



УДК 528.9:332.3:004

**ESTABLISHING CAUSE-AND-EFFECT RELATIONSHIPS BETWEEN THE INTEGRAL INDICATOR OF THE LEVEL OF PROVISION OF GEOSPATIAL DEVELOPMENT OF TERRITORIAL COMMUNITIES AND THE GENERALIZING FACTOR OF REGIONAL DEVELOPMENT**  
**ВСТАНОВЛЕННЯ ПРИЧИННО-НАСЛІДКОВИХ ЗВ'ЯЗКІВ МІЖ ІНТЕГРАЛЬНИМ ПОКАЗНИКОМ РІВНЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГЕОПРОСТОРОВОГО РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД І УЗАГАЛЬНЮЮЧИМ ЧИННИКОМ РОЗВИТКУ РЕГІОНІВ**

Nesterenko S. / Нестеренко С.Г.

*c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0001-5124-9728

Goi V. / Гой В.В.

*c.e.s., doct. stud. / к.е.н., докторант*

ORCID: 0000-0003-1822-4478

Khalikov S. / Халіков С.А.

*grad. stud. / здобувач*

ORCID: 0009-0005-7439-9864

Viatkin R. / В'яткін Р.С.

*c.t.s., assist. / к.т.н., асист.*

ORCID: 0000-0001-8807-9988

*O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Kharkiv, M. Bazhanov, 17, 61002**Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова,**Харків, Маршала Бажанова, 17, 61002*

**Анотація.** Доведена актуальність теми дослідження. Геопросторовий розвиток запропоновано розглядати як системну категорію, на яку впливають функціональні, просторові, містобудівні, нормативно-правові, безпекові, стейкхолдерні, екологічні, інфраструктурні, інвестиційні, соціальні, інноваційні чинники, де формування та взаємодія яких здійснюється на основі застосування геоінформаційного й математичного інструментарію.

Досягнута мета дослідження відносно встановлення причинно-наслідкових зв'язків між інтегральним показником рівня забезпечення геопросторового розвитку територіальних громад і узагальнюючим чинником розвитку регіонів. Досягнення мети здійснюється шляхом вирішення завдань: побудовано математичну модель залежності між інтегральним показником рівня забезпечення геопросторового розвитку територіальних громад і узагальнюючим чинником розвитку регіонів; визначені критерії адекватності розробленої математичної моделі та проінтерпретувати встановлені зв'язки.

Удосконалена модель, яка визначає причинно-наслідкові зв'язки між інтегральним показником рівня забезпечення геопросторового розвитку територіальних громад і узагальнюючим чинником розвитку регіонів на основі застосування інструментарію математичного моделювання, що надає можливості побудови кількісного підґрунтя трансформації напрямів формування й забезпечення геопросторового розвитку у системі створення валового регіонального продукту на одну особу. Запропоновані напрями та виокремлені особливості здійснення математичного моделювання як важливого інструментарію, що забезпечує прийняття рішень у системі геопросторового розвитку територіальних громад.

**Ключові слова:** геопросторовий розвиток, територіальні громади, математичне моделювання, критерії адекватності, методи і моделі, геодезія, землеустрій, геоінформаційні



*системи, використання земельно-майнового комплексу, причинно-наслідкові зв'язки, інтегральний показник рівня забезпечення геопросторового розвитку територіальних громад, індекс змін валового регіонального продукту на одну особу.*

### **Вступ.**

У системі місцевого самоврядування територіальні громади (ТГ) займають важливого значення й впливають на ефективність та розвиток регіонів. Поряд з цим, за останні роки спостерігається гальмування процесів їх формування, зниження ефективності використання земельно-майнового комплексу. Слід відзначити проекту і договірну діяльність, забезпечення міжнародного партнерства у системі функціонування територіальних громад. На недостатньому рівні спостерігається використання геоінформаційних систем, інструментарію математичного моделювання для забезпечення геопросторового розвитку ТГ. Особливого значення має геодезичне забезпечення та напрями регіонального землеустрою. Знижується ефективність застосування відповідних методів і моделей.

Таким чином, тема дослідження щодо встановлення причинно-наслідкових зв'язків між інтегральним показником рівня забезпечення геопросторового розвитку територіальних громад і узагальнюючим чинником розвитку регіонів на основі застосування математичного інструментарію є актуальною.

### **Огляд існуючих теоретичних положень.**

Проблемні питання щодо формування та забезпечення елементів геопросторового розвитку територіальних громад і регіонів вирішуються у роботах [1–3]. Крім того, визначені напрями та особливості математичного моделювання у системі використання земель [4].

Для визначення геопросторового розвитку територіальних громад сформовано нормативно-правове забезпечення: Закони України «Про регулювання містобудівної діяльності», «Про місцеве самоврядування в Україні», «Про добровільне об'єднання територіальних громад», «Про співробітництво територіальних громад», Постанови Кабінету міністрів України «Деякі питання надання субвенції з державного бюджету місцевим бюджетам на розроблення комплексних планів просторового розвитку територій територіальних громад», «Про визначення формату електронних документів комплексного плану просторового розвитку території територіальної громади, генерального плану населеного пункту, детального плану території».

Узагальнюючи існуючі теоретичні положення та нормативно-правове забезпечення, геопросторовий розвиток запропоновано розглядати як системну категорію, на яку впливають функціональні, просторові, містобудівні, нормативно-правові, безпекові, стейкхолдерні, екологічні, інфраструктурні, інвестиційні, соціальні, інноваційні чинники, де формування та взаємодія яких здійснюється на основі застосування геоінформаційного й математичного інструментарію.

**Мета і завдання дослідження.** Метою дослідження є встановлення причинно-наслідкових зв'язків між інтегральним показником рівня забезпечення геопросторового розвитку територіальних громад і узагальнюючим чинником розвитку регіонів. Досягнення мети здійснюється шляхом вирішення завдань:



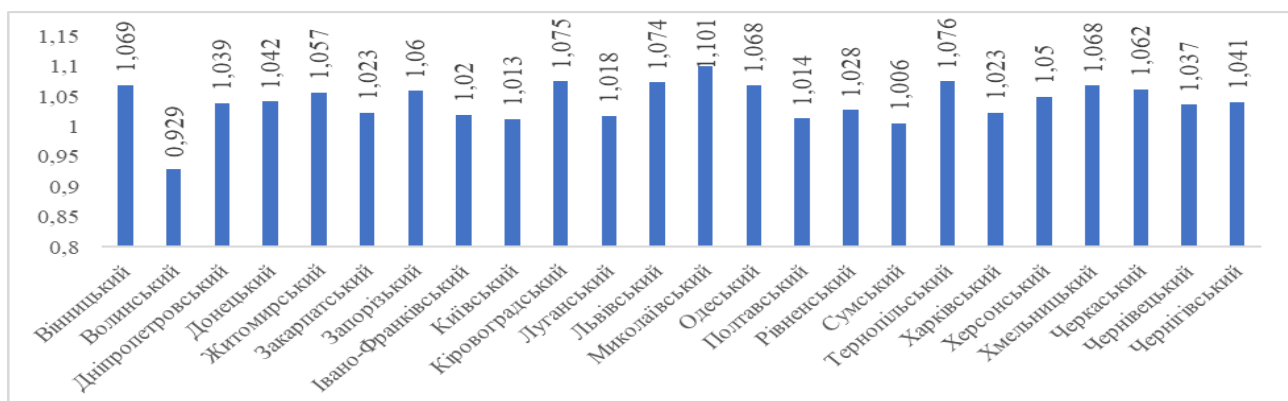
побудувати математичну модель залежності між інтегральним показником рівня забезпечення геопросторового розвитку територіальних громад і узагальнюючим чинником розвитку регіонів; визначити критерії адекватності розробленої математичної моделі та проінтерпретувати встановлені зв'язки.

#### Основний зміст дослідження.

Для проведення математичного моделювання формується інформаційно-аналітичне забезпечення, визначаються відповідні чинники, будуються математичні моделі, визначаються критерії їх адекватності.

Встановлення причинно-наслідкових зв'язків між інтегральним показником рівня забезпечення геопросторового розвитку територіальних громад і узагальнюючим показником розвитку регіонів здійснюється шляхом застосування інструментарію математичного моделювання. Напрями та особливості здійснення математичного моделювання представлені у попередніх розділах. Узагальнюючим чинником розвитку регіонів запропоновано застосовувати індекс зміни валового регіонального продукту на одну особу.

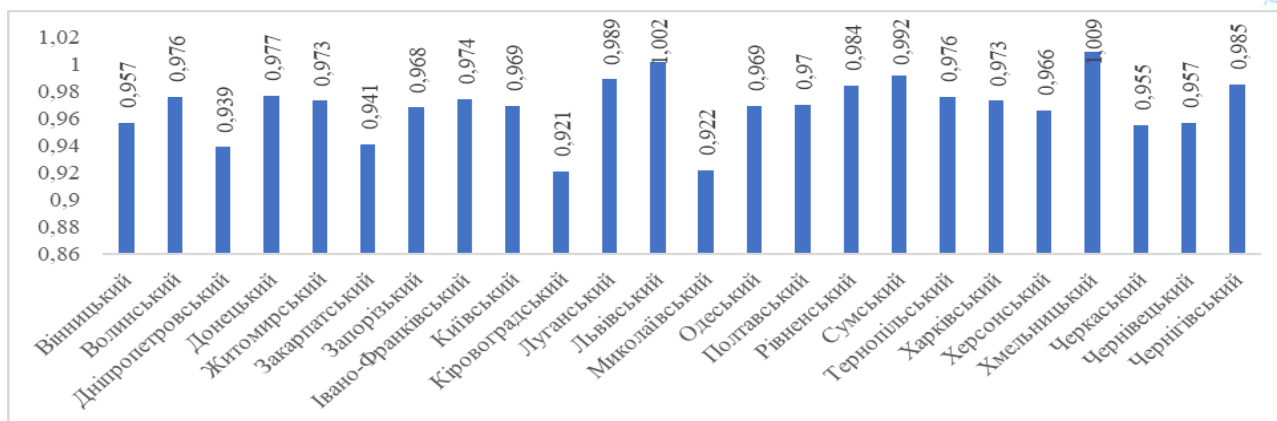
У дослідженні значення представленого показника визначено на основі даних Офіційного сайту Державної служби статистики України. Причому, на жаль, дані визначені лише до 2021 р., що впливає на результативність дослідження і не враховує сучасні аспекти та особливості функціонування регіонів. Проте, для розробки науково обґрунтованих рекомендацій важливого значення має Встановлення причинно-наслідкових зв'язків між інтегральним показником рівня забезпечення геопросторового розвитку територіальних громад і узагальнюючим чинником розвитку регіонів. Це формує основу для прийняття рішень у сфері забезпечення геопросторового розвитку територіальних громад. Слід зазначити, що за досліджений період відбувається зростання індексу валового регіонального продукту на одну особу у більшості регіонів, окрім Волинського (рис. 1).



**Рисунок 1 – Значення індексу валового регіонального продукту на одну особу у звітному періоді, відн. од.**

Джерело: [5]

Значення індексу валового регіонального продукту на одну особу у попередньому періоді представлено на рис. 2.

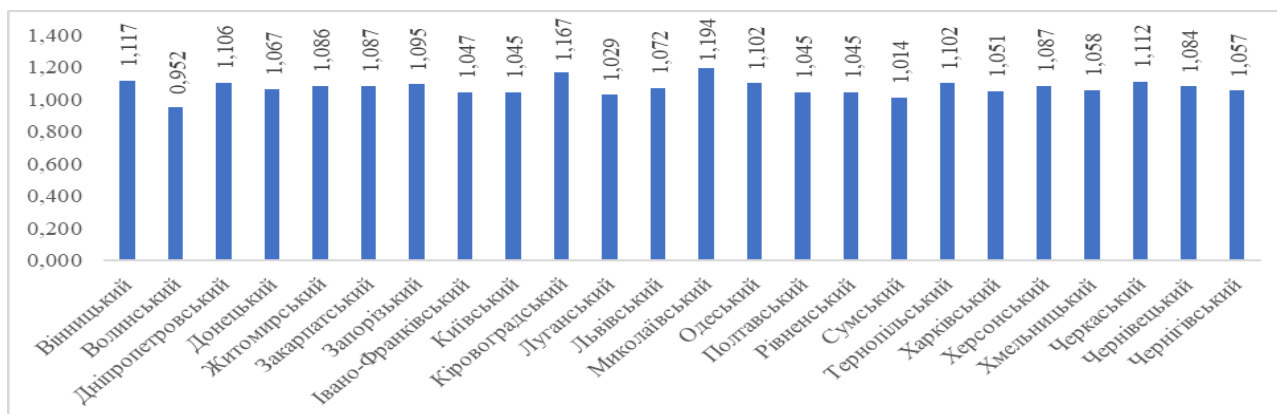


**Рисунок 2 – Значення індексу валового регіонального продукту на одну особу у попередньому періоді, відн. од.**

Джерело: [5]

У попередньому періоді відбувається зниження індексу валового регіонального продукту на одну особу у більшості регіонів, окрім Львівського та Хмельницького.

Показник зміни індексу валового регіонального продукту на одну особу визначено на рис. 3.



**Рисунок 3 – Показник зміни індексу валового регіонального продукту на одну особу, відн. од.**

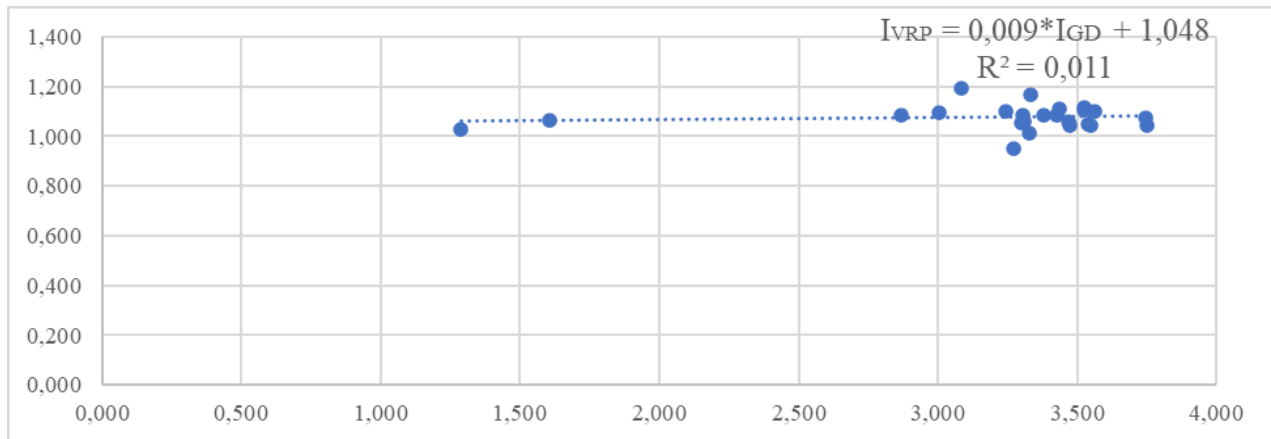
Джерело: [5]

Застосовуючи інструментарій математичного моделювання та сформоване інформаційно-аналітичне забезпечення (інтегральний показник рівня забезпечення геопросторового розвитку територіальних громад та показник зміни індексу валового регіонального продукту на одну особу), встановлені причинно-наслідкові зв'язки між представленими показниками (рис. 4).

Встановлено низький рівень впливу інтегрального показника рівня забезпечення геопросторового розвитку територіальних громад на показник зміни індексу валового регіонального продукту на одну особу. Зміна інтегрального показника рівня забезпечення геопросторового розвитку територіальних громад всього на 1,1% визначає зміни узагальнюючого чинника розвитку регіонів (коефіцієнт детермінації дорівнює 0,011). Тому необхідно змінити траєкторію представлених показників за рахунок формування сучасних



напрямів реалізації регіональної політики та забезпечення напрямів функціонування територіальних громад, зростання рівня просторового, містобудівного, екологічного, безпекового, інвестиційного, інфраструктурного, соціального, інноваційного забезпечення, зростання ефективності формування й використання нормативно-правового забезпечення й стейкхолдерних відносин.



**Рисунок 4 – Математична модель, що визначає причинно-наслідкові зв'язки між інтегральним показником рівня забезпечення геопросторового розвитку територіальних громад і узагальнюючим чинником розвитку регіонів, відн. од.**

*Авторська розробка*

Рішення відносно підтвердження адекватності математичної моделі, що визначає причинно-наслідкові зв'язки між інтегральним показником рівня забезпечення геопросторового розвитку територіальних громад і узагальнюючим чинником розвитку регіонів представлені у табл. 1.

**Таблиця 1 – Рішення відносно підтвердження адекватності математичної моделі, що визначає причинно-наслідкові зв'язки між інтегральним показником рівня забезпечення геопросторового розвитку територіальних громад і узагальнюючим чинником розвитку регіонів, відн. од.**

Назва критерію адекватності	Розрахункове значення	Нормативне значення	Висновок щодо рішення підтвердження адекватності: позитивне (+); негативне (-)
Коефіцієнт кореляції ( $R$ )	0,105	-	-
Коефіцієнт детермінації ( $R^2$ )	0,011	-	-
$F$ - критерій Фішера	0,244	4,33	-
$t$ -критерій Стьюдента для: постійного параметра моделі ( $b$ ) інтегрального показника забезпечення рівня геопросторового розвитку територіальних громад ( $IGD$ )	18,111	2,07	+
Критерій Дарбіна-Уотсона ( $DW$ )	0,494	2,07	-
Критерій Спірмена ( $S$ )	1,03	1,27 – 1,45	-
	0,004	2,07	+

*Авторська розробка*





Встановлено, що інтегральний показник рівня забезпечення геопросторового розвитку територіальних громад на низькому рівні впливає на індекс змін валового регіонального продукту на одну особу. Це підтверджують значення коефіцієнтів кореляції та детермінації. Розрахункове значення F-критерій Фішера менше, ніж його нормативне значення. Це свідчить про неадекватність математичної моделі й низький рівень достовірності встановлених зв'язків. Розрахункове значення t-критерію Стюдента для постійного параметру моделі перевищує його нормативне значення, що вказує на умови адекватності моделі. Поряд з цим, розрахункове значення t-критерію Стюдента для інтегрального показника забезпечення рівня геопросторового розвитку територіальних громад менше нормативного значення, що вказує на низький рівень визначених умов для включення представленого чинника у математичну модель. Отже, робимо висновок про неадекватність математичної моделі. Розрахункове значення критерію Дарбіна-Уотсона менше ніж встановлений проміжок його нормативних значень. Таким чином, визначена позитивна автокореляція залишків і підтверджується висновок про неадекватність математичної моделі. Розрахункове значення критерію Спірмена менше його нормативного значення, що вказує на однорідність розподілу залишків (гомоскедастичність). У цьому контексті зроблено висновок про адекватність математичної моделі. Отже, враховуючи вищезазначене, більшість умов вказують про неадекватність математичної моделі.

Проведене дослідження свідчить про необхідність зміни напрямів формування та забезпечення геопросторового розвитку територіальних громад відповідно валового регіонального продукту на одну особу та розробки науково обґрунтованих рекомендацій. У таких умовах неможливо провести прогнозування змін узагальнюючого критерію розвитку регіонів залежно від зростання інтегрального показника рівня забезпечення геопросторового розвитку територіальних громад.

#### **Висновки.**

Таким чином, удосконалена модель, яка визначає причинно-наслідкові зв'язки між інтегральним показником рівня забезпечення геопросторового розвитку територіальних громад і узагальнюючим чинником розвитку регіонів на основі застосування інструментарію математичного моделювання, що надає можливості побудови кількісного підґрунтя трансформації напрямів формування й забезпечення геопросторового розвитку ТГ у системі створення валового регіонального продукту на одну особу. Запропоновані напрями та виокремлені особливості здійснення математичного моделювання як важливого інструментарію, що забезпечує прийняття рішень у системі геопросторового розвитку територіальних громад.

#### **Література:**

1. Мамонов К.А., Лю Чан, Канівець О.М. Розробка методу інтегральної оцінки використання земель об'єднаних територіальних громад // Комунальне господарство міст. – 2022. – Том 4. – Вип. 171. – С. 87–91.



2. Mamonov K., Sklyar I., Pilicheva M., Kasyanov V., Shyshkin E. A model for assessing the regional land-use territorial development // *Geodesy and Cartography*. – 2021. – Vol. 70. – № 2. – pp. 1–11.

3. Mamonov K., Velychko V., Holovachov V., Kovalenko L. 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*. – 2023. – № 2. – pp. 40–51.

4. 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: 10.33042/2522-1809-2024-1-182-132-136

5. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua>

**Abstract.** *The relevance of the research topic is proven. It is proposed to consider geospatial development as a systemic category that is influenced by functional, spatial, urban planning, regulatory, security, stakeholder, environmental, infrastructural, investment, social, and innovative factors, the formation and interaction of which is carried out on the basis of the use of geoinformational and mathematical tools.*

*The goal of the study was achieved in relation to the establishment of cause-and-effect relationships between the integral indicator of the level of provision of geospatial development of territorial communities and the generalizing factor of the development of regions. Achieving the goal is carried out by solving tasks: a mathematical model of the dependence between the integral indicator of the level of provision of geospatial development of territorial communities and the generalizing factor of the development of regions has been built; determine the adequacy criteria of the developed mathematical model and interpret the established relationships.*

*An improved model that determines the cause-and-effect relationships between the integral indicator of the level of provision of geospatial development of territorial communities and the generalizing factor of the development of regions based on the application of mathematical modeling tools, which provides the possibility of building a quantitative basis for the transformation of the directions of formation and provision of geospatial development in the system of creating gross regional product per person. Proposed directions and highlighted features of mathematical modeling as an important tool that ensures decision-making in the system of geospatial development of territorial communities.*

**Key words:** *geospatial development, territorial communities, mathematical modeling, adequacy criteria, methods and models, geodesy, land management, geoinformation systems, use of the land and property complex, cause and effect relationships, integral indicator of the level of provision of geospatial development of territorial communities, index of changes in the gross regional product per person.*