

УДК 332.2:528.4

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РЕГІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ

Аспірант В. В. Головачов

FEATURES OF REGIONAL LAND USE IN MODERN CONDITIONS

postgraduate student V. V. Holovachov

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.202.2022.273621>



***Анотація.** Встановлено, що розроблення та впровадження багатоцільового кадастру на регіональному рівні визначається необхідністю удосконалення інформаційного забезпечення земельних відносин, використання об'єктів нерухомого майна з урахуванням комплексу просторових, містобудівних, екологічних та інвестиційних чинників. У сучасних умовах вирішення питань зростання ефективності використання земель на регіональному рівні здійснюється шляхом застосування сучасних інформаційних технологій, де комплексно враховуються просторові, містобудівні, екологічні та інвестиційні чинники. Впровадження багатоцільового кадастру відповідає практикам розвитку кадастрових систем Європейського Союзу.*

Метою дослідження є подання результатів математичного моделювання регіонального розвитку з урахуванням впливу просторових, містобудівних, інвестиційних, екологічних чинників багатоцільового кадастру. Для досягнення поставленої мети виконані такі завдання:

- застосування інструментарію математичного моделювання регіонального розвитку;

- здійснення прогнозування змін показника регіонального розвитку, враховуючи вплив чинників багатоцільового кадастру.

Здійснено математичне моделювання регіонального розвитку на основі результатів кореляційно-регресійного аналізу змін інтегрального показника оцінювання інформаційного забезпечення багатоцільового кадастру і валового регіонального продукту, що дозволяє встановити прогностичні зміни та побудувати геопросторове забезпечення регіонального розвитку.

На основі математичного моделювання проведено прогнозування змін регіонального розвитку, що дозволило сформулювати кількісну основу для прийняття обґрунтованих рішень, враховуючи вплив чинників багатоцільового кадастру.

Ключові слова: багатоцільовий кадастр, просторові, містобудівні, інвестиційні, екологічні чинники, регіональний розвиток.

Abstract. It was established that the development and implementation of the multi-purpose cadastre at the regional level is determined by the need to improve the information support of land relations, the use of real estate objects, considering the complex of spatial, urban planning, environmental and investment factors. In modern conditions, solving the issues of increasing the efficiency of land use at the regional level is carried out using modern information technologies, which comprehensively consider spatial, urban planning, environmental and investment factors. The implementation of the multi-purpose cadastre corresponds to the practices of development of the cadastral systems of the European Union.

The purpose of the study is to present the results of mathematical modelling of regional development, considering the influence of spatial, urban planning, investment, environmental factors of the multi-purpose cadastre. To achieve the set goal, the following tasks were completed:

application of the tools of mathematical modelling of regional development;

carrying out forecasting of changes in the regional development indicator, considering the influence of the factors of the multi-purpose cadastre.

Mathematical modelling of regional development was carried out based on the results of the correlation-regression analysis of changes in the integral indicator of the assessment of the information support of the multi-purpose cadastre and the gross regional product, which allows to establish forecast changes and build geospatial support for regional development.

Based on mathematical modelling, forecasting of changes in regional development was carried out, which made it possible to form a quantitative basis for making informed decisions, considering the influence of factors of the multi-purpose cadastre.

Keywords: Multipurpose cadastre, spatial, urban planning, investment, environmental factors, regional development.

Вступ. Розроблення та впровадження багатоцільового кадастру на регіональному рівні визначається необхідністю удосконалення інформаційного забезпечення земельних відносин, використання об'єктів нерухомого майна з урахуванням комплексу просторових, містобудівних, екологічних та інвестиційних чинників. Для розвитку інформаційного забезпечення

багатоцільового кадастру на регіональному рівні актуальними питаннями є застосування сучасних геоінформаційних систем при визначенні можливостей переходу від 2D кадастру до кадастрів «нового» покоління 3D та 4D.

У сучасних умовах вирішення питань зростання ефективності використання земель на регіональному рівні здійснюється

шляхом застосування сучасних інформаційних технологій, де комплексно враховуються просторові, містобудівні, екологічні та інвестиційні чинники. Впровадження багатоцільового кадастру відповідає практикам розвитку кадастрових систем Європейського Союзу. У цьому аспекті особливого значення має формування інформаційного забезпечення на основі застосування інструментів математичного моделювання.

Отже, тема дослідження є актуальною, а її розроблення має своєчасний характер.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вирішенням проблем формування та використання багатоцільового кадастру займається багато вчених. Зокрема Нестеренко С. Г. та Касьянов В. В. пропонують вирішення проблеми інформаційного забезпечення тривимірного кадастру за допомогою аналізу існуючих методик збору вихідної інформації при побудові тривимірних моделей об'єктів нерухомості в аспекті багатоцільового кадастру [1]. Горковчуком М. В. запропоновано реалізацію моделі реляційної бази даних електронного каталогу мір якості у вигляді окремого сервісу, що дасть змогу використовувати такий каталог у середовищах різноманітних інструментальних ГІС для формування технічних вимог, специфікацій, метаданих і звітів про оцінювання якості [2]. Карпінський Ю. визначив, що нормативна документація в топографо-геодезичній і картографічній галузі ідеологічно та технологічно виявляється застарілою. А рівень розвитку і застосування сучасних технологій збирання геопросторових даних значно випереджає нормативну базу щодо них в Україні [3]. Мамоновим К. А. запропоновано методологічний підхід інтегрального оцінювання територіального розвитку використання земель регіону [4, 5]. Музика Н. М. визначила, що, впровадивши тривимірну реєстрацію земельних ділянок та об'єктів нерухомості, можна отримати

значну підвищену вартість нерухомості, що також дає можливість органам державної влади і органам місцевого самоврядування вирішувати питання з управління розвитку території [6]. Шипулін В. Д. зауважив, що наріжним каменем сучасної теорії земельного адміністрування є парадигма земельного менеджменту, у якій чотири функції – володіння, оцінювання, використання і розвиток землі – цілісно розглядаються як важливі функції, виконувані організованими спільнотами [7].

А вчені Янтъен Стотер, Хендрік Плогер та Рубен Роес Roes у своїй роботі подали перший 3D кадастровий облік багаторівневих речових у Нідерландах. Вони вважають, що оптимальне 3D-кадастрове рішення – це компроміс між юридичними, кадастровими та технічними аспектами, але вони не можуть передбачити, як ці аспекти найкраще поєднуються [8].

Разом із тим залишаються невирішеними питання щодо розроблення й впровадження багатоцільового кадастру на регіональному рівні, урахуваючи вплив просторових, містобудівних, інвестиційних і екологічних чинників.

Визначення мети та завдання дослідження. Метою дослідження є подання результатів математичного моделювання регіонального розвитку, урахуваючи вплив просторових, містобудівних, інвестиційних, екологічних чинників багатоцільового кадастру. Для досягнення поставленої мети виконано такі завдання:

- застосування інструментарію математичного моделювання регіонального розвитку;
- здійснення прогнозування змін показника регіонального розвитку, урахуваючи вплив чинників багатоцільового кадастру.

Основна частина дослідження. Узагальнюючим критерієм розвитку регіонів є валовий регіональний продукт. У дослідженні на основі застосування математичного моделювання визначається вплив

інтегрального показника розроблення та впровадження багаточільового кадастру на індекс валового регіонального продукту.

На основі аналізу динаміки індексу валового регіонального продукту за 2004 – 2020 рр. виявлено хвилеподібні тенденції (рис. 1). Зокрема, з 2004 р. по 2008 р., 2010 – 2012 рр., 2016 – 2019 рр. спостерігалось зростання узагальнюючого

показника регіонального розвитку, у 2009 р., 2014 – 2015 рр., 2020 р. – падіння. Визначено, що зниження індексу валового регіонального продукту пов'язано з загальними тенденціями накопичення кризових явищ в Україні.

Динаміка індексу валового регіонального продукту за регіонами України наведена в табл. 1.

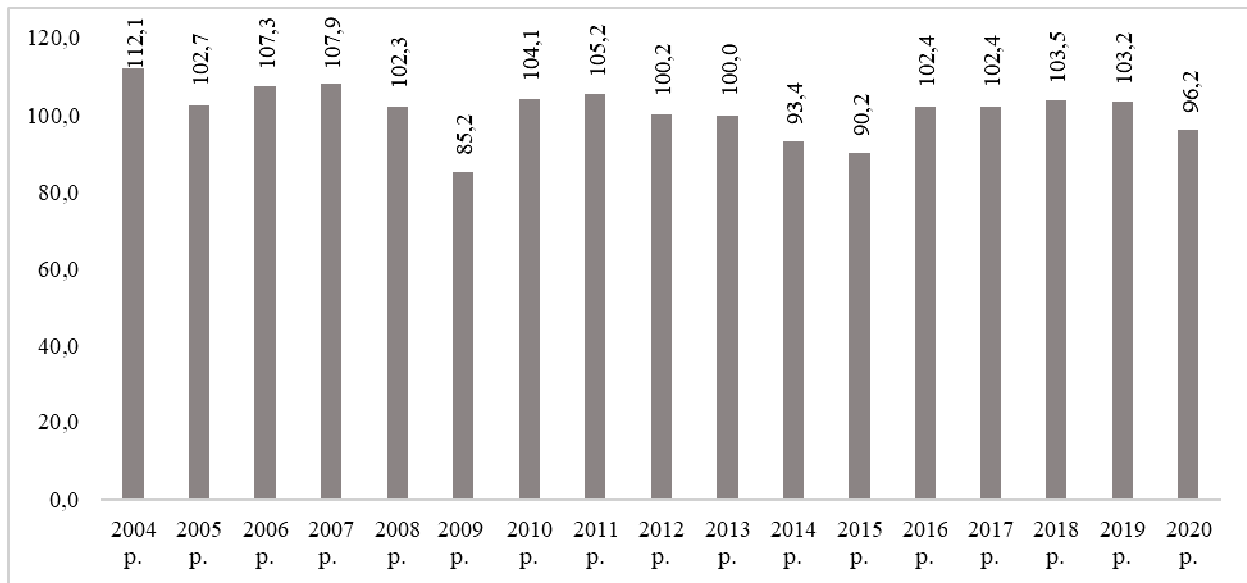


Рис. 1. Динаміка індексу валового регіонального продукту, відсоток до попереднього року (розроблено автором) [9]

Таблиця 1

Динаміка індексу валового регіонального продукту за регіонами України, % до попереднього року [9]

Регіон	2004 р.	2005 р.	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2009 р.	2010 р.	2011 р.	2012 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.
Вінницький	111,9	105,3	106,2	103,4	105,1	90,1	103,0	107,2	103,7	104,8	104,6	97,1	106,5	101,6	105,0	108,6	94,7
Волинський	119,0	103,7	103,5	112,1	106,1	86,0	100,2	105,3	104,8	99,3	101,1	95,3	108,2	105,2	103,8	94,2	97,2
Дніпропетровський	111,0	107,3	108,0	105,3	97,3	83,5	105,8	103,4	97,5	99,3	95,1	90,3	98,4	102,0	102,5	103,7	93,0

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Одеський	108,1	99,6	103,5	106,3	111,9	86,8	102,4	102,1	96,8	105,7	98,3	95,8	104,2	104,0	101,8	103,4	96,6
Миколаївський	118,1	100,1	107,1	99,5	106,9	92,5	103,2	102,7	96,1	104,4	98,4	95,3	105,6	99,0	103,1	106,6	91,2
Львівський	105,2	98,1	108,3	105,8	100,7	88,3	102,3	108,7	102,0	98,8	100,9	95,2	99,3	103,7	105,7	104,6	99,7
Луганський	108,2	100,3	104,3	105,2	98,9	86,7	102,3	109,1	99,1	92,2	61,0	47,7	118,0	83,6	98,7	104,3	98,2
Кіровоградський	118,9	102,4	105,1	97,9	113,7	85,8	105,7	109,2	100,7	109,5	100,6	91,7	105,0	98,4	107,0	106,2	90,8
Київський	109,8	107,3	108,8	105,9	104,4	89,2	105,1	111,7	101,9	93,4	99,4	94,0	105,7	104,4	106,9	104,1	97,4
Івано-Франківський	107,6	105,9	102,5	100,8	97,5	89,3	100,5	106,5	103,3	97,7	97,6	92,0	99,0	107,1	105,7	106,1	97,0
Запорізький	115,6	104,6	106,1	108,5	101,3	78,9	103,2	102,9	97,8	99,3	100,4	94,7	99,7	102,9	100,6	102,6	95,7
Закарпатський	106,4	98,5	106,6	108,2	103,9	82,1	107,7	104,7	103,0	100,6	102,8	93,5	97,3	103,2	104,0	101,5	93,8
Житомирський	115,6	101,1	103,6	105,1	104,2	88,9	112,8	102,7	109,4	101,9	103,6	98,1	105,2	104,9	104,8	100,5	96,3
Донецький	110,8	97,1	108,3	104,6	97,1	81,6	111,1	111,4	97,1	94,7	67,1	61,3	99,1	94,9	100,5	101,7	96,9

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Чернігівський	110,0	100,1	103,4	106,5	102,3	89,6	100,0	107,8	104,0	95,8	100,5	93,4	100,6	102,0	104,2	101,7	97,1
Чернівецький	109,3	101,5	105,5	108,3	105,4	88,6	100,3	104,0	106,1	101,5	98,3	94,7	99,4	103,4	104,6	105,1	95,3
Черкаський	116,9	107,0	105,6	106,5	114,9	85,5	105,9	106,4	100,9	100,7	98,9	95,0	101,8	98,2	108,8	103,7	94,4
Хмельницький	112,7	103,9	104,2	104,0	99,9	90,6	100,0	108,0	109,0	96,9	102,3	92,2	104,7	106,2	101,9	100,7	100,0
Херсонський	111,2	99,2	104,0	100,4	109,8	93,0	101,8	103,8	100,2	101,1	99,7	98,7	102,8	100,7	99,9	104,6	95,6
Харківський	112,2	104,8	107,5	107,2	102,1	86,3	101,7	104,5	98,4	98,8	97,9	90,9	102,1	101,2	102,4	101,4	96,6
Тернопільський	106,4	102,5	110,3	108,3	105,1	94,5	100,4	111,3	109,0	96,6	108,0	93,7	98,5	105,5	103,3	103,6	96,8
Сумський	105,9	104,4	103,4	103,4	103,6	88,7	98,9	107,8	101,7	102,7	100,4	96,7	96,6	100,1	105,5	101,9	98,0
Рівненський	113,1	102,1	106,9	104,5	99,5	86,5	106,8	104,6	103,3	96,9	102,6	93,4	100,3	103,4	101,5	107,1	98,1
Полтавський	116,7	99,2	108,2	105,8	94,9	86,8	109,5	101,8	97,8	94,4	96,0	93,8	97,9	96,7	103,8	101,0	96,0

Для виявлення загальних тенденцій проведено аналіз динаміки зміни індексу валового регіонального продукту за

регіонами України на підставі рівняння лінійної регресії та середніх значень за період 2004 – 2020 рр. (табл. 2).

Таблиця 2

Результати аналізу динаміки зміни індексу валового регіонального продукту за регіонами України на підставі рівняння лінійної регресії та середніх значень за період 2004 – 2020 рр., % до минулого року (розроблено автором)

Регіон	Рівняння лінійної регресії	Середнє арифметичне	Середнє геометричне
Вінницький	$y = -0,2532x + 105,74$	103,46	103,33
Волинський	$y = -0,5919x + 107,97$	102,65	102,39
Дніпропетровський	$y = -0,5377x + 105,04$	100,20	99,96
Донецький	$y = -0,8135x + 103,52$	96,19	95,04
Житомирський	$y = -0,3431x + 106,54$	103,45	103,28
Закарпатський	$y = -0,31x + 103,84$	101,05	100,83
Запорізький	$y = -0,4961x + 105,34$	100,87	100,59
Івано-Франківський	$y = -0,0814x + 101,68$	100,95	100,81
Київський	$y = -0,3691x + 106,23$	102,91	102,72
Кіровоградський	$y = -0,5179x + 107,52$	102,86	102,53
Луганський	$y = -0,8179x + 102,53$	95,16	93,20
Львівський	$y = -0,0544x + 102,1$	101,61	101,48
Миколаївський	$y = -0,4924x + 106,18$	101,75	101,56
Одеський	$y = -0,2341x + 103,71$	101,61	101,45
Полтавський	$y = -0,5547x + 105,01$	100,02	99,78
Рівненський	$y = -0,2821x + 104,34$	101,80	101,63
Сумський	$y = -0,2223x + 103,16$	101,16	101,06
Тернопільський	$y = -0,376x + 106,55$	103,16	103,02
Харківський	$y = -0,5115x + 105,54$	100,94	100,76
Херсонський	$y = -0,3135x + 104,38$	101,56	101,47
Хмельницький	$y = -0,2679x + 104,6$	102,19	102,04
Черкаський	$y = -0,6593x + 108,94$	103,01	102,74
Чернівецький	$y = -0,3159x + 104,68$	101,84	101,70
Чернігівський	$y = -0,2846x + 103,68$	101,12	100,99

На підставі даних, отриманих за лінійною регресією індексу валового регіонального продукту, зроблено висновки, що у всіх регіонах спостерігається падіння ВРП, проте темпи падіння суттєво відрізняються. Найгірша ситуація спостерігається в Донецькому та Луганському регіонах – по 0,81 та 0,82 % щорічно відповідно. Найкраща ситуація – у

Львівській (0,05 %) та Івано-Франківській (0,08 %) областях.

Щорічне падіння індексу ВРП у Донецькому та Луганському регіонах підтверджується середніми значеннями ВРП за період 2004–2020 рр. на рівні 95–96 %. У всіх інших регіонах середні значення індексу ВРП перевищують 100 %, отже тенденція до падіння обумовлена

хвилеподібними тенденціями зміни індексу валового регіонального продукту.

Виявити особливості динаміки зміни індексу ВРП можна на підставі

дослідження абсолютних відхилень показника від його середніх значень. Абсолютне відхилення індексу ВРП розраховується за формулою

$$\Delta_{I_{\text{ВРП}_j}} = I_{\text{ВРП}_j} - \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n I_{\text{ВРП}_k}, \quad (k = \overline{1;n}) \quad (1)$$

Динаміка зміни відхилення від середнього значення індексу валового регіонального продукту за регіонами наведена в табл. 3.

У результаті розрахунку встановлено, що найкращими періодами є 2004 р. – значення індексу ВРП перевищує середні значення майже на 10 і вище відсотків в усіх регіонах України; у 2006 та 2011 рр. (крім Житомирського регіону) в усіх регіонах значення індексу ВРП перевищувало середні значення.

Криза 2014–2015 рр. обумовила падіння індексу ВРП не лише в Донецькому (на 30 та 35 % відповідно) і Луганському (на 34 та 47 % відповідно), а й в усіх без виключення регіонах України. За 2017–2018 рр. ситуація стабілізувалась, у більшості регіонів значення індексу ВРП перевищували середні значення. У 2020 р. на тлі пандемії коронавірусу падіння індексу валового регіонального продукту спостерігалось в усіх регіонах України.

З метою визначення впливу інтегрального показника розроблення та впровадження багатопільового кадастру на валовий регіональний продукт проведено кореляційно-регресійний аналіз, результати якого подано в табл. 4.

У результаті математичного моделювання встановлено, що зв'язок між інтегральним показником рівня інформаційного забезпечення багатопільового кадастру й валовим регіональним продуктом майже відсутній. Виключенням є періоди, що можна назвати кризовими для економіки України (2014–2016 рр., 2020 р.).

Це дає змогу зробити висновки, що рівень інформаційного забезпечення багатопільового кадастру є незадовільним і неоднорідним за регіонами. Якщо порівняти результати кореляційно-регресійного аналізу впливу інтегрального показника рівня інформаційного забезпечення багатопільового кадастру на регіональному рівні на валовий регіональний продукт, внесок у дисперсію яких виявився мінімальним, а саме у Вінницькому, Тернопільському, Харківському, Хмельницькому та Чернівецькому, ситуація виявляється набагато кращою (табл. 5). Саме тому при побудові імітаційної моделі необхідно виокремлювати регіони, які за множиною ознак вважати базовими, і на підставі аналізу їхніх характеристик обирати важелі, за допомогою яких можна корегувати степінь впливу інтегрального показника рівня інформаційного забезпечення багатопільового кадастру.

Для виявлення, які саме складові інтегрального показника рівня інформаційного забезпечення багатопільового кадастру на регіональному рівні значною мірою впливають на показники валового регіонального продукту, проведено числовий експеримент, результати якого подано в табл. 6. Експеримент здійснено шляхом порівнянням впливу зміни групових складових інтегрального показника рівня інформаційного забезпечення багатопільового кадастру на регіональному рівні на валовий регіональний продукт за 2018 р.

Таблиця 3
 Динаміка зміни відхилення від середнього значення індексу валового регіонального продукту за регіонами, відн. од. (розроблено автором)

Регіон	2004 p.	2005 p.	2006 p.	2007 p.	2008 p.	2009 p.	2010 p.	2011 p.	2012 p.	2013 p.	2014 p.	2015 p.	2016 p.	2017 p.	2018 p.	2019 p.	2020 p.	Середнє відхилення
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Вінницький	8,44	1,84	2,74	-0,96	1,64	1,64	-0,46	3,74	0,24	1,34	1,14	-6,36	3,04	-1,86	1,54	5,14	-8,76	0,88
Волинський	16,35	1,05	0,85	9,45	3,45	3,45	-2,45	2,65	2,15	-3,35	-1,55	-7,35	5,55	2,55	1,15	-8,45	-5,45	1,18
Дніпропетровський	10,80	7,10	7,80	5,10	-2,90	-2,90	5,90	3,20	-2,70	-0,90	-5,10	-9,90	-1,80	1,80	2,30	3,50	-7,20	0,81
Донецький	14,61	0,91	12,11	8,41	0,91	0,91	14,91	15,21	0,91	-1,49	-29,09	-34,89	2,91	-1,29	4,31	5,51	0,71	0,91
Житомирський	12,15	-2,35	0,15	1,65	0,75	0,75	9,35	-0,75	5,95	-1,55	0,15	-5,35	1,75	1,45	1,35	-2,95	-7,15	0,90
Закарпатський	5,35	-2,55	5,55	7,15	2,85	2,85	6,65	3,65	1,95	-0,45	1,75	-7,55	-3,75	2,15	2,95	0,45	-7,25	1,28
Запорізький	14,73	3,73	5,23	7,63	0,43	0,43	2,33	2,03	-3,07	-1,57	-0,47	-6,17	-1,17	2,03	-0,27	1,73	-5,17	1,32
Івано-Франківський	6,65	4,95	1,55	-0,15	-3,45	-3,45	-0,45	5,55	2,35	-3,25	-3,35	-8,95	-1,95	6,15	4,75	5,15	-3,95	0,48
Київський	6,89	4,39	5,89	2,99	1,49	1,49	2,19	8,79	-1,01	-9,51	-3,51	-8,91	2,79	1,49	3,99	1,19	-5,51	0,89
Кіровоградський	16,04	-0,46	2,24	-4,96	10,84	10,84	2,84	6,34	-2,16	6,64	-2,26	-11,16	2,14	-4,46	4,14	3,34	-12,06	1,64
Луганський	13,04	5,14	9,14	10,04	3,74	3,74	7,14	13,94	3,94	-2,96	-34,16	-47,46	22,84	-11,56	3,54	9,14	3,04	0,72

Продовження табл. 3

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1																		
Львівський	3,59	-3,51	6,69	4,19	-0,91	-0,91	0,69	7,09	0,39	-2,81	-0,71	-6,41	-2,31	2,09	4,09	2,99	-1,91	0,73
Миколаївський	16,35	-1,65	5,35	-2,25	5,15	5,15	1,45	0,95	-5,65	2,65	-3,35	-6,45	3,85	-2,75	1,35	4,85	-10,55	0,85
Одеський	6,49	-2,01	1,89	4,69	10,29	10,29	0,79	0,49	-4,81	4,09	-3,31	-5,81	2,59	2,39	0,19	1,79	-5,01	1,48
Полтавський	16,68	-0,82	8,18	5,78	-5,12	-5,12	9,48	1,78	-2,22	-5,62	-4,02	-6,22	-2,12	-3,32	3,78	0,98	-4,02	0,48
Рівненський	11,30	0,30	5,10	2,70	-2,30	-2,30	5,00	2,80	1,50	-4,90	0,80	-8,40	-1,50	1,60	-0,30	5,30	-3,70	0,76
Сумський	4,74	3,24	2,24	2,24	2,44	2,44	-2,26	6,64	0,54	1,54	-0,76	-4,46	-4,56	-1,06	4,34	0,74	-3,16	0,88
Тернопільський	3,24	-0,66	7,14	5,14	1,94	1,94	-2,76	8,14	5,84	-6,56	4,84	-9,46	-4,66	2,34	0,14	0,44	-6,36	0,62
Харківський	11,26	3,86	6,56	6,26	1,16	1,16	0,76	3,56	-2,54	-2,14	-3,04	-10,04	1,16	0,26	1,46	0,46	-4,34	0,93
Херсонський	9,64	-2,36	2,44	-1,16	8,24	8,24	0,24	2,24	-1,36	-0,46	-1,86	-2,86	1,24	-0,86	-1,66	3,04	-5,96	0,99
Хмельницький	10,51	1,71	2,01	1,81	-2,29	-2,29	-2,19	5,81	6,81	-5,29	0,11	-9,99	2,51	4,01	-0,29	-1,49	-2,19	0,55
Черкаський	13,89	3,99	2,59	3,49	11,89	11,89	2,89	3,39	-2,11	-2,31	-4,11	-8,01	-1,21	-4,81	5,79	0,69	-8,61	1,73
Чернівецький	7,46	-0,34	3,66	6,46	3,56	3,56	-1,54	2,16	4,26	-0,34	-3,54	-7,14	-2,44	1,56	2,76	3,26	-6,54	0,99
Чернігівський	8,88	-1,02	2,28	5,38	1,18	1,18	-1,12	6,68	2,88	-5,32	-0,62	-7,72	-0,52	0,88	3,08	0,58	-4,02	0,75

Таблиця 4

Результати кореляційно-регресійного аналізу впливу інтегрального показника рівня інформаційного забезпечення багатопільового кадастру на регіональному рівні на валовий регіональний продукт за регіонами України, відн. од. (розроблено автором)

Рік	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
R	-0,186	-0,136	0,159	0,167	0,099	0,059	0,177	-0,102	0,113
Рік	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
R	0,088	0,371	0,454	-0,685	0,390	0,397	0,017	0,086	

Таблиця 5

Кореляційний аналіз впливу інтегрального показника рівня інформаційного забезпечення багатопільового кадастру на регіональному рівні на валовий регіональний продукт за «базовими» регіонами України, відн. од. (розроблено автором)

Рік	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
R	-0,865	-0,409	0,300	0,187	0,402	0,780	-0,531	0,615	0,916
Рік	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
R	-0,185	0,662	0,334	0,488	0,791	0,235	0,322	-0,020	

Таблиця 6

Результати проведення числового експерименту з корегування інтегрального показника рівня інформаційного забезпечення багатопільового кадастру на регіональному рівні за рахунок зміни його групових складових, відн. од. (розроблено автором)

Просторовий показник	Містобудівний показник	Екологічний показник	Інвестиційний показник	R
1	2	3	4	5
0	0	0	0	0,371
0	0	0	+0,2	0,397
0	0	+0,2	0	0,405
0	0	+0,2	+0,2	0,406
0	+0,2	0	0	0,389
0	+0,2	0	+0,2	0,389
0	+0,2	+0,2	0	0,397
0	+0,2	+0,2	+0,2	0,398
+0,2	0	0	0	0,397
+0,2	0	0	+0,2	0,397
+0,2	0	+0,2	0	0,405
+0,2	0	+0,2	+0,2	0,406
+0,2	+0,2	0	0	0,388
+0,2	+0,2	0	+0,2	0,417
+0,2	+0,2	+0,2	0	0,415
+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	0,419
0	0	0	+0,4	0,397
0	0	+0,4	0	0,413
0	0	+0,4	+0,4	0,415

Продовження табл. 6

1	2	3	4	5
0	+0,4	0	0	0,380
0	+0,4	0	+0,4	0,420
0	+0,4	+0,4	0	0,418
0	+0,4	+0,4	+0,4	0,418
+0,4	0	0	0	0,397
+0,4	0	0	+0,4	0,398
+0,4	0	+0,4	0	0,418
+0,4	0	+0,4	+0,4	0,418
+0,4	+0,4	0	0	0,417
+0,4	+0,4	0	+0,4	0,419
+0,4	+0,4	+0,4	0	0,420
+0,4	+0,4	+0,4	+0,4	0,410
0	0	0	+0,6	0,398
0	0	+0,6	0	0,421
0	0	+0,6	+0,6	0,424
0	+0,6	0	0	0,373
0	+0,6	0	+0,6	0,417
0	+0,6	+0,6	0	0,420
0	+0,6	+0,6	+0,6	0,401
+0,6	0	0	0	0,414
+0,6	0	0	+0,6	0,417
+0,6	0	+0,6	0	0,420
+0,6	0	+0,6	+0,6	0,402
+0,6	+0,6	0	0	0,420
+0,6	+0,6	0	+0,6	0,403
+0,6	+0,6	+0,6	0	0,413
+0,6	+0,6	+0,6	+0,6	0,377
0	0	0	+0,8	0,398
0	0	+0,8	0	0,418
0	0	+0,8	+0,8	0,405
0	+0,8	0	0	0,418
0	+0,8	0	+0,8	0,406
0	+0,8	+0,8	0	0,417
0	+0,8	+0,8	+0,8	0,373
+0,8	0	0	0	0,417
+0,8	0	0	+0,8	0,407
+0,8	0	+0,8	0	0,417
+0,8	0	+0,8	+0,8	0,374
+0,8	+0,8	0	0	0,418
+0,8	+0,8	0	+0,8	0,376
+0,8	+0,8	+0,8	0	0,396
+0,8	+0,8	+0,8	+0,8	0,337
0	0	0	+1,0	0,418
0	0	+1,0	0	0,420
0	0	+1,0	+1,0	0,387

Продовження табл. 6

1	2	3	4	5
0	+1,0	0	0	0,419
0	+1,0	0	+1,0	0,390
0	+1,0	+1,0	0	0,409
0	+1,0	+1,0	+1,0	0,343
+1,0	0	0	0	0,419
+1,0	0	0	+1,0	0,391
+1,0	0	+1,0	0	0,410
+1,0	0	+1,0	+1,0	0,344
+1,0	+1,0	0	0	0,411
+1,0	+1,0	0	+1,0	0,347
+1,0	+1,0	+1,0	0	0,374
+1,0	+1,0	+1,0	+1,0	0,299

Результати проведеного математичного моделювання дають підставу стверджувати, що більшою мірою на щільність зв'язку впливає величина інвестиційної складової інтегрального показника, а далі, за спаданням, – містобудівна, екологічна та просторова. Збільшення складових інтегрального показника не обов'язково обумовлює збільшення кореляційно-регресійного зв'язку.

Висновки. Здійснено математичне моделювання регіонального розвитку на основі результатів кореляційно-

регресійного аналізу змін інтегрального показника оцінювання інформаційного забезпечення багатоцільового кадастру і валового регіонального продукту, що дозволяє встановити прогностичні зміни та побудувати геопросторове забезпечення регіонального розвитку.

На основі математичного моделювання проведено прогнозування змін регіонального розвитку, що дозволило сформулювати кількісну основу для прийняття обґрунтованих рішень, враховуючи вплив чинників багатоцільового кадастру.

Список використаних джерел

1. Головачов В. В., Шипулін В. Д., Нестеренко С. Г., Касьянов В. В. Забезпечення збору інформації для тривимірного кадастру. *Комунальне господарство міст*. 2019. Т. 5. Вип. 151. С. 6–64.
2. Горковчук М. В. Структура та функції електронного каталогу мір якості геопросторових даних. *Геоінформатика і картографія. Інженерна геодезія*. 2014. Вип. 61. С. 105–110. URL: <https://repository.knuba.edu.ua/handle/987654321/2092> (дата звернення: 27.10.2022).
3. Карпінський Ю. Методи збирання геопросторових даних для топографічного картографування. *Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених «GEOTERRACE-2018», Львів, Україна*. URL: https://www.researchgate.net/publication/349536793_METODI_ZBIRANNA_GEOPROSTOROVIH_DANIH_DLA_TOPOGRAFICNOGO_KARTOGRAFUVANNA (дата звернення: 28.10.2022).
4. Мамонов К. А. Територіальний розвиток використання земель регіону: визначення, оцінка та напрями трансформацій: монографія. Харків : ФОП Панов А. М., 2019. 332 с.

5. Мамонов К. А. Територіальний розвиток використання земель регіону: напрями та особливості оцінки: монографія. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. 403 с.

6. Музика Н. М. 3D-кадастр, як сучасна складова ДЗК. *Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених «GEOTERRACE-2018», Львів, Україна*. URL: <https://openreviewhub.org/sites/default/files/geoterrace/2018/geoterrace-2018/1337/3d-kadastryaksuchasnaskladovadzka.pdf> (дата звернення: 29.10.2022).

7. Шипулін В. Д. Система земельного адміністрування: основи сучасної теорії: навч. посіб. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015.

8. Jantien Stoter, Hendrik Ploeger, Ruben Roes. Registration of Multi-Level Property Rights in 3D in The Netherlands: Two Cases and Next Steps in Further Implementation. URL: http://www.gdmc.nl/3dcadastres/literature/3Dcad_2017_03.pdf (last access: 27.10.2022).

9. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 30.10.2022).

Головачов Віталій Вікторович, аспірант кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова. ORCID iD: 0000-0003-4479-8010. E-mail: Vitalii.Holovachov@kname.edu.ua.

Vitalii Holovachov, postgraduate student, department of Land Administration and Geoinformation Systems, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv. ORCID ID: 0000-0003-4479-8010. E-mail: Vitalii.Holovachov@kname.edu.ua.

Статтю прийнято 22.12.2022 р.