЕНИЯ ГОДОВОГО ПЛАНА ОТРАСЛИ

С.В.Перминов

В последнее время в связи с разработкой автоматизированных систем управления отраслью значительно возрос интерес к проблемам эффективного разделения функций между уровнями планирования, выбора организационной структуры системы планирования и алгоритмов плановых расчетов. Исследование этих проблем аналитическими средствами затруднено. Поэтому для оценки эффективности и сравнения различных процедур планирования используется метод имитационного моделирования. С его помощью удастся исследовать не только существующий на практике механизм планирования, но и другие теоретически мыслимые процедуры составления плана.

В данной работе рассматривается модель информационного взаимодействия министерства и подчиненных ему объединений в процессе годового планирования. Эта модель является в своей основе имитационной, то есть представляет собой некоторый математический (машинный) алгоритм, описывающий процесс, близкий к реальному процессу планирования. Модель задает зависимость разрабатываемого плана от исходных данных и различных параметров.

Изучение имитационных моделей, то есть анализ свойств соответствующих машинных алгоритмов, проводится ввиду их большой сложности преимущественно с помощью численных экспериментов на ЭВМ. Результаты исследования моделирующих алгоритмов, а значит, и соответствующих им экономических процессов, могут быть

использованы при совершенствовании механизма функционирования экономических систем.

Имитационные модели могут не основываться на сильных упрощающих предположениях концепции оптимальной экономики (оптимальность поведения подсистем, линейный или другой простой вид функциональных зависимостей и др.). Объектом исследования являются не специальные, например, оптимальные состояния экономической системы, а сам механизм достижения тех или иных состояний.

Рассмотрим основные цели разработки и принципиально возможные направления использования модели, имитирующей процесс годового планирования в отрасли.

1. Ввиду того, что разработка отраслевого плана путем реализации модели на ЭВМ осуществляется значительно быстрее, чем по действующей методике, становится возможным эффективное построение графика вектор-функции, аргументами которой являются исходные данные и параметры, а значениями — показатели плана. На основе этой вектор-функции может быть оценена, в частности, взаимозаменяемость производственных факторов.

2. Имитационная модель отраслевого планирования может использоваться не только в экономическом анализе, но и в практике принятия плановых решений в качестве блока ОАСУ или автоматизированной системы плановых расчетов Госплана для определения основных показателей годового плана.

3. Параметрами модели, то есть объектами, которые могут варьироваться от одного варианта модели к другому, являются также алгоритмы отдельных плановых расчетов, организационная структура и порядок информационного взаимодействия плановых органов. Отдельные плановые расчеты могут последовательно заменяться оптимизационными расчетами. Таким путем может быть оценена эффективность различных вариантов оптимизационных плановых расчетов с точки зрения системы в целом. Имитационная модель отраслевого планирования может использоваться при решении задачи нахождения наилучшего способа информационного взаимодействия плановых органов отрасли. Варьирование алгоритмов плановых расчетов и порядка обмена информацией между блоками модели позволяет осуществить целенаправленный перебор способов взаимодействия [1].

I. Общая схема модели

Имитационная модель состоит из блоков, соответствующих отраслевому министерству и всесоюзным промышленным объединениям. Ввиду того, что основные направления развития отрасли определяются на уровне "министерство - объединения", предприятия в рассматриваемой модели входят в объединения как составные части, не обладающие правом принятия самостоятельных решений. Их роль сводится к роли поставщиков информации. Впрочем, структура модели позволяет выделять отдельные предприятия, рассматривая их на уровне объединений.

При формулировке модели использовались материалы по отрасли приборостроения, средств автоматизации и систем управления, характеризующие организационную структуру, информационные связи между плановыми органами, а также осуществляемые ими на практике алгоритмы плановых расчетов. Описание алгоритма, заложенного в исходный вариант модели, разрабатывалось автором совместно с В.Д.Маршаком.

Основные допущения модели сводятся к следующему. Рассматривается взаимодействие только между министерством и объединениями, то есть связи с другими звеньями народного хозяйства считаются фиксированными. Предполагается, что объединения могут привлечь трудовые ресурсы и использовать мощности строительных организаций в необходимом для разрабатываемого плана объеме. Все объединения производят продукцию различных видов, то есть уровень специализации достаточно высок. Считается также, что вся производимая продукция реализуется.

Динамический аспект отраслевого плана учитывается в модели путем задания специальных производственных способов для объединений, указывающих объемы незавершенного строительства основных фондов. Кроме того, при расчете показателей годового плана (например, объемов фондов экономического стимулирования) используются соответствующие задания пятилетнего плана, скорректированные с учетом степени выполнения планов предыдущих лет.

Алгоритм увязки планов подотраслей и отрасли в целом является итеративным. На каждой итерации взаимодействия $\tau = 1, 2, \dots$ министерство распределяет плановые задания и централизованные ресурсы между объединениями, которые в свою очередь разрабатывают варианты планов и сообщают их министерству.

Результатом расчетов по модели является отраслевой план, включающий все основные показатели. Этот план неоптимален в

обычно принимаемом смысле, так как мы ограничиваемся более слабым требованием сбалансированности по всем продуктам и ресурсам. Однако разрабатываемый план является не просто сбалансированным, а соответствует в известной степени фактическому механизму принятия плановых решений.

Исходной информацией для модели служат:

- а) параметры, характеризующие отраслевую систему в целом (число видов продукции, материальных ресурсов и т.д.),
- б) данные о производственных возможностях отрасли,
- в) задания соответствующего годового раздела пятилетнего плана,
- г) директивы вышестоящих плановых органов.

Расчет плана объединения (алгоритм Р) осуществляется в два этапа. На первом этапе составляется производственная программа, то есть установленные министерством задания по выпуску продукции распределяются по исполнителям (заводам, цехам и т.д.), и рассчитываются потребности в производственных ресурсах. Затем определяются источники и способы финансирования производственной программы.

Министерство осуществляет на каждой итерации один из следующих алгоритмов:

- а) первоначальное распределение плановых заданий и централизованных ресурсов (алгоритм M_1);
- б) корректировка заданий по выпуску продукции (алгоритм M_2);
- в) перераспределение централизованных ресурсов между объединениями (алгоритм M_3).

Рассмотрим содержание информационных потоков между блоками модели. Плановые задания министерства включают следующие показатели:

- 1) Управляющие параметры, изменяемые в процессе взаимодействия (выпуск продукции, объемы централизованных материальных ресурсов, заработной платы и капитальных вложений и др.);
- 2) Неизменяемые управляющие параметры (показатели пятилетнего плана, нормативы образования фондов экономического стимулирования, цены, задания по внедрению новой технологии и т.д.).

Значения изменяемых управляющих параметров зависят, в частности, от того, по какому алгоритму функционирует министерство на данной итерации. Разрабатываемые объединениями и сообщаемые министерству варианты планов включают все основные показатели и служат основой для последующего перераспределения ресурсов и корректировки заданий по выпуску продукции. Процесс взаимодей-

ствия оканчивается, когда отраслевой план будет сбалансированным по всем продуктам и ресурсам.

2. Алгоритмы функционирования объединения и министерства

Предполагается, что каждое объединение должно обязательно предусмотреть в своем плане выпуск всех закрепленных за ним видов продукции в объемах $(\theta_1, \dots, \theta_{m_1})$, определенных заданиями министерства (m_1 - число видов продукции, выпускаемых объединением)^{ж)}. Алгоритм составления производственного плана в исходном варианте модели основан на принципе последовательного ввода в план с максимально возможной интенсивностью производственных способов, упорядоченных по некоторому критерию, отражающему систему предпочтений реальных составителей плана. Объединение располагает набором производственных способов вида

$$(\varphi_j, \theta_j, \alpha_j, \delta_j, \omega_j, c_j) \quad (j = 1, \dots, S).$$

Здесь $\varphi_j = (\varphi_{1j}, \dots, \varphi_{m_1j})$ - затраты основных производственных фондов всех видов (m_1 - число видов основных фондов); $\theta_j = (\theta_{1j}, \dots, \theta_{m_1j})$ - объемы выпуска продукции всех видов; $\alpha_j = (\alpha_{1j}, \dots, \alpha_{m_2j})$ - затраты централизованных материальных ресурсов (m_2 - число видов таких ресурсов); $\delta_j = (\delta_{1j}, \dots, \delta_{m_3j})$ - вспомогательная компонента, связывающая способ с ограничением на ввод новых технологий и основных производственных фондов (m_3 - число ограничений такого типа), $\delta_{ij} = 1$, если $i = j$, иначе $\delta_{ij} = 0$; ω_j - потребность в оборотных средствах; ω_j - потребность в заработной плате; c_j - себестоимость выпускаемой продукции. Каждый способ j соответствует некоторому производственному звену (предприятию, цеху, участку и т.п.). Поэтому интенсивность его использования в плане ограничена сверху числом \tilde{q}_j , определяющим возможности расширения производства данным производственным звеном.

Производственные способы с номерами $j = 1, \dots, m_4$ используются в плане с интенсивностями $T = (T_1, \dots, T_{m_4})$, где

ж) Индекс объединения для простоты записи опущен.

T_j - интенсивность способа j . Это ограничение может иметь различный экономический смысл: задание по внедрению новой технологии, задание по вводу основных производственных фондов и т.д. Для учета незавершенного строительства основных фондов применяются производственные способы, в которых все компоненты, кроме φ_j , равны нулю.

Задача составления производственного плана заключается в определении интенсивностей производственных способов $H = (h_1, \dots, h_s)$ из условий:

$$0 < h_j < \tilde{q}_j, \quad j=1, \dots, S; \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^S b_{ij} h_j = B_i, \quad i=1, \dots, m_1; \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^S \delta_{ij} h_j = T_i, \quad i=1, \dots, m_2. \quad (3)$$

Из решения этой задачи определяются суммарные потребности в основных производственных фондах ($F_i = \sum_{j=1}^S f_{ij} h_j$, $i=1, \dots, m_1$), оборотных средствах ($D = \sum_{j=1}^S d_j h_j$), материальных ресурсах ($A_i = \sum_{j=1}^S a_{ij} h_j$, $i=1, \dots, m_3$), заработной плате ($W = \sum_{j=1}^S w_j h_j$), а также себестоимость продукции ($C = \sum_{j=1}^S c_j h_j$). Если задание по реализуемой продукции больше суммы заданий по выпуску отдельных видов продукции в ценностном выражении, то образуется группа "прочей продукции", которая учитывается в ограничении (2).

Выбор интенсивностей H из условий (1) - (3), вообще говоря, неоднозначен. Блок-схема алгоритма выбора интенсивностей, заложенного в основной вариант модели, изображена на рис. 1, на котором $\gamma = 1, 2, \dots$ - номер итерации выбора производственного способа.

Считается, что объединение располагает производственными способами, выпускающими продукцию в различных наборах, в том числе каждый продукт в отдельности. В расчетах использовались различные критерии упорядочения производственных способов: а) по максимуму прибыльности, б) по максимуму фондоотдачи, в) по минимуму трудоемкости, г) по частоте использования в планах предыдущих лет. Способом упорядочения в модели факти-

чески задается тот или иной критерий предпочтения реальных составителей плана. В последнем случае предпочтение отдается наиболее часто применяемым производственным способам.

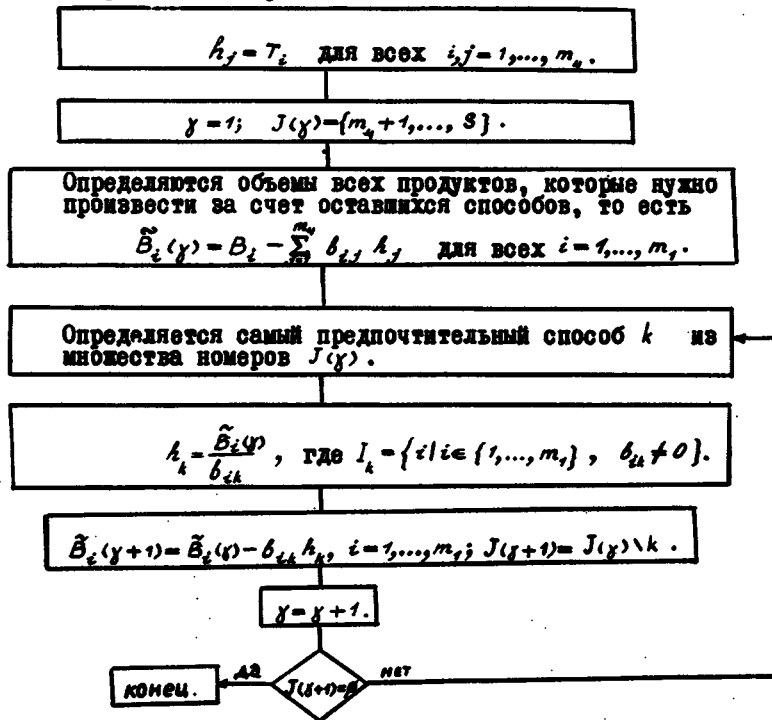


Рис. 1.

Описанный алгоритм последовательного включения в план способов в максимально возможном объеме формализует фактически действующий процесс составления производственной программы. Как правило, такой процесс не приводит к оптимальному плану. Интересным вопросом является сравнение данного процесса с оптимизационным. Поэтому был построен вариант модели, где для построения производственной программы при ограничениях (1)–(3) использовался один из методов решения задачи линейного программирования. Расчеты проводились с целевыми функциями: максимум прибыли, минимум затрат основных фондов или заработной платы.

Расчет некоторых показателей финансового плана осуществляется в модели по принятым в настоящее время в практике планирования формулам. Формирование же плана капитального строительства и обновления основных фондов производится по некоторому критерию, отражающему систему предпочтения реальных составителей плана. Объединение может удовлетворить потребность в основных фондах, указанную в производственном плане, путем строительства и приобретения основных фондов за счет централизованных капитальных вложений, фонда развития производства, фонда амортизации на реновацию; использования имеющихся фондов после капитального ремонта и без ремонта; переналадки и реконструкции основных фондов.

Перечисленные способы создания новых и поддержания имеющихся основных фондов за счет различных финансовых средств называются способами фондообразования и задаются в виде:

$$(s_{\ell}, g_{\ell}, z_{\ell}, \dots, z_{\ell}) \quad (\ell = I, \dots, L),$$

где $s_{\ell} = (s_{1\ell}, \dots, s_{m_1\ell})$ - объемы полученных основных фондов всех видов, $s_{\ell} \geq 0$; $g_{\ell} = (g_{1\ell}, \dots, g_{m_2\ell})$ - объемы основных фондов всех видов, подвергаемых капитальному ремонту, реконструкции и переналадке, $g_{\ell} \leq 0$; $z_{1\ell}, z_{2\ell}, z_{3\ell}, z_{4\ell}$ - затраты средств, соответственно, из фондов амортизации на капитальный ремонт и реновацию, фонда развития производства и централизованных капитальных вложений. Эффект от капитального ремонта и реконструкции рассматривается как прирост стоимости основных фондов.

Задача формулируется следующим образом. Найти интенсивности способов фондообразования $Y = (y_1, \dots, y_L)$ при условиях:

$$\begin{aligned} y_{\ell} &\geq 0; \quad \ell = I, \dots, L; \\ \sum_{\ell=1}^L s_{i\ell} y_{\ell} &= F_i; \quad i = I, \dots, m_1; \\ \sum_{\ell=1}^L g_{i\ell} y_{\ell} &= F_i^0; \quad i = I, \dots, m_2; \\ \sum_{\ell=1}^L z_{\mu\ell} y_{\ell} &\geq -\varphi_{\mu}; \quad \mu = I, \dots, 4. \end{aligned}$$

Здесь F_i - потребность в основных производственных фондах вида i , установленная в производственном плане; F_i^0 - объем имеющихся основных фондов вида i ; $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ - объемы

фондов амортизации на капитальный ремонт, реновацию и фонда развития производства. Ограничение φ_4 считается достаточно большим положительным числом, и предполагается, что все виды основных фондов могут быть созданы за счет централизованных капитальных вложений, то есть объединение может использовать в своем варианте плана централизованные капитальные вложения в большем объеме, чем это предусмотрено министерством.

Алгоритм определения интенсивностей способов фондообразования аналогичен алгоритму выбора интенсивностей производственных способов. Способы фондообразования вводятся в план последовательно с максимально возможной интенсивностью. Интенсивности ограничены сверху объемами потребностей в основных фондах соответствующих видов, объемами имеющихся фондов, объемами финансовых средств, которые могут быть использованы по данному способу. Порядок в последовательности ввода способов может быть различным и является параметром модели. Например, в первую очередь используются собственные финансовые средства, а затем централизованные капитальные вложения.

Финансовый план объединения составляется в следующей последовательности. Сначала рассчитывается объем прибыли, и производится ее распределение (определяются объемы платежей за производственные фонды и кредит, фонды амортизации и экономического стимулирования и т.д.). Соответствующие расчетные формулы имеют вид:

$$\Pi = \sum_{i=1}^{m_1} B_i - C \quad (\text{прибыль});$$

$$F^* = \sum_{i=1}^{m_2} F_i \quad (\text{стоимость основных фондов});$$

$$\Delta = \frac{\Pi}{F^* + D} \quad (\text{рентабельность});$$

$$\Pi^* = \Pi - \xi_1 (F^* + D) - \theta \quad (\text{расчетная прибыль});$$

$$\varphi_1 = \xi_2 F^* \quad (\text{фонд амортизации на капитальный ремонт});$$

$$\varphi_2 = \xi_3 (1 - \xi_4) F^* \quad (\text{фонд амортизации на реновацию});$$

$$\varphi_3 = \xi_5 \Pi^* + \xi_3 \cdot \xi_4 F^* + \varphi_3^0 \quad (\text{фонд развития производства});$$

$$\varphi_4 = \varphi_4^0 + W^0 \sum_{k=1}^4 \rho_k x_k \quad (\text{Фонд поощрения});$$

$$\varphi_5 = \xi_6 \varphi_4 \quad (\text{Фонд соцкультбыта}).$$

Здесь ξ_1 - норматив платы за производственные фонды; θ - объем платежей за кредит; ξ_2 , ξ_3 - нормативы амортизации на капитальный ремонт и реновацию; ξ_4 , ξ_5 - нормативы образования фонда развития производства; φ_5^0 - остаток фондов развития производства предыдущих лет; φ_4^0 - фонд материального поощрения по пятилетнему плану; W^0 - фонд заработной платы в базисном году; x_1 , x_2 , x_3 , x_4 - отклонения темпов роста объема реализованной продукции, рентабельности, производительности труда и удельного веса продукции высшего качества в разрабатываемом годовом плане от предусмотренных пятилетним планом (ρ_1 , ρ_2 , ρ_3 , ρ_4 - соответствующие нормативы); ξ_6 - норматив образования фонда социально-культурных мероприятий и жилищного строительства.

Затем рассчитываются интенсивности способов фондообразования, то есть составляется план капитального строительства и обновления основных фондов, и, наконец, определяются дополнительные потребности в материальных ресурсах (Q_1, \dots, Q_{m_3}), централизованных капитальных вложениях (Q_{m_3+1}) и заработной плате (Q_{m_3+2}).

$$Q_i = A_i - \hat{Q}_i, \quad i = 1, \dots, m_3;$$

$$Q_{m_3+1} = \sum_{i=1}^4 z_i y_i - \hat{Q}_{m_3+1};$$

$$Q_{m_3+2} = W - \varphi_4 - \hat{Q}_{m_3+2}.$$

Здесь $\hat{Q}_1, \dots, \hat{Q}_{m_3+2}$ - объемы материальных ресурсов, централизованных капитальных вложений и фонда заработной платы, установленные министерством для данного объединения. Министерству сообщается комплексный производственный и финансовый план.

Министерство не располагает полной информацией о производственных возможностях объединений и устанавливает плановые задания, исходя из народнохозяйственных директив и на основе вариантов планов, сообщаемых объединениями. Исходной информацией для министерства являются выделенные отрасли, объемы материальных ресурсов, централизованных капитальных вложений, зара-

ботной платы, а также коэффициенты удельных затрат перечисленных ресурсов на 1 руб. продукции каждого объединения.

Рассмотрим содержательно алгоритм M_1 первоначального распределения министерством плановых заданий и централизованных ресурсов (итерация взаимодействия $\alpha=1$). Поскольку предполагается, что все объединения производят продукцию различных видов, первоначальные задания по выпуску продукции для объединений устанавливаются на уровне народнохозяйственных директив. Фонды заработной платы, объемы затрат капитальных вложений и материальных ресурсов сначала устанавливаются объединениям исходя из их потребностей, рассчитанных ориентировочно при помощи коэффициентов материалоемкости и затрат капитальных вложений и заработной платы на 1 руб. реализуемой продукции. При дефиците какого-либо централизованного ресурса объемы этого ресурса, выделяемые всем объединениям, пропорционально уменьшаются.

$$\hat{Q}_{i\lambda} = \min \left\{ e_{i\lambda} P_{\lambda}; e_{i\lambda} P_{\lambda} \cdot \frac{x_i}{\sum_{j=1}^m e_{ij} P_j} \right\}, i=1, \dots, m_3, m_3+2;$$

$$\hat{Q}_{i\lambda} = \min \left\{ e_{(m_3+1)\lambda} (P_{\lambda} - \tilde{P}_{\lambda}); e_{(m_3+1)\lambda} (P_{\lambda} - \tilde{P}_{\lambda}) \cdot \frac{x_{m_3+1}}{\sum_{j=1}^m e_{(m_3+1)j} P_j} \right\}.$$

Здесь $\lambda = 1, \dots, L$ - номера объединений; $\hat{Q}_{i\lambda}, \dots, \hat{Q}_{(m_3+2)\lambda}$ - объемы материальных ресурсов, капитальных вложений и заработной платы, выделенные объединению λ ; $e_{i\lambda}, \dots, e_{m_3\lambda}, e_{(m_3+2)\lambda}$ - затраты материальных ресурсов, заработной платы на 1 руб. реализуемой продукции (P_{λ}) объединения λ ; $e_{(m_3+1)\lambda}$ - приростная капиталоемкость реализуемой продукции объединения λ ; \tilde{P}_{λ} - объем реализуемой продукции объединения λ в предыдущем году; $x_1, \dots, x_{(m_3+2)}$ - объемы отраслевых фондов материальных ресурсов, капитальных вложений и заработной платы. Объединениям сообщаются также задания по внедрению новой технологии, вводу в действие основных фондов и другие директивы вышестоящих плановых органов и пятилетнего плана.

Рассмотрим алгоритмы M_2 и M_3 . Обозначим через $\Omega'_i(\tau) = \{\lambda | Q_{i\lambda}(\tau) > 0\}$ множество номеров объединений, испытывающих на итерации τ дополнительную потребность в ресурсе i . Соответственно $\Omega''_i(\tau) = \{\lambda | Q_{i\lambda}(\tau) = 0\}$ и $\Omega_i(\tau) = \{\lambda | Q_{i\lambda}(\tau) < 0\}$.

а) Если в отрасли имеются излишки централизованных ресурсов всех видов, то есть

$$Q_{i\lambda}(\tau) < 0 \quad \text{для всех } i=1, \dots, m_3+2; \lambda=1, \dots, L, \quad (4)$$

или имеется дефицит хотя бы одного централизованного ресурса, который нельзя устранить за счет перераспределения излишков этого ресурса, то есть хотя бы для одного $i \in \{1, \dots, m_3+2\}$ выполнены условия

$$\Omega'_i(\tau) \neq \emptyset, \quad (5)$$

$$z_i - \sum_{\lambda=1}^L \hat{Q}_{i\lambda}(\tau) + \sum_{\lambda \in \Omega_i(\tau)} Q_{i\lambda}(\tau) = 0, \quad (6)$$

то министерство осуществляет алгоритм M_2 корректировки плановых заданий по выпуску продукции. Левая часть равенства (6) означает излишек централизованного ресурса i в отрасли на итерации τ .

Целью уменьшения объемов выпуска продукции всех видов (алгоритм M_2) является ликвидация дефицита какого-либо централизованного ресурса. Очевидно, что если в результате уменьшения выпуска продукции ликвидируется дефицит ресурса, являющегося "узким местом" на данной итерации, то и по другим ресурсам также не будет дефицита. Степень изменения заданий по выпуску продукции определяется соотношением между суммарной потребностью объединений и имеющимся объемом самого дефицитного ресурса.

$$\omega = \min_{1 \leq i \leq m_3+2} \frac{z_i}{\sum_{\lambda} (Q_{i\lambda}(\tau) + \hat{Q}_{i\lambda}(\tau))},$$

$$B_{i\lambda}(\tau+1) = \omega B_{i\lambda}(\tau) \quad \text{для всех } i=1, \dots, m_3+2, \lambda=1, \dots, L.$$

Поскольку структура выпуска задается вышестоящими плановыми органами, изменение выпуска производится с сохранением заданной структуры.

б) Если ни по одному централизованному ресурсу нет дефицита и хотя бы один ресурс используется полностью, то есть для всех

i выполняется $\Omega_i'(\tau) = \emptyset$ и хотя бы для одного i выполнено условие (6), полученный план считается сбалансированным.

в) Если хотя бы одно объединение испытывает дополнительную потребность в каком-либо централизованном ресурсе и имеется излишек этого ресурса в отрасли в целом, то есть выполнено условие (5) и

$$u_i(\tau) = z_i - \sum_{\lambda=1}^L \hat{Q}_{i\lambda}(\tau) + \sum_{\lambda \in \Omega_i^3(\tau)} Q_{i\lambda}(\tau) > 0,$$

то министерство осуществляет алгоритм M_3 . При этом министерство изымает излишки ресурсов у некоторых объединений и вновь распределяет их пропорционально дополнительным потребностям, исходя из принципа "равнонапряженности".

$$\hat{Q}_{i\lambda}(\tau+1) = \begin{cases} Q_{i\lambda}(\tau) + \hat{Q}_{i\lambda}(\tau), & \text{если } Q_{i\lambda}(\tau) \leq 0; \\ Q_{i\lambda}(\tau) + \hat{Q}_{i\lambda}(\tau), & \text{если } u_i(\tau) > \sum_{j \in \Omega_i^1(\tau)} Q_{ij}(\tau) \text{ и } Q_{i\lambda}(\tau) > 0; \\ \hat{Q}_{i\lambda}(\tau) + Q_{i\lambda} \frac{u_i(\tau)}{\sum_{j \in \Omega_i^1(\tau)} Q_{ij}(\tau)}, & \text{если } u_i(\tau) < \sum_{j \in \Omega_i^1(\tau)} Q_{ij}(\tau) \text{ и } Q_{i\lambda}(\tau) > 0; \end{cases}$$

(для всех $i = 1, \dots, m_3 + 2$; $\lambda = 1, \dots, L$).

Взаимосвязь основных блоков (алгоритмов) модели изображена на рис. 2.

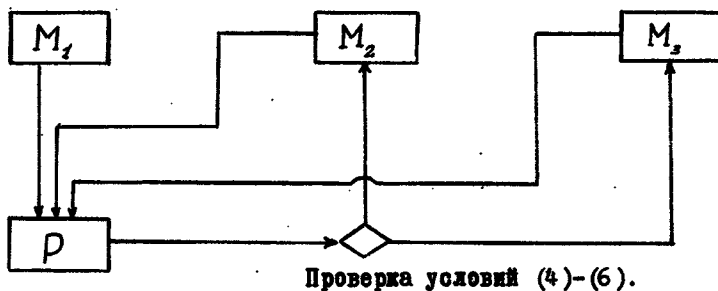


Рис. 2.

Таким образом, министерство в процессе взаимодействия не решает сложных экстремальных задач, а осуществляет алгоритмы, основанные на принятых в практике планирования методиках [2].

3. Экспериментальные расчеты

Экспериментальный метод является основным при изучении имитационных моделей, так как моделирующие алгоритмы оказываются слишком сложными для аналитического исследования. Рассматриваемая модель, имитирующая процесс составления годового плана отрасли, реализована в виде комплекса программы на алгоритмическом языке ФОРТРАН для ЭВМ БЭСМ-6.

Конструкция модели и соответствующего комплекса машинных программ такова, что варьироваться от одного эксперимента к другому могут не только числовые параметры (экономические нормативы, объемные показатели и т.д.), но и отдельные алгоритмы плановых расчетов (блоки модели).

Моделируемая система состоит из Министерства приборостроения, средств автоматизации и систем управления и семи связанных с ним всесоюзных промышленных объединений: Союзэлектронсчетмаш, Союзоргтехника, Союзэлектроприбор, Союзаналитприбор, Союзточмашприбор, Союзчаспром, Союзнаучприбор. Информационной основой для численных экспериментов являлись материалы, характеризующие производственные возможности этой отрасли в 1976 году.

Комплекс программ занимает около 23 тыс ячеек оперативной памяти ЭВМ. Сбалансированный план в исходной модели разрабатывается за 8-10 итераций или за 40-45 сек работы процессора ЭВМ БЭСМ-6.

Точность описания реального процесса взаимодействия проверяется путем сравнения результатов расчета по модели с плановыми наметками самого министерства и отраслевых научно-исследовательских институтов. При сравнении использовались, в частности, нормативные технико-экономические показатели предприятий приборостроения на пятилетку 1976-80 гг.

Расчеты показали, что наибольшее приближение к плану, намеченному министерством, достигается при упорядочении производственных способов по частоте использования в планах предыдущих лет, то есть при предположении, что плановые работники стремятся использовать в первую очередь производственные способы с наибольшим объемом применения в предшествующие годы. В этом случае отклонение в разрабатываемом плане объема выпуска продукции в отрасли, рентабельности, фондоотдачи, себестоимости

от намеченных министерством показателей не превышает 5%. Это свидетельствует, в частности, о том, что разрабатываемый на практике план в значительной мере основывается на планах предыдущих лет, то есть при составлении плана используется принцип "от достигнутого уровня".

Как уже отмечалось выше, параметрами эксперимента на ЭВМ могут быть отдельные блоки модели, в частности, алгоритм составления производственного плана в объединении. Например, от одного эксперимента к другому может изменяться критерий упорядочения производственных способов.

Выбор критерия упорядочения на практике зависит от ряда факторов, например, от дефицитности капитальных вложений, заработной платы или напряженности годового плана по прибыли. На формирование системы предпочтений составителей плана объединения на практике оказывают влияние директивы министерства, в которых, в частности, указывается, какой ресурс является в отрасли наиболее дефицитным. Выбор нужного критерия упорядочения может дать значительную экономию дефицитного ресурса. Например, выбор в качестве критерия минимума фондоемкости продукции при условии дефицитности капитальных вложений может частично ликвидировать дефицит и привести к увеличению выпуска продукции. Путем варьирования критериев в различных сериях экспериментальных расчетов можно проследить зависимость разрабатываемого плана от цели, которую преследуют составители плана объединения при разработке производственной программы.

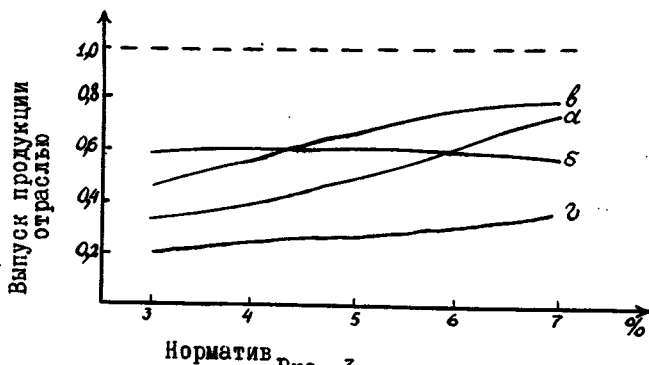
Рассмотрим зависимость разрабатываемого плана от норматива образования фонда развития производства из прибыли.

Проблема установления наилучших значений нормативов образования этого фонда, то есть соотношения между централизованными и нецентрализованными капитальными вложениями является одним из основных вопросов организации хозяйственного расчета.

В данных расчетах принята гипотеза о более эффективном использовании нецентрализованных капитальных вложений. Эффективность нецентрализованных капитальных вложений выше потому, что они используются преимущественно для модернизации и реконструкции имеющихся основных фондов. Однако увеличение доли нецентрализованных капитальных вложений имеет свои отрицательные стороны, так как предприятия могут использовать средства недостаточно эффективно с отраслевой или народнохозяйственной точек зрения.

По действующей в настоящее время методике нормативы образования фонда развития производства из прибыли устанавливаются на пятилетний период, исходя из сложившегося соотношения между частью прибыли, отчисляемой в фонд развития, и всей прибылью. Таким образом, в плановом периоде будут в известной мере узаконены условия, сложившиеся в базовом году, которые не всегда соответствуют действительным потребностям предприятий в обновлении основных фондов. При установлении нормативов должны учитываться также условия, в которых будет находиться предприятие в плановом году. Рассматриваемая модель в совокупности учитывает конкретные условия, в которых находится объединение, и основные взаимосвязи финансовых показателей и, следовательно, может быть одним из инструментов планирования этих нормативов. При помощи модели оценивается с точки зрения отрасли в целом эффективность того или иного значения норматива.

Как показали экспериментальные расчеты, увеличение норматива образования фонда развития производства из прибыли приводит к росту объема выпуска продукции в отрасли (рис. 3), так как нецентрализованные капитальные вложения, как отмечалось выше, используются более эффективно.



Наибольший выпуск продукции отраслью и самый высокий уровень рентабельности достигается при упорядочении производственных способов по прибыльности (кривая б, рис. 3). При значениях данного норматива от 4,5% до 7,0% наиболее эффективным является упорядочение по фондоотдаче (кривая в, рис. 3). В условиях дефицитности капитальных вложений в отрасли принятие этого крите-

рия приводит к экономии капитальных вложений и, следовательно, к росту выпуска продукции отраслью. Наихудшим с точки зрения выпуска продукции является упорядочение по трудоемкости (кривая г), так как в этом случае предпочтение отдается, как правило, способам с низкой прибыльностью. Сравнение основных показателей плана, разработанного при помощи имитационной модели, с планом, намеченным министерством, дает основание предполагать, что в реальной действительности предпочтение отдается наиболее часто используемым производственным способам (кривая а, рис. 3).

Рассмотрим взаимосвязь показателей плана отрасли и норматива фонда материального поощрения в зависимости от роста рентабельности.

Влияние фонда материального поощрения на план отрасли как в данном году, так и в последующие годы является многогранным (повышение фондоотдачи, производительности труда и т.д.). В данном варианте модели увеличение фонда поощрения приводит к росту производительности труда в том же году. Конструкция модели позволяет путем замены соответствующего блока учесть влияние фонда поощрения на план объединения более полно. Допускается варьирование не только нормативов, но и самих фондообразующих показателей, то есть способов образования этого фонда.

Уменьшение выпуска продукции отраслью при увеличении норматива образования фонда материального поощрения в зависимости от роста рентабельности вызывается тем, что темп роста рентабельности в годовом плане меньше предусмотренного пятилетним планом. Наибольший выпуск продукции обеспечивается при нормативе, равном 0,15%, и при упорядочении производственных способов по прибыльности (кривая б, рис. 4). В этом случае достигается наибольший уровень рентабельности (см. табл. на стр. 64). Упорядочение способов по частоте использования в планах предыдущих лет (кривая а, рис. 4) оказывается наихудшим с точки зрения выпуска продукции среди всех критериев упорядочения. Действительно, в этом случае в первую очередь используются наиболее часто применяемые производственные способы, которые, как правило, неэффективны с точки зрения прибыльности или фондоотдачи. Поэтому рентабельность производства при этом способе упорядочения является наименьшей. Кривые в и г на рис. 4 соответствуют критериям минимума фондоёмкости и трудоемкости продукции.

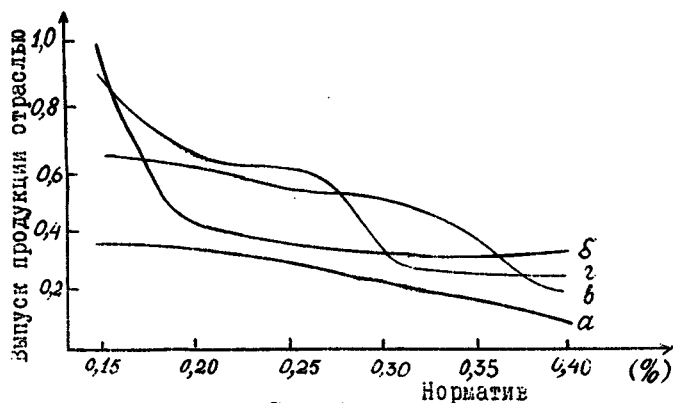


Рис. 4.

Таким образом, рассматриваемая модель может использоваться при исследовании взаимосвязи показателей плана и его параметров, а также служить одним из инструментов планирования экономических нормативов. Следовательно, эта имитационная модель может быть одним из блоков ОАСУ или автоматизированной системы плановых расчетов Госплана.

Другим важным направлением применения модели является изучение самого механизма планирования. Варьирование механизма планирования осуществляется в имитационной модели путем замены отдельных блоков. В частности, как отмечалось выше, использовался оптимизационный алгоритм расчета производственной программы (симплекс-метод).

В экспериментальных расчетах применялись критерии максимума прибыли, минимума затрат основных фондов или заработной платы. При составлении производственной программы во всех объединениях с помощью симплекс-метода прирост выпуска продукции в отрасли по сравнению с имитационным алгоритмом (критерий частоты использования в планах предыдущих лет) составляет 7 - 13 %. Наиболее эффективным с точки зрения выпуска продукции при данной исходной информации является критерий максимума прибыли. При этом значительно увеличивается объем прибыли и фонд развития производства, что, в свою очередь, приводит к росту выпуска продукции. Критерий минимума затрат заработной платы оказывается

малозффективным, так как заработная плата является при данной исходной информации наименее дефицитным ресурсом. При помощи экспериментов такого типа оценивается совместимость тех или иных оптимизационных алгоритмов плановых расчетов с существующим механизмом принятия решений.

Использование симплекс-метода при расчете производственной программы объединения конечно же не означает, что в целом по отрасли будет получен оптимальный план. Это объясняется, в частности, тем, что алгоритмы функционирования министерства остались прежними.

Соотношение основных показателей плана, рассчитанных при различных критериях и алгоритмах составления производственного плана объединения.

Вариант модели	Выпуск продукции отрасли (%)	Отраслевая рентабельность (%)	Отраслевая фондотдача (%)
<u>Имитационный алгоритм составления производственного плана</u>			
Критерий частоты использования способов в планах предыдущих лет	100,0	100,0	100,0
Критерий максимума прибыли	112,6	155,0	115,9
Критерий минимума затрат основных фондов	109,7	121,7	117,8
Критерий минимума затрат заработной платы	100,4	130,2	110,8
<u>Оптимизационный алгоритм составления производственного плана</u>			
Критерий максимума прибыли	112,9	156,1	113,0
Критерий минимума затрат основных фондов	110,5	120,1	117,9
Критерий минимума затрат заработной платы	107,3	121,8	109,1

Интересно сравнить варианты планов отрасли с так называемым оптимальным производственным планом отрасли. Оптимальный производственный план отрасли есть результат решения задачи линейно-

го программирования большого объема, в которой учитываются только материальные и производственные ограничения и нет ограничений, связанных с образованием и использованием финансовых фондов объединений. Такой оптимальный производственный план может быть приближенно вычислен для отрасли приборостроения с помощью разложения исходной задачи на подзадачи и последующей координации. Соответствующий алгоритм описан в [3,4] и заложен в основу блока перспективного планирования "ОАСУ-Минприбор". Исходная информация для оптимизационной задачи и для имитационной модели одинакова. Критерием оптимальности является максимум выпуска продукции в общестроительном наборе. Уровень выпуска продукции по оптимальному плану на рис. 3 принят за единицу. Экспериментальные расчеты показали, что план, разработанный по основному варианту имитационной модели, дает не более 75% объема выпуска продукции, предусмотренного оптимальным планом. Рассмотрим основные факторы, обуславливающие расхождение в планах.

1. Неоптимальность решений, принимаемых в имитационной модели. Действительно, плановые решения в основном варианте имитационной модели принимаются хотя и целесообразно, однако без решения экстремальных задач.

2. Ограниченность в имитационной модели возможностей перераспределения финансовых ресурсов между объединениями. Централизованные финансовые ресурсы перераспределяются министерством между объединениями без каких-либо ограничений, а воспроизводимые финансовые ресурсы (фонд развития производства и фонд материального поощрения) перераспределяются между объединениями не могут, так как объединения функционируют в условиях хозяйственного расчета. Однако при действующих значениях нормативов этот фактор не существен ввиду того, что объемы собственных финансовых фондов невелики и эти фонды полностью используются самими объединениями.

3. Отсутствие в указанной оптимизационной модели ограничения по заработной плате для отрасли в целом. Потребность в заработной плате по оптимальному плану выше, чем это предусмотрено заданиями вышестоящих плановых органов, поэтому этот фактор играет в данном случае существенную роль.

Количественная оценка влияния перечисленных факторов может быть получена путем последовательного снятия ограничений финан-

сового и организационного характера. Оптимизация производственных планов объединений (см. табл. на стр. 64) обеспечивает прирост выпуска продукции отраслью не более чем на 7% по сравнению с планом, рассчитанным по имитационному алгоритму с соответствующим критерием упорядочения способов. Следовательно, расхождение в объемах выпуска продукции по оптимальному плану и по плану, рассчитанному по имитационной модели с блоком оптимизации производственных планов, вызвано отсутствием ограничения по заработной плате в оптимизационной модели и неоптимальностью решений, принимаемых министерством и объединениями при составлении своих финансовых планов.

Конструкция рассмотренной имитационной модели и соответствующего комплекса машинных программ такова, что могут варьироваться не только алгоритмы отдельных блоков, но и порядок и содержание информационных связей между министерством и объединениями. С помощью экспериментов такого типа можно осуществить более полный перебор механизмов годового планирования в отрасли.

Л и т е р а т у р а

1. МАКАРОВ В.Л. Моделирование экономической динамики. - "Оптимизация", Новосибирск, "Наука", II(28), 1973, с. 24-36.
2. Методические указания к разработке государственных планов развития народного хозяйства СССР. М., "Экономика", 1974.
3. АНЦЫЗ С.М., МАКАРОВ В.Л., МАРШАК В.Д., ПЕРМИНОВ С.Б., ФЕЕЛОВ В.Ф., ШЕЙХЕТОВ Б.М. Математическое обеспечение подсистемы перспективного планирования ОАСУ-"Минприбор". - В сб.: Системы программного обеспечения решения задач оптимального планирования. Тезисы III Всесоюзного симпозиума. Вып. I. М., 1974.
4. МАРШАК В.Д. Алгоритм решения задачи распределения ресурсов в отрасли. - "Оптимизация". Новосибирск, "Наука", IO(27), 1973, с. 128-143.
5. МАРШАК В.Д., ПЕРМИНОВ С.Б. Об одном подходе к моделированию механизма функционирования отраслевой системы. - В сб.: Математические методы планирования и управления в больших системах. М., ВИНТИ, № 7467-73, с. 44-51.

Поступила в ред.-изд. отд.

25. XII. 1974 г.