

УДК 528.4

**І.В. Корнієнко**, канд. техн. наук

Чернігівський національний технологічний університет, м. Чернігів, Україна

**СПОСІБ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ЕКСПЕРТНОГО ОЦІНЮВАННЯ  
ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК****И.В. Корниенко**, канд. техн. наук

Черниговский национальный технологический университет, г. Чернигов, Украина

**СПОСОБ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ  
ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ****Ihor Korniienko**, PhD in Technical Sciences

Chernihiv National University of Technology, Chernihiv, Ukraine

**METHOD OF AUTOMATION OF PROCESS OF EXPERT ASSESSMENT OF LAND**

*Розглянуто проблему автоматизації експертного оцінювання земельних ділянок. Запропоновано механізм та математичний апарат для автоматизованої системи експертного оцінювання земель.*

**Ключові слова:** експертна оцінка, земельні ділянки, автоматизація, вагові коефіцієнти.

*Рассмотрена проблема автоматизации экспертного оценивания земельных участков. Предложен механизм и математический аппарат для автоматизированной системы экспертного оценивания земель.*

**Ключевые слова:** экспертная оценка, земельные участки, автоматизация, весовые коэффициенты.

*Considers the problem of automation of expert assessment of land plots. Proposes a framework and mathematical apparatus for the automated system of expert assessment of land.*

**Key words:** expert estimation, land, automation, weights.

**Постановка проблеми.** Запровадження ринку землі та ефективність його функціонування однозначно пов'язані з питаннями об'єктивності та неупередженості експертної оцінки земельних ресурсів. Методика експертної грошової оцінки земельних ділянок [1], в цілому, передбачає їх оцінювання на базі ринкової вартості аналогічних земельних ділянок з урахуванням багатьох чинників (місце розташування, екологія, конфігурація, наявність інженерних комунікацій, обмеження тощо), які роблять земельну ділянку привабливіше для покупця або навпаки. Але, незважаючи на вживану загальноприйнятну методику, результати оцінювання різними експертами того самого об'єкта можуть суттєво різнитися, що свідчить про наявність фактора суб'єктивізму в рішенні експерта. Звідси виникає питання забезпечення об'єктивності експертної оцінки земель. Одним із шляхів подолання такої проблеми може бути застосування математичних методів ранжування пріоритетності земельних ділянок, реалізованих в оціночних геоінформаційних системах (ГІС).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Останніми роками питання, присвячені проблемам оцінювання земель в Україні, висвітлюються у багатьох наукових працях вітчизняних учених, серед яких можна відзначити О.Ф. Балацького, П.В. Веденічева, Д.І. Гнатковича, В.В. Горлачука, Г.О. Гуцуляка, Б.М. Данилишина, Д.С. Добряка, С.І. Дорогунцова, І.І. Лукінова, Т.П. Магазинщикова, П.П. Маракуліна, А.Г. Мартина, Л.Г. Мельника, І.Р. Михасюка, Л.Я. Новаковського, П.Ф. Пасхавер, І.А. Розумного, П.Т. Саблук, А.М. Третяк, М.М. Федорова, Б.З. Харченка, О.М. Шпичака та інших.

Для масового нормативного оцінювання земель успішно використовуються декілька програмних комплексів, серед яких найбільшпоширеним є LPS, що також певною мірою використовується як інформаційна підтримка для експертної оцінки. Водночас залишається недостатньо дослідженим питання можливості автоматизації експертної оцінки земель.

**Мета статті.** Розроблення механізму та математичного апарата для автоматизації процесу експертного оцінювання земельних ділянок.

**Виклад основного матеріалу.** В колі експертів з оцінювання землі та нерухомості вважається, що експертна оцінка земель є більше мистецтвом, ніж зведенням чітких правил та алгоритмів. Проте відомо, що прийняття рішення експертом здійснюється на основі уявлень про «привабливість» земельної ділянки (для того чи іншого використан-

ня) та статистики ринкової вартості аналогічних за характеристиками земельних ділянок (еталонів). Властивість «привабливості» пов'язана з множиною характеристик, що виділяють об'єкт оцінювання серед інших (наприклад, для міста – це місце розташування ділянки, конфігурація, розвиненість інженерних мереж, під'їзні шляхи, обмеження тощо) і робить земельну ділянку дорожче або дешевше. Справедливо, що в основу механізму автоматизованої оцінки також має бути покладена властивість «привабливості» об'єкта оцінювання, що виражена певними числовими значеннями або коефіцієнтами.

Для визначення цих коефіцієнтів пропонується підхід, що ґрунтується на зваженості характеристик оцінюваних земельних ділянок, посиленних, або послаблених чинниками зацікавленості покупців, і орієнтування вартості оцінюваної земельної ділянки відносно середньої комерційної вартості одиниці площі земельної ділянки в межах населеного пункту. Схематично механізм автоматизованої оцінки ринкової вартості земельної ділянки можна представити такою, дещо спрощеною схемою (рис. 1).



Рис. 1. Блок-схема механізму автоматизованого визначення ринкової вартості земельної ділянки

Блок обчислення вагових коефіцієнтів відповідає за обчислення привабливості земельної ділянки на основі її топологічних відношень до об'єктів геопростору і відповідного цільового призначення. Для розв'язування цієї задачі можна провести дослідження кореляції групи чинників «привабливості» земельної ділянки та встановленої експертами ринкової вартості. Визначення коефіцієнтів кореляції диференціює земельні ділянки відносно різних чинників зацікавленості, як-то віддаленість від центру міста, наявність комунікації та під'їзних шляхів, забрудненість тощо.

Кінцева вартість ґрунтуватиметься на інтегруванні результатів оброблення реєстру ринкових цін на земельні ділянки, метричних характеристиках земельної ділянки і визначених коефіцієнтів «привабливості» земельної ділянки.

Основна складність розв'язування цієї задачі полягає у проблемності об'єктивного визначення впливу на «привабливість» групи різноманітних чинників  $M \in \{m_1, m_2, \dots, m_{k-1}, m_k\}$ , які визначаються різноплановими, несумісними між собою числовими показниками. В [2] запропоновано визначення таких чинників у подібній, але іншій задачі, через певний ваговий коефіцієнт  $\omega_i$ , для  $i$ -ї земельної ділянки, який визначається множиною чинників  $\{m_1, m_2, \dots, m_{k-1}, m_k\}$ , причому  $0 \leq \omega_i \leq 1$ . Тоді для нашої задачі визначальна вартість одиниці площі будь-якої  $i$ -ї земельної ділянки буде визначатися, як  $c_i = \omega_i \bar{C}$ , де  $\bar{C}$  – середня вартість одиниці площі земельної ділянки, яка береться за еталон. Коефіцієнт вартості земельної ділянки  $\omega_i$  має складатися з часткових коефіцієнтів вартості за  $k$ -м чинником впливу –  $\omega_i^{m_k}$ , тобто  $\omega_i = \{\omega_i^{m_k}\}$ .

Очевидно, що чинники впливу не є рівнозначними для формування вартості земельної ділянки, тому введемо коефіцієнт зацікавленості покупців у прояві  $\omega_i$  на оцінювану  $i$ -ту земельну ділянку –  $g_k$  за  $k$ -м чинником впливу  $m_k$ . Природно, що переважність чинників впливу можна визначати коефіцієнтом

$$g_k = \frac{c_k}{\sum_{k=1}^K c^k}; \sum_{k=1}^K g_k = 1; 0 < g_k \leq 1, \quad (1)$$

де  $c_k$  – експертна оцінка переважності  $k$ -го чинника, що дозволяє здійснювати згортку часткових вагових коефіцієнтів чинників впливу. Тоді ваговий коефіцієнт  $\omega_i^M$  для  $i$ -ї земельної ділянки має визначатися як згортка часткових вагових коефіцієнтів  $\omega_i^{m_k}$ , які чинять вплив на вартість земельної ділянки відповідних чинників  $m_k$

$$\omega_i^M = \sum_{k=1}^K g_k \omega_i^{m_k}; 0 < g_k \leq 1; \sum_{k=1}^K g_k = 1. \quad (2)$$

Для уникнення суб'єктивізму у значенні  $c_k$  під час обчислення часткових вагових коефіцієнтів можна дослідити вибіркові коефіцієнти кореляції статистичних варіаційних рядів вартості земельних ділянок і групи чинників впливу  $M$ . Варіаційні ряди при цьому формуються з показників групи чинників впливу і результатів експертної оцінки земельних ділянок. У подальшому здійснюється трансформування кореляційних таблиць варіаційних рядів у кореляційні таблиці умовних варіантів, обчислюється вибірковий коефіцієнт кореляції для множини досліджуваних варіаційних рядів і характеризуються отримані значення вибіркового коефіцієнта кореляції варіаційних рядів статистичних наборів. Отримані коефіцієнти кореляції будуть об'єктивно визначати вплив того чи іншого чинника впливу на рішення експерта і можуть використовуватися як вагові коефіцієнти під час проведення автоматизованої оцінки.

Для підтвердження висунутих припущень було проведено дослідження залежності оцінок експертів від проявів чинників привабливості земельних ділянок, а відповідно і об'єктивності виконання експертної оцінки. Дослідження проводились на основі реальних матеріалів експертної оцінки земель. При цьому експертами були відібрані основні чинники впливу, які враховуються ними під час оцінювання. Для об'єктивності експерименту було випадковим чином відібрано матеріали оцінювання (всього відібрано 12 земельних ділянок), за якими були побудовані графіки якісної кореляції між варіаційними рядами. Формування графіків здійснювалося на основі розподілу випадкових величин, які наведені у табл. 1.

Таблиця 1

*Згруповані відносні показники вартості земельних ділянок та їх характеристики*

Клас	Інтервал	№ земельної ділянки	Вартість зем. діл.		Місце розташування (зона)		Конфігурація		Інфраструктура (під'їзні шляхи)		Інфраструктура (мережі)		Забудована площа	
			Абс.	Відн.	Абс.	Відн.	Абс.	Відн.	Абс.	Відн.	Абс.	Відн.	Абс.	Відн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	2–12	10	3	1,15	4	7,84	4	11	1	2,17	1	2,33	1	3,45
		6	11	4,2	2	3,92	2	6	4	8,695	6	13,95	1	3,448
<b>У класі 1</b>		<b>2</b>	<b>14</b>	<b>5,3</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>17</b>	<b>5</b>	<b>10,88</b>	<b>7</b>	<b>16,28</b>	<b>2</b>	<b>6,897</b>
2	16–20	5	17	6,49	5	9,8	4	11	4	8,695	5	11,63	3	10,34
		7	19	7,25	1	1,96	4	11	5	10,87	5	11,63	5	17,24

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>У класі 2</b>		<b>2</b>	<b>36</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>23</b>	<b>9</b>	<b>19,57</b>	<b>10</b>	<b>23,26</b>	<b>8</b>	<b>27,59</b>
3	21–24	1	22	8,41	3	5,88	2	6	4	8,695	1	2,325	4	13,79
		4	23	8,78	2	3,92	2	6	4	8,7	4	9,3	1	3,45
<b>У класі 3</b>		<b>2</b>	<b>45</b>	<b>17</b>	<b>5</b>	<b>9,8</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>17,39</b>	<b>5</b>	<b>11,63</b>	<b>5</b>	<b>17,24</b>
4	25–33	8	26	9,92	5	9,8	1	3	4	8,7	1	2,33	1	3,45
		9	26	9,92	4	7,84	1	3	4	8,7	1	2,33	1	3,45
		12	27	10,3	4	7,84	2	6	4	8,695	3	6,976	3	10,34
		2	28	10,7	5	9,8	5	14	4	8,695	4	9,302	5	17,24
		11	28	10,7	3	5,88	3	9	4	8,695	3	6,976	3	10,34
		3	32	12,2	5	9,8	5	14	4	8,7	3	6,98	1	3,45
<b>У класі 4</b>		<b>6</b>	<b>167</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>67</b>	<b>17</b>	<b>49</b>	<b>24</b>	<b>52,17</b>	<b>17</b>	<b>48,84</b>	<b>13</b>	<b>48,28</b>
<b>Всього</b>		<b>12</b>	<b>262</b>	<b>70,3</b>	<b>51</b>	<b>100</b>	<b>35</b>	<b>89</b>	<b>46</b>	<b>100</b>	<b>43</b>	<b>100</b>	<b>29</b>	<b>100</b>

На рис. 2 наведені графіки якісної кореляції між варіаційними рядами «вартість земельної ділянки» – «місце розташування» (рис. 2, а – очевидна наявність кореляції між варіаційними рядами, причому кореляція має позитивний тип), «вартість земельної ділянки» – «конфігурація земельної ділянки» (рис. 2, б – визначення типу кореляції ускладнено через суттєвий розкид значень, проте очевидно, що якщо кореляція і є, то її значення не суттєве), «вартість земельної ділянки» – «інфраструктура (під'їзні шляхи)» (рис. 2, в – незважаючи на наближеність залежності до лінійного характеру, горизонтальне спрямування цієї залежності дозволяє зробити висновок про практичну відсутність кореляції між варіаційними рядами), «вартість земельної ділянки» – «інфраструктура (мережі)» (рис. 2, г – незважаючи на наближеність залежності до лінійного характеру, горизонтальне спрямування цієї залежності дозволяє зробити висновок про практичну відсутність кореляції між варіаційними рядами) і «вартість земельної ділянки» – «забудована площа» (рис. 2, д – відстежується певна позитивна кореляція).

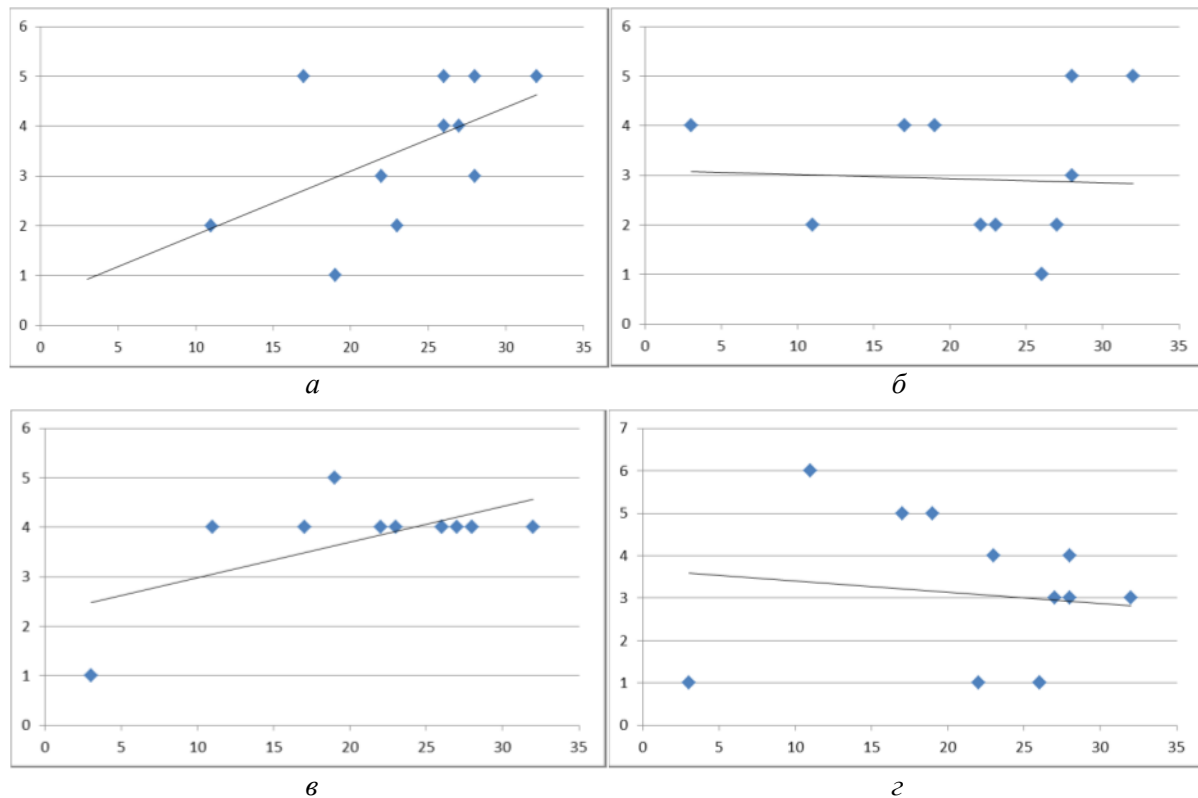


Рис. 2. Графіки якісної кореляції між варіаційними рядами

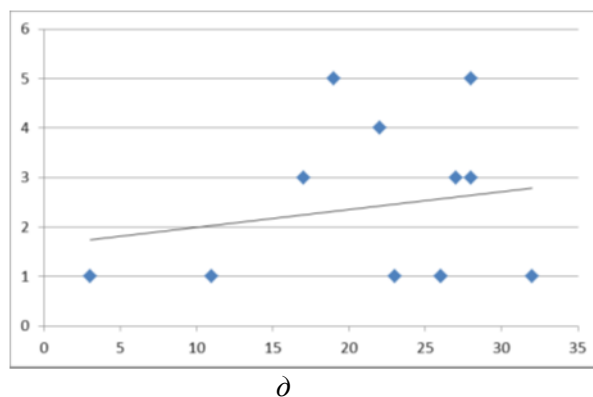


Рис. 2. Закінчення (див. також с. 132)

Числові значення коефіцієнтів кореляції між експертною оцінкою та чинниками впливу наведені у табл. 2.

Таблиця 2

Упорядкований ряд значень вибіркового коефіцієнту кореляції між варіаційними рядами чинників впливу і вартістю земельної ділянки

Чинник впливу	Відносний коефіцієнт кореляції чинника впливу й оцінки експерта
Місце розташування (зона)	0,704
Інфраструктура (під'їзні шляхи)	0,475
Конфігурація	0,331
Інфраструктура (мережі)	0
Забудована площа	-0,233

Проведене дослідження підтвердило, що в рішеннях та оцінках експертів наявний фактор суб'єктивізму. Чітка залежність «прояв привабливості» – «вартість землі» відстежувалася лише для чинника «місце розташування земельної ділянки». Решта параметрів мали суттєвий розкид. Зрозуміло, що для одержання більш точних оцінок коефіцієнта кореляції вибірка даних має бути набагато більшою, проте на цьому етапі завдання ставилося, щоб дослідити можливість застосування пропонованого механізму для автоматизації експертної оцінки.

У разі практичного використання цього методу (наприклад, у [3]) слід враховувати, що особливостями коефіцієнта переважності  $g_k$  є його межі  $0 < g_k \leq 1$  та умова

$\sum_{k=1}^k g_k = 1$ , яка унеможливує безпосереднє використання вибіркового коефіцієнта кореляції (який має межі  $-1 \leq r_k \leq 1$ ) у виразі (2).

З урахуванням зазначеного для трансформації вибіркового коефіцієнта кореляції у коефіцієнт переважності скористуємось виразом

$$g_k = \frac{|r_k|}{\sum_{k=1}^k r_k},$$

де  $r_k$  – вибіркового коефіцієнт кореляції. Фізичний зміст такого представлення відображає пропорційну величину впливу того чи іншого чинника на потенційну вартість одиниці площі земельної ділянки, при цьому забезпечуються умови  $\sum_{k=1}^k g_k = 1; 0 < g_k \leq 1$ .

З урахуванням того, що  $\bar{C}$  – середня зважена ринкова вартість земельної ділянки в межах населеного пункту, ринкова вартість  $i$ -ї земельної ділянки має становити

$C_i = \bar{C}S_i\omega_i$ , де  $S_i$  – площа  $i$ -ї земельної ділянки;  $\omega_i$  – коефіцієнт вартості  $i$ -ї земельної ділянки,  $0 \leq \omega_i \leq +\infty$ .

Фізичний сенс заданих меж знаходження  $0 \leq \omega_i \leq +\infty$  полягає в тому, що якщо земельна ділянка має середні характеристики, то значення  $\omega_i = 1$ , інакше вводяться зміни у середню вартість, які зменшують або збільшують її. З цих же міркувань під час використання балової оцінки експертів переважності чинників у прояві на об'єкт оцінки справедливо ввести нормований показник вартості  $\omega_i^{m_k norm}$ , який буде задавати зазначені межі для  $\omega_i$ , для чого  $\omega_i^{m_k norm} = \frac{\omega_i^{m_k}}{\bar{\omega}_i^{m_k}}$ , де  $\bar{\omega}_i^{m_k}$  – середнє значення прояву  $k$ -го чинника

впливу в населеному пункті. Очевидно, що таке визначення  $\omega_i^{m_k norm}$  забезпечить знаходження його меж в інтервалі  $0 \leq \omega_i^{m_k norm} \leq +\infty$ .

Окремо слід зауважити на можливу мінливість факторів впливу внаслідок розвитку інфраструктури, змін економічного стану держави чи регіону або інших випадків, що може значно збільшувати похибку автоматизованого визначення вартості нерухомості щодо експертної. Для мінімізації подібної похибки механізм кореляційного аналізу необхідно включати до автоматизованої системи визначення експертної вартості нерухомості.

**Висновки.** Розглянута проблема є частиною проблеми автоматизації земельних відносин у державі. Запропонований підхід може використовуватись під час створення автоматизованих комплексів експертної оцінки землі і нерухомості.

Одержувана таким способом експертна оцінка значною мірою позбавлена суб'єктивізму. Точність оцінки визначатиметься обсягом вибірки статистичних даних, а достовірність – актуальністю первинних даних та наповненості геоінформаційної моделі адекватної інфраструктури оцінюваного міста або району.

#### Список використаних джерел

1. *Методика* експертної грошової оцінки земельних ділянок : затв. Постановою Кабінету Міністрів України від 11 жовтня 2002 р. № 1531 // Офіційний вісник України. – 2002. – № 42. – С. 144.
2. *Корнієнко І. В.* Підхід до розв'язування задачі розподілу ресурсу в неточно визначених умовах / І. В. Корнієнко, В. М. Лось, С. П. Корнієнко // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. – Чернігів : ЧДПУ, 2011. – № 83. – С. 36–39.
3. *Корнієнко І. В.* Спосіб кореляційного визначення ступеня впливу об'єктивних чинників на кількість відібраних кандидатів на військову службу за контрактом / І. В. Корнієнко, В. П. Хома, С. П. Корнієнко // Труді університету. – 2012. – № 2 (108). – С. 158–166.