

Ссылка для цитирования:

Ершов А. В., Коробко В. Б., Железниченко И. М., Кияткина Е. Н., Воропаев И. О. Профилактика проблемных ситуаций в области пожарной безопасности // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2021. № 2 (36). С. 80–87.

УДК 35.073

DOI 10.52684/2312-3702-2021-36-2-87-89

ДИСКРЕТНАЯ МОДЕЛЬ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

С. И. Носков, А. А. Бутин

Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Россия

В работе проведен краткий анализ работ по применению методов математического моделирования в жилищном строительстве. На базе статистической информации об объемах введенного жилья в России за 2000–2020 гг. сформированы три варианта дискретной модели авторегрессионного типа динамики этого показателя методами наименьших квадратов, модулей и антиробастного оценивания, для каждого из них приведены значения принятых критериев адекватности. Это критерии множественной детерминации (только для метода наименьших квадратов), средняя относительная ошибка аппроксимации и обобщенный критерий согласованности поведения. Последний критерий позволяет оценить, в какой степени согласовано поведение расчетных и фактических значений зависимой переменной в модели. В соответствии со значениями критериев для дальнейшего практического использования предложен вариант, параметры которого оценены с помощью метода наименьших модулей.

Ключевые слова: жилищное строительство, дискретная модель, авторегрессия, методы наименьших квадратов, модулей, антиробастного оценивания, критерии адекватности.

DISCRETE MODEL OF HOUSING CONSTRUCTION IN THE RUSSIAN FEDERATION

S. I. Noskov, A. A. Butin

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russia

The paper provides a brief analysis of works on the application of mathematical modeling methods in housing construction. Based on statistical information on the volume of housing commissioned in Russia for 2000–2020, three variants of a discrete model of autoregressive type of dynamics of this indicator are formed by the methods of least squares, moduli and anti-robust estimation, for each of them the values of the accepted criteria of adequacy are given. These are the criteria for multiple determination (only for the least squares method), the average relative error of approximation and the generalized criterion for the consistency of behavior. The latter criterion allows you to assess the extent to which the behavior of the calculated and actual values of the dependent variable in the model is consistent. In accordance with the values of the criteria for further practical use, a variant is proposed, the parameters of which are estimated using the method of least modules.

Keywords: housing construction, discrete model, autoregression, least squares, moduli, anti-robust estimation, adequacy criteria.

Введение

Жилищная сфера является важнейшей составляющей экономики России, во многом определяющей уровень жизни населения страны. Закономерности развития этой сферы и пути повышения ее эффективности активно исследуются научными методами, в том числе и с помощью подходов, основанных на методах математического моделирования. Так, в [1] предложена учитывающая ряд частных критериев математическая модель удовлетворенности спроса на малоэтажное жилищное строительство, в которой учитывается необходимость достижения требуемого объема жилой площади, попадание фактора плотности застройки в интервалы, границы которых установлены соответствующими градостроительными нормативами, в частности, связанными с эксплуатационными расходами. В работе [2] описана экономико-математическая модель жилищного строительства на региональном уровне. При этом жилищное строительство рассмотрено как комплексная многосвязная система, зависящая от градостроительных, демографических, социальных, экономических и ряда других факторов.

Рациональная политика осуществления жилищного строительства при допустимых затратах задействованных организаций позволяет максимально удовлетворить потребности населения региона в жилье с учетом в том числе и демографических факторов. В [3] обосновывается возможность применения кластерного подхода к анализу тенденций, сложившихся в жилищном строительстве. Представлена содержательная модель взаимодействия компонент кластера, в которой каждый элемент представляет собой некий субъект, выполняющий определенные функции в строительном процессе. Построена экономико-математическая модель взаимосвязи факторов, оказывающих существенное влияние на развитие жилищно-строительного комплекса Брянской области. Эта модель способствует формированию у лиц, принимающих решения, адекватного представления о состоянии и уровне эффективности протекающих в рассматриваемом объекте производственных, демографических, инвестиционных и инновационных процессов, «работает» на повышение эффективности взаимодействия различных субъектов.

В статье [4] рассматриваются вопросы использования статистических методов при анали-

зе рынка жилья и жилищного строительства. Выявлены факторы, влияющие на показатели ввода жилья, сформированы их укрупнённые группы. Проведенное эконометрическое моделирование позволило выявить доминирующее влияние инфраструктурных и демографических факторов на темпы жилищного строительства. Полученные при моделировании результаты можно эффективно использовать при разработке стратегических программ развития жилищного строительства и принятия комплексных решений в этой сфере как на региональном, так и на федеральном уровнях. В работе [5] проанализированы возможные подходы к разработке математической модели предприятия сферы жилищно-коммунального хозяйства на примере некоторой управляющей компании. При этом одна модель построена на основе балансовых соотношений, в которых учтены, систематизированы и должным образом формализованы доходы и расходы управляющей компании. Вторая же представлена в виде задачи оптимального управления с критерием оптимизации, формализующим прибыль предприятия и одним управляющим фактором в виде затрат на модернизацию жилого фонда.

Следует отметить работы зарубежных авторов, посвященные применению математических методов для анализа строительной отрасли. Так, в [6] для создания математической модели оценки эффективности проекта в строительстве выбраны семь показателей, имеющих наивысший показатель важности. Представлены семь описывающих эти показатели уравнений, отражающих результаты исследования с учетом как размера организации, так и типа проекта. Предложенная модель может быть использована для оценки относительного успеха проектов, выявления сильных и слабых сторон в работе и проведения сравнительного анализа деятельности компании. В работе [7] представлена математическая модель оптимизации логистических процессов в модульном строительстве, охватывающая три уровня эксплуатации: производство, хранение и сборка. Проведенные исследования показали, что задержки на строительной площадке являются основной причиной отклонений от графика. Используя модель, изложенную в работе, можно определить, как производственные предприятия и управление запасами должны реагировать на изменения спроса на строительных площадках. Построенная двухэтапная модель стохастического программирования разработана для учета всех возможных изменений. Модель идентифицируется по данным сектора жилищного строительства. Ее анализ показывает, что она эффективна и может служить основой для принятия решений по оптимизации логистики модульного строительства.

Построение альтернативных дискретных моделей ввода жилья в России

Очевидно, что основным показателем эффективности сферы жилищного строительства в России, как, впрочем, и в любой другой стране, является объем ввода жилья [8–12]. Рассмотрим динамику этого показателя с 2000 по 2020 г. [13]. За этот период его значение увеличилось в 2,7 раза – с 30,3 до 80,6 млн м². При этом следует обратить внимание на резкое падение этого показателя в 2009 г. и некоторую стагнацию в последние годы.

Попробуем тем не менее построить математическую модель динамики этого показателя, не включая в нее в явном виде прямо влияющих на него факторов. В качестве формы представления разрабатываемой дискретной модели выберем линейную авторегрессию второго порядка:

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \alpha_2 y_{t-2} + \varepsilon_t, t=2002, 2020, \quad (1)$$

где y_t – объем ввода жилья в году t , $\alpha_i, i=0, 2$ – подлежащие оцениванию параметры, ε_t – детерминированные ошибки аппроксимации.

Построим три альтернативных варианта модели (1), пользуясь методами наименьших квадратов (МНК), наименьших модулей (МНМ) и антиробастного оценивания (МАО), свойства которых подробно описаны, например, в работах [14–19]).

При оценке адекватности модели будем использовать критерии множественной детерминации R (только для МНК), среднюю относительную ошибку аппроксимации E и обобщенный критерий согласованности поведения (ОКСП) K [20]. Последний критерий позволяет оценить, в какой степени согласовано поведение расчетных \hat{y}_t и фактических y_t значений зависимой переменной в модели (1). Подробно он описан в работах [21–23] и по отношению к модели (1) имеет вид:

$$K = \sum_{k=2002}^{2019} \sum_{s=2003}^{2020} \text{sign}[(y_k - y_s)(\hat{y}_k - \hat{y}_s)],$$

где

$$\text{sign}(a) = \begin{cases} 1, & a \geq 0 \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Приведем все три построенные авторегрессионные модели.

1. МНК.

$$y_t = 7.672 + 1.134y_{t-1} - 0.227y_{t-2}, \quad (2)$$

$R=0.93, E=5.26, K=153.$

2. МНМ.

$$y_t = 7.044 + 1.039y_{t-1} - 0.131y_{t-2}, \quad (3)$$

$E=4.91, K=155.$

3. МАО

$$y_t = 3.813 + 1.479y_{t-1} - 0.491y_{t-2}, \quad (4)$$

$E=6.08, K=154.$

Проведем краткий анализ полученных вариантов (2)-(4) модели (1). Прежде всего отметим, что, в соответствии с (2), правая часть авторегрессии включает в свой состав 93 % значимых факторов – это весьма высокая степень детерминации. Из всех трех вариантов модели зависимость (3) характеризуется наименьшей средней ошибкой аппроксимации и максимальным значением критерия согласованности поведения, равным 155, а это означает, что модель согласует

поведение $\frac{155}{171} * 100 = 90,6$ процентов всех возможных пар расчетных и фактических значений переменной y_t . Поэтому именно дискретную модель (3) и следует выбрать для практического применения при решении различных прогнозных и аналитических задач.

Заключение

В работе дан краткий анализ некоторых работ по применению методов математического моделирования в сфере жилищного строи-

тельства. На основе статистической информации об объемах введенного жилья в России за 2000-2020 г.г. построены три варианта дискретной модели динамики этого показателя методами наименьших квадратов, модулей и антиробастного оценивания, рассчитаны значения критериев адекватности. В соответствии с ними для практического использования рекомендован вариант, параметры которого оценены методом наименьших модулей.

Список литературы

1. Абдразаков Р.И., Кравченко Е.Г. Многокритериальная экономико-математическая модель удовлетворенности спроса населения на малоэтажное жилищное строительство в регионе // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. -2012. -№ 4 (40). -С. 94.
2. Захарова В.В., Тарануха К.В., Тарануха Н.Л. Формирование экономико-математической модели жилищного строительства в регионе // Вестник Ижевского государственного технического университета. -2014. -№ 2. -С. 90-94.
3. Гумба Х.М., Кузовлева И.А., Прокопенкова В.В. Экономико-математическое моделирование взаимосвязи факторов развития жилищно-строительного кластера региона // Вестник Иркутского государственного технического университета. -2015. -№ 5 (100). -С. 196-204.
4. Токарев Ю.А. Многомерный статистический анализ жилищного строительства в России // Наука Красноярья. -2020. -Т. 9. -№ 1-2. -С. 195-203.
5. Вишнева Е. В. Примеры математической модели управляющей компании // Вестник БФУ им. И. Канта. -2015. -№10. -С. 98-108.
6. Marzouk M.M., Gaid E.F. Assessing Egyptian construction projects performance using principal component analysis // International Journal of Productivity and Performance Management. -2018. -№9. - P. 1727-1744.
7. Hsu P.-Y., Angeloudis P., Aurisicchio, M. Optimal logistics planning for modular construction using two-stage stochastic programming // Automation in Construction. -2018. -v.94. - P.47-61.
8. Ахматов Х.А., Шилова Н.В. Современное состояние рынка ипотечного жилищного кредитования российской федерации // Журнал экономических исследований. -2019. -Т. 5. -№ 4. -С. 3-10.
9. Коростин С.А. Оценка состояния и перспектив развития малоэтажного домостроения в регионах России // Современные проблемы науки и образования. -2015. -№ 1-1. -С. 750.
10. Гнездилов Е.А., Маннапова А.Н. Строительство жилья – основа обеспечения социальной стабильности в регионе // Фундаментальные исследования. -2018. -№ 12-2. -С. 234-239.
11. Нехороших И.Н. Роль государства на рынке недвижимости в России // Регион: системы, экономика, управление. -2021. -№ 1 (52). -С. 27-31.
12. Сидорчев Р.В. Анализ современного состояния строительного комплекса России // Экономический анализ: теория и практика. -2005. -№ 16 (49). -С. 54-60.
13. Мониторинг объемов жилищного строительства. URL: <https://minstroyrf.gov.ru/trades/zhilishnaya-politika/8/> (дата обращения: 23.04.2021).
14. Базилевский М.П., Носков С.И. Алгоритм формирования множества регрессионных моделей с помощью преобразования зависимой переменной // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. -2011. -№ 3. -С. 159-160.
15. Носков С.И. Точечная характеристика множества Парето в линейной многокритериальной задаче // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. -2008. -№ 1 (17). -С. 99-101.
16. Носков С.И. Метод антиробастного оценивания параметров линейной регрессии: число максимальных по модулю ошибок аппроксимации // Южно-Сибирский научный вестник. 2020. № 1 (29). С. 51-54.
17. Демиденко Е.З. Линейная и нелинейная регрессии. - М.: Финансы и статистика, 1981. 302с.
18. Носков С.И. О методе смешанного оценивания параметров линейной регрессии // Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами, 2019. №1. С.41-45.
19. Базилевский М.П., Носков С.И. Идентификация неизвестных параметров линейно-мультипликативной регрессии // Современные наукоемкие технологии. -2012. -№ 3. -С. 14.
20. Носков С.И. Технология моделирования объектов с нестабильным функционированием и неопределенностью в данных. – Иркутск: Облформпечать. -1996. -320 с.
21. Носков С.И. Построение эконометрических зависимостей с учетом критерия «согласованность поведения» // Кибернетика и системный анализ. -1994. -№1. -С.177-180.
22. Носков С.И. Критерий «согласованность поведения» в регрессионном анализе // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. -2013. -№1. -С.107-111.
23. Носков С.И. Обобщенный критерий согласованности поведения в регрессионном анализе // Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами. –2018. -№ 1 (1). –С. 14-20.

© С. И. Носков, А. А. Бутин

Ссылка для цитирования:

Носков С. И., Бутин А. А. Дискретная модель жилищного строительства В Российской Федерации // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2021. № 2 (36). С. 87–89.