

## МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГПУ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК «БЕЛОВЕЖСКАЯ ПУЩА»

**Бамбиза Н. Н.**

*директор Государственного природоохранного учреждения  
«Национальный парк «Беловежская пуца»*

**Манжинский С. А.**

*кандидат экономических наук  
Белорусский государственный технологический университет*

Разработка и реализация системы управления развитием предприятиями, отраслями, комплексами является важнейшим фактором и условием повышения эффективности их деятельности.

Одним из наиболее перспективных направлений при решении задачи совершенствования управления развитием является применение методов экономико-математического моделирования, позволяющих количественно описать существующие в объекте исследования взаимосвязи и выработать обоснованные управленческие решения. Данные методы являются эффективными инструментами при анализе и прогнозе экономических процессов на кратко-, и в особенности на средне- и долгосрочную перспективу и могут служить основой для обоснования стратегии и тактики развития.

Особое значение при обосновании и выборе оптимальных направлений развития (при определении наиболее эффективного решения из множества допустимых) играют оптимизационные методы и модели. Одним из подходов применения таких методов при изучении производственно-хозяйственных систем является динамическая экономико-математическая модель развития Шелла [1].

Данная модель относится к классу закрытых макроэкономических моделей, описывающих взаимосвязи между такими экономическими показателями как совокупный выпуск, трудовые ресурсы, суммарные объемы инвестиций, сбережений и потребления. В модели предполагается экспоненциальное выбытие основных фондов, постоянный и экзогенно задаваемый темп прироста трудовых ресурсов, отсутствие лагов капитальных вложений. Оптимальное развитие экономики, т.е. наилучшие соотношения между инвестициями и потреблением, в этой модели понимается в смысле достижения максимального среднедушевого потребления на конечном временном промежутке с сохранением некоторого производственного потенциала. Выпуск моделируется с помощью производственной функции.

Несмотря на свою наглядность, практическое использование модели Шелла в исходном виде для изучения отдельного производственно-хозяйственного комплекса не представляется возможным, прежде всего, в связи со следующими причинами:

- макроэкономическим характером модели, что выражается рассмотрением распределения ВВП по методу конечного использования, тогда как структура ВВП (валовой добавленной стоимости) на уровне отрасли определяется в процессе ее первичного распределения;
- «закрытостью» модели, т.е. рассмотрение экономической системы без учета факторов внешней среды;
- отсутствием учета лагов капитальных вложений;

– наличием в производственной функции параметра НТП, предполагающего непрерывный экспоненциальный рост объемов выпуска за счет фактора НТП, что не позволяет учитывать цикличность процессов развития НТП во времени;

– отсутствием учета экологического фактора;

– постоянством ряда переменных во времени (например, доли материальных затрат в выпуске), что не соответствует реально протекающим процессам.

Как видно из представленного обзора, круг экономико-математических моделей и методов чрезвычайно широк. Их применение сдерживается затрудненностью адекватного описания экономических процессов, получения решений в условиях высокой размерности задач, а также отсутствием необходимой для этого случая квалификации управленческого персонала.

Для использования описанной выше модели Шелла в процессе совершенствования системы управления развитием производственного комплекса необходимо осуществить ряд уточнений и видоизменений, позволяющих повысить точность и адекватность получаемых результатов и отражающих специфику производственного комплекса как экономической системы.

В модели Шелла ВВП и его структура рассматриваются со стороны использования на микроуровне. В модифицированной модели формализованное описание процессов производства, потребления и накопления необходимо построить на основе анализа структуры добавленной стоимости отдельной отрасли по распределительному методу, что позволит применять модель на мезо- и микроуровне. Поэтому, в первую очередь преобразуем систему взаимосвязей основных экономических переменных.

В результате использования производственно-хозяйственными организациями парка в процессе производства материальных, трудовых ресурсов и производственных фондов в году  $t$  образуется валовой продукт  $X(t)$ , после вычитания из которого материальных затрат  $MЗ(t)$  получаем показатель, интерпретируемый в экономике как валовая добавленная стоимость (ВДС) —  $Y(t)$ , т. е.

$$Y(t) = X(t) - MЗ(t) = (1 - a(t)) \times X(t), \quad (2.1)$$

где  $a(t)$  — доля материальных затрат в валовом выпуске;

$t$  — время (год).

При этом целесообразно задать динамику изменения материальных затрат во времени, например как:

$$a(t) = a(0) + b_{мз} \times t, \quad (2.2)$$

где  $a(0)$  — доля материальных затрат в валовом выпуске в начальный момент времени  $t = 0$ ;

$b_{мз}$  — среднегодовой прирост доли материальных затрат.

Выражение (2.2) позволяет учесть возможное изменение уровня материалоемкости ВДС, как за счет технологических факторов, так и за счет изменения цен на приобретаемые материальные ресурсы.

С другой стороны, ВДС на уровне производственного комплекса состоит из следующих компонентов:

– затрат на оплату труда с отчислениями на социальные нужды ( $D$ ),

– чистых налогов на производство ( $N_{\psi}$ ) — налоги на производство за вычетом субсидий;

- амортизации ( $A$ );
- прибыли ( $P$ ).

Значит в каждый момент времени имеют место соотношения:

$$Y(t) = D(t) + P(t) + \mu K(t) + N_q(t), \quad (2.3)$$

$$N_q(t) = b_1(t) \times Y(t), \quad (2.4)$$

где  $\mu$  — норма амортизации;

$K(t)$  — среднегодовая стоимость основных производственных фондов в году  $t$ ;

$b_1(t)$  — агрегированная ставка чистых налогов на производство в году  $t$  (доля валовой добавленной стоимости, расходуемая на чистые налоги на производство).

В свою очередь прибыль комплекса расходуется на выплату налогов из прибыли ( $T$ ) и платежей по кредитам ( $V_{кр}$ ), а также распределяется на две разные по экономическому содержанию части:

1) накопление или чистые инвестиции ( $I_q$ ), являющиеся суммой капитальных вложений ( $I_k$ ) и инвестиций в оборотный капитал ( $\Delta ZM_{oc}$ ) (прирост материальных запасов оборотных средств) и идущие на развитие производства;

2) потребление ( $C_q$ ), т. е. часть прибыли, расходуемая на выплату дополнительных к заработной плате вознаграждений, содержание социальной инфраструктуры предприятия (объединения), оказание безвозмездной помощи и т. п.

Математически данную структуру распределения прибыли можно выразить следующим образом:

$$P(t) = C_q(t) + I_q(t) + T(t) + V_{кр}(t), \quad (2.5)$$

$$T(t) = b_2(t) \times P(t), \quad (2.6)$$

$$P_q(t) = I_q(t) + C_q(t) = s(t) \times P_q(t) + (1-s(t)) \times P_q(t), \quad (2.7)$$

где  $b_2(t)$  — агрегированная ставка налогов из прибыли (доля прибыли, расходуемая на выплату налогов);

$P_q(t)$  — чистая прибыль в году  $t$  (в модели понимается как часть прибыли после уплаты налогов и платежей по кредитам);

$s(t)$  — норма накопления в году  $t$  (доля чистой прибыли, расходуемая на накопление).

Значение нормы накопления ограничено:

$$0 < s_1 \leq s(t) \leq s_2 < 1, \quad (2.8)$$

где  $s_1, s_2$  — минимальный и максимальный уровень нормы накопления соответственно.

Величина потребления, получаемая из прибыли ( $C_q$ ), наряду с начисленной заработной платой ( $D_q$ ) составляют общее непроизводственное потребление  $C_{нп}$ , которое расходуется на возобновление главного производственного ресурса — рабочей силы.

Для практического анализа результатов расчетов важно интерпретировать показатель непроизводственного потребления. Для этого сделаем допущение: в модели под доходами работников будем понимать сумму начисленной заработной платы и выплат в виде вознаграждения.

раждений и премий из прибыли. При этом выплаты из бюджетных и внебюджетных фондов (оплата дней временной нетрудоспособности, пенсий работающим пенсионерам и т. п.), а также доходы из других источников будем считать равными нулю. Тогда определение среднемесячного дохода среднесписочного работника ( $Dr(t)$ ) можно осуществить по формуле:

$$Dr(t) = (1 - R_d) \frac{(1 - O_d) \times (k_{np} \times C_q(t) + D(t))}{L(t) \times 12}, \quad (2.9)$$

где  $R_d$  — средняя ставка подоходного налога, доля;

$O_d$  — доля отчислений из фонда заработной платы в бюджет и внебюджетные фонды;

$k_{np}$  — доля вознаграждений и премий в непроизводственном потреблении прибыли ( $C_q$ );

$L(t)$  — среднесписочная численность работников, чел.

Для отражения динамики среднесписочной численности работников воспользуемся выражением:

$$L(t) = L(0) \times n^t, \quad (2.10)$$

где  $n$  — экзогенно задаваемый среднегодовой темп роста численности трудовых ресурсов.

Как было показано выше, динамику чистых инвестиций ( $I_q(t)$ ) можно математически выразить в виде соотношения:

$$I_q(t) = I_K(t) + \Delta ZM_{oc}(t), \quad (2.11)$$

причем

$$\Delta ZM_{oc}(t) = k_n \times (a(t) \times X(t) - a(t-1) \times X(t-1)), \quad (2.12)$$

где  $k_n$  — поправочный коэффициент, учитывающий долю прироста материальных запасов за счет собственных средств.

В свою очередь суммарные инвестиции, идущие на возобновление основных производственных фондов ( $I$ ), формируются за счет чистых капитальных вложений  $I_K$ , амортизации и внешних инвестиций  $I_{вн}$  (инвестиции за счет республиканского и местного бюджетов, иностранные инвестиции, кредиты банков и т. д.). При этом в модели принято допущение, что основные производственные фонды выбывают во времени равномерно в размере начисленной амортизации. Тогда:

$$I = \Delta K = I_K(t) + I_{вн}(t), \quad (2.13)$$

В действительности, вложенные в развитие парка средства (инвестиции) преобразуются в прирост основных производственных фондов с определенным запаздыванием, вызванным периодом ввода объекта инвестирования в эксплуатацию, т. е. имеет место существование лагов капитальных вложений. В [2] обосновывается, что при описании процессов накопления наиболее рационален учет трехлетнего запаздывания инвестиций в основной капитал. Тогда выражение (2.13) можно преобразовать в следующий вид:

$$K(t) = K(t-1) + kv_1(I_K(t) + I_{ВН}(t)) + kv_2(I_K(t-1) + I_{ВН}(t-1)) + kv_3(I_K(t-2) + I_{ВН}(t-2)); \quad (2.14)$$

где  $kv_1, kv_2, kv_3$  — доли освоения инвестиций, произведенных в годах  $t, t-1$  и  $t-2$  соответственно.

Для отражения динамики внешних инвестиций предлагается использовать следующую зависимость:

$$I_{ВН}(t) = I_{ВН}(0) \times \chi^t \quad (2.15)$$

где  $\chi$  — экзогенно задаваемый среднегодовой темп роста привлекаемых внешних инвестиций.

Кроме того, привлекаемые в развитие отрасли внешние инвестиции поступают, как правило, в виде кредитов, по которым впоследствии комплекс осуществляет выплаты. Исходя из этого, выплаты по привлеченным кредитам в момент  $t$  ( $V_{кр}(t)$ ) можно математически описать с помощью следующего выражения:

$$V_{кр}(t) = \sum_{\tau=0}^t \frac{I_{ВН}(\tau)}{t_{кр}} + r \sum_{\tau=0}^t (I_{ВН}(\tau) - (t-\tau) \frac{I_{ВН}(\tau)}{t_{кр}}) - \sum_{\tau=t_{кр}}^t \frac{I_{ВН}(t-\tau)}{t_{кр}} - r \sum_{\tau=t_{кр}}^t (I_{ВН}(t-\tau) - (t-\tau+t_{кр}) \frac{I_{ВН}(t-\tau)}{t_{кр}}), \quad (2.16)$$

где  $t_{кр}$  — срок предоставления кредита;  
 $r$  — ставка по кредиту.

Как видно из (2.32) выплаты по кредитам состоят из основной части (первое слагаемое) и процентным выплатам (второе слагаемое). Введение двух последних слагаемых в (2.16) обусловлено необходимостью аннулирования в данном математическом выражении выплат по погашенным кредитам.

Важной задачей при рассмотрении представленной модели является формализованное описание затрат на оплату труда (суммы фонда заработной платы и отчислений из нее в бюджет и внебюджетные фонды). Для этого автором работы предлагается использовать следующее выражение:

$$D(t) = D_q(t) + N_6 = (1+O_d) D_q(t-1) \times ((T_{пт}(t) - 1) \times k_3 + 1), \quad (2.17)$$

где  $T_{пт}(t)$  — темп роста производительности труда;

$k_3$  — коэффициент эластичности заработной платы по производительности труда (% прироста заработной платы, приходящийся на 1% прироста производительности труда).

Использование соотношения (2.17), где темпы роста расходов по заработной плате увязаны с темпами роста производительности труда, позволяет при моделировании деятельности отрасли учитывать одно из основных направлений эффективной организации оплаты труда — опережение темпов роста производительности труда над темпами роста заработной платы.

В исходном варианте модели для прогнозирования объемов конечного продукта (в данном случае валовой добавленной стоимости) используется производственная функция



Естественно, что требует изменения и целевая функция, поскольку в модифицированной модели доля накопления понимается применительно к прибыли, а не к ВВП. Поэтому в качестве критерия оптимальности принято следующее выражение:

$$F = \sum_{t=0}^{T_r} e^{-\delta \times t} \times \frac{C_q(t)}{L(t)} = \sum_{t=0}^{T_r} e^{-\delta \times t} \times \frac{(1-s(t)) \times P_q(t)}{L(t)} \rightarrow \max, \quad (2.19)$$

где  $T_r$  — горизонт планирования, лет;

$L(t)$  — среднесписочная численность работников;

$P_q(t)$  — прибыль, остающаяся в распоряжении после выплаты налогов и платежей по кредитам;

$s(t)$  — норма накопления из прибыли (доля прибыли в распоряжении предприятия (объединения), идущая на накопление);

$\delta$  — норма дисконта.

Использование целевой функции (2.19) означает, что критерием оптимальности при распределении чистой прибыли служит максимизация суммы удельного непроизводственного потребления с сохранением достаточных темпов роста инвестиций для увеличения прибыли в будущем.

Нахождение решения в модели (2.1) – (2.19) является, в принципе, стандартной для реализации в пакетах компьютерной математики, например, в «MathCad».

Решение модели сводится к нахождению на рассматриваемом интервале времени  $[0, T]$  оптимальной траектории основных производственных фондов  $K(t)$ , выступающих в модели показателем производственного потенциала, и нормы накопления из прибыли  $s(t)$  как управляющего параметра. Зная траектории  $K(t)$ ,  $s(t)$ , легко определить показатели валовой добавленной стоимости, чистой прибыли, инвестиций, потребления, трудовых ресурсов, заработной платы и других показателей.

Параметры  $a, A, \beta, \alpha, \lambda_0, \lambda, \omega, \varphi, \mu, \delta, \varepsilon, \eta, n, r, t_{кр}, k_n, b_1(0), b_2(0), c_1, c_2, a(0), b_{m3}, k_{пр}, s_1, s_2, R_d$  являются экзогенными или внешними переменными модели и определяются в результате предварительного анализа, расчета либо экспертным путем.

Таким образом, описанная модель управления развитием предполагает не только моделирование и прогнозирование процессов производства, потребления и инвестирования в отрасли, но и выработку оптимальной стратегии распределения чистой прибыли на потребление и накопление. Для отражения сравнительных преимуществ данной стратегии, а также для анализа влияния отдельных экзогенных параметров на динамику развития производственного комплекса предлагается провести практические исследования по четырем сценариям:

- инерционно-оптимальному, описываемому соотношениями (2.1) – (2.19);
- инерционному, отличающемуся от инерционно-оптимального сохранением существующей в парке на данном этапе политики распределения прибыли на потребление и накопление;
- оптимистическому и пессимистическому, отличающимся от инерционно-оптимального изменением в первом случае в лучшую, а во втором в худшую сторону с экономической точки зрения отдельных внешних параметров.

Современное развитие вычислительных и информационных технологий позволяет создать на базе изложенной модели имитационный программный комплекс, позволяющий

существовать прогноз и анализ различных вариантов развития экономической системы, оценить возможные последствия и эффективность той или иной стратегии в области распределения прибыли на потребление и накопление.

**Литература:**

1. Shell, K. Optimal programs of capital accumulation for an economy in which there is exogenous technical change — In: *Essays on the Theory of Optimal Economic Growth* / K. Shell. — Cambridge: Productivity Press, 1962. — 240 p.
2. Манжинский, С. А. Повышение эффективности системы управления предприятиями концерна «Юлтеххим»: дис. ... к-та эк. наук: 08.05.00 / С.А. Манжинский. — Минск, 2008. — 186 л.
3. Смирнова, А. К. Анализ агрегированных динамических моделей / А. К. Смирнова. — М.: МАКС Пресс, 2001. — 152 с.