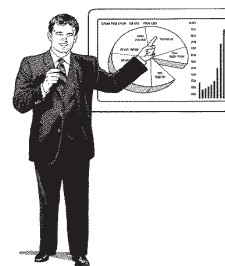


АНАЛИТИЧЕСКИЕ ПРОГНОЗЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ



М. М. ЕРЁМЕНКО, Э. М. АКСЕНЬ

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ ГРАЖДАН В СТРОИТЕЛЬСТВО ЖИЛЬЯ

В статье представлена модель, предназначенная для сценарного прогнозирования возможных объемов инвестиций граждан в строительство жилья; получены с ее помощью прогнозы. Для учета влияния лагированных значений объясняющих факторов на упомянутые инвестиции в модели используются средневзвешенные значения, получаемые с помощью заданных параметрически весовых коэффициентов. В представленной модели также использованы соображения, лежащие в основе модели панельных данных с фиксированным эффектом. Для отбора наиболее значимых факторов предложен алгоритм пошаговой регрессии, с помощью которого на основе реальных данных выявлены наиболее значимые факторы, влияющие на инвестиции граждан в строительство жилья в Республике Беларусь. Приведены прогнозные значения объясняемого показателя на основе данной модели, рассчитанные в соответствии с четырьмя сценариями: пессимистичного, среднего, оптимистичного и экстраполяционного.

Ключевые слова: жилищное строительство; инвестиции; прогнозирование; панельные данные; фактор; пошаговая регрессия; параметр; средневзвешенное значение.

УДК 332.1

Введение. Объемы жилищного строительства напрямую зависят от объемов инвестиций, направляемых на эти цели. В Республике Беларусь в настоящее время возводится жилье за счет различных источников финансирования. Наиболее значимыми по объемам источниками финансирования жилищного строительства сегодня являются средства населения и кредиты банков. Объем собственных средств граждан, направляемый на строительство жилья

Марина Михайловна ЕРЁМЕНКО (zilpolniptis@gmail.com), кандидат экономических наук, доцент, заведующий отделом Государственного предприятия «Институт жилища – НИПТИС им. Атаева С.С.» (г. Минск, Беларусь);

Эрнест Маврициевич АКСЕНЬ (eaksen@mail.ru), доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики и управления Белорусского государственного экономического университета (г. Минск, Беларусь).

с господдержкой, также может зависеть от размера такой поддержки. При этом объемы собственных средств граждан, которые направляются в качестве инвестиций граждан в жилищное строительство на коммерческой основе, государством не регулируется. Однако эти объемы определяются иными факторами. Можно предположить, что данными факторами являются цены на жилье, размер денежных доходов и расходов населения, объемы ввода жилья в эксплуатацию, уровень малообеспеченности и безработицы и иные причины [1].

Целью данного исследования является разработка модели прогнозирования возможных объемов инвестиций граждан в строительство жилья на средне- и долгосрочную перспективу и ее использование для оценки возможных сценариев инвестиций граждан в строительство жилья в Республике Беларусь с учетом экономических условий.

В процессе выполнения исследований были использованы результаты предыдущих исследований по данной тематике, литература по исследуемой тематике, нормативные правовые акты, регламентирующие реализацию государственной жилищной политики в Республике Беларусь, данные Белстата.

Описание модели прогнозирования объемов инвестиций граждан в строительство жилья. Модель построена на основе панельных данных Белстата по регионам Республики Беларусь за 2004–2023 гг. Использование панельных данных обусловлено тем, что исходный временной ряд в целом по стране составляет 20 лет, при общепринятом соотношении длины обучающей выборки к периоду прогнозирования 6:1. Это позволяет строить прогноз лишь на три года. В то время как переход к панельным данным, где каждый регион рассматривается как отдельный временной ряд, позволяет многократно (в 7 раз) увеличить количество наблюдений по сравнению с анализом только общестрановых показателей. Это обеспечивает устойчивость модели, повышает надежность оценок и расширяет горизонт среднесрочного прогнозирования до долгосрочного.

В модели примем следующие обозначения: n – число регионов в рассматриваемой социально-экономической системе (в нашем случае это области Республики Беларусь, а также город Минск, $n=7$); m – число объясняющих показателей; $x_{ij}(t)$ – значение j -го объясняющего показателя в i -м регионе для t -го периода (года); $y_i(t)$ – (фактическое) значение объясняемого показателя (вложения населения в жилищное строительство в расчете на человека) в i -м регионе для t -го периода (года); $\hat{y}_i(t)$ – прогнозное (расчетное) значение объясняемого показателя (вложения населения в жилищное строительство) в i -м регионе для t -го периода (года); t_0 – номер года, начиная с которого известны данные ($t_0 = 2004$ г.); T – номер года, по который известны данные по регионам ($T = 2023$ г.)

В рамках предлагаемой методики прогнозирования объемов инвестиций граждан в строительство жилья формулы для прогнозных значений $\hat{y}_i(t)$ имеют следующий вид:

$$\hat{y}_i(t) = a_i \prod_{j=1}^m [\tilde{x}_{ij}(t)]^{b_j}, \quad i = \overline{1, n}, \quad t \geq t_0, \quad (1)$$

где $\tilde{x}_{ij}(t)$ – геометрическое средневзвешенное значение j -го фактора в i -м регионе (за период, начиная с года $t_0 = 2004$ по год t); a_i и b_j – (оцениваемые) параметры.

В свою очередь в рамках нашей методики геометрические средневзвешенные значения $\tilde{x}_{ij}(t)$ находятся по формуле

$$\tilde{x}_{ij}(t) = [x_{ij}(t_0)]^{W(t-t_0, \theta)} \prod_{\tau=t_0+1}^t [x_{ij}(\tau)]^{w(t-\tau, \theta)}, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, m}, \quad t \geq t_0, \quad (2)$$

где $w(k, \theta)$ – (неотрицательный) весовой коэффициент для значения объясняющего фактора в период, предшествующий рассматриваемому периоду t на k периодов; θ – оцениваемый параметр весовых коэффициентов для объясняющего фактора, а весовой коэффициент $W(t-t_0, \theta)$

определен по формуле $W(t-t_0, \theta) := \sum_{\tau=-\infty}^{t_0} w(t-\tau, \theta) = \sum_{k=t-t_0}^{\infty} w(k, \theta)$. При этом для весовых коэффициентов должно выполняться следующее условие:

$$\sum_{k=0}^{\infty} w(k, \theta) = 1.$$

Отметим, что использование средневзвешенных значений (2) в формуле (1) позволяет учитывать влияние значений объясняющих факторов x_j и x_{ij} за предыдущие периоды, т.е. лагированных значений, на значение результирующих факторов y_i и y_j в рассматриваемый период t [2].

Прологарифмировав формулу (1), получим

$$\ln \hat{y}_i(t) = \ln a + \sum_{j=1}^m b_j \ln \tilde{x}_{ij}(t_0), \quad i = \overline{1, n}, \quad t \geq t_0. \quad (3)$$

Теоретическая модель, соответствующая формуле (3), имеет следующий вид:

$$\ln y_i(t) = \ln \alpha + \sum_{j=1}^m \beta_j \ln \tilde{x}_{ij}(t_0) + \varepsilon_i(t), \quad i = \overline{1, n}, \quad t \geq t_0, \quad (4)$$

где $\varepsilon_i(t)$ – случайные отклонения (с нулевым математическим ожиданием).

Отметим, что модель (4) – это частный случай регрессионной панельной модели с фиксированным эффектом (в нашем случае для прологарифмированных панельных данных) [3, с. 362–367].

Прологарифмировав формулу (2), получим

$$\ln \tilde{x}_{ij}(t) = \ln x_{ij}(t_0) W(t-t_0, \theta) + \sum_{\tau=t_0+1}^t \ln x_{ij}(\tau) w(t-\tau, \theta), \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, m}, \quad t \geq t_0, \quad (5)$$

откуда, в частности, следует, что $\ln \tilde{x}_{ij}(t)$ равно арифметическому средневзвешенному значению выражений $\ln x_{ij}(\tau)$ за промежуток с t_0 по t .

Модели выражений (4), (5) можно рассматривать как регрессионные панельные модели с лагированными переменными.

Весовые коэффициенты $w(k, \theta)$ могут, в частности, задаваться следующей формулой:

$$w(k, \theta) := \frac{e^{-\theta} \theta^k}{k!}, \quad k \geq 0. \quad (6)$$

Отметим, что формула (6) – это формула для значений функции вероят-

ности распределения Пуассона [3, с. 518].

Можно показать, что при использовании весовых коэффициентов вида (6) имеет место равенство

$$W(t-t_0, \theta) = P(t-t_0, \theta), \quad j = \overline{1, m}, \quad t \geq t_0, \quad (7)$$

где $P(t-t_0, \theta)$ – значение регуляризованной нижней неполной гамма-функции [4, с. 174].

Оценка параметров модели. В соответствии с формулами (3) и (5) оценки параметров модели можно получить в результате решения следующей оптимизационной задачи:

$$S := \sum_{t=t_0}^T \sum_{i=1}^n [\ln y_i(t) - \ln \hat{y}_i(t)]^2 \rightarrow \min, \quad (8)$$

$$\ln \hat{y}_i(t) = \ln a_i + \sum_{j=1}^m b_j \ln \tilde{x}_{ij}(t, \theta), \quad t = \overline{t_0, T}, \quad i = \overline{1, n}, \quad (9)$$

$$\ln \tilde{x}_{ij}(t) = \ln x_{ij}(t_0) W(t-t_0, \theta) + \sum_{\tau=t_0+1}^t \ln x_{ij}(\tau) w(t-\tau, \theta), \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, m}, \quad t \geq t_0, \quad (10)$$

в которой в качестве переменных выступают параметры $a_1, \dots, a_n, b_1, \dots, b_m$ и θ .

При этом на переменную θ могут налагаться дополнительные ограничения. В частности, при использовании весовых коэффициентов вида (6) к ограничениям задачи (8)–(10) добавляются условия неотрицательности переменной θ .

Для численного решения задачи (8)–(10) нами написаны программы на языке программирования пакета MatLab.

Оценка качества модели. Для оценки качества коэффициентов модели и моделей в целом можно использовать р-значения для статистик Стьюдента коэффициентов модели и для статистики Фишера, коэффициент детерминации R-квадрат и скорректированный коэффициент детерминации [3]. Алгоритм получения указанных показателей качества модели состоит в следующем. Сначала находятся оценки параметров $a_1, \dots, a_n, b_1, \dots, b_m$ и θ в результате численного решения оптимизационной задачи (8)–(10). Затем с помощью найденного значения параметра θ находятся средневзвешенные значения прологарифмированных объясняющих факторов $\ln \tilde{x}_{ij}(t)$ по формуле (5) (с использованием формул для весовых коэффициентов, в нашем случае формул (6) и (7)). Зная значения $\ln \tilde{x}_{ij}(t)$, мы рассматриваем модель (4) как линейную регрессионную модель (для панельных данных) и находим для нее указанные показатели качества с помощью стандартных средств, реализованных в пакетах прикладных программ (например, с помощью программы fitlm пакета MatLab).

Удаление незначимых факторов. Для удаления из модели незначимых объясняющих факторов можно использовать следующий алгоритм пошаговой регрессии: сравниваем максимальное р-значение для коэффициентов b_j с заданным уровнем значимости α (например, $\alpha = 0,05$). В случае когда максимальное р-значение для коэффициентов b_j больше либо равно α , удаляем соответствующий фактор из модели, в противном случае оставляем все факторы в модели. Далее находим показатели качества для линейной регрессионной модели вида (7) с меньшим на единицу числом объясняющих факторов. Если максимальное р-значение для коэффициентов b_j больше либо равно α , удаляем соответствующий фактор из модели, а в противном случае оставляем все факторы в модели. В случае если мы удалили фактор из модели,

повторяем алгоритм. Таким образом, на каждом шаге мы удаляем из модели только один фактор (из оставшихся) до тех пор, пока все p -значения для коэффициентов b_j не станут меньше заданного уровня значимости α [3, с. 122–124].

Описанный выше алгоритм для удаления незначимых факторов реализован нами в виде программы, написанной на языке программирования пакета Mat-Lab.

Использованные объясняющие факторы и результирующий показатель.

В качестве объясняющих факторов в нашей модели выступали следующие показатели по регионам Республики Беларусь за период с 2004 по 2023 г.: (1) – численность населения на конец периода по регионам в Республике Беларусь в 2004–2023 гг.; (2) – общая площадь жилых домов, введенных в эксплуатацию по регионам в Республике Беларусь; (3) – уровень официально зарегистрированной безработицы на конец периода по регионам в Республике Беларусь; (4) – уровень малообеспеченности населения по регионам в Республике Беларусь в 2004–2023 гг.; (5) – обеспеченность населения жильем в расчете на одного жителя на конец периода по регионам в Республике Беларусь; (6) – число браков; (7) – число разводов; (8) – число зарегистрированных преступлений; (9) – удельный вес расходов домашних хозяйств на питание в общем объеме потребительских расходов домашних хозяйств; (10) – удельный вес расходов домашних хозяйств на строительство и покупку недвижимости в общем объеме денежных расходов домашних хозяйств; (11) – денежные доходы в расчете на душу населения в месяц; (12) – количество граждан, состоящих на учете нуждающихся в улучшении жилищных условий на конец периода; (13) – количество граждан, получивших жилье и улучшивших жилищные условия; (14) – общая площадь жилых домов, находящихся в ветхом и аварийном состоянии на конец периода; (15) – средняя стоимость строительства 1 м². общей площади жилых домов; (16) – номинальная начисленная среднемесячная заработная плата; (17) – инвестиции в основной капитал на строительство жилых домов за счет средств консолидированного бюджета; (18) – инвестиции в основной капитал на строительство жилых домов за счет средств организаций; (19) – инвестиции в основной капитал на строительство жилых домов за счет кредитов (займов) банков; (20) – инвестиции в основной капитал на строительство жилых домов за счет льготных кредитов; (21) – ставка рефинансирования Национального банка Республики Беларусь на 1 июля.

Объясняемый показатель: инвестиции в основной капитал на строительство жилых домов за счет средств населения по регионам Республики Беларусь в 2004–2023 гг.

В результате описанного выше алгоритма пошаговой регрессии при уровне значимости $\alpha = 0,05$ были удалены из модели (1) факторы с номерами: 3, 4, 6, 7, 8, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21. Номера оставшихся (значимых) факторов это 1, 2, 5, 9, 10, 11, 13, 19. Коэффициент детерминации R-квадрат равен 0,880, скорректированный R-квадрат равен 0,866. Это говорит в пользу высокого качества модели.

Результаты ретропрогнозирования. Для оценки параметров модели использовались данные по регионам Беларуси с 2004 по 2023 г. С использованием формул (1), (2) нами получен прогноз для инвестиций в основной капитал на строительство жилых домов за счет средств населения в Республике Беларусь, что (в целом) в 2024 г. в расчете на одного человека, составило 1 750 196,88 тыс. долл. США. При этом фактическое значение для указанного показателя в 2024 г. составило 1 803 108,46 долл. США. Относительное отклонение прогноза от

фактического значения составляет 2,93 %. Полученный результат говорит в пользу достаточно высокого качества модели.

Прогнозирование результирующего показателя. Прогнозирование на будущие периоды проводится в соответствии с формулами (1), (2). Пусть мы хотим получить прогнозные значения $\hat{y}_i(t)$ по год \hat{T} (например, $\hat{T} = 2030$). Для этого нам нужно вначале получить значения $\hat{x}_{ij}(t)$ для годов с $T+1$ по \hat{T} (в нашем случае с 2024 по 2030). (поэтому наш прогноз носит условный характер, можно использовать сценарный анализ, рассматривать разные сценарии для объясняющих факторов модели). Четыре возможных варианта получения значений $\hat{x}_{ij}(t)$ для годов с $T+1$ по \hat{T} рассмотрены ниже.

В соответствии с формулой (2) для расчета геометрических средневзвешенных значений $\tilde{x}_{ij}(t)$ мы используем формулу

$$\tilde{x}_{ij}(t) = [x_{ij}(t_0)]^{w_j(t-t_0)} \prod_{\tau=t_0+1}^T [x_{ij}(\tau)]^{w_j(t-\tau)} \prod_{\tau=T+1}^t [\hat{x}_{ij}(\tau)]^{w_j(t-\tau)}, \quad T+1 \leq t \leq \hat{T}. \quad (11)$$

Далее значения $\tilde{x}_{ij}(t)$, найденные по формуле (11), мы подставляем в формулу (1)

$$\hat{y}_i(t) = a_i \prod_{j=1}^m [\tilde{x}_{ij}(t)]^{b_j}, \quad i = \overline{1, n}, \quad T+1 \leq t \leq \hat{T} \quad (12)$$

и получаем прогнозные значения $\hat{y}_i(t)$ для годов с $T+1$ по \hat{T} (в нашем случае с 2024 по 2030 г.) для рассматриваемого сценария.

Оценка возможных сценариев инвестиций граждан в строительство жилья в Республике Беларусь с учетом экономических условий. Прогнозирование значений объясняющих факторов $x_{ij}(t)$ проводилось нами для четырех сценариев: оптимистический, пессимистический, нейтральный и экстраполяционный. Ниже описаны методы прогнозирования указанных значений для каждого упомянутого сценария.

Оптимистический сценарий. Прогнозные значения $\hat{x}_{ij}(t)$ для будущих периодов полагаются равными «наилучшему» значению показателя x_{ij} в течение ряда последних лет. При этом под «наилучшим» значением указанного показателя (в данном контексте) понимается наибольшее значение, в случае если увеличение значения данного показателя приводит к увеличению прогнозного значения $y_i(t)$, и наименьшее значение в противном случае, причем вид влияния (положительный либо отрицательный), изменения значения фактора x_{ij} на $y_i(t)$ определяется знаком коэффициента регрессии b_j . Для получения прогнозных значений $\hat{x}_{ij}(t)$ для будущих периодов мы использовали следующую формулу:

$$\hat{x}_{ij}(t) = \begin{cases} \max \{x_{ij}(\tau) \mid t - T_{past} + 1 \leq \tau \leq t\}, & \text{если } b_j > 0 \\ \min \{x_{ij}(\tau) \mid t - T_{past} + 1 \leq \tau \leq t\}, & \text{если } b_j < 0 \end{cases}, \quad (12)$$

$$i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, m}, \quad T+1 \leq t \leq \hat{T},$$

где T_{past} — количество последних периодов (лет), используемых для нахождения наилучшего значения показателя x_{ij} .

Пессимистический сценарий. Прогнозные значения $\hat{x}_{ij}(t)$ для будущих периодов полагаются равными «наихудшему» значению показателя x_{ij} в течение ряда последних лет. При этом под «наихудшим» значением указанного показателя (в данном контексте) понимается наименьшее значение в случае если увеличение значения данного показателя приводит к увеличению прогнозного

значения $y_i(t)$, и наибольшее значение в противном случае, причем вид влияния (положительный либо отрицательный) изменения значения фактора x_{ij} на $y_i(t)$ определяется знаком коэффициента регрессии b_j .

Нейтральный сценарий. Прогнозные значения $\hat{x}_{ij}(t)$ для будущих периодов полагаются равными среднему значению показателя x_{ij} в течение ряда последних лет.

Экстраполяционный сценарий. Для получения прогнозных значений $\hat{x}_{ij}(t)$ для будущих периодов мы использовали следующую формулу:

$$\hat{x}_{ij}(t) = \exp(c_{ij} + d_{ij}t), \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, m}, \quad T+1 \leq t \leq \hat{T}, \quad (13)$$

где c_{ij} и d_{ij} – оцениваемые параметры.

Методика оценивания параметров c_{ij} и d_{ij} состоит в следующем. Прологарифмировав формулу (11), получим

$$\ln \hat{x}_{ij}(t) = c_{ij} + d_{ij}t, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, m}, \quad T+1 \leq t \leq \hat{T}. \quad (14)$$

Значения параметров c_{ij} и d_{ij} находятся методом наименьших квадратов.

В таблице представлены результаты прогнозирования для четырех разных сценариев.

Сравнение сценариев для республики Беларусь (в целом)

Год	Прогноз для показателя y для разных сценариев, тыс. долларов США			
	Оптимистический	Пессимистический	Нейтральный	Экстраполяционный
2025	2 491 770	755 434	1 410 159	1 559 416
2026	3 670 546	452 736	1 410 159	1 640 881
2027	4 247 401	373 084	1 347 329	1 721 691
2028	4 405 653	355 389	1 322 732	1 806 128
2029	4 435 965	352 156	1 316 458	1 895 696
2030	4 440 525	351 673	1 315 260	1 991 047

Результаты прогнозирования, приведенные в данной таблице, свидетельствуют о том, что пессимистический сценарий отражает ситуацию экономического спада: снижение доходов населения (фактор 11), рост доли расходов на питание (фактор 9), сокращение банковского кредитования (фактор 19). В этих условиях инвестиционная активность граждан падает. Оптимистический сценарий соответствует периоду экономического роста: рост реальных доходов, увеличение доступности кредитов, активная деятельность на рынке новостроек. На практике в чистом виде ни один из этих сценариев реализован не будет. Однако такой значительный разрыв между оптимистическим и пессимистическим прогнозами говорит о высокой волатильности показателя и его сильной зависимости от макроэкономической конъюнктуры.

Следует подчеркнуть, что ключевая ценность представленной модели состоит не только в прогнозе, но и в идентификации факторов, на которые может влиять государственная политика. Действительно, факторы, включенные в полученную модель, можно разделить на неуправляемые (слабоуправляемые), т.е. факторы, которые характеризуют общие экономические условия, и управляемые, которые зависят от проводимой государством политики.

Полученные результаты позволяют идентифицировать ключевые точки

приложения усилий для органов власти. Наиболее эффективными мерами по стимулированию частных инвестиций в жилищное строительство, согласно модели, являются регулирование доступности кредитов на строительство жилья (фактор 19) и управление объемами ввода нового жилья (фактор 2).

Заключение. Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы и предложения.

Объем инвестиций граждан в основной капитал на строительство жилья является административно нерегулируемым параметром развития жилищной сферы и складывается в основном под влиянием рыночных условий. Для прогнозирования данного показателя на средне- и долгосрочную перспективу разработана регрессионная панельная модель с лагированными переменными, учитывающая набор факторов, определяющих поведение граждан на рынке жилищного строительства.

В соответствии с данной моделью объясняемыми факторами, которые определяют объемы инвестиций граждан в строительство жилья, являются: численность населения на конец периода; общая площадь жилых домов, введенных в эксплуатацию; обеспеченность населения жильем в расчете на одного жителя на конец периода; удельный вес расходов домашних хозяйств на питание в общем объеме потребительских расходов домашних хозяйств; удельный вес расходов домашних хозяйств на строительство и покупку недвижимости в общем объеме денежных расходов домашних хозяйств; денежные доходы в расчете на душу населения в месяц; количество граждан, получивших жилье и улучшивших жилищные условия; инвестиции в основной капитал на строительство жилых домов за счет кредитов (займов) банков.

Прогнозные значения объясняемого показателя на основе данной модели были рассчитаны в соответствии с четырьмя сценариями: пессимистичного, среднего, оптимистичного и основанного на данных объясняющих переменных, спрогнозированных на основе экстраполяции. Модель позволила выявить ключевые точки приложения усилий для органов власти: управление объемами кредитов на строительство жилья и ввода нового жилья.

Литература

1. *Еремёнко, М. М.* Реализация государственной жилищной политики Республики Беларусь / М. М. Ерёменко, С. В. Стасюкевич // Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость : материалы XV Междунар. научн.-практ. конф., Минск, 19–20 мая 2022 г.; БГЭУ; А. В. Егоров (ред.). – С. 261–262.

Eremyonko, M. M. Realizaciya gosudarstvennoj zhilishchnoj politiki Respubliki Belarus [Implementation of the state housing policy of the Republic of Belarus] / M. M. Eryomenko, S. V. Stasyukevich // Ekonomicheskij rost Respubliki Belarus: globalizaciya, innovacionnost, ustojchivost : materialy XV Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf., Minsk, 19–20 maya 2022 g.; BGEU; A. V. Egorov (Ed.). – P. 261–262.

2. *Литвинович, А. А.* Моделирование влияния объемов жилищного строительства на социально-экономические показатели с учетом запаздывания / А. А. Литвинович, Э. М. Аксень // Экономика, моделирование, прогнозирование. – 2023. – Вып. 17. – С. 258–265. – Минск : НИЭИ Мин-ва экономики Респ. Беларусь.

Litvinovich, A. A. Modelirovanie vliyaniya ob'emov zhilishchnogo stroitel'stva na social'no-ekonomicheskie pokazateli s uchetom zapazdyvaniya

[Modeling the impact of housing construction volumes on socio-economic indicators taking into account the lag] / A. A. Litvinovich, E. M. Aksen' // *Ekonomika, modelirovanie, prognozirovanie*. – 2023. – Вып. 17. – P. 258–265. – Minsk : NIEI Min-va ekonomiki Resp. Belarus'.

3. *Магнус, Я. Р.* Эконометрика / Я. Р. Магнус, П. К. Катышев, А. А. Пересецкий. – М. : Дело, 2004. – 576 с.

Magnus, Ya. R. *Ekonometrika [Econometrics]* / Ya. R. Magnus, P. K. Katyshev, A. A. Pereseckij. – M. : Delo, 2004. – 576 p.

4. *The NIST Handbook of Mathematical Functions* / F. Olver, D. Lozier, R. Boisvert, C. Clark. – 2010. – New York : Cambridge University Press, 2010. – 968 p.

MARINA EREMENKO, ERNEST AKSEN

***DEVELOPMENT OF A MODEL FOR ANALYZING
AND FORECASTING CITIZENS' INVESTMENTS
IN HOUSING CONSTRUCTION***

Authors affiliation. *Marina EREMENKO* (zilpolnptis@gmail.com), *State Enterprise «Institute of Housing - NIPTIS named after. Ataeva S.S.» (Minsk, Belarus); Ernest AKSEN* (eaksen@mail.ru), *Belarus State Economic University (Minsk, Belarus).*

Abstract. The article presents a model designed for scenario forecasting of possible citizens' investment volumes in housing construction, and the forecasts obtained with its help. To account for the effect of lagged values of explanatory factors on the mentioned investments, weighted averages obtained with the help of parametrically specified weighting coefficients are used in the model. The presented model also uses the considerations underlying the fixed-effect panel data model. To select the most significant factors, a stepwise regression algorithm is proposed, which, based on real data, identifies the most significant factors affecting citizens' investment in housing construction in Belarus. Based on this model the predicted values of the explained indicator are presented, which have been calculated in accordance with four scenarios: pessimistic, average, optimistic and extrapolative.

UDC 332.1

*Статья поступила
в редакцию 22.10.2025 г.*