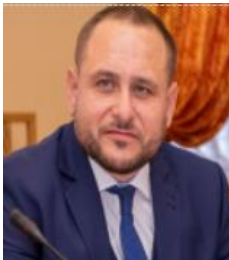


UDC 528:332.3
УДК 528:332.3

DOI:10.33744/0365-8171-2025-118.2-129-137

MATHEMATICAL MODELLING OF THE NORMATIVE MONETARY VALUATION LEVEL AT THE REGIONAL LEVEL

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РІВНЯ НОРМАТИВНОЇ ГРОШОВОЇ ОЦІНКИ НА РЕГІОНАЛЬНОМУ РІВНІ



Mamonov Kostiantyn A., Doctor of Economic Sciences, Professor, Department of Land Administration and Geographic Information Systems, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine, e-mail: kostia.mamonov2017@gmail.com

<http://orcid.org/0000-0002-0797-2609>



Goi Vasyl V., Doctor of Economic Sciences, Lecturer at the Department of Land Administration and Geoinformation Systems, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine, e-mail: vasssgoi@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1822-4478>



Shterndok Ernest S., Candidate of Technical Sciences, Docent of the Department of Land Administration and Geographic Information Systems, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, e-mail: shterndok@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0003-1107-7401>



Voronkov Oleksii O., Candidate of Economic Sciences, Docent of the Department of Land Administration and Geographic Information Systems, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine, e-mail: voronkov.oleksii@kname.edu.ua

<https://orcid.org/0000-0001-6905-0098>

Abstract. A pressing issue is to determine the impact of regional development factors on the level of normative monetary valuation based on the application of mathematical modelling tools.

The study achieved its goal of determining the impact of factors on the level of normative monetary valuation of land using mathematical modelling tools to develop measures to improve land use efficiency. The following tasks were accomplished: determining the level of normative monetary valuation of land at the regional level; characterising the factors that influence the formation and use of normative monetary valuation; developing mathematical models of the impact of factors on the level of normative monetary valuation of regions.

As a result of the study, the low impact of the level of land use and investment attractiveness on the formation of the normative monetary valuation was determined. This is due to ambiguous trends in the formation and application of the investment attractiveness of land, a decline in investment activity and the attitude of domestic and international investors, a reduction in the level of land use efficiency, and the growing impact of aggressive military actions. Based on this, it is necessary to develop and implement measures to increase the normative monetary valuation of land and, in the sphere of its application, to implement measures aimed at increasing the investment attractiveness of land and the level of its efficient use.

Key words: land use, mathematical modelling, mathematical processing of geodetic data, collection of satellite geodesy data, mathematical models, assessment, normative monetary valuation of land, investment attractiveness, complex systems.

Introduction. The formation of a modern land use system at the regional level depends on the established quantitative basis, which is built on the results of assessment procedures. In this context, the relevant issue is the determination of land use indicators, which are determined by normative monetary valuation. It should be noted that in order to carry out this assessment, information, analytical and spatial support is formed on the basis of the results of the assessment of factors obtained, including from the results of mathematical processing of geodetic data and satellite imagery.

It should be noted that in recent years, which have been marked by a decline in land use efficiency, the negative impact of external and internal factors, and the consequences of hostilities, there has been a slowdown in the processes of normative monetary valuation at the regional level.

Thus, the relevant issue is to establish the impact of regional development factors on the level of normative monetary valuation as a complex system based on the application of mathematical modelling tools.

Review of existing theoretical developments. The procedure for determining the normative monetary valuation and the categorical apparatus are presented in the Law of Ukraine «On Land Valuation» and the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine «On Approval of the Methodology for the Normative Monetary Valuation of Land Plots». Problematic issues of forming and implementing the normative monetary valuation of land are highlighted in works [1, 2]. Functional aspects and features of the implementation of the normative monetary valuation of land are presented in [3–5].

The factors influencing the formation and application of normative monetary valuation of land are determined by the following parameters: spatial, functional, urban planning, environmental, economic and social, investment and innovation.

The identified factors are characterised in the studies [6, 7].

To assess the presented factors and determine the cause-and-effect relationships between them, mathematical modelling tools are used, the significance of which is determined in the studies [8–15].

At the same time, issues remain unresolved regarding the formation and identification of factors that influence the normative monetary valuation of land and the establishment of causal relationships between them for making informed decisions in the field of land use.

The aim of the study is to determining the impact of factors on the level of normative monetary valuation of land using mathematical modelling tools to develop measures to improve land use efficiency. To achieve this goal, the following tasks are set:

- determining the level of normative monetary valuation of land at the regional level;
- characterising the factors that influence the formation and use of normative monetary valuation;
- developing mathematical models of the impact of factors on the level of normative monetary valuation of regions.

Presentation of the main material. The level of normative monetary valuation of land (R_{ngl}) according to the State Statistics Service of Ukraine on Geodesy, Cartography and Cadastre is specified in Table 1.

Table 1 – Level of normative monetary valuation of land according to [16]**Таблиця 1** – Рівень нормативної грошової оцінки земель за [16]

Regions	The significance of the monetary valuation of land
Vinnitsia	0,39
Volyn	0,328
Dnipropetrovsk	0,112
Donetsk	0,812
Zhytomyr	0,679
Zakarpattia	0,691
Zaporizhzhia	0,019
Ivano-Frankivsk	0,803
Kyiv	0,62
Kirovograd	0,42
Luhansk	0,551
Lviv	0,4
Mykolaiv	0,029
Odesa	0,644
Poltava	0,348
Rivne	0,976
Sumy	0,469
Ternopil	0,367
Kharkiv	0,154
Kherson	0,367
Khmelnyskyi	0,367
Cherkasy	0,616
Chernivtsi	0,813
Chernihiv	0,606

The study found that the highest normative monetary valuation levels are found in the following regions: Donetsk, Ivano-Frankivsk, Rivne.

At the same time, this indicator is low in the following regions: Dnipropetrovsk, Zaporizhzhia, Mykolaiv, Kharkiv.

Overall, the normative monetary valuation of land is determined at insignificant or moderate levels.

The level of normative monetary valuation of land is influenced by factors such as land use (L_1) and investment attractiveness (L_2) (Fig. 1–2).

Low levels of land use were found in the Luhansk, Donetsk, Zaporizhzhia and Kherson regions. Significant levels were found in the Dnipropetrovsk, Kyiv, and Lviv regions. Most regions have moderate levels of land use.

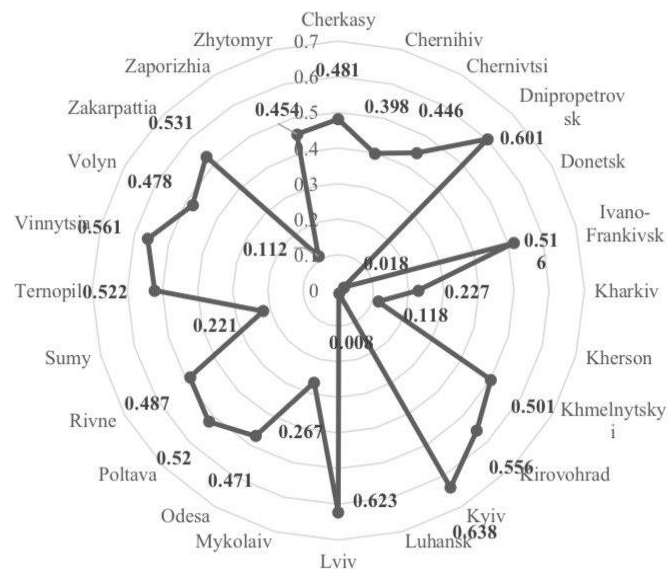


Figure 1 – Level of land use by region, relative units (according to the authors)

Рисунок 1 – Рівень використання земель за регіонами, відн. од. (за даними авторів)

The level of investment attractiveness of land is shown in Fig. 2.

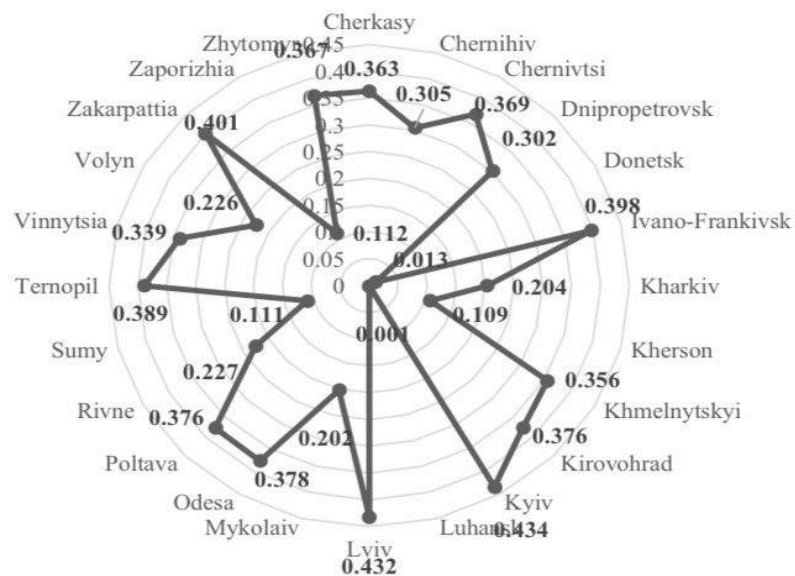


Figure 2 – Level of investment attractiveness of land by region, relative units (according to the authors)

Рисунок 2 – Рівень інвестиційної привабливості земель за регіонами, відн. од. (за даними авторів)

In most regions, there is a decline in the investment attractiveness of land at the regional level, which is determined by insignificant values.

Using mathematical modelling tools, parameters were determined and mathematical models were constructed to show the impact of the factors presented on the normative monetary valuation of land in the regions.

The parameters of mathematical modelling of the impact of land use on the normative monetary valuation are presented in Fig. 3.

Correlation analysis

Correlation table

Variable	Rngl	L1
1. Rngl		
Pearson's correlation (r)	—	
p	—	
Lower 95% CI	—	
Upper 95% CI	—	
Spearman's correlation (rho)	—	
p	—	
Lower 95% CI	—	
Upper 95% CI	—	
Kendall's Tau B	—	
p	—	
Lower 95% CI	—	
Upper 95% CI	—	
Covariance	—	
2. L1		
Pearson's correlation (r)	0.133	—
p	0.534	—
Lower 95% CI	-0.285	—
Upper 95% CI	0.509	—
Spearman's correlation (rho)	0.021	—
p	0.923	—
Lower 95% CI	-0.386	—
Upper 95% CI	0.421	—
Kendall's Tau B	0.033	—
p	0.823	—
Lower 95% CI	-0.258	—
Upper 95% CI	0.324	—
Covariance	0.006	—

Testing assumptions

Shapiro-Wilk Test for Multivariate Normality

Shapiro-Wilk criterion	p
0.922	0.028

The Shapiro-Wilk criterion for assessing two-dimensional normality

			Shapiro-Wilk criterion	p
Rngl	-	L1	0.922	0.028

Correlation graph

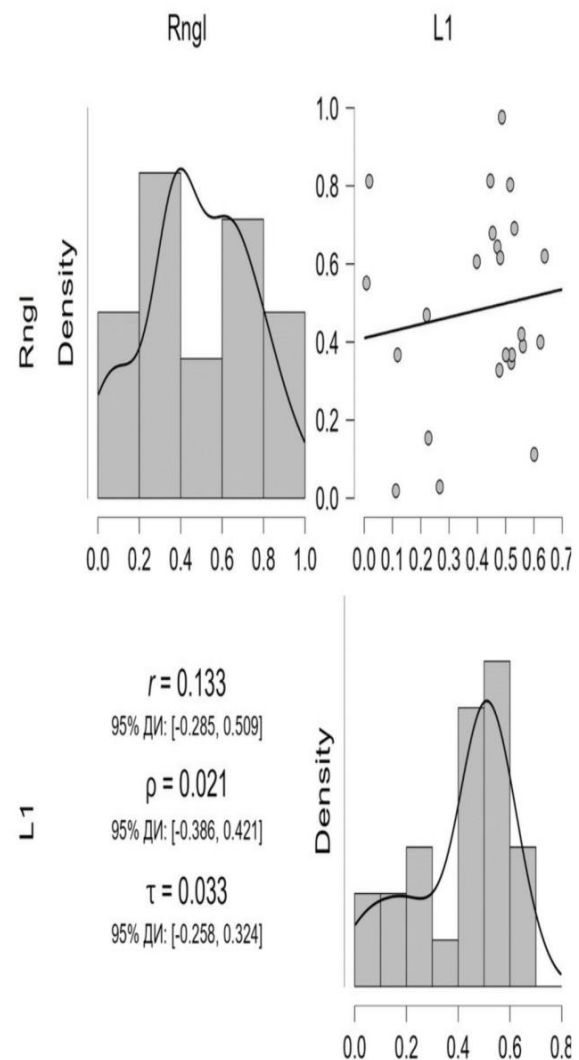


Figure 3 – Results of mathematical modelling of the impact of land use on the normative monetary valuation indicator at the regional level, obtained using the JASP* software package, ref. unit (developed by the authors)

Рисунок 3 – Результати математичного моделювання впливу рівня використання земель на показник нормативної грошової оцінки на регіональному рівні, отримані із застосуванням програмного комплексу JASP*, відн. од. (розроблено авторами)

The mathematical apparatus of the Statistica software package is used to construct the model, the results of which are presented in Fig. 4.

N=24	Regression Summary for Dependent Variable: Rngl (Spreadsheet1) R= 0,133 R ² = 0,018 F(1,22)= 0,4					
	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(22)	p-value
Intercept			0,41	0,126	3,247	0,004
L ₁	0,133	0,211	0,18	0,282	0,632	0,534

Figure 4 – Parameters of the mathematical model of the dependence of the normative monetary valuation of land on the level of land use at the regional level, relative units (developed by the authors)

Рисунок 4 – Параметри математичної моделі залежності рівня нормативної грошової оцінки земель від рівня використання земель на регіональному рівні, відн. од. (розроблено авторами)

Thus, a mathematical model has been developed to determine the dependence of the normative monetary valuation of land on the level of land use at the regional level:

$$R_{ngl}=0,41+0,18*L_1. \quad (1)$$

The parameters of mathematical model (1) indicate that the level of land use has little impact on the normative monetary valuation of land. This is due to the decline in land use efficiency, internal imbalances in land relations at the regional level, and the growing influence of other factors, particularly security factors.

Using Excel software, a model was developed to show the impact of the level of investment attractiveness of land on the normative monetary valuation of land (Fig. 5).

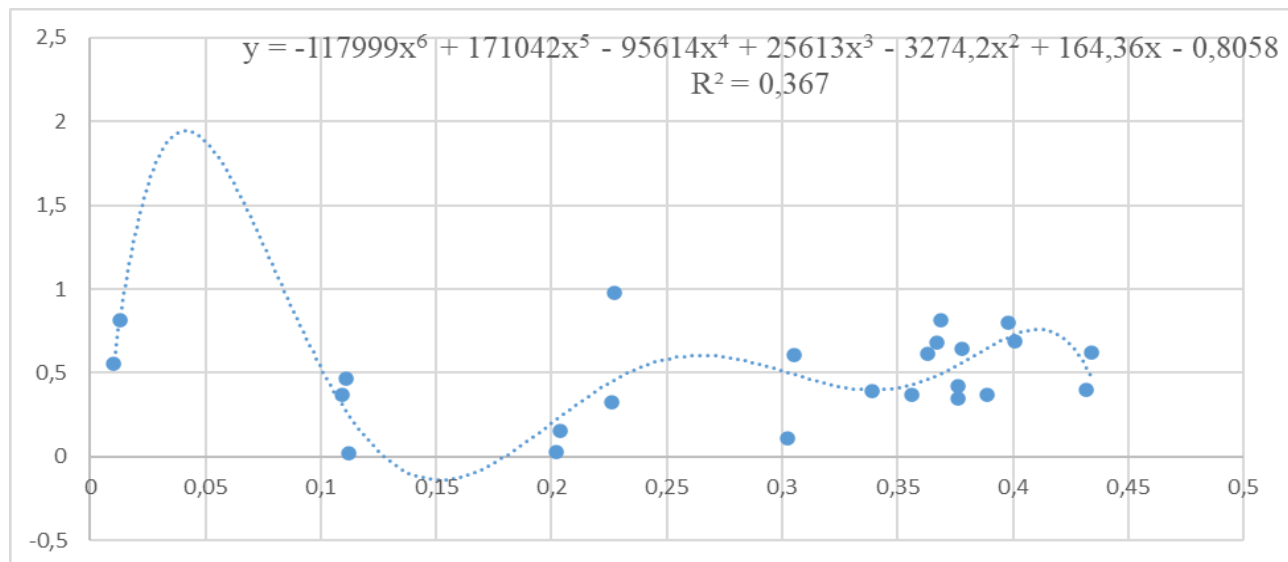


Figure 5 – Mathematical model of the impact of land investment attractiveness on the normative monetary valuation of land, relative units.

Рисунок 5 – Математична модель впливу рівня інвестиційної привабливості земель на нормативну грошову оцінку земель, відн. од.

Conclusion. Thus, the study found that land use and investment attractiveness have little impact on the formation of the normative monetary valuation. This is due to ambiguous trends in the formation and application of land investment attractiveness, a decline in investment activity and the attitude of domestic and international investors, a reduction in the level of land use efficiency, and the growing impact of aggressive military operations. Based on this, it is necessary to develop and implement measures to increase the normative monetary valuation of land and, in the area of its application, to implement measures aimed at increasing the investment attractiveness of land and the level of its efficient use.

References

1. Dehtyarenko, Yu., Mantskevich, Yu., Palekha, Yu., Tarnopolsky, A. (2008) The impact of monetary valuation on the land market in Kyiv: status, problems and prospects for development. Land Management and Cadastre. № 1. Pp. 59–68.
2. Paleha, Yu. (2006) Economic and geographical aspects of determining the value of populated areas. Kyiv: PROFI, 340 p.
3. On land management. Law of Ukraine dated 22.05.2003 № 858-IV. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-15#Text> [in Ukrainian].
4. On approval of the Procedure for maintaining the State Land Cadastre. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 17.10.2012 № 1051. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1051-2012-%D0%BF#Text> [in Ukrainian].
5. Procedural features of determining the normative monetary value of a separate land plot outside populated areas. <https://www.decentralization.ua/news/18427?page=5> [in Ukrainian].
6. Reydon, B.P., Agurto Plata, L.E., Sparovek, G., Burstein, Goldszmidt R.G., Telles, T.S. (2014) Determination and forecast of agricultural land prices. Nova Economia. vol. 24. № 2. Pp. 389–408. <https://www.scielo.br/j/neco/a/SzsPnLwPB7pjK9RpXfcWW7y/?lang=en>
7. Pankiv, Z., and Yamelnys, T. (2021) Normative monetary valuation of land in Ukraine: a study guide. Lviv: Ivan Franko National University of Lviv, 344 p. <https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/03/Normatyvna-oc-zemel-Pankiv-YAmelynets-2021.pdf> [in Ukrainian].
8. Mamonov, K., Viatkin, R., Chaika, T. (2025) Mathematical modelling of factors influencing industrial land use in regions. Scientific Bulletin of Construction. Issue № 112. pp. 362–368. <https://svc.kname.edu.ua/index.php/svc/article/view/1898/1819> [in Ukrainian].
9. Mamonov, K., Shtendok, E., Goi, V., Radzinska, Yu. (2025) Mathematical modelling of factors affecting the efficiency of land use in regions. Highways and Road Construction. Issue 117. Part 1. Pp. 157–165. http://publications.ntu.edu.ua/avtodorogi_i_stroitelstvo/117.1/157.pdf [in Ukrainian].
10. Mamonov, K., Goi, V., Viatkin, R., Tishchenko, A. (2025) Mathematical modelling as a tool used for real estate market analysis. Municipal Economy of Cities. Vol. 1. Issue 189. Pp. 296–300. <https://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/article/view/6480/6400> [in Ukrainian].
11. Mamonov, K., Goi, V., Viatkin, R., Mamonov, V. (2025) Characteristics of mathematical methods and models for real estate market analysis. Municipal Economy of Cities. Volume 1. Issue 189. pp. 291–295. <https://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/article/view/6479/6399> [in Ukrainian].
12. Mamonov, K., Goi, V., Viatkin, R. (2025) Mathematical modelling of the impact of the normative monetary valuation of land on the index of changes in the ratio of area to population by region. Municipal Economy of Cities. Volume 1. Issue 189. P. 285–290. <https://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/article/view/6478/6398> [in Ukrainian].
13. Mamonov, K., Meteshkin, K., Goi, V., Viatkin, R. (2024) Mathematical modelling of factors influencing the functioning of complex systems of territorial development of land use in regions. Municipal Economy of Cities. Volume 6. Issue 187. Pp. 180–184. <https://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/article/view/6404/632> [in Ukrainian].

14. Mamonov, K., Viatkin, R., Sternok E.S., Shtendok, A. (2024) Mathematical modelling of factors influencing the use of land in nature reserve areas in regions. Municipal Economy of Cities. Volume 1. Issue 182. pp. 132–136. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2024-1-182-132-136> [in Ukrainian].
15. Mamonov, K., Pilicheva, M., Frolov, V., Viatkin, R., Voitenko, O. (2024) Mathematical modelling of geospatial development indicators for territorial communities. Ukrainian Journal of Applied Economics and Technology. Volume 9. №3. Pp. 287–292. <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2024-3-50> [in Ukrainian].
16. Official website of the State Statistics Service of Ukraine on geodesy, cartography and cadastre. <https://land.gov.ua> [in Ukrainian].

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РІВНЯ НОРМАТИВНОЇ ГРОШОВОЇ ОЦІНКИ НА РЕГІОНАЛЬНОМУ РІВНІ

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

Гой Василь Васильович, доктор економічних наук, викладач кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, м. Харків, Україна, e-mail: vasssgoi@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1822-4478>

Штерндок Ернест Сергійович, кандидат технічних наук, доцент кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Харків, Україна, e-mail: shterndok@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-1107-7401>

Воронков Олексій Олександрович, кандидат економічних наук, доцент кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Харків, Україна, e-mail: voronkov.oleksii@kname.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0001-6905-0098>

Анотація. Актуальним питанням є встановлення впливу чинників регіонального розвитку на рівень нормативної грошової оцінки на основі застосування інструментарію математичного моделювання.

У роботі досягнута мета дослідження відносно встановлення впливу чинників на рівень нормативної грошової оцінки земель із застосуванням інструментарію математичного моделювання для розробки заходів підвищення ефективності землекористування. Вирішені поставлені завдання: визначення рівня нормативної грошової оцінки земель на регіональному рівні; характеристика чинників, що впливають на формування та використання нормативної грошової оцінки; розробка математичних моделей впливу чинників на рівень нормативної грошової оцінки регіонів.

У результаті дослідження визначено низький вплив рівня використання земель та інвестиційної привабливості на формування нормативної грошової оцінки. Це пов'язано із неоднозначними тенденціями, що відбуваються у сфері формування та застосування інвестиційної привабливості земель, зниженням інвестиційної активності та відношення вітчизняних і міжнародних інвесторів, скороченням рівня ефективності використання земель, зростанням впливу наслідків агресивних бойових дій. Виходячи з цього, необхідно розробляти та реалізувати заходи до зростання нормативної грошової оцінки земель і в сфері її застосування здійснити напрями спрямовані на збільшення інвестиційної привабливості земель, рівня ефективності їх використання.

Ключові слова: використання земель, математичне моделювання, математична обробка геодезичних даних, збір даних супутникової геодезії, математичні моделі, оцінка, нормативна грошова оцінка земель, інвестиційна привабливість, складні системи.

Перелік посилань

1. Дехтяренко Ю.Ф., Манцевич Ю.М., Палеха Ю.М., Тарнопольский А.В. Вплив грошової оцінки на ринок земель у Києві: стан, проблеми та перспективи розвитку. Землеустрій і кадастр. 2008. №1. С. 59–68.
2. Палеха Ю.М. Економіко-географічні аспекти формування вартості територій населених пунктів. К.: ПРОФІ, 2006. 340 с.
3. Про землеустрій. Закон України від 22.05.2003 №858-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-15#Text>
4. Про затвердження Порядку ведення Державного земельного кадастру. Постанова Кабінету Міністрів України від 17.10.2012 №1051. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1051-2012-%D0%BF#Text>
5. Процедурні особливості визначення нормативної грошової оцінки окремої земельної ділянки за межами населених пунктів. URL: <https://www.decentralization.ua/news/18427?page=5>
6. Reydon B.P., Agurto Plata L.E., Sparovek G., Burstein Goldszmidt R.G., Telles T.S. Determination and forecast of agricultural land prices. Nova Economia. 2014. vol. 24. № 2. Pp. 389–408. URL: <https://www.scielo.br/j/neco/a/SzsPnLwPB7pjK9RpXfcWW7y/?lang=en>
7. Паньків З., Ямелинець Т. Нормативна грошова оцінка земель в Україні : навчальний посібник. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2021. 344 с. URL: <https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/03/Normatyvna-oc-zemel-Pankiv-YAmelynets-2021.pdf>
8. Мамонов К.А., В'яткін Р.С., Чайка Т.М. Математичне моделювання чинників використання земель промисловості регіонів. Науковий вісник будівництва. 2025. Вип. № 112. С. 362–368. URL: <https://svc.kname.edu.ua/index.php/svc/article/view/1898/1819>
9. Мамонов К.А., Штерндок Е.С., Гой В.В., Радзінська Ю.Б. Математичне моделювання чинників ефективності використання земель регіонів. Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. 2025. Вип. 117. Ч. 1. С. 157–165. URL: http://publications.ntu.edu.ua/avtodorogi_i_stroitelstvo/117.1/157.pdf
10. Мамонов К.А., Гой В.В., Вяткін Р.С., Тіщенко А.Г. Математичне моделювання як інструментарій, що застосовується для аналізу ринку нерухомості. Комунальне господарство міст. 2025. Том 1. Вип. 189. С. 296–300. URL: <https://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/article/view/6480/6400>
11. Мамонов К.А., Гой В.В., Вяткін Р.С., Мамонов В.К. Характеристика математичних методів і моделей для аналізу ринку нерухомості. Комунальне господарство міст. 2025. Том 1. Вип. 189. С. 291–295. URL: <https://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/article/view/6479/6399>
12. Мамонов К.А., Гой В.В., Вяткін Р.С. Математичне моделювання впливу рівня нормативної грошової оцінки земель на індекс змін показника відношення площі до чисельності населення за регіонами. Комунальне господарство міст. 2025. Том 1. Вип. 189. С. 285–290. URL: <https://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/article/view/6478/6398>
13. Мамонов К.А., Метешкін К.О., Гой В.В., В'яткін Р.С. Математичне моделювання чинників, що впливають на функціонування складних систем територіального розвитку використання земель регіонів. Комунальне господарство міст. 2024. Том 6. Вип. 187. С. 180–184. URL: <https://khg.kname.edu.ua/index.php/khg/article/view/6404/632>
14. Мамонов К.А., В'яткін Р.С., Штерндок Е.С., Штерндок А.В. Математичне моделювання чинників використання земель об'єктів природно-заповідного фонду регіонів. Комунальне господарство міст. 2024. Том 1. Вип. 182. С. 132–136. DOI: <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2024-1-182-132-136>.
15. Мамонов К.А., Пілічева М.О., Фролов В.О., В'яткін Р.С., Войтенко О. Р. Математичне моделювання показників геопросторового розвитку територіальних громад. Український журнал прикладної економіки та техніки. 2024. Том 9. № 3. С. 287–292. DOI: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2024-3-50>
16. Офіційний сайт Державної служби статистики України з питань геодезії, картографії та кадастру. URL: <https://land.gov.ua>

Дата надходження до редакції 23.08.2025