

УДК 51.330.115

МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

В.В.Титов, Б.М.Шейхетов

§ I. Постановка задачи исследования

Для исследования процесса функционирования предприятия, его взаимодействия с "внешней средой" существуют различные подходы и математические модели. Рассматриваемый подход состоит в создании имитационной модели предприятия, реализации этой модели на ЭВМ и проведении экспериментальных расчетов, дающих большие возможности для экономического анализа и решения как теоретических, так и практических проблем совершенствования хозяйственного механизма на предприятии.

Предполагается, что моделируемое предприятие функционирует в условиях хозяйственного расчета, т.е. предприятию предоставляется определенная самостоятельность в принятии хозяйственных решений. Поэтому предприятие в процессе функционирования действует в соответствии со своими интересами, причем в определенные моменты его интересы могут не совпадать с народнохозяйственными. В связи с этим предполагается, что предприятие характеризуется внешней и внутренней целями функционирования.

Внешняя цель функционирования предприятия заключается в удовлетворении всех требований к нему со стороны "внешней среды" (выполнение плановых заданий, выпуск необходимой продукции, внедрение научно-технических достижений). Под "внешней средой" здесь понимается совокупность экономических

объектов, взаимодействующих с предприятием.

Внутренняя цель функционирования отражает пожелания и потребности предприятия при достижении внешней цели. Например, в качестве внешней цели может выступать необходимость в выполнении директивных плановых заданий, а в качестве внутренней цели — стремление к получению наибольшей прибыли при выполнении директивных заданий.

"Внешняя среда" в лице вышестоящей организации регулирует поведение предприятия в соответствии со своими целями, т.е. стремится так управлять предприятием, чтобы все его действия не противоречили ее целевой функции. Воздействовать на предприятие вышестоящая организация может путем варьирования управляющих параметров. К таким параметрам относятся: система плановых директивных показателей, выделяемые предприятию ресурсы различных видов, набор правил, инструкций и нормативов, регламентирующих деятельность предприятия в тех или иных условиях [1,2].

Проблема выбора конкретного набора управляющих параметров занимает одно из центральных мест в вопросах совершенствования механизма управления предприятием. Большинство экономических экспериментов, проводимых на реальных предприятиях, как правило, затрагивают одну из сторон этой проблемы. Однако возможности реального экономического эксперимента ограничены. Поэтому ставится задача о проведении экономических экспериментов не на реальных объектах, а на математической модели.

Модель функционирования предприятия представляет собой комплекс математических алгоритмов, описывающих поведение предприятия, и соответствующих машинных программ, реализующих данные алгоритмы на ЭВМ. Все алгоритмы моделируют процессы расчета показателей и принятия решений, осуществляемые на том или ином реальном предприятии.

Модель позволяет имитировать деятельность предприятия и порождать различные траектории его развития (под траекторией развития предприятия понимается последовательность векторов основных показателей, характеризующих его производственно-хозяйственную деятельность во времени), а также осуществлять сравнительный анализ таких траекторий.

Тогда исходная задача понимается как исследование поведения предприятия, его взаимодействия с "внешней средой" и определение набора управляющих параметров, при которых траектория развития предприятия будет наилучшим образом удовлетворять внешней цели его функционирования. Решение задачи осуществляется путем варьирования исходных параметров модели.

Множество параметров модели достаточно велико, причем параметры понимаются в самом общем смысле. К ним относятся:

1) количественные нормативы различного рода (например, нормативы платы за фонды, нормативы отчислений в фонды стимулирования);

2) состав и структура директивных показателей, с помощью которых вышестоящая организация регламентирует деятельность предприятия;

3) алгоритмы, отражающие процессы расчета показателей и принятия решений;

4) внутренняя целевая функция предприятия (например, максимизация прибыли, фондов поощрения).

§ 2. Процесс функционирования модели

Функционирование предприятия есть процесс взаимодействия отдельных видов его производственно-хозяйственной деятельности (плановой, производственной, финансовой, снабженческо-обывовой и т.д.). В модели каждый вид деятельности представлен в виде обособленного блока, который характеризуется соответствующим алгоритмом "работы". В основе всех алгоритмов заложены представления о реально существующей системе планирования и управления промышленным предприятием. Взаимосвязь блоков устанавливается через некоторый алгоритм (порядок) их взаимодействия.

В модели выделяются следующие блоки:

- B_1 - планирование (составление годового плана);
- B_2 - организационно-техническая подготовка производства;
- B_3 - материально-техническое снабжение;
- B_4 - оперативно-календарное планирование;
- B_5 - производственная деятельность;
- B_6 - сбыт готовой продукции;
- B_7 - финансовая деятельность;

B_3 - учет и управление.

Процесс функционирования начинается с составления годового плана предприятия - техпромфинплана (блок B_1). Предполагается, что вышестоящая организация (ВО) устанавливает для предприятия директивные плановые задания, на основе которых предприятие разрабатывает годовой план. Далее осуществляется процесс реализации этого плана в течение года, причем за наименьшую единицу времени принимается месяц.

Один из основных блоков модели - блок B_5 , имитирующий производственную деятельность предприятия. Основой данного блока является набор технологических способов, характеризующих в совокупности с условиями и ограничениями их использования множество производственных возможностей предприятия. Имитация реального производственного процесса осуществляется посредством некоторого заданного алгоритма, в результате работы которого определяются интенсивности (объемы) применения имеющихся производственных способов и фактический выпуск продукции. Множество производственных возможностей под влиянием научно-технического прогресса постоянно изменяется. В модели фактическое осуществление научно-технического прогресса описывается в блоке B_2 . Реализация научно-технического прогресса осуществляется посредством проведения организационно-технических мероприятий (ОТМ), направленных на механизацию и автоматизацию производственных процессов и т.п. В результате проведения подобных мероприятий осуществляется модернизация старых технологических способов, появляются новые способы.

В модели процесс реализации плана начинается с первого месяца. В начале месяца в блоке снабжения (B_3) имитируется поступление материальных ресурсов согласно квартальной заявке предприятия. В блоке оперативно-календарного планирования (B_4) на основе квартального плана и уровня обеспеченности производства материальными ресурсами составляется месячный производственный план. В блоке B_2 проводятся запланированные организационно-технические мероприятия, подготавливающие соответствующим образом технологический процесс. После этого имитируется собственно производственная деятельность, результатом которой являются объемы "фактически" произведенной продукции. Процесс реализации продукции вписывается в блоке сбы-

та (B_6) . В конце месяца в блоке B_7 подводятся итоги финансовой деятельности предприятия за истекший месяц, составляется финансовый баланс. Наконец, в блоке управления (B_8) анализируются результаты производственно-хозяйственной деятельности предприятия за месяц и на основе этого анализа вырабатываются управляющие сигналы, корректирующие дальнейшую работу остальных блоков модели. Эффективность управляющих сигналов оценивается по степени выполнения годового плана предприятия. Анализ деятельности предприятия состоит главным образом в определении степени выполнения плана по выпуску продукции и основным технико-экономическим показателям. На этом заканчивается первый месяц функционирования и осуществляется переход к следующему месяцу.

Более формально функционирование предприятия может быть описано следующим образом. Обозначим через $S(\tau)$ фактическое состояние предприятия в момент τ . Причем

$$S(\tau) = (Z(\tau), L(\tau), x(\tau), \Lambda(\tau)),$$

где $Z(\tau)$ – множество производственных способов, характеризующее технологический процесс; $L(\tau)$ – имеющиеся в наличии ресурсы всех видов; $x(\tau)$ – фактический выпуск продукции за период $[\tau-1, \tau]$; $\Lambda(\tau)$ – значения основных технико-экономических показателей, характеризующих развитие предприятия.

Поскольку время в модели меняется дискретно ($\tau = 0, 1, 2, \dots$), предполагается, что состояние $S(\tau)$ характеризует работу предприятия за период $[\tau-1, \tau]$.

Обозначим через $S^*(\tau) = (Z^*(\tau), L^*(\tau), x^*(\tau), \Lambda(\tau))$ плановое состояние предприятия в момент τ . $S^*(\tau)$ есть результат (в некотором смысле прогноз) плановой деятельности, характеризующий состояние, в которое должно стремиться предприятие в момент τ .

Пусть $Y(\tau) = (Y_1(\tau), Y_2(\tau), Y_3(\tau), Y_4(\tau))$ – вектор, характеризующий воздействие "внешней среды" на предприятие, причем $Y_1(\tau)$ – плановые задания, $Y_2(\tau)$ – поставки предприятию ресурсов всех видов, $Y_3(\tau)$ – вектор различных количественных нормативов, устанавливаемых предприятию, $Y_4(\tau)$ – совокупность правил и инструкций, регламентирующих процесс расчета различных показателей и принятия решений на предприятии. Например, в Y_4 включаются правила (методики) расчета фондов стимуля-

рования, инструкции по составлению финансовых планов и распределению доходов предприятия и т.д.

Обозначим через A^* совокупность алгоритмов, моделирующих плановую деятельность предприятия. A^* включает алгоритмы составления техпромфинплана и его отдельных разделов. Через A обозначим совокупность алгоритмов, имитирующих процесс реализации плана, составленного процессом A^* . Процесс A описывает деятельность по снабжению и сбыту, оперативно-календарное планирование, подготовку производства, производственную и финансовую деятельности, управление.

Тогда схематически процесс выработки планового состояния можно представить в виде

$$S^*(\tau) = A^*(S(\tau-1), Y(\tau)).$$

Соответственно фактическое состояние определяется с помощью процесса A :

$$S(\tau) = A(S(\tau-1), S^*(\tau), Y(\tau)).$$

Таким образом, если заданы фактическое начальное состояние предприятия $S(0)$ и последовательность $(Y(\tau))_{\tau=0}^{\tau=\tau^*}$, то процессы A^* и A определяют соответствующую траекторию $(S^*(\tau), S(\tau))_{\tau=0}^{\tau=\tau^*}$, характеризующую развитие предприятия за период $[0, \tau^*]$.

Варьирование Y и алгоритмов, составляющих процессы A^* и A , порождает множество допустимых траекторий развития предприятия. Задача исследования заключается в нахождении "хороших" траекторий в соответствии с заданным критерием. В качестве критерия сравнения траекторий могут выступать, например, экстремальный критерий (когда наилучшая траектория доставляет экстремум некоторой функции), лексикографический критерий (наилучшая траектория определяется в соответствии с заданным лексикографическим упорядочением тех или иных параметров траекторий).

В процессе экспериментальных расчетов возникают различные направления изучения траекторий развития предприятия в зависимости от допустимых вариаций Y , A^* и A . Например, путем варьирования структуры и состава плановых заданий Y , можно исследовать различные системы планирования на предприятии, путем изменения количественных величин плановых заданий можно определить наилучший (в смысле возможностей вы-

полнения) набор плановых заданий. Или, меняя различные методики расчета фондов поощрения (Y_4) и нормативов отчислений (Y_5), можно исследовать механизм стимулирования на предприятии. Вариации алгоритмов, составляющих процессы A^* и A , позволяют изучить, например, различные способы процессов принятия решений на предприятии, в том числе и оптимальные.

В целом варьирование Y и алгоритмов, реализующих процессы A^* и A , позволяют рассматривать задачи по исследованию хозяйственного механизма на предприятии, задачи по исследованию алгоритмов технико-экономического анализа и управления, возникающие при проектировании и внедрении АСУП.

§ 3. Составление годового плана предприятия

В реальной действительности составление техпромфинплана есть сложный итеративный процесс информационного взаимодействия предприятия и ВО. В рассматриваемом варианте модели не ставилось целью исследовать подробно этот процесс, поэтому предлагается следующий способ составления техпромфинплана: ВО "спускает" предприятию директивные плановые задания (Y) и предприятие разрабатывает несколько вариантов, один из которых утверждается в качестве годового плана предприятия.

Пусть $Y = (Y^1, Y^2, \dots, Y^{10})$, где Y^1 - задания по реализации продукции: в целом, по номенклатуре ВО и отдельно по важнейшим видам продукции в разрезе номенклатуры предприятия; Y^2 - лимиты материальных ресурсов; Y^3 - фонд зарплат; Y^4 - производительность труда; Y^5 - прибыль; Y^6 - рентабельность; Y^7 - объем централизованных капитальных вложений и задания по вводу производственных мощностей и основных фондов; Y^8 - увеличение доли высококачественной продукции в общем объеме производства; Y^9 - платежи в бюджет; Y^{10} - задания по внедрению новой техники.

Предполагается, что техпромфинплан характеризуется вектором (T) выходных показателей, описывающих развитие предприятия:

$$T = (P, V, x, F, W, u, Q, \omega, g, c, \Pi, R, \Phi, Z),$$

где P - объем реализованной продукции в целом и по номенклатурным позициям, V - объем товарной продукции, x - про-

изводственная программа в номенклатуре предприятия, F - основные производственные фонды, W - фонд зарплаты, u - производительность труда, Q - численность работающих, w - средняя зарплата, g - потребность в материальных ресурсах, C - себестоимость продукции, Π - прибыль, R - рентабельность, Φ - фонды экономического стимулирования, z - финансовые показатели, включая показатели баланса и расходов предприятия.

Задача составления плана формулируется следующим образом: определить показатели вектора T , удовлетворяющего условиям

$$\begin{aligned} xg &= V, \\ V(1+\beta_1) &= P \geq Y^1, \\ x\eta(1+\beta_2) &= W \leq Y^2, \\ xD(1+\beta_3) &= g \leq Y^3, \\ Q &= Q_H + \Delta Q, \\ u &= V/Q \geq Y^4, \\ w &= W/Q, \\ F &= F_H + \Delta F, \\ c &= F\beta_4 + W + gq^* + c^0\alpha^V\beta_5, \\ V - c &= \Pi \geq Y^5, \\ \Pi / (F + F^{0\delta}) &= R \geq Y^6, \\ F^{0\delta} &= F^{0\delta}(1 + \alpha^V\beta_6), \\ F^* &= (\Delta Q, \Delta F), \\ F^* &= \psi^{отн}(Y, W, g, u, \Pi, R), \\ \Phi &= \psi^{\phi}(P, u, \Pi, R, Y), \\ z &= \psi^z(Y, P, W, g, c, F, F^{0\delta}, \Pi, F^*, \Phi), \end{aligned} \quad (I)$$

где g - вектор оптовых цен; $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ коэффициенты соответствующих начислений; η - вектор норм расхода зарплаты на единицу продукции; D - матрица затрат материальных ресурсов; Q_H - численность работающих на начало года; ΔQ - плановое изменение (прирост, уменьшение) численности; F_H - основные фонды на начало года; ΔF - прирост фондов за счет плана ОТМ; β_4 - норма амортизации; q^* - вектор цен материальных ресурсов; c^0 - величина условно-постоянных затрат в базовой себестоимости; β_5 - коэффициент, характеризующий изменение условно-

постоянной части себестоимости в зависимости от роста объемов производства (α^v); $F_0^{\text{пл}}$, $F_0^{\text{баз}}$ соответственно плановый и базовый нормативы оборотных средств; β_c — коэффициент, характеризующий рост $F_0^{\text{пл}}$; $\psi^{\text{опт}}$ — некоторая функция, реализующая процесс составления плана оргтехмероприятий; $\psi^{\text{ф}}$ — функция, реализующая способ расчета фондов экономического стимулирования в зависимости от принятой методики; $\psi^{\text{л}}$ — алгоритм, реализующий процесс составления финансового плана.

Для решения задачи (I) предлагается алгоритм (последовательность расчетов), экономическую интерпретацию которого можно представить следующим образом. После получения из ВО плановых заданий по всем разделам техпромфинплана последовательно составляется вариант плана, т.е. рассчитываются производственная программа, планы по снабжению, труду и зарплате, себестоимости, фондам поощрения, финансовый план.

Возможно, что некоторые показатели составленного плана (фонд заработной платы, прибыль) не удовлетворяют заданиям ВО. В этом случае допускается изменение составленной производственной программы в направлении ликвидации расхождений между заданиями ВО и вариантом техпромфинплана. Пусть потребность в зарплате в данном варианте превышает задание ВО. Тогда пересмотр производственной программы осуществляется в направлении увеличения объемов производства изделий с меньшим удельным весом зарплаты. При этом, естественно, учитывается и ограничение по мощностям, спросу, заданное ВО по выпуску продукции. Полученный вариант производственной программы обсчитывается по всем разделам техпромфинплана и, таким образом, получается новый вариант годового плана предприятия. Возможно, что снова какие-то задания не будут выполнены. Тогда переходим к расчету нового варианта плана и т.д. Допускается, что может не существовать вариант техпромфинплана, удовлетворяющий всем заданиям ВО.

В результате получаем некоторый набор различных вариантов техпромфинплана. При этом количество вариантов является параметром модели.

В качестве годового плана предприятия выбирается один из этих вариантов на основании его целевой функции, которая также выступает как параметр модели. Например, если цель

предприятия заключается в максимизации прибыли, то выбирается вариант с наибольшей прибылью.

Рассмотрим более подробно алгоритмы составления отдельных разделов техпромфинплана. Процесс начинается с разработки плана капитального строительства, основные характеристики которого определены в перспективном плане предприятия, а в годовом плане осуществляются лишь некоторые уточнения и конкретизация. Вначале формируется множество (G) проектов капитального строительства. Каждый проект представляет собой вариант увеличения производственной мощности предприятия. В множество G включаются все варианты осуществления капитального строительства, проведение которых начато в предплановом периоде, а также варианты, запланированные в пятилетнем плане на данный год. Задача составления плана заключается в выборе вариантов из множества G с учетом выполнения заданий ВО по централизованным капитальным вложениям, вводу мощностей и основных фондов.

В результате расчета плана капитального строительства определяются общий объем капитальных вложений, ввод мощностей и основных фондов. После составления плана капитального строительства осуществляется предварительный расчет производственных мощностей.

Расчет осуществляется для определения плановой производственной мощности в разрезе детализированной номенклатуры предприятия. Производственная структура предприятия представляется как совокупность n_j "участков" основного и вспомогательного производств. "Участок" определяется технологической общностью производства некоторой группы изделий, а также своим назначением по обеспечению функционирования основного производства. В процессе расчета определяются среднегодовые плановые мощности без учета ввода мощностей по плану ОТМ и плановая мощность в разрезе детализированной номенклатуры предприятия, используемая при расчете производственной программы.

После составления плана ОТМ производственная мощность предприятия соответствующим образом корректируется.

Далее рассчитывается плановая производственная программа. Пусть Y_j , $j=1, \dots, n_j$ плановые задания по объему реализованной продукции в номенклатуре ВО. Для расчета производствен-

ной программы в номенклатуре предприятия определяются объемы товарной продукции $(V_j^m, j=1, \dots, n)$ с учетом изменения остатков товарной продукции на складе и отгруженной покупателем, но не оплаченной.

Введем $I=\{1, \dots, m\}$ - множество номеров продуктов, характеризующее номенклатуру предприятия, I_j - множество номеров i таких, что $I=\bigcup_{j=1}^n I_j$, и определяющих в разагрегированной форме номенклатуру изделий по группе j .

Задача заключается в определении производственной программы предприятия $x=(x_1, \dots, x_m)$, где $x_i=\sum_{j=1}^n x_{ij}$, x_{ij} - объем производства изделия i , которое входит в группу $j \in J = \{1, \dots, n\}$. При этом должны выполняться следующие соотношения:

$$\begin{aligned} \sum_{i \in I_j} x_{ij} q_{ij} &= V_j^m, \quad j=1, \dots, n, \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} &\leq M_i, \quad i=1, \dots, m, \\ x_{ij} &\leq z_{ij}, \quad (i, j) \in (I \times J), \\ x_{ij} &\geq p_{ij}, \quad (i, j) \in (I \times J), \end{aligned}$$

где M_i - мощность предприятия по выпуску продукции i ; q_{ij} - коэффициенты, обеспечивающие соизмерение различных видов однородной продукции (например, условные цены); z_{ij} - предполагаемый спрос на изделие (i, j) ; p_{ij} - объем производства изделия (i, j) , установленный в качестве директивного задания (например, экспортная продукция).

Решение задачи составления плана производства осуществляется по алгоритму, подробное формализованное описание которого приводится в [3].

Алгоритм реализуется в несколько этапов. Вначале определяется нижний уровень производства с учетом наличных мощностей, предполагаемого спроса на продукцию и заданий ВО по детализированной номенклатуре. Далее объемы производства увеличиваются для изделий, имеющих спрос и неиспользованные мощности. Если при этом плановые задания не будут выполнены, то дальнейшее увеличение объемов производства достигается, во-первых, за счет перераспределения излишков производственных мощностей внутри групп взаимозаменяемых мощностей и, во-вторых, путем ввода дополнительных мощностей за счет ОТМ.

Результатом работы алгоритма является плановая производственная программа, план по товарной и реализованной продукции.

После составления плана производства определяется потребность в материальных и трудовых ресурсах, рассчитывается себестоимость продукции. При этом возможно, что потребность в материальных ресурсах, фонде зарплаты может превосходить задания ВО. Кроме того, наличных производственных мощностей может не хватать для выполнения заданий ВО по выпуску продукции. Ликвидация несоответствий между заданиями ВО и возможностями предприятия осуществляется путем проведения ОТМ.

Предполагается, что на планируемый год на предприятии задается конечное множество ОТМ, которое включает в себя мероприятия по повышению качества продукции, внедрению прогрессивной технологии, механизации и автоматизации производства, экономии материальных ресурсов и т.д. Осуществление каждого из этих мероприятий может, например, увеличивать мощность предприятия, экономить затраты трудовых и материальных ресурсов, повышать качество продукции.

Каждое мероприятие k представляет собой вектор $b_k = (b'_k, b''_k)$, где b'_k характеризует затраты различного рода ресурсов (трудовых, материальных, финансовых) на проведение данного мероприятия, b''_k — результат проведения данного мероприятия, отражающий экономию трудовых и материальных ресурсов, прирост мощностей, внедрение новой технологии.

Из разных разделов техпромфинплана в план ОТМ поступают невязки, характеризующие несоответствия плановых показателей с заданиями и лимитами ВО по мощностям (ΔM), трудовым (ΔT) и материальным (Δg) ресурсам, себестоимости (ΔC), а также поступают директивные задания по увеличению доли высококачественной продукции в общем объеме производства (Y^g) и внедрению новой технологии (Y^{10}).

Задача составления плана ОТМ заключается в определении интенсивностей применения ОТМ $h = (h_1, \dots, h_m)$, удовлетворяющих следующим условиям:

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^m b''_k h_k &\geq C, \\ \sum_{k=1}^m b'_k h_k &\leq K^{огр}, \end{aligned} \quad (2)$$

где $C = (\Delta M, \Delta T, \Delta g, \Delta c, Y^g, Y^g) K^{отн}$ — плановый вектор ресурсов всех видов, предназначенных для проведения ОТМ.

Решение задачи составления плана ОТМ осуществляется по алгоритму, в основе которого заложен принцип приоритета [4]. Предполагается, что все ОТМ упорядочены в соответствии с некоторой системой предпочтения. В основе приоритета ОТМ может лежать их экономическая эффективность, необходимость внедрения, обусловленная, например, директивными заданиями, и т.п. Приоритет ОТМ является параметром модели. Алгоритм составления плана ОТМ заключается в последовательном переборе ОТМ, начиная с наибольшего по приоритету, и включении их в план до тех пор, пока не будут нарушены балансовые условия задачи (2).

В результате составления плана ОТМ получаем прирост дополнительных мощностей, снижение трудоемкости, экономию материальных ресурсов, снижение себестоимости продукции, затраты ресурсов на проведение ОТМ.

После составления плана ОТМ осуществляется корректировка показателей по труду, материально-техническому снабжению и прибыли. Определяются заявки на материальные ресурсы (g_1, \dots, g_n) , фонд зарплаты (W) , производительность труда (u) , численность работающих в разрезе категорий (Q) , себестоимость товарной продукции (c) , балансовая прибыль (Π) .

Далее окончательно рассчитываются основные плановые показатели (объем реализации, стоимость основных фондов и др.) и в соответствии с принятой методикой расчета определяются фонды экономического стимулирования (ϕ) . После этого составляется финансовый план (χ) , включающий баланс доходов и расходов предприятия.

После разработки и утверждения годового плана осуществляется распределение годовых плановых показателей по кварталам. Составление квартальных планов должно исходить из принципа соответствия нарастания объемов производства темпам роста производительности труда, наращиванию мощностей и т.п. В модели задаются коэффициенты (\bar{F}_k) распределения объемов производства по кварталам года $(\sum_{k=1}^4 \bar{F}_k = 1)$, являющиеся параметрами модели. Распределение прочих показателей годового плана по кварталам осуществляется в зависимости от распределения объемов производства.

§ 4. Производственная деятельность

Производственный блок является основным в модели и отражает непосредственно деятельность предприятия по изготовлению продукции.

Предполагается, что производственный процесс на предприятии характеризуется множеством технологических (производственных) способов. Каждый способ представляет собой вектор

$$a^k = (a_{i_1}^k, a_{i_2}^k, a_{i_3}^k, a_{i_4}^k),$$

где $a_{i_1}^k$ — технологические коэффициенты затрат основных фондов либо производственных мощностей по видам ($i_1 = 1, \dots, n_1$); $a_{i_2}^k$ — коэффициенты затрат трудовых ресурсов ($i_2 = 1, \dots, n_2$); $a_{i_3}^k$ — коэффициенты затрат материальных ресурсов ($i_3 = 1, \dots, n_3$); $a_{i_4}^k$ — коэффициенты выпуска продукции ($i_4 = 1, \dots, n_4$), причем выпуск продукции учитывается как в номенклатуре предприятия, так и в агрегированной номенклатуре.

Отметим, что множество производственных способов не является раз и навсегда заданным. В процессе функционирования могут появиться новые способы, причем часть из них представляет модернизированный вариант старых способов, другая же часть — новую технологию. Внедрение новых способов осуществляется в блоке подготовки производства.

В каждом месяце t в блок производства поступает информация из других блоков о наличии основных фондов и мощности производственных участков (y_1), об обеспеченности производства трудовыми (y_2) и материальными (y_3) ресурсами. Из блока оперативно-календарного планирования поступает план производства продукции (y_4). Кроме того, задается верхняя граница, характеризующая максимально возможный выпуск продукции:

$\bar{y}_4 = y_4(1 + \chi)$, где вектор $\chi = (\chi_1, \dots, \chi_{n_4})$ соответствует уровню перевыполнения плана и является параметром модели.

Задача заключается в определении интенсивностей производственных способов $H = (H_1, \dots, H_{n_s})$ при выполнении следующих условий:

$$\sum_{k=1}^{n_3} H_k a_{ij}^k \leq y_j^{i_j}, i_j = 1, \dots, n_j, j = 1, 2, 3; \quad (3)$$

$$\sum_{k=1}^{n_3} H_k a_{i_4}^k = \bar{y}_4^{i_4}, i_4 = 1, \dots, n_4.$$

Решение задачи (3) осуществляется с помощью алгоритма реализации производственной деятельности. По этому алгоритму определяются интенсивности использования производственных способов, фактический расход ресурсов и выпуск продукции. Существует несколько вариантов алгоритма [4]. В его основе заложено упорядочение производственных способов в соответствии с некоторой системой приоритета, который определяется в блоке управления.

§ 5. Организационно-техническая подготовка производства

Организационно-техническая подготовка производства представляет собой разработку и проведение мероприятий по техническому развитию предприятия. В модели не рассматривается процесс порождения мероприятий, а множество мероприятий задается и является управляющим параметром. Задание мероприятий может осуществляться как в начале работы модели (автоматизированный режим), так и в процессе работы (диалоговый режим).

Все мероприятия можно разделить на две группы: мероприятия по капитальному строительству и запланированные ОТМ и мероприятия, связанные с оперативной настройкой производственного процесса на "нормальную" (например, плановую) траекторию. Последние являются инструментом оперативного управления производством и используются, как правило, для ликвидации незапланированных "узких мест". К таким мероприятиям относятся, например, перевод оборудования на трехсменный режим работы, уменьшение сроков ремонта, организация нового технологического способа, временно действующего и, возможно, неэффективного.

В результате проведения мероприятия появляются новые технологические способы, осуществляется модернизация старых способов, увеличивается количество имеющихся в наличии ресурсов.

В модели в начале каждого месяца формируется множество мероприятий, проведение которых в принципе возможно в данном месяце. К ним относятся: мероприятия, проведение которых началось ранее и в текущем месяце должно быть продолжено; мероприятия, которые по плану должны начаться в данном месяце, и, наконец, мероприятия второй группы, проведение которых запланировано в блоке управления в конце предыдущего месяца на основе анализа достигнутого состояния предприятия и уровня выполнения плана.

В каждом месяце на проведение мероприятий выделяется определенное количество ресурсов (основных фондов, трудовых, материальных и финансовых). Все мероприятия упорядочиваются по некоторому приоритетному показателю, причем приоритет мероприятий определяется в блоке управления. Алгоритм реализации мероприятий основан на принципе приоритета. Сначала рассматривается мероприятие с наибольшим приоритетом. Если наличных ресурсов достаточно на проведение мероприятия, то оно считается реализованным. Затем на оставшихся ресурсах рассматривается следующее по приоритету мероприятие. Процесс заканчивается, когда израсходуются все ресурсы либо просмотрен весь список мероприятий. Предполагается, что оставшиеся после проведения мероприятий ресурсы могут быть использованы в блоке реализации производственного процесса.

§ 6. Оперативно-календарное планирование

Основной задачей оперативно-календарного планирования на предприятии является обеспечение ритмичной работы его производственных подразделений по выполнению плана выпуска продукции. В рассматриваемом варианте модели за наименьшую единицу времени принят месяц, не учитываются переходящие остатки незавершенного производства и длительность производственного цикла. Предполагается, что длительность производственного цикла всех изделий меньше месяца.

В основе построения оперативного плана лежит обеспеченность производства материальными ресурсами, т.е. наличие запасов ресурсов на начало месяца плюс их фактическое поступление в течение месяца. Поскольку процесс функционирования в модели носит дискретный характер, предполагается, что пос-

тупление ресурсов осуществляется в начале каждого месяца.

В начале каждого квартала определяется квартальный план выпуска продукции с учетом уточненного спроса:

$$\bar{x}_{ij}^k = x_{ij}^k(1 - \delta_i) + \delta_i z_{ij}, \quad (i, j) \in (I \times J),$$

где x_{ij}^k - первоначальный квартальный план производства, z_{ij} - уточненный квартальный спрос (определяется в блоке сбыта), δ_i - параметр управления ($0 \leq \delta_i \leq 1$).

Исходя из уточненного квартального плана, каждый месяц определяется предварительный вариант плана производства, представляющий собой часть (например, одну треть) квартального плана. Допускается, что по некоторым продуктам спрос может задаваться для каждого месяца квартала. Этот факт соответствующим образом учитывается при составлении предварительного варианта плана. Далее этот вариант корректируется с учетом уровня его выполнения в предшествующие месяцы на основе управляющих сигналов, поступающих из блока управления, об увеличении производства некоторых изделий, по которым установленный план не выполняется. После этого вариант плана корректируется с учетом его обеспеченности материальными ресурсами. Считается, что при составлении месячного плана известна предполагаемая или фактическая (два варианта реализации модели) обеспеченность производства ресурсами. Имеющиеся (или предполагаемые) ресурсы сравниваются с потребностями в них для составленного варианта плана. По изделиям, на которые ресурсов не хватает, план уменьшается, а для которых имеется избыток - увеличивается. При этом критерием служит выполнение месячного плана по объему товарной продукции. Результатом описанного алгоритма является месячный производственный план.

§ 7. Сбыт и снабжение

В описываемом варианте модели связь предприятия с потребителями и поставщиками определяется либо по определенным заданным правилам (в автоматизированном режиме), либо путем вмешательства человека (в диалоговом режиме).

Основными функциями блока сбыта являются определение уровня спроса на выпускаемую продукцию и учет фактической реализации готовой продукции. Спрос на продукцию определяет-

ся в начале каждого квартала, причем основой является плановая структура спроса, но в каждом квартале возможны какие-то отклонения от этой структуры. В конце месяца в блоке сбыта определяются величина отгруженной в данном месяце продукции и переходящие остатки годовой продукции, поскольку вся произведенная продукция не обязательно может быть реализована в этом месяце.

Ритмичная работа предприятия во многом зависит от своевременных поставок материальных ресурсов. Предприятию выделены фонды на материальные ресурсы, на основании чего делается заявка в развернутой номенклатуре сразу на квартал. Материальные ресурсы должны поступать в соответствии с этой заявкой равномерно в течение квартала. Однако равномерность поставок соблюдается не всегда. В блоке снабжения квартала определяются потребность в материалах на квартал, необходимый уровень запасов и величина заказов на поставку материалов. Далее, в каждом месяце квартала имитируется фактическое поступление материалов и определяется обеспеченность производства материальными ресурсами, т.е. их суммарное наличие.

§ 8. Финансовая деятельность

Оперативная финансовая деятельность включает составление в начале каждого месяца оперативного финансового плана, детализирующего показатели годового и квартального финансовых планов. В конце каждого месяца после работы блока производства проводится финансовый перерасчет, заключающийся в подведении итогов финансовых операций за истекший месяц.

Оперативная финансовая деятельность включает в себя проведение следующих расчетов:

- а) расчет выручки от реализации продукции и прибыли,
- б) расчет амортизационных отчислений,
- в) расчет фондов экономического стимулирования,
- г) расчет кредитных операций,
- д) распределение прибыли,
- е) составление собственно оперативного финансового плана,
- ж) проведение финансового перерасчета,
- з) финансирование ОТМ.

Конечным результатом финансовой деятельности является финансовый баланс доходов и расходов предприятия – плановый при составлении оперативного финансового плана и фактический при проведении финансового перерасчета.

Задача при составлении финансового баланса заключается в сбалансировании доходов и расходов предприятия, т.е. должно выполняться следующее соотношение:

$$\sum_{i=1}^{L_1} x_i^P(t) = \sum_{j=1}^{L_2} x_j^A(t),$$

где $x^P(t) = (x_1^P(t), \dots, x_{L_1}^P(t))$ – вектор всех видов расходов предприятия, $x^A(t) = (x_1^A(t), \dots, x_{L_2}^A(t))$ – вектор доходов предприятия.

К доходам предприятия относятся поступления всех видов денежных ресурсов (выручка от реализации продукции, излишки фондов, поступления из резерва ВО, кредит). Расходы предприятия – это финансирование капитальных вложений, капитального ремонта, ОТМ, прироста норматива оборотных средств, отчисления в фонды экономического стимулирования, в резерв ВО, погашение кредита и т.д.

Решение задачи составления баланса доходов и расходов осуществляется посредством некоторого эвристического алгоритма, отражающего реальные действия финансовых работников на предприятии.

§ 9. Управление

Процесс управления в модели отражен следующим образом. В конце каждого месяца в блоке управления анализируются результаты деятельности предприятия в процессе выполнения плана. На основе этого анализа вырабатываются управляющие сигналы, корректирующие работу остальных блоков модели в последующие моменты. При этом критерий управления определяется необходимостью наилучшим образом (в некотором заданном смысле) выполнить годовой план предприятия.

Анализ состояния предприятия осуществляется по степени выполнения плана выпуска продукции и основных технико-экономических показателей. В результате определяются отклонения (ε) плановых показателей от фактических. Если $\varepsilon_i > 0$, то это означает, что план по показателю i не выполняется и необхо-

димо проведение каких-либо мероприятий, направленных на увеличение данного показателя. Так, если не выполняется план по прибыли, то каким-либо способом можно снизить себестоимость или увеличить объем производства и получить дополнительную прибыль за счет экономии условно-постоянных расходов. Отметим, что отклонения ε можно определять различными способами. Например, все показатели можно рассчитывать нарастающим итогом с начала квартала, года.

После определения отклонений ε формируется множество специальных мероприятий, характеризующихся матрицей E и определяющих направление улучшений значений управляемых показателей в последующие моменты. Каждое мероприятие (строка матрицы E) есть вектор $e = (e', e'')$, где e' — вектор изменения значений показателей при проведении данного мероприятия, e'' — затраты (со знаком минус) ресурсов всех видов, необходимых для реализации мероприятия. Выходным результатом каждого мероприятия являются управляющие воздействия на другие блоки модели. К таким воздействиям могут относиться: сигналы об увеличении какого-либо отдельного продукта или группы продуктов, изменение приоритета производственных способов, включение в план ОТМ блока подготовки производства дополнительных мероприятий, регулирующих деятельность предприятия, и упорядочение всех организационно-технических мероприятий.

Процесс генерирования специальных управляющих мероприятий отражает действия реального субъекта управления, уровень его подготовки и квалификацию. В описываемом варианте модели подобный процесс не рассматривается, а множество мероприятий считается заданным с помощью матрицы E , которая содержится в исходной информации.

Задача управления в каждый момент заключается в следующем: необходимо из заданного набора управляющих мероприятий выбрать такие, проведение которых позволяет ликвидировать отклонения от плана по управляемым показателям в последующие моменты. Таким образом, искомый набор мероприятий должен удовлетворять соотношениям $E_j \rightarrow (\xi, \eta)$, где ξ — вектор интенсивностей использования мероприятий, η — вектор ресурсов всех видов, выделяемых на проведение управляющих мероприятий.

Решение данной задачи зависит от выбранной целевой функ-

ции предприятия, выступающей в качестве параметра модели. Так, если считается, что предприятие стремится в ходе своей деятельности максимизировать прибыль, то к рассмотрению в первую очередь принимаются мероприятия, дающие наибольшую прибыль. С другой стороны, если предприятие ищет способ выполнения плана, максимизирующий фонд поощрения, то все мероприятия упорядочиваются по их вкладу (за счет изменения фондообразующих показателей) в этот фонд. Варьирование целевой функции в задаче управления позволяет исследовать и сравнивать различные способы принятия решений на предприятии.

В целом предлагаемая модель может выступать в качестве инструмента экономического анализа и проведения экономических экспериментов.

ЛИТЕРАТУРА

1. КЛИМОВ А.Н., ОЛЕНЕВ И.Д., СОКОЛИЦЫН С.А. Организация и планирование производства на машиностроительном заводе. Л., "Машиностроение", 1973.
2. ТЕПЛОВ Г.В. Теория и практика планирования на промышленном предприятии. М., "Экономика", 1970.
3. МАКАРОВ В.Л., ТИТОВ В.В., ШЕЙХЕТОВ Б.М. Модель формирования производственной программы промышленного предприятия. - В кн.: Оптимизация. Вып. 7(24). Новосибирск, 1972, с. 61-70.
4. МАКАРОВ В.Л., ПЕРМИНОВ С.Б. О некоторых аспектах моделирования процесса выполнения плана. - "Экономика и мат. методы", т.14, вып. 2, 1978, с. 235-247.

Поступила в ред.-изд. отд.
14.XII.1977 г.