

Методология моделирования процессов планирования и управления экономикой предприятия

© 2017 Суменков Михаил Сергеевич
доктор экономических наук, профессор
© 2017 Суменков Сергей Михайлович
кандидат экономических наук, доцент
Уральский государственный юридический университет
620137, г. Екатеринбург, ул. Комсомольская, д. 21
© 2017 Новикова Наталья Юрьевна
Уральский государственный экономический университет
620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 62
E-mail: ssm0001@yandex.ru, novikova_ny@mail.ru

Рассмотрены методологические аспекты моделирования процессов планирования и управления экономикой предприятия по выпуску готовой продукции, включающего в себя несколько частично финансово независимых структурных подразделений, занимающихся приобретением, переработкой и доставкой готовой продукции в пункты реализации. Обоснован выбор направления организации иерархии, дано описание выделенных подсистем управления по каждому уровню с учетом взаимосвязей подсистем как в вертикальном, так и в горизонтальном (для подсистем одного уровня) направлении. Приведена экономико-математическая модель оптимизации экономического плана предприятия с построением двойственной модели задачи, и описано содержание экономико-математического анализа.

Ключевые слова: моделирование, экономико-математическая модель, двойственная модель, иерархия, управление, планирование.

Комплексный анализ особенностей конкретных предприятий, существующих систем управления и задач функционирования предприятий в современных рыночных условиях показал целесообразность использования следующих двух направлений образования уровней иерархии и выделения локальных подсистем в системе управления предприятием:

- 1) административная подчиненность;
- 2) временной фактор, т. е. глубина временного охвата решаемых задач.

В соответствии с выбранными двумя направлениями организации уровней иерархии можно выделить следующие уровни.

По первому направлению в соответствии с административной подчиненностью выделяются:

- 1) предприятие в целом;
- 2) отдельные структурные подразделения, входящие в состав предприятия и имеющие финансовую самостоятельность;
- 3) основные подразделения финансово независимых предприятий (цеха, отделы, службы);
- 4) участки, производственные, технологические линии;
- 5) агрегаты и станки.

Приведенная в статье¹ имитационная модель принятия решений используется при образовании уровней иерархии и выделении локальных

подсистем в системе управления предприятием, когда доминирует административная подчиненность.

По второму направлению - временному фактору выделяются следующие уровни:

- 1) перспективной оценки на срок от 3 до 5 лет с годовой разбивкой;
- 2) внутригодичное управление с квартальной и месячной разбивкой;
- 3) внутримесячное управление с недельно-суточной разбивкой;
- 4) внутрисуточное (сменное) управление.

Композиция указанных двух факторов (временного и административной подчиненности) позволяет разбить все многообразие задач управления на структурные блоки (подсистемы), из которых вместе с их взаимосвязями формируется система управления. Понятно, что некоторые структурные блоки могут быть незаполненными. Так, для годового уровня нецелесообразно формировать управляющие воздействия агрегатов или станков.

Понятно, что нельзя придумать универсальную схему расстановки приоритетов при формировании тех или иных структур системы управления на предприятиях. Следует в этом случае исходить из особенностей функционирования этих предприятий. Для одних из них вре-

менное направление иерархии является наиболее существенным, для другого доминирующим выступает направление административной подчиненности.

Для предприятий, у которых основным направлением построения структуры иерархической системы управления служит временной фактор, целесообразна следующая иерархия.

На первом уровне решаются, в первую очередь, задачи прогнозирования спроса населения на различные виды выпускаемой продукции с учетом меняющейся структуры населения, роста доходов, темпов инфляции. Строятся прогнозные оценки возможностей приобретения сырья на внешнем или внутреннем (местном) рынках, а также цены на это сырье. Осуществляется сравнительная оценка возможностей рынков сырья, перерабатывающих мощностей и спроса населения, осуществляется согласование этих показателей в перспективе.

На втором уровне (годовое и внутригодовое управление) основной упор делается на выявление и учет сезонных колебаний основных показателей, определяющих качество функционирования предприятия. С учетом этих и аналогичных прогнозных показателей разрабатываются экономико-математические модели распределения производства выпускаемой продукции по предприятиям акционерного общества (ОАО) с учетом их производственных особенностей, а также выбираются поставщики сырья для каждого из предприятий.

На третьем уровне формируются месячные задания с суточной разбивкой для каждого из предприятий, уточняются ежесуточные объемы поставок сырья, графики отгрузки готовой продукции.

На четвертом (внутрисуточном) уровне упор делается на выработку управляющих воздействий по оптимизации работы поточных (технологических) линий, определения оптимальных размеров партий продукции с минимальной переналадкой оборудования, т. е. основная задача - обобщенная задача внутрисменного управления.

После построения всей иерархической системы управления предприятием важно выделить ключевые звенья данной системы, от функционирования которых существенно зависит работа всей системы. Эти подсистемы являются ядром всей системы, и на их разработку следует обратить особое внимание.

На уровне Общества в целом целесообразно выделить следующие две подсистемы:

1) прогнозирование основных технико-экономических показателей, предопределяющих экономическую и производственную деятельность

предприятия, таких как суммарный спрос на каждый из выделенных видов продукции, цена поставок сырья и других ресурсов (вода, электроэнергия и др.), стоимость доставки сырья и, если в этом есть необходимость, общие показатели (темпы инфляции, курс валюты и др.);

2) задача внутригодового планирования и управления экономической деятельностью предприятия с месячной разбивкой. При решении этой задачи должны быть даны ответы на следующие основные вопросы:

- распределение по срокам и объектам (структурным подразделениям) имеющихся финансовых ресурсов;
- прикрепление предприятий к поставщикам;
- объемы переработки каждого вида продукции на каждом из предприятий;
- ориентировочная оценка результатов экономической и производственной деятельности каждого из предприятий;
- суммарная оценка экономической деятельности в целом.

Ясно, что для решения перечисленных задач недостаточно построить экономико-математические модели, предложить алгоритмы их решения - необходимо разработать методики активного участия ЛПР как в целом предприятия, так и на уровне всех подразделений. Необходимо в полной мере учитывать тот факт, что структурные подразделения в рамках ОАО имеют определенную экономическую самостоятельность, которая выражается в том, что предприятия сами решают, как им распорядиться представляемыми ресурсами.

На втором уровне, когда каждое предприятие - производитель конечной продукции рассматривается как фактически экономически независимый объект со своими приоритетами, можно выделить следующие локальные подсистемы выработки управляющих решений (для каждого предприятия в отдельности):

- 1) подсистема внутригодового уровня планирования и управления предприятием;
- 2) подсистема внутриквартального уровня управления предприятием.

В первой подсистеме на основе конкретных технико-экономических данных о экономических и производственных возможностях предприятия происходит конкретизация тех управляющих заданий по функционированию предприятия, которые получены на первом уровне выработки управляющих решений и которые выступают как обязательные к выполнению для данного предприятия.

При построении экономико-математической модели данной подсистемы должны в полной

мере учитываться горизонтальные связи с аналогичными подсистемами данного уровня, относящимися к другим предприятиям. Согласование должно идти не только по объемам взаимных поставок, но и по срокам их реализации.

Приведем общее описание построения экономико-математической модели оптимизации экономического плана предприятия, где доминирующим направлением является временной фактор, на примере молокоперерабатывающего ОАО, включающего в себя несколько финансово независимых предприятий, занимающихся приобретением, переработкой и доставкой молочной продукции в пункты реализации.

Для формирования математической модели введем следующие переменные (неизвестные) и коэффициенты:

x_i ($i = 1, 2, \dots, h$) - объем закупки сырого молока у i -го поставщика;

y_{jk} ($j = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, \dots, l$) - объем поставки предприятием k -го вида продукции j -му потребителю;

z_{jk} ($j = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, \dots, l$) - цена реализации единицы k -го вида продукции j -му потребителю;

a_k ($k = 1, 2, \dots, l$) - количество сырого молока, необходимого для производства единицы k -го вида продукции;

β_k ($k = 1, 2, \dots, l$) - количество обраты, идущего (если $\beta_k > 0$) на производство единицы (1 т) k -го вида продукции или вырабатываемого (если $\beta_k < 0$) при производстве единицы (1 т) k -го вида продукции;

P_0 - наибольший возможный объем переработки сырого молока предприятием;

P_i ($i = 1, 2, \dots, h$) - наибольший возможный объем закупки сырого молока у i -го поставщика;

Q_{jk} ($j = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, \dots, l$) - наибольший возможный объем поставки предприятием k -го вида продукции j -му потребителю;

C_i ($i = 1, 2, \dots, h$) - закупочная цена единицы сырого молока у i -го поставщика;

d_k ($k = 1, 2, \dots, l$) - себестоимость производства единицы k -го вида продукции на предприятии;

α_{jk}, b_{jk} ($j = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, \dots, l$) - соответственно, наименьшая и наибольшая предложенная цена реализации k -го вида продукции j -му потребителю.

Введенные выше неизвестные x_i, y_{jk} и z_{jk} , характеризующие объемы производства и реализации продукции, должны удовлетворять следующим экономико-технологическим ограничениям:

$$0 \leq x_i \leq P_i \quad (i = 1, 2, \dots, h) \quad (1)$$

• ограничения по возможным закупкам сырого молока у поставщиков;

$$0 \leq y_{jk} \leq Q_{jk} \quad (j = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, \dots, l) \quad (2)$$

• ограничения по возможному объему поставок готовой продукции потребителям;

$$\alpha_{jk} \leq z_{jk} \leq b_{jk} \quad (j = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, \dots, l) \quad (3)$$

• ограничения на возможные цены реализации единицы готовой продукции потребителям;

$$\sum_{i=1}^h z_i \leq P_0 \quad (4)$$

• ограничение на общий суммарный объем поставки сырого молока, связанный с ограничением на мощность предприятия по переработке сырого молока;

$$\sum_{j,k=1}^{m,l} a_k y_{jk} \leq \sum_{i=1}^h x_i \quad (5)$$

• технологическое ограничение, связывающее необходимый объем сырого молока на производство всей продукции с общим объемом его поставки;

$$\sum_{j,k=1}^{m,l} \beta_k y_{jk} \leq 0 \quad (6)$$

• технологическое ограничение, связывающее общий объем обраты, необходимого на производство всей продукции, с общим объемом его выработки при производстве других видов продукции.

Требуется найти такие значения неизвестных x_i, y_{jk}, z_{jk} ($i = 1, 2, \dots, h; j = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, \dots, l$), удовлетворяющих ограничениям (1-6), при которых прибыль от производства и реализации продукции, выраженная функцией

$$F(x, y, z) = \sum_{j,k=1}^{m,l} z_{jk} y_{jk} - \sum_{j,k=1}^{m,l} d_k y_{jk} - \sum_{i=1}^h c_i x_i,$$

получается наибольшей, т.е. требуется найти

$$\max \left\{ \sum_{j,k=1}^{m,l} z_{jk} y_{jk} - \sum_{j,k=1}^{m,l} d_k y_{jk} - \sum_{i=1}^h c_i x_i \right\} \quad (7)$$

Рассматриваемая задача, обозначенная для сокращения (P), определяемая ограничениями (1-6) и целевой функцией (7), относится к задаче билинейного программирования и носит многоэкстремальный характер. Последнее свойство определяет достаточную сложность решения задач данного класса.

Построение двойственной модели задачи:

Для экономико-математического анализа решения задачи (P) большую роль играет двойственная ей задача, которую обозначим (P^*).

Двойственную постановку (P^*) получим, используя подход Лагранжа. Для этого введем в рассмотрение функцию Лагранжа

$$Z(x, y, z, u, v, t, \tau, \beta w) = \sum_{j,k=1}^{m,l} z_{jk} y_{jk} - \sum_{j,k=1}^{m,l} d_k y_{jk} -$$

$$- \sum_{i=1}^h c_i x_i - \sum_i u_i (x_i - p_i) - \sum_{j,k=1}^{m,l} V_{jk} (y_{jk} - Q_{jk}) -$$

$$- \sum_{j,k=1}^{m,l} t_{jk} (z_{jk} - b_{jk}) + \sum_{j,k=1}^{m,l} \varepsilon_{jk} (z_{jk} - \alpha_{jk}) -$$

$$- w_1 \left(\sum_{i=1}^h x_i - P_0 \right) - w_2 \left(\sum_{j,k=1}^{m,l} \alpha_k y_{jk} - \sum_{i=1}^h x_i \right) - w_3 \sum_{j,k=1}^{m,l} \beta_k y_{jk},$$

где $x_i \geq 0, y_{jk} \geq 0, z_{jk} \geq 0, u_i \geq 0, v_{jk} \geq 0, t_{jk} \geq 0,$
 $\tau_{jk} \geq 0, w_1 \geq 0, w_2 \geq 0, w_3 \geq 0, (i = 1, 2, \dots, h;$
 $j = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, \dots, l).$

Тогда исходная задача (P) получается как решение задачи

$$\max_{(x, y, z)} \quad \min_{(u, v, t, \tau, w)} \quad Z(x, y, z, u, v, t, \tau, w).$$

Двойственная задача (P*) получается из предыдущей как решение задачи

$$\min_{(u, v, t, \tau, w)} \quad \max_{(x, y, z)} \quad Z(x, y, z, u, v, t, \tau, w),$$

т.е. как задача следующего вида:
найти

$$\min \left\{ \sum_{i=1}^n p_c u_c + \sum_{j,k=1}^{m,l} Q_{jk} V_{jk} + \sum_{j,k=1}^{m,l} b_{jk} t_{jk} - \right.$$

$$\left. - \sum_{j,k=1}^{m,l} a_{jk} \tau_{jk} + p_0 w_1 - \sum_{j,k=1}^{m,l} z_{jk} y_{jk} \right\}$$

при ограничениях на неизвестные

$$-u_i - w_1 + w_2 \leq C_i \quad (i = 1, 2, \dots, 4), \quad (8)$$

$$Z_{jk} - V_{jk} - \alpha_k W_2 - \beta_k W_3 \leq d_k$$

$$(j = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, \dots, l), \quad (9)$$

$$y_{jk} - t_{jk} + \tau_{jk} \leq 0$$

$$(j = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, \dots, l), \quad (10)$$

$$U_i \geq 0, V_{jk} \geq 0, t_{jk} \geq 0, \tau_{jk} \geq 0, Z_{jk} \geq 0,$$

$$y_{jk} \geq 0, w_1 \geq 0, w_2 \geq 0, w_3 \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n;$$

$$j = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, \dots, l) \quad (11)$$

Неизвестная U_i - двойственная переменная, соответствующая ограничению $x_i \leq P_i$; неизвестная V_{jk} - двойственная переменная, соответствующая ограничению $y_{jk} \leq Q_{jk}$; неизвестная t_{jk} - двой-

ственная переменная, отвечающая ограничению $z_{jk} \geq b_{jk}$; неизвестная τ_{jk} - двойственная переменная, отвечающая ограничению $a_{jk} \leq z_{jk}$; неизвестные w_1, w_2 и w_3 - двойственные переменные, отвечающие в задаче (P) ограничениям (4), (5), (6).

Если $\tilde{x}, \tilde{y}, \tilde{z}$ и $\tilde{u}, \tilde{v}, \tilde{t}, \tilde{\tau}, \tilde{y}, \tilde{w}$ - оптимальные решения задач (P) и (P*), то они связаны соотношениями двойственности:

$$y' = \mathcal{C}, z' = \mathcal{Z},$$

$$\mathcal{U}(x_i - P_i) = 0, (i \in 1, n),$$

$$\omega_{jk} (y'_{jk} - \tilde{Q}_{jk}) = 0, (j \in 1, m; k \in 1, l),$$

$$t'_{jk} (z'_{jk} - b_{jk}) = 0, (j \in 1, m; k \in 1, l),$$

$$\tau_{jk} (z'_{jk} - \alpha'_{jk}) = 0, (j \in 1, m; k \in 1, l),$$

$$\omega_1 \left(\sum_{i=1}^n x_i - P_0 \right),$$

$$\omega_2 \left(\sum_{j,k=1}^{m,l} \alpha'_k y'_{jk} - \sum_{i=1}^n x_i \right) = 0,$$

$$\omega_3 \left(\sum_{j,k=1}^{m,l} \beta_k y'_{jk} \right) = 0,$$

$$x_i (-\mathcal{U}_i - \omega_1 + \omega_2 - c_1) = 0, (i \in 1, n),$$

$$y'_{jk} (z'_{jk} - v_{jk} - \alpha'_k \omega_2 - \beta_k \omega_3 - d_k) = 0, (j \in 1, m; k \in 1, l),$$

$$z'_{jk} (y'_{jk} - t_{jk} + \tau_{jk}) = 0, (j \in 1, m; k \in 1, l) -$$

и значения целевых функций задач (P) и (P*) совпадают.

Применение аппарата двойственности при решении различного рода плановых задач имеет большое значение, поскольку при этом получают двойственные оценки, которые гарантируют рентабельность оптимального плана (равенство общей оценки продукции и ресурсов) и обуславливают убыточность всякого другого плана. В связи с многообразием свойств двойственных оценок можно сделать вывод о том, что их необходимо рассматривать как неотъемлемые и важные характеристики оптимального плана. Отсюда вытекает вопрос об экономической интерпретации двойственных оценок при решении плановых задач, которая имеет большое значение при проведении экономико-математического анализа.

В качестве вывода определим вопросы, которые можно анализировать и рассматривать с помощью экономико-математического анализа:

1. Задание погрешностей исходных данных.
2. Выделение множества планов, близких к оптимальному, и сравнение полученного множества планов с уже имеющимся производственным планом.

3. Оптимальные планы при различных показателях эффективности.

4. Корректировка оптимального плана.

5. Изменение оптимального плана с учетом динамики развития изучаемой системы, эффективность изменения отдельных условий.

6. Формулировка основных выводов, выработка экспертных оценок и рекомендаций.

7. Установление пропорций взаимозаменяемости производственных факторов.

8. Исследование экономической эффективности изменения отдельных условий (изменение объемов производственных факторов):

а) отдельных видов продукции (потребностей) при условии их взаимозаменяемости;

б) отдельных видов ресурсов;

в) отдельных способов производства;

г) размеров капитальных вложений;

д) показателей эффективности.

9. Учет расширения или сужения множества ограничений, возможности использования множества ресурсов и внутренних резервов.

10. Пути практической реализации оптимального плана.

¹ Суменков М.С., Суменков С.М., Новикова Н.Ю. Имитационная модель принятия решений и оценка экономической деятельности предприятия // Экономические науки. 2012. □ 3. С. 100-104.

Поступила в редакцию 06.08.2017 г.