

МЕТОДИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ОБЪЕМОВ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ С УЧЕТОМ ЗАПАЗДЫВАНИЯ

А. А. Литвинович

*аспирант, Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь,
e-mail: litvinovich@bsu.by*

Научный руководитель: Э. М. Аксень

*доктор экономических наук, профессор, Белорусский государственный
экономический университет, г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: eaksen@mail.ru*

В работе представлена методика моделирования влияния объемов жилищного строительства и других факторов на социально-экономические показатели, такие как количество безработных граждан и рождаемость. Построены модели в дискретном времени. При этом в моделях учитывается также запаздывание влияния объясняющих факторов на результирующие показатели.

Ключевые слова: регрессия; прогноз; запаздывание; оценивание параметров.

METHODOLOGY FOR MODELING THE IMPACT OF HOUSING CONSTRUCTION VOLUMES ON SOCIO-ECONOMIC INDICATORS WITH ALLOWANSE FOR THE DELAY

A. A. Litvinovich

PhD student, Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus, e-mail: litvinovich@bsu.by

Supervisor: E. M. Aksen

*doctor of economics, professor, Belarus State Economic University, Minsk, Republic of Belarus,
e-mail: eaksen@mail.ru*

The paper presents a methodology for modeling the impact of housing construction volumes and other factors on socio-economic indicators such as the number of unemployed citizens and the birth rate. Discrete time models are constructed. At the same time, the delay in the influence of explanatory factors on the resulting indicators is also considered in the models.

Keywords: regression; prediction; delay; parameter estimation.

Для установления заданий по строительству в Республики Беларусь, в том числе с господдержкой, необходимо понимать, существует ли влияние объемов строительства жилья на основные социальные сферы [1]. При этом вводимое жилье не предполагает резкое улучшение социальных параметров, а подразумевает некое временное запаздывание.

Дискретновременные однофакторные модели с запаздыванием. Положим, что измерение времени t задано дискретно. Социально-экономический

показатель $y(t)$, например, численность родившихся за t -й год или численность безработных, зарегистрированных в органах по труду, занятости и социальной защите в среднем за t -й год, зависит от показателя $x(t)$ – общей площади жилых домов, введенных в эксплуатацию за t -й год. При этом полагаем, что это зависимость с запаздыванием.

Воспользовавшись методом экспоненциального сглаживания, введем ненаблюдаемый показатель $\tilde{x}(t)$, учитывающий запаздывание, по следующей рекуррентной формуле:

$$\tilde{x}(t) = \tilde{x}(t-1) + \gamma \cdot [x(t) - \tilde{x}(t-1)], \quad (1)$$

где $\gamma \in [0,1]$ – коэффициент сглаживания.

Замечание 1. Отметим, что $\tilde{x}(t)$ – взвешенное среднее значений $x(t)$ и $\tilde{x}(t-1)$, поскольку из равенства (1) следует, что $\tilde{x}(t) = \gamma x(t) + (1-\gamma)\tilde{x}(t-1)$.

Замечание 2. Формула (1) позволяет найти траекторию показателя $\tilde{x}(t)$ с помощью заданного значения $\tilde{x}(t_0)$ в начальный момент времени t_0 , а именно не сложно показать, что:

$$\tilde{x}(t) = \gamma \cdot \sum_{\tau=t_0+1}^t (1-\gamma)^{t-\tau} x(\tau) + (1-\gamma)^{t-t_0} \tilde{x}(t_0), \quad t \geq t_0. \quad (2)$$

Замечание 3. В дальнейшем мы будем считать, что $t_0 = 0$, а для количества прошедших периодов времени, для которых известны реальные данные, будем использовать обозначение через n . Тогда $t = 1$ соответствует первому наблюдению (в нашей выборке).

Будем считать, что социально-экономический показатель $y(t)$ зависит от показателя $\tilde{x}(t)$ общей площади жилых домов, введенных в эксплуатацию по t -й год в соответствии с уравнением парной линейной регрессии:

$$y(t) = \alpha + \beta \tilde{x}(t) + \varepsilon(t), \quad t \geq t_0, \quad (3)$$

где α и β – коэффициенты регрессии;

$\varepsilon(t)$ – случайное отклонение (с нулевым математическим ожиданием).

Замечание 4. Можно также считать, что зависимость $y(t)$ от $\tilde{x}(t)$ имеет вид:

$$\ln y(t) = \alpha + \beta \cdot \ln \tilde{x}(t) + \varepsilon(t), \quad t \geq t_0. \quad (4)$$

Используя парную линейную регрессию (3), получим формулу для прогнозных значений показателя $y(t)$:

$$\hat{y}(t) = a + b \tilde{x}(t), \quad t \geq t_0. \quad (5)$$

где a и b – оценки параметров α и β в уравнении регрессии (3) [2].

Значения параметров a, b, γ и $\tilde{x}(0)$ будем находить с помощью решения следующей оптимизационной задачи:

$$\sum_{t=1}^n [y(t) - \hat{y}(t)]^2 \rightarrow \min, \quad (6)$$

$$\tilde{x}(t) = \tilde{x}(t-1) + \gamma \cdot [x(t) - \tilde{x}(t-1)], \quad t = \overline{1, n}, \quad (7)$$

$$\hat{y}(t) = a + b\tilde{x}(t), \quad t = \overline{1, n}. \quad (8)$$

В этой задаче $x(t)$ и $y(t)$, $t = \overline{1, n}$, – известные (табличные) значения, a, b, γ и $\tilde{x}(0)$ – переменные.

С помощью уже известных значений параметров a, b, γ и $\tilde{x}(0)$ и значений показателя $x(t)$, $t \geq t_0$, можно найти прогнозные значения $\hat{y}(t)$ показателя $y(t)$ для будущих периодов времени $t > n$, где n (в соответствии с замечанием 3) – это номер последнего периода времени, для которого известны реальные. А именно, вначале по формуле (1) (либо (2)) находим значения (ненаблюдаемого) показателя $\tilde{x}(t)$, $t \geq t_0$, а затем по формуле (5) рассчитываем прогнозные значения $\hat{y}(t)$, $t > n$.

Замечание 5. Получаемый описанным выше образом прогноз $\hat{y}(t)$, $t > n$, социально-экономического показателя y носит условный характер, поскольку он зависит от выбора траектории $x(t)$, $t > n$ (для будущих периодов времени).

Замечание 6. Отметим, что численное решение оптимизационной задачи (6)–(8) (вообще говоря) зависит от начальных значений параметров. Мы используем для численного решения данной задачи в качестве начальных значений параметров a и b выборочные коэффициенты регрессии $y(t)$ на (известные значения) $x(t)$, $t = \overline{1, n}$, а в качестве начальных значений параметров γ и $\tilde{x}(0)$ – единицу и $x(1)$, соответственно (и следовательно, в качестве начальных значений $\tilde{x}(t)$, $t = \overline{1, n}$, используем известные (табличные) значения $x(t)$, $t = \overline{1, n}$, а в качестве начальных значений $\hat{y}(t)$, $t = \overline{1, n}$ выступают прогнозные значения для $y(t)$, полученные с помощью обычной парной линейной регрессии $y(t)$ на $x(t)$, $t = \overline{1, n}$).

Дискретновременная двухфакторная модель с запаздыванием. Более реальной на практике представляется ситуация, когда один показатель зависит от некоего набора факторов. Рассмотрим случай зависимости показателя $y(t)$ (например, количество граждан, состоящих на учете нуждающихся в улучшении жилищных условий), от показателей $x_1(t)$ и $x_2(t)$ (общая площадь жилых домов, введенных в эксплуатацию за год, и количество граждан, получивших жилье и улучшивших жилищные условия). Аналогично (1) введем ненаблюдаемые показатели:

$$\tilde{x}_1(t) = \tilde{x}_1(t-1) + \gamma_1 \cdot [x_1(t) - \tilde{x}_1(t-1)], \quad (9)$$

$$\tilde{x}_2(t) = \tilde{x}_2(t-1) + \gamma_2 \cdot [x_2(t) - \tilde{x}_2(t-1)]. \quad (10)$$

Уравнение регрессии (3) примет вид:

$$y(t) = \alpha + \beta_1 \tilde{x}_1(t) + \beta_2 \tilde{x}_2(t) + \varepsilon(t), \quad (11)$$

а формула (6) для расчета прогнозных значений показателя y запишется следующим образом:

$$\hat{y}(t) = a + b_1 \tilde{x}_1(t) + b_2 \tilde{x}_2(t). \quad (12)$$

Оптимизационная задача (6)–(8) перепишется в виде:

$$\sum_{t=1}^n [y(t) - \hat{y}(t)]^2 \rightarrow \min, \quad (13)$$

$$\tilde{x}_1(t) = \tilde{x}_1(t-1) + \gamma_1 \cdot [x_1(t) - \tilde{x}_1(t-1)], \quad t = \overline{1, n}, \quad (14)$$

$$\tilde{x}_2(t) = \tilde{x}_2(t-1) + \gamma_2 \cdot [x_2(t) - \tilde{x}_2(t-1)], \quad t = \overline{1, n}, \quad (15)$$

$$\hat{y}(t) = a + b_1 \tilde{x}_1(t) + b_2 \tilde{x}_2(t), \quad t = \overline{1, n}. \quad (16)$$

Замечание 7. В случае большего числа объясняющих факторов соотношения (9)–(16) модифицируются очевидным образом.

Итак, в настоящей статье представлена разработанная нами методика моделирования влияния объемов жилищного строительства и других факторов на социально-экономические показатели такие как количество безработных граждан и рождаемость с учетом запаздывания в дискретном и непрерывном времени.

Библиографические ссылки

1. Еременко М. М., Стасюкевич С. В. Реализация государственной жилищной политики Республики Беларусь // Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость. Материалы XV Международной научно-практической конференции. Минск, 19–20 мая 2022 г. БГЭУ ; под ред. А. В. Егорова. 2022. С. 261–262.
2. Магнус Я. Р., Катышев П. К., Пересецкий А. А. Эконометрика. Начальный курс. М. : Дело. 400 с.