

УДК 330.115:62—50.

Ю. Т. МОВСЕСЯН, М. М. БУНИАТЯН

ПРОГНОЗНАЯ МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ АРМЯНСКОЙ ССР

Предлагается практически реализуемая экономико-математическая модель прогноза развития народного хозяйства союзной республики, для решения которой разработан специальный метод модифицированного опорного плана. Преимущества метода в простоте вычислительного алгоритма и отсутствии необходимости хранить в памяти ЭВМ большого объема исходной информации. Полученные на основе решения модели результаты могут служить ориентиром для разработки детализированного народнохозяйственного плана союзной республики.

Рассматривается модель развития экономики союзной республики без областного деления, описанная в [1]. Для формальной записи модели предварительно вводятся следующие обозначения. Пусть народное хозяйство республики состоит из N отраслей, нумерация которых упорядочена следующим образом: отрасли первой группы имеют номера $i = 1, 2, \dots, n_1$, отрасли второй группы — номера $i = n_1 + 1, \dots, n_2$, а отрасли третьей группы — $i = n_2 + 1, \dots, N$. Обозначим через x_{it} — валовый выпуск продукции отрасли i в году t ; $\underline{\delta}_{it}$, $\bar{\delta}_{it}$ — соответственно нижний и верхний темпы роста отрасли i в году t ; P_t — трудовые ресурсы региона, используемые в сфере материального производства минус потребность в трудовых ресурсах первой группы отраслей в году t ; c_{it} — удельная трудоемкость производства отрасли i в году t ; b_{it} — суммарная потребность в продукции отрасли i в году t первой группы отраслей плюс потребности в конечной продукции; a_{ij}^t — удельные затраты продукции отрасли i в производстве отрасли j в году t ; R_t^μ — общий объем природного ресурса вида μ , который может быть использован в народном хозяйстве региона в году t ; r_{it}^μ — удельные затраты природного ресурса вида μ в производстве отрасли i в году t ; K_t — общий объем капиталовложений в народное хозяйство республики в году t (без капиталовложений в отрасли первой группы); k_{it} — капиталоемкость отрасли i в году t ; T — горизонт планирования.

В принятых обозначениях ограничения модели запишутся следующим образом:

$$\underline{\delta}_{it} \leq \frac{x_{it} - x_{it-1}}{x_{it-1}} \leq \bar{\delta}_{it}, \quad \begin{matrix} i = n_1 + 1, \dots, n_2 \\ t = 1, \dots, T; \end{matrix} \quad (1)$$

$$\sum_{i=n_1+1}^N x_{it} \cdot c_{it} \leq P_t, \quad t = 1, \dots, T; \quad (2)$$

$$\sum_{i=n_1+1}^N x_{it} \cdot k_{it} \leq K_t, \quad t=1, \dots, T; \quad (3)$$

$$x_{it} - \sum_{j=n_1+1}^N \alpha_{ij}^t \cdot x_{jt} = b_{it}, \quad \begin{matrix} i=n_2+1, \dots, N, \\ t=1, \dots, T; \end{matrix} \quad (4)$$

$$\sum_{i=n_1+1}^N x_{it} \cdot r_{it}^\mu \leq R_t^\mu, \quad \begin{matrix} \mu=1, \dots, M, \\ t=1, \dots, T. \end{matrix} \quad (5)$$

Целевая функция задачи может быть представлена в следующем виде:

$$\sum_{t=1}^T Q_t \cdot \sum_{i=n_1+1}^N x_{it} \rightarrow \max, \quad (6)$$

где Q_t —коэффициент дисконтирования и определяется по формуле $Q_t = (1 + E_n)^{-t}$, где E_n —нормативный коэффициент эффективности капиталовложений.

Целесообразность использования данной модели при прогнозировании развития народного хозяйства союзных республик без областного деления на длительную и среднесрочную перспективу показана в [1].

Однако, как справедливо указано в [1], описанная модель имеет прогнозное значение в практике регионального планирования. Полученные из этой модели результаты могут служить лишь ориентиром при дальнейшей разработке детализованного плана. Мы попытаемся рассмотреть ее как задачу планирования на среднесрочный или долгосрочный период и будем решать ее в несколько этапов.

Предположим, что народное хозяйство республики в году t описывается вектором $(\bar{x}_t) = (x_{1t}, \dots, x_{Nt})$, где x_{it} —показывает количественное состояние отрасли i в году t . Вектор (\bar{x}_t) будем называть вектором состояния. Начальное количественное состояние экономики республики описывается вектором $(\bar{x}_0) = (x_{10}, \dots, x_{N0})$ и задается заранее. На начальном этапе планирования путем решения оптимизационной задачи (1)–(6) определяются перспективные планы развития отраслей народного хозяйства на последний год планируемого периода, т. е. определяется вектор $(\bar{x}_T) = (x_{1T}, \dots, x_{NT})$. Сформулируем задачу (1)–(6):

$$x_{i0} \cdot \Delta_i \leq x_{iT} \leq \bar{\Delta}_i \cdot x_{i0}, \quad i=n_1+1, \dots, n_2, \quad (1')$$

$$\text{где } \underline{\Delta}_i = \prod_{t=1}^T \delta_{i,t}, \quad \bar{\Delta}_i = \prod_{t=1}^T \bar{\delta}_{i,t};$$

$$\sum_{i=n_1+1}^N x_{iT} \cdot c_{iT} \leq P_T; \quad (2')$$

$$\sum_{i=n_1+1}^N x_{iT} \cdot k_{iT} \leq K_T; \quad (3')$$

$$x_{iT} - \sum_{j=n_1+1}^N \alpha_{ij}^T \cdot x_{jT} = b_{iT}, \quad i=n_2+1, \dots, N; \quad (4')$$

$$\sum_{i=n_1+1}^N x_{iT} \cdot r_{iT}^\mu \leq R_T^\mu, \quad \mu=1, \dots, M; \quad (5')$$

$$Q_T \cdot \sum_{i=n_T+1}^N x_{iT} \rightarrow \max. \quad (6)'$$

Решая задачу линейного программирования (1)'—(6)', мы определяем перспективный план развития отраслей народного хозяйства на последний год периода длительного планирования $(\bar{x}_T) = (x_{1T}, \dots, x_{NT})$, где компонента i вектора (\bar{x}_T) показывает планируемое количественное состояние отрасли i . На следующем этапе планирования развития экономики ставится задача: перевести экономику республики из начального состояния $(\bar{x}_0) = (x_{10}, \dots, x_{N0})$ в планируемое конечное состояние $(\bar{x}_T) = (x_{1T}, \dots, x_{NT})$ при условии, что ежегодно на развитие отраслей народного хозяйства республики выделяется определенное количество K_t капиталовложений ($t=1, \dots, T$).

Одним из планов развития, переводящим отрасли из начального состояния в планируемое, является опорный план распределения капитальных вложений, рассмотренный в работе [2]. Рассмотрим некоторую его модификацию применительно к нашей задаче.

Для того чтобы отрасль i могла из состояния x_{i0} перейти в состояние x_{iT} , нужно, чтобы в каждом году t периода планирования для нее выделялась сумма капитальных вложений, равная

$$OK_{it} = \frac{k_{it}(x_{iT} - x_{i0})}{\sum_{j=1}^N k_{jt} \cdot (x_{jT} - x_{j0})} \cdot K_t, \quad (7)$$

где $k_{it} \cdot (x_{iT} - x_{i0})$ показывает сумму капитальных вложений, необходимых для перевода отрасли i из начального состояния x_{i0} в конечное

x_{iT} в году t ; $\sum_{j=1}^N k_{jt} (x_{jT} - x_{j0})$ показывает сумму капитальных вложений,

необходимых для перевода всех отраслей народного хозяйства из начального состояния (\bar{x}_0) в конечное (\bar{x}_T) в году t . Тогда дробь, стоящая в (7) при величине K_t , показывает долю капитальных вложений, необходимую для развития отрасли i . Таким образом, величина OK_{it} показывает величину капиталовложений в отрасль i в году t . Пусть развитие отраслей в каждый год ($t=1, \dots, T$) происходит пропорционально вкладываемым капитальным вложениям, т. е. если ΔOK_{it+1} —прирост капиталовложений в отрасль i в году $(t+1)$, то прирост продукции будет равен

$$\Delta x_{it+1} = x_{it+1} - x_{it} = \frac{1}{k_{it+1}} \cdot \Delta OK_{it+1}.$$

Таким образом, если нам известно состояние x_{it} отрасли i в году t , то ее состояние в году $(t+1)$ определяется по формуле

$$x_{it+1} = x_{it} + \frac{1}{k_{it+1}} \cdot \Delta OK_{it+1}, \quad i=1, \dots, N, \quad (8)$$

где ΔOK_{it+1} определяется по формуле

$$\Delta OK_{it+1} = \frac{k_{it+1} \cdot (x_{it} - x_{i0})}{\sum_{j=1}^N k_{jt+1} \cdot (x_{jT} - x_{j0})} \cdot \Delta K_{t+1}, \quad (9)$$

План распределения капиталовложений, определяемый по формуле (9), называется опорным планом [2].

В этой формуле величину ΔK_t будем определять исходя из следующих соображений. В результате изменения технологии производства прирост капиталовложений в году t не может вычисляться как обычная разница между величинами капиталовложений в годах t и $t-1$, а должен учитывать также изменение капиталоемкости. С учетом этого ΔK_t будем вычислять по формуле

$$\Delta K_t = K_t - K_{t-1} - \sum_{j=1}^N (k_{jt} \cdot x_{jt-1} - k_{j,t-1} \cdot x_{jt-1}). \quad (10)$$

План распределения капитальных вложений, найденный по формулам (9) и (10), мы будем называть модифицированным опорным планом (МОП). Очевидно, что план, найденный по формулам (9) и (10), входит во множество всех допустимых планов распределения капитальных вложений и к тому же он не является единственным планом, приводящим все отрасли народного хозяйства к определенным на начальном этапе планирования конечным состояниям одновременно.

Принимая момент времени t за начальный, формулу (8) можно видоизменить в (11):

$$x_{it+1} = x_{it} + \frac{x_{it} - x_{it}}{\sum_{j=1}^N k_{jt+1} (x_{jt} - x_{jt})} \cdot \Delta K_{t+1}, \quad i=1, \dots, N. \quad (11)$$

Формула (11) более удобна для практического применения, поскольку она базируется на текущем состоянии x_{it} и, следовательно, автоматически учитывает такие факторы, как невыполнение или перевыполнение планов предыдущих годов по отдельным отраслям.

Предположим, что в задаче (1)–(6) показатели трудовых ресурсов, конечной продукции, а также материальных ресурсов (в том числе и капитальных вложений) изменяются линейно, что является безусловно упрощением. Можно показать, что при таком предположении ограничения (2)–(5) будут выполняться для каждого года планируемого периода (т. к. они выполняются для базового и конечного состояний), если план выпуска продукции на каждый год планируемого периода будет определяться по формуле (11), а величины ΔK_{t+1} — по формуле (10). Однако ограничения (1) могут не выполняться для некоторых значений i и t . Чтобы избежать этого, разработан специальный подход, суть которого заключается в последовательной корректировке плана на последний год с дальнейшим нахождением нового плана выпуска продукции по годам планируемого периода.

Применение модифицированного плана, во-первых, гарантирует либо одновременное достижение всех отраслей конечного состояния (\bar{x}_T), либо их равномерное отставание от плана; во-вторых, позволяет сглаживать диспропорции в развитии отраслей с выделением отстающим отраслям большей доли капитальных вложений (это видно из формул (7) и (9)); в третьих, само существование МОП гарантирует существование, по крайней мере, одного плана развития экономики, удовлетворяющего условиям (1)–(5), и позволяет ставить задачу нахождения оптимального плана развития. Таким образом, МОП гарантирует «хорошее» распределение капитальных вложений по отраслям народного хозяйства для достижения конечного состояния, одновременно сглаживая диспропорции в развитии отраслей.

Предложенный выше метод планирования экономики на длительный период предполагает последующую корректировку найденного плана. Пусть в развитии отраслей народного хозяйства в году t_0 произошло

отклонение от намеченного плана (\bar{x}_{t_0}) и нам известно состояние экономики в году $t_0 - (\bar{x}_{t_0})'$. Возвращаясь к начальному этапу планирования, определяем новый план (x_T), на последний год периода планирования, принимая за начальный план (\bar{x}_{t_0})'. Затем, используя модифицированный опорный план распределения капиталовложений, находим планы развития отраслей на каждый год периода планирования.

Преимущества такого поэтапного планирования экономики на длительный период заключаются, во-первых, в отсутствии необходимости хранить в памяти машины матрицу ограничений (1) — (6); во-вторых, при определении плана выпуска на каждый год нет необходимости проверять принадлежность плана допустимому множеству, и, в-третьих, рекуррентная формула, по которой предлагается рассчитывать план выпуска, достаточно проста и не требует большого объема памяти и времени машины, а также позволяет при расчете плана выпуска продукции ликвидировать диспропорции между отраслями народного хозяйства республики.

*Кафедра математического
моделирования экономики*

Поступила 20.11.1987

ЛИТЕРАТУРА

1. Мовсесян Ю. Т. Проблемы оптимизации плановых решений в экономических регионах. Ер.: Айастан, 1986.
2. Зубов В. И., Петросян Л. А. Задача распределения капиталовложений. Л.: Изд-во ЛГУ, 1971.

Ա մ փ ո փ ու մ

Հողվածում առաջարկվում է միութենական հանրապետության ժողովրդական տնտեսության զարգացման մոդել: Մոդելում հանրապետության ժողտնտեսության ճյուղերը տրոհված են երեք խմբի: Առաջին խումբը ընդգրկում է այն ճյուղերը, որոնց արտադրանքի պահանջարկը երկրում սահմանափակ չէ, երկրորդը՝ որոնց զարգացման տեմպերը հանրապետությունում որոշվում են էքսպերտ հաստատվող վերին և ներքին սահմաններով, երրորդը՝ որոնց զարգացումը հիմնականում պայմանավորված է հանրապետության ժողտնտեսության մնացած ճյուղերի պահանջմունքներով:

Մոդելի այսպիսի դրվածքը թույլ է տալիս հանրապետության ժողտնտեսության զարգացման տեմպերի և համամասնությունների որոշման ժամանակ խուսափել մինչև ճյուղային բալանսի մատրիցի որոշ ցուցանիշների կանխատեսման անհրաժեշտությունից, որը անհուսալի է երկարաժամկետ հեռանկարի համար:

Մոդելի լուծման համար առաջարկվում է հենման պլանի մոդիֆիկացված մեթոդ, որը թույլ է տալիս հարթեցնել առանձին ճյուղերի համակարգի զարգացումը համատեղ օպտիմիզացիայի դեպքում:

Մոդելը և նրա լուծման առաջարկված մեթոդը իրացվում են ժամանակակից էՀՄ-ներով:

SUMMARY

A practically realized economic mathematical model for the prognosis of national economic development of the union republic is suggested. For the solution of this model a special method of the supported plan is elaborated. The advantages of the method are in the simplicity of the calculating algorithm and in the absence of the necessity to keep the initial information in the large-volume memory of ECM. The results obtained by the solution of the model can serve as an orientation for the elaboration of a detailed national economic plan of the union republic.