

К.А. Мамонов¹, В.В. Гой¹, Р.С. В'яткін¹, А.Г. Тищенко²

¹Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

²ТОВ НВП «Кадастр-Геоматика»

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТАРІЙ, ЩО ЗАСТОСОВУЄТЬСЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ РИНКУ НЕРУХОМОСТІ

Доведено, що нерухомість є одним із важливих активів, що впливає на функціонування та розвиток регіонів, ефективність взаємодії стейкхолдерів, можливості використання земель. Особливого значення має достовірність і повна оцінка нерухомості, що дозволяє сформувати кількісну основу прийняття обґрунтованих рішень.

Ключові слова: оцінка нерухомості, аналіз ринку нерухомості, регулювання оціночної діяльності, математичне моделювання, методи і моделі, геоінформаційні системи.

Постановка проблеми

Формування сучасної системи взаємовідносин щодо використання нерухомості потребує переосмислення підходів до оцінки та аналізу її ринку. У цьому контексті виникає необхідність застосування інструментарію математичного моделювання для аналізу ринку нерухомості. Крім того, визначаються чинники, що впливають на оцінку нерухомості, враховуючи особливості регулювання оціночної діяльності.

За останні роки спостерігаються тенденції до зростання вартості житла. Зокрема, за 2020 – 2023 рр. відбувається збільшення відповідних індексів на: 8,8 % до відповідного періоду минулого року, 14,8 %, 13 % та 14,5 % [1]. Динаміка зростання вартості житла на вторинному ринку перевищувала відповідні тенденції на первинному (рис. 1).

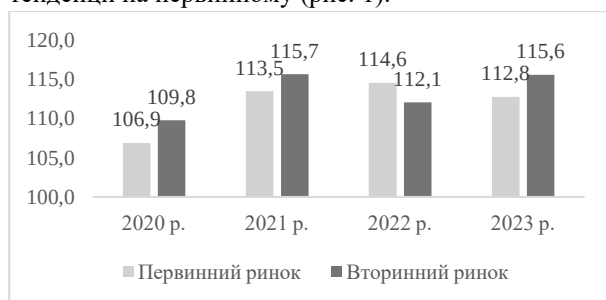


Рис. 1. Індекс вартості житла на первинному і вторинному ринках за 2020 – 2023 рр., % до минулого року [1]

Лише у 2022 р. спостерігались зворотні пропорції. У 2024 р. також спостерігались тенденції до зростання вартості на житло (табл. 1).

Таблиця 1.

Індекси цін на житло у 2024 р., у % до попереднього року [1]

Види житла	1 квартал	2 квартал	3 квартал
Індекс цін на житло	116,0	112,9	112,5
Первинний ринок	117,6	115,1	114,7
квартири однокімнатні	117,8	115,2	114,7
квартири двокімнатні	117,5	115,0	115,0
квартири трикімнатні	117,9	115,1	114,6
Вторинний ринок	115,3	111,9	111,4
квартири однокімнатні	115,9	112,4	111,6
квартири двокімнатні	115,2	111,9	111,6
квартири трикімнатні	115,5	112,0	111,4

Представленою динамікою характеризувались зміни вартості житла як на первинному, так і вторинному ринках.

На процеси формування та функціонування ринку житла, здійснення оцінних процедур та регулювання оціночної діяльності впливає нормативно-правове забезпечення, яке визначається законодавчими актами [2–7].

На вартісні параметри ринку нерухомості впливають наслідки агресії РФ, а саме: у житловому секторі непрямі втрати станом на початок 2024 р. складають 22,4 млрд. дол. [8]. Прямі втрати житлового фонду визначаються на рівні 58,9 млрд. дол., порушених приватних будинків – 222000 од., 27000 од. багатоквартирних будинків, 526 од. гуртожитків [9].

Таким чином, актуальним питанням є формування кількісної основи шляхом проведення аналізу нерухомості із застосуванням інструментарію математичного інструментарію.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Проблемні питання визначення нерухомості, теоретичні обґрунтування відносно її ознак і характеристик представлені у роботах [5, 6, 10–17].

Напрями та особливості застосування інструментарію математичного моделювання у системі формування й використання земельно-майнового комплексу охарактеризовані у розробках [18–19].

На сучасному геоінформаційному інструментарію, що застосовується для аналізу ринку та оцінки нерухомості, наголошується у роботах [20–22].

Особливого значення має характеристика напрямів формування просторового забезпечення для оцінки нерухомості [23–24].

Мета та завдання статті

Метою дослідження є обґрунтування теоретичних положень щодо напрямів застосування інструментарію математичного моделювання для аналізу ринку нерухомості. У дослідженні вирішені наступні завдання:

- аналіз сучасного стану ринку нерухомості;
- розробка напрямів здійснення математичного моделювання у аналізі ринку нерухомості.

Виклад основного матеріалу

Характеризуючи стан ринку нерухомості для його аналізу, слід відзначити низький рівень інформаційно-аналітичного забезпечення, особливо це відноситься до показників, які визначаються у розрізі регіонів за останні роки.

Слід зазначити, що Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України затвердило та рекомендувало до застосування показники опосередкованої вартості спорудження житла за регіонами України, розраховані станом на 01 січня 2024 року:

- в середньому по Україні – 21290 грн./кв.м;
- Вінницька область – 20530;
- Волинська – 20466;
- Дніпропетровська – 20641;
- Донецька – 22362;
- Житомирська – 18715;
- Закарпатська – 18483;
- Запорізька – 20620;
- Івано-Франківська область – 19144;
- Київська – 21263;

- Кіровоградська область – 18095;
- Луганська – 20423;
- Львівська – 21175;
- Миколаївська область – 21259;
- Одеська – 20396;
- Полтавська – 18931;
- Рівненська – 20911;
- Сумська – 19973;
- Тернопільська – 19957;
- Харківська – 22377;
- Херсонська – 19371;
- Хмельницька – 20490;
- Черкаська – 20970;
- Чернівецька – 19707;
- Чернігівська – 21317;
- місто Київ – 24883 [25].

Визначена найбільша опосередкована вартість спорудження одного квадратного метра загальної площі квартир будинку у Донецькому, Київському, Львівському, Миколаївському, Харківському, Чернігівському регіонах та місті Києві.

Поряд з цим, найбільша середня ціна квартири на вторинному ринку у 2024 р. спостерігається у Львівському, Київському, Закарпатському регіонах [26]. Найнижчими вартісні показники на житло є у Херсонському, Запорізькому, Харківському, Сумському регіонах. Аналогічна ситуація відбувається і на первинному ринку.

Запропоновані напрями математичного моделювання для здійснення аналізу ринку нерухомості:

- формування й застосування інформаційно-аналітичного забезпечення математичного моделювання для аналізу ринку нерухомості;
- визначення чинників, що впливають на використання нерухомості;
- розробка багаторівневої системи показників оцінки нерухомості;
- здійснення оцінки нерухомості;
- встановлення причинно-наслідкових зв'язків між чинниками оцінки нерухомості методами і моделями математичного моделювання;
- визначення коефіцієнтів кореляції та детермінації;
- побудова математичних моделей залежності між чинниками використання нерухомості;
- визначення показників адекватності математичних моделей;
- інтерпретація отриманих результатів;
- формування кількісної основи прийняття рішень.

Визначені особливості застосування математичного інструментарію [23, 27], що дозволило імплементувати його до аналізу ринку нерухомості.

Висновки

Таким чином, у результаті дослідження визначені напрями та особливості аналізу ринку нерухомості, враховуючи регіональні й вартісні параметри. Встановлені регіональні асиметрії які впливають на рівень використання нерухомості.

Запропоновані напрями математичного моделювання для здійснення аналізу ринку нерухомості, що впливає на повноту та достовірність формування кількісної основи прийняття рішень, регулювання оціночної діяльності.

Для здійснення аналізу ринку нерухомості на основі результатів математичного моделювання застосовуються геоінформаційні системи, що надає можливості визначення змін чинників та здійснення моніторингових процедур.

Література

1. Офіційний сайт Державної служби статистики України. – Режим доступу: <https://www.ukrstat.gov.ua>, вільний (дата звернення: 01.02.2025).
2. Про відчуження земельних ділянок, інших об'єктів нерухомого майна, що на них розміщені, які перебувають у приватній власності, для суспільних потреб чи з мотивів суспільної необхідності. Закон України. Документ 1559-VI. Редакція від 31.03.2023. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1559-17#Text>, вільний (дата звернення: 02.02.2025).
3. Про оцінку земель. Закон України. Документ 1378-IV. Редакція від 08.06.2023. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1378-15#Text>, вільний (дата звернення: 02.02.2025).
4. Про оцінку майна, майнових прав та професійну оціночну діяльність в Україні. Закон України. Документ 2658-III. Редакція від 22.05.2023. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2658-14#Text>, вільний (дата звернення: 02.02.2025).
5. Про затвердження Національного стандарту № 1 «Загальні засади оцінки майна і майнових прав». Постанова Кабінету міністрів України від 10 вересня 2003 р. № 1440. Документ 1440-2003-п. Редакція від 11.08.2022. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1440-2003-n#Text>, вільний (дата звернення: 02.02.2025).
6. Цивільний кодекс України. Документ 435-IV. Редакція від 03.09.2024. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/435-15#Text>, вільний (дата звернення: 02.02.2025).
7. Про експертну грошову оцінку земельних ділянок. Постанова Кабінету міністрів України від 11 жовтня 2002 р. № 1531. Документ 1531-2002-п. Редакція від 10.12.2011. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1531-2002-n#Text>, вільний (дата звернення: 02.02.2025).
8. Звіт про непрямі фінансові втрати економіки внаслідок військової агресії Росії проти України станом на 1 липня 2024 року. – Режим доступу: https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/10/30.09.24_Losses_Report-ua.pdf, вільний (дата звернення: 02.02.2025).
9. Два роки війни — які збитки України від вторгнення РФ та рейтинг найбільш постраждалих областей. – Режим доступу: <https://fin.novyny.live/dva-roki-viini-iaki-zbitki-ukrayini-vid-vtorgnennia-rf-ta-reiting-naibilsh-postrazhdalikh-oblastei-154222.html>, вільний (дата звернення: 01.02.2025).
10. Загребельна К. Особливості попиту на ринку нерухомості в умовах економічної нестабільності / К. Загребельна // Модернізація управління національною економікою: зб. матеріалів IV Міжнар. наук.-практ. конф., 25–26 листоп. 2016 р. – Київ : КНЕУ, 2016. – С. 315–317.
11. Слободянюк С. Сутність нерухомого майна та його правова природа / С. Слободянюк // Підприємництво, господарство і право. – 2011. – № 5. – С. 48–52.
12. Інвестиції у відбудову України – уряд представив органічні кейси міжнародній спільноті. Укрінформ, 2023. – Режим доступу: <https://www.ukrinform.ua/rubric-vidbudova/3726477-investicii-u-vidbudovu-ukraini-urad-predstaviv-organichni-kejsi-miznarodnij-spilnoti.html>, вільний (дата звернення: 01.02.2025).
13. Бондар М. І. Визнання і оцінка інвестиційної нерухомості / М. І. Бондар, Т. А. Бондар // Інвестиції: практика та досвід. – 2009. – № 20. – С. 12–15.
14. Супрунова І. В. Визнання та оцінка інвестиційної нерухомості в бухгалтерському обліку / І. В. Супрунова // Міжнародний збірник наукових праць. – 2015. – № 1 (16). – С. 273–283.
15. Манн Р. В. Особливості діагностування стану і перспектив розвитку ринку нерухомості / Р. В. Манн // Економіка та держава. – 2007. – № 9. – С. 15 – 17.
16. Павлов К. В. Уніфіковані підходи до класифікації об'єктів нерухомості / К. В. Павлов // Глобальні та національні проблеми економіки. – 2017. – № 17. – С. 390 – 394.
17. Мамонов К. А. Сучасний інструментарій забезпечення використання нерухомості на регіональному рівні / К. А. Мамонов, С. Г. Нестеренко, І. В. Кондратюк, В. О. Фролов // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – 2023. – Випуск 114. – Частина 2. – С. 153–163. – Режим доступу: http://publications.ntu.edu.ua/avtodorogi_i_stroitelstvo/114.2/153.pdf, вільний (дата звернення: 02.02.2025).
18. В'яткін Р. С. Математичне моделювання використання об'єктів екомережі регіонів / Р. С. В'яткін, О. С. Камєєв, В. І. Троян // Український метрологічний журнал. – 2020. – № 3. – С. 65 – 70.
19. Мамонов К. А. Математичне моделювання чинників використання земель об'єктів природно-заповідного фонду регіонів / К. А. Мамонов, Р. С. В'яткін, Е. С. Штерндок, А. В. Штерндок // Комунальне господарство міст. Серія: Інженерні науки і архітектура. – 2024. – Том 1. – Вип. 182. – С. 132 – 136. – DOI: <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2024-1-182-132-136>, вільний (дата звернення: 02.02.2025).
20. Mamonov K. Land use monitoring of the regions: geoinformation aspects / K. Mamonov, R. Viatkin, V. Frolov // Комунальне господарство міст. Серія: Інженерні науки і архітектура. – 2023. – Том 6. – Вип. 180. – С. 98 – 102. – DOI: <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2023-6-180-98-102>, вільний (дата звернення: 01.02.2025).
21. Mamonov K. Geoinformation support for monitoring the land of the ecological network of regions / K. Mamonov, A. Palamar, R. Viatkin, I. Kondratyuk // GeoTerrace – 2020. Eage: Матеріали міжнародної конференції, 7 – 9 December 2020. – Lviv.
22. Mamonov K. Geospatial analysis of the territory for solving urban planning problems / K. Mamonov, S. Nesterenko, M. Pilicheva, A. Afanasiev, A. Tsyhenko // E3S Web of

23. Conferences. – GreenEnergy 2023. – S S Режим доступу: Режим доступу: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202450808021>, вільний (дата звернення: 02.02.2025).

24. Mamonov K. Theoretical and methodological provisions regarding the development and implementation of an integral method for assessing the level of information support of the multipurpose real estate cadastre at the regional level / K. Mamonov, V. Velychko, V. Holovachov, L. Kovalenko // *Ukrainian Metrological Journal*. – 2023. – № 2. – pp. 40–51.

25. Mamonov K. Standardization of geodetic data for determination of boundaries of natural reserve areas / K. Mamonov, M. Kukhar, E. Shterndok, S. Kamchatna // *E3S Web of Conferences*. – Volume 452. – IPFA 2023. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345203001>, вільний (дата звернення: 01.02.2025).

26. Вартість будівництва житла за регіонами України станом на 01 січня 2024 року. – Режим доступу: <http://www.afo.com.ua/uk/news/2/1500>, вільний (дата звернення: 01.02.2025).

27. Ціна вторинки зросла майже по всій країні, а найкраще почувається ринок оренди. Це підсумки ЛУН-2024. – Режим доступу: <https://www.village.com.ua/village/city/city-news/357693-tsina-vtorinki-zroslo-mayzhe-po-vsiy-krayini-a-naykrasche-pochuvaetsya-rinok-orendi-tse-pidsumki-lun-2024>, вільний (дата звернення: 02.02.2025).

28. Mamonov K. Integrated Method for Assessing Information Support of Real Estate Cadastre at Regional Level / K. Mamonov, V. Holovachov, O. Horb, A. Palamar // *International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2024»*, Oct 2024, Volume 2024, p. 1–5. – Режим доступу: <https://www.earthdoc.org/content/papers/10.3997/2214-4609.2024510086>, вільний (дата звернення: 02.02.2025).

References

1. Official website of the State Statistics Service of Ukraine. <https://www.ukrstat.gov.ua>

2. On the alienation of land plots, other real estate objects located on them, which are in private ownership, for public needs or for reasons of public necessity. Law of Ukraine. № 1559-VI, 31.03.2023. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1559-17#Text>

3. On land valuation. Law of Ukraine. № 1378-IV, 08.06.2023. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1378-15#Text>

4. On the valuation of property, property rights and professional valuation activities in Ukraine. Law of Ukraine. № 2658-III, 22.05.2023. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2658-14#Text>

5. On approval of National Standard 1 «General Principles of Valuation of Property and Property Rights». Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine. № 1440-2003-n, 11.08.2022. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1440-2003-n#Text>

6. Civil Code of Ukraine. № 435-IV, 03.09.2024. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/435-15#Text>

7. On expert monetary valuation of land plots. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine. № 1531-2002-n, 11.10.2002. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1531-2002-n#Text>

8. Report on indirect financial losses of the economy as a result of Russia's military aggression against Ukraine as of July 1, 2024. https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/10/30.09.24_Losses_Report-ua.pdf

9. Two years of war — what are the losses of Ukraine from the Russian invasion and the ranking of the most affected regions. <https://fin.novyny.live/dva-roki-viini-iaki-zbitki-ukrayini-vid-vtorgnennia-rf-ta-reiting-naibilsh>

<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202450808021>

10. Zagrebina, K. (2016) Peculiarities of demand in the real estate market in conditions of economic instability. *Modernization of national economy management: collection of materials of the IV International Scientific and Practical Conference*, Kyiv: KNEU, 315–317.

11. Slobodyanyuk, S. (2011) The essence of real estate and its legal nature. *Entrepreneurship, economy and law*. 5, 48–52.

12. Investments in the reconstruction of Ukraine – the government presented organic cases to the international community. *Ukrinform*, 2023. <https://www.ukrinform.ua/rubric-vidbudova/3726477-investicii-u-vidbudovu-ukraini-urad-predstaviv-organichni-kejsi-miznarodnij-spilnoti.html>

13. Bondar, M. I. & Bondar, T. A. (2009) Recognition and assessment of investment real estate. *Investments: practice and experience*. 20, 12–15.

14. Suprunova, I. V. (2015) Recognition and assessment of investment real estate in accounting. *International collection of scientific papers*. 1 (16), 273–283.

15. Mann, R. V. (2007) Peculiarities of diagnosing the state and prospects of the real estate market development. *Economy and State*. 9, 15 – 17.

16. Pavlov, K. V. (2017) Unified approaches to the classification of real estate objects. *Global and national problems of economy*. 17, 390 – 394.

17. Mamonov, K. A., Nesterenko, S. G., Kondratyuk, I. V. & Frolov, V. O. (2023) Modern tools for ensuring the use of real estate at the regional level. *Roads and road construction*. 114(2), 153–163. http://publications.ntu.edu.ua/avtodorogi_i_stroitelstvo/114.2/153.pdf

18. Vyatkin, R. S., Kamenev, O. S. & Troyan, V. I. (2020) Mathematical modeling of the use of objects of the regional eco-network. *Ukrainian Metrological Journal*. 3, 65 – 70.

19. Mamonov, K. A., Vyatkin, R. S., Shterndok, E. S. & Shterndok, A. V. (2024) Mathematical modeling of factors of land use of objects of natural reserve fund of regions. *Municipal economy of cities. Series: Engineering Sciences and Architecture*. 182(1), 132 – 136. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2024-1-182-132-136>

20. Mamonov, K., Viatkin, R. & Frolov, V. (2023) Land use monitoring of the regions: geoinformation aspects. *Communal management of cities. Series: Engineering sciences and architecture*. 180(6), 98 – 102. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2023-6-180-98-102>

21. Mamonov, K., Palamar, A., Viatkin, R. & Kondratyuk, I. (2020) Geoinformation support for monitoring the land of the ecological network of regions. *GeoTerrace – 2020. Eage: Materials of the international conference*, Lviv.

22. Mamonov, K., Nesterenko, S., Pilicheva, M., Afanasiev, A. & Tsyhenko, A. (2023) Geospatial analysis of the territory for solving urban planning problems. *E3S Web of Conferences*. GreenEnergy 2023 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202450808021>

23. Mamonov, K., Velychko, V., Holovachov, V. & Kovalenko, L. (2023) Theoretical and methodological provisions regarding the development and implementation of an integral method for assessing the level of information support of the multipurpose real estate cadastre at the regional level. *Ukrainian Metrological Journal*. 2, 40–51.

24. Mamonov, K., Kukhar, M., Shterndok, E. & Kamchatna, S. (2023) Standardization of geodetic data for determination of boundaries of natural reserve areas. *E3S Web of Conferences*, 452. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345203001>

25. The cost of housing construction by region of Ukraine as of January 1, 2024. <http://www.afo.com.ua/uk/news/2/1500>

26. The price of secondary housing has increased almos

27. t throughout the country, and the rental market is doing best. These are the results of LUN-2024. <https://www.village.com.ua/village/city/city-news/357693-tsina-vtorinki-zrosla-mayzhe-po-vsiy-krayini-a-naykrashe-pochuvaetsya-rinok-orendi-tse-pidsumki-lun-2024>

28. Mamonov, K., Holovachov, V., Horb, O. & Palamar, A. (2024) Integrated Method for Assessing Information Support of Real Estate Cadastre at Regional Level. International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2024». <https://www.earthdoc.org/content/papers/10.3997/2214-4609.2024510086>

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.В. Бубела, Національний транспортний університет, Україна.

Автор: МАМОНОВ Костянтин Анатолійович
доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем
Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
E-mail – kostia.mamonov2017@gmail.com
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0797-2609>

Автор: ГОЙ Василь Васильович
кандидат економічних наук, докторант кафедри економіки та маркетингу
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – vasssgoi@gmail.com
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1822-4478>

Автор: В'ЯТКІН Роман Сергійович
доктор філософії, асистент кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – viatkinr@gmail.com
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8807-9988>

Автор: ТИЩЕНКО Андрій Григорович
Директор ТОВ НВП «Кадастр-Геоматика»
E-mail – 0506232890a@gmail.com
ID ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-8388-1679>

MATHEMATICAL MODELING AS A TOOL USED FOR REAL ESTATE MARKET ANALYSIS

K. Mamonov¹, V. Goi¹, R. Viatkin¹, A. Tishchenko²

¹O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

² LLC NVP «Cadastre-Geomatica»

It is determined that the formation of a modern system of relations regarding the use of real estate requires rethinking approaches to the assessment and analysis of its market. In this context, there is a need to use mathematical modeling tools for analyzing the real estate market. In addition, factors influencing the assessment of real estate are determined, taking into account the features of the regulation of valuation activities.

The proposed directions of mathematical modeling for the analysis of the real estate market: formation and application of information and analytical support for mathematical modeling for the analysis of the real estate market; determination of factors influencing the use of real estate; development of a multi-level system of real estate valuation indicators; implementation of real estate valuation; establishment of cause-and-effect relationships between real estate valuation factors using methods and models of mathematical modeling; determination of correlation and determination coefficients; construction of mathematical models of the dependence between real estate use factors; determination of indicators of the adequacy of mathematical models; interpretation of the results obtained; formation of a quantitative basis for decision-making.

As a result of the study, the directions and features of real estate analysis are determined, taking into account regional and cost parameters. Regional asymmetries that affect the level of real estate use are identified. Directions of mathematical modeling are proposed for the analysis of real estate, which affects the completeness and reliability of the formation of a quantitative basis for decision-making, regulation of valuation activities. To analyze the real estate market based on the results of mathematical modeling, geographic information systems are used, which provides the ability to determine changes in factors and implement monitoring procedures.

Keywords: real estate valuation, real estate market analysis, regulation of valuation activities, mathematical modeling, methods and models, geographic information systems.