

МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГРАЖДАНСКИХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, НА ПРИМЕРЕ ОТРАСЛИ «ХИМИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО».

А. С. Жукова, И. В. Трегуб (Москва)

Модель прогнозирования социально-экономического развития гражданских отраслей представляет собой систему взаимосвязанных балансово-эконометрических уравнений, включает в себя модели отдельных видов деятельности, связанных между собой межотраслевыми связями.

Входными данными модели являются:

- ✓ ретроспективная статистическая информация;
- ✓ значения сценарных параметров на период разработки прогноза.

Выход модели – прогнозные значения моделируемых показателей на заданный период прогноза, анализ сценариев в режиме «что будет, если...».



Рис.1. Модель прогнозирования социально-экономического развития гражданских отраслей

Предположим некоторые взаимосвязи между показателями i -го вида деятельности. На стадии параметризации модели гипотезы будут уточняться для каждого вида деятельности.

Обозначения модельных показателей:

$i = 1, \dots, n$, где n – число видов экономической деятельности;

w_{it} – средняя з/п в гражданских отраслях промышленности i -го вида деятельности;

L_{it} – численность промышленно-производственного персонала, занятого в гражданских отраслях промышленности i -го вида деятельности;

K_{it} – остаточная стоимость основных фондов i -го вида деятельности;

k_{it} – капиталовооруженность труда i -го вида деятельности, $k_{it} = \frac{K_{it}}{L_{it}}$;

- Y_{it} – объем отгруженной промышленной продукции i -го вида деятельности;
 Q_{it} – объем промышленного производства i -го вида деятельности;
 Q_{jt} – объем промышленного производства j -го вида деятельности, связанного с i -м видом деятельности производственными связями;
 J_{it} – индекс промышленного производства (ИПП) i -го вида деятельности;
 P_{it} – индекс цен производителей (ИЦП) i -го вида деятельности;
 I_{it} – инвестиции в основной капитал i -го вида деятельности;
 Π_{it} – финансовый результат i -го вида деятельности;
 AP_{it} – кредиторская задолженность i -го вида деятельности;
 AR_{it} – дебиторская задолженность i -го вида деятельности;
 $Z1_{it}$ – запас готовой продукции i -го вида деятельности;
 $Z2_{it}$ – затраты в незавершенном производстве i -го вида деятельности, $Z_{it} = Z1_{it} + Z2_{it}$;
 N_{it} – число предприятий i -го вида деятельности;
 E_t – расходы домашних хозяйств на конечное потребление;
 CP_t – индекс потребительских цен (ИПЦ);
 X_t – экспорт;
 XF_t – экспорт топливно-энергетической продукции;
 XN_t – экспорт прочей продукции;
 M_t – импорт;
 a_t – доля энергоносителей в экспорте, $a_t = \frac{XF_t}{X_t}$;
 e_t – среднегодовая цена на электроэнергию;
 $\bullet e_t = \frac{\Delta e_t}{e_t - 1}$ – темп прироста цены на электроэнергию;
 u_t – среднегодовая цена на нефть марки Urals.

В качестве базовой гипотезы предполагается, что численность занятых i -м видом деятельности связана прежде всего с заработной платой текущего года, объемом промышленного производства и численностью занятых в предыдущем году:

$$L_{it} = h(L_{it-1}, Q_{it-1}, w_{it}). \quad (1)$$

Номинальная заработная плата зависит от производственного фактора (объем промышленного производства) и уровня заработной платы в предыдущем году:

$$w_{it} = c(w_{it-1}, Q_{it-1}). \quad (2)$$

Объем промышленного производства i -го вида деятельности гражданских отраслей промышленности может быть связан с объемом реализации промышленной продукции смежных видов деятельности поставщиков (j -го вида деятельности), стоимостью основных фондов, численностью занятых:

$$Q_{it} = F(Y_{jt}, L_{it}, K_{it}). \quad (3)$$

Объем отгруженной продукции фактически отражает объем реализации, поэтому объясняется, в первую очередь, рыночными факторами. Предполагается, что такими факторами являются: объем производства смежных видов деятельности потребителей

(k -го вида деятельности), расходы домашних хозяйств на конечное потребление, экспорт товаров (не относящихся к топливно-энергетическим), импорт товаров (величина импорта – спрос на зарубежную продукцию):

$$Y_{it} = G(E_t, XN_t, M_t, Q_{kt}). \quad (4)$$

$$\text{Прирост запасов: } \Delta Z_{it} = Q_{it} - Y_{it} = \Delta Z1_{it} + \Delta Z2_{it}. \quad (5)$$

Прирост незавершенного производства моделируется в зависимости от прироста объема производства:

$$\Delta Z2_{it} = z2(\Delta Q_{it}); \quad (6)$$

$$Z2_{it} = Z2_{it-1} + \Delta Z2_{it}. \quad (7)$$

Прирост остатков готовой продукции:

$$\Delta Z1_{it} = \Delta Z_{it} - \Delta Z2_{it}; \quad (8)$$

$$Z1_{it} = Z1_{it-1} + \Delta Z1_{it}. \quad (9)$$

Остаточная стоимость основных фондов будет оцениваться из соотношения:

$$K_{it} = K_{it-1} * (1 - d) + \gamma I_{it-1}, \quad (10)$$

где d – коэффициент ежегодного износа основных фондов (точнее говоря, данный коэффициент учитывает не только износ но и выбытие фондов); γ – «коэффициент освоения» инвестиций.

Финансовый результат гражданских отраслей предположительно связан с объемом реализации:

$$П_{it} = V(Y_{it}, e_t). \quad (11)$$

Финансовый результат, кредиторская задолженность предыдущего периода и величина дебиторской задолженности влияют на кредиторскую задолженность:

$$AP_{it} = f(П_{it}, AP_{it-1}, AR_{it}). \quad (12)$$

Размер дебиторской задолженности на конец текущего года зависит от дебиторской задолженности на начало года и объема реализации продукции:

$$AR_{it} = g(AR_{it-1}, Y_{it}). \quad (13)$$

Индекс цен производителей (ИЦП) будет моделироваться в зависимости от своего предыдущего значения, индекса потребительских цен (ИПЦ), темпа роста средних годовых цен на электроэнергию ($\dot{e}_t = \frac{\Delta e_t}{e_t - 1}$):

$$P_{it} = p(P_{it-1}, CP_{it}, \dot{e}_t). \quad (14)$$

Индекс промышленного производства (ИПП) будет определяться как отношение темпа роста объема промышленного производства к уровню инфляции, измеренному через индекс цен производителей, то есть:

$$J_{it} = \frac{Q_{it}}{Q_{it-1} * P_{it}}. \quad (15)$$

Число предприятий i -го вида деятельности гражданских отраслей промышленности вероятнее всего зависит от числа предприятий в предыдущий период и финансовых результатов отраслей промышленности:

$$N_{it} = C(N_{it-1}, P_{it}). \quad (16)$$

Экспорт прочих товаров, не относящихся к топливно-энергетическими, оценивается как доля от общего экспорта товаров:

$$XN_t = (1 - a_t) * X_t. \quad (17)$$

Доля энергоносителей в экспорте моделируется в зависимости от среднегодового уровня цен на нефть:

$$a_t = a(u_t) \text{ э.} \quad (18)$$

В качестве типа функции $a(u_t)$ можно предложить логистическую функцию, формула которой имеет вид сложной функции $a_t = \frac{1}{1 + e^{-v(u_t)}}$, где вложенная функция $v(u_t)$ предположительно линейно зависит от своего аргумента. Функции данного типа подходят для моделирования долей, поскольку имеют область значений в интервале (0, 1).

Параметризация уравнений модели выполнялась с использованием методов [1] корреляционного и регрессионного анализа на основе статистических данных [2]. В результате были проверены сделанные ранее предположения о взаимосвязи показателей модели, уточнен вид зависимостей и получены уравнения модели.

Моделирование зависимых макроэкономических параметров:

1. Доля экспорта сырой нефти, нефтепродуктов и природного газа:

$$at = 1/(1 + \exp(0,57482 - 0,01981 * ut)); \quad (19)$$

$$R^2 = 0,7579; R^2_{adj} = 0,7095; F_{stat} = 15,653.$$

2. Экспорт энергоресурсов и прочих товаров:

$$XF_t = at * X_t; \quad (20)$$

$$XN_t = (1 - at) * X_t. \quad (21)$$

Рассмотрим в качестве отрасли i -го вида «Химическое производство»:

1. Объем производства:

$$Q_{5t} = -2087,67375 + 3,14307 * L_{5t} + 7630,76746 * k_{5t}; \quad (22)$$

$$R^2 = 0,9491; R^2_{adj} = 0,9237; F_{stat} = 37,328.$$

2. Реализация продукции:

$$Y_{5t} = -84,70366 - 2,673 * M_t + 2,00722 * XN_t + 3,20989 * (Q_{1t} + Q_{6t}); \quad (23)$$

$$R^2 = 0,97; R^2_{adj} = 0,9401; F_{stat} = 32,393.$$

3. Численность занятых:

$$L_{5t} = 572,367 + 0,2272 * L_{5t-1} + 0,03 * Q_{5t-1} - 0,0253 * w_{5t}; \quad (24)$$

$$R^2 = 0,9993; R^2_{adj} = 0,9983; F_{stat} = 999,4152.$$

4. Заработная плата:

$$w_{5t} = 0,8911 * w_{5t-1} + 6,0239 * Q_{5t-1}; \quad (25)$$

$$R^2 = 0,5986; R^2_{adj} = 0,7482; F_{stat} = 1463,743.$$

5. Основные фонды и капиталовооруженность труда:

$$K_{5t} = 0,90468 * K_{5t-1} + 0,68709 * I_{5t-1}; \quad (26)$$

$$R^2 = 0,7766; R^2_{adj} = 0,4707; F_{stat} = 6,952.$$

$$k_{5t} = K_{5t} / L_{5t}.$$

6. Прирост незавершенного производства:

$$\Delta Z_{5t} = 0,26924 * \Delta Q_{5t}; \quad (27)$$

$$R^2 = 0,9151; R^2_{adj} = 0,7151; F_{stat} = 53,89;$$

$$\Delta Z_{5t} = Q_{5t} - Y_{5t};$$

$$\Delta Z_{5t} = \Delta Z_{5t} - \Delta Z_{5t} Z_{5t} = Z_{5t-1} + \Delta Z_{5t} Z_{5t} = Z_{5t-1} + \Delta Z_{5t}.$$

7. Кредиторская задолженность:

$$AP_{5t} = 0,54113 * AR_{5t} - 0,86687 * \Pi_{5t} + 1,28861 * AR_{5t-1}; \quad (28)$$

$$R^2 = 0,8877; R^2_{adj} = 0,4795; F_{stat} = 7,904.$$

8. Дебиторская задолженность:

$$AR_{5t} = AR_{5t-1} + 0,02957 * Y_{5t}; \quad (29)$$

$$R^2 = 0,633; R^2_{adj} = 0,6038; F(1,5) = 10,773.$$

9. Финансовый результат:

$$\Pi_{5t} = 0,08126 * Y_{5t} - 0,00621 * e_t; \quad (30)$$

$$R^2 = 0,662; R^2_{adj} = 0,634; F_{stat} = 11,986.$$

10. Индекс цен производителей (ИЦП):

$$P_{5t} = 1,8874 * CP_{5t} + 2,4155 * \dot{e}_t; \quad (31)$$

$$R^2 = 0,8583; R^2_{adj} = 0,5728; F_{stat} = 12,111.$$

11. Индекс промышленного производства (ИПП):

$$J_{5t} = (Q_{5t} / Q_{5t-1}) / P_{5t}. \quad (32)$$

12. Число предприятий:

$$N_{5t} = 2,9737 + 0,3429 * N_{5t-1} + 0,2101 * \Pi_{5t}; \quad (33)$$

$$R^2 = 0,9261; R^2_{adj} = 0,8523; F_{stat} = 12,545.$$

Исходя из полученных уравнений модели, было сгенерировано 1000 значений входящих переменных моделей и осуществлен имитационный эксперимент, в результате которого получена выборка значений объема промышленного производства в отрасли и построен прогноз на 2009 год.

Литература

1. **Трегуб И. В.** Имитационное моделирование. М.: Изд-во Финакадемии, 2007.
2. Основные результаты деятельности отраслей промышленного комплекса РФ в 2008 году. М., 2009.