



НЕЧІТКІ ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ ПРОЯВУ ЕКОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ ТА ЇХ ВПЛИВУ НА ГРОШОВУ ОЦІНКУ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК

Приводится классификация геоинформационных моделей городской среды, рассмотрены особенности применения GRID-моделей техногенных полей и методов нечетких множеств для учета влияния экологических факторов на денежную оценку земельных участков.

The classification of geoinformation models of urban areas is presented in the paper. The features of application of polygon- and GRID-models of technogenic fields and fuzzy set methods for incorporation of environmental factors into valuation of urban land are considered.

Вступ. Застосування ГІС для моделювання прояву екологічних факторів та врахування їх впливу на містобудівну, природоохоронну і землеоцінну діяльність пояснюється значимістю просторової (географічної) складової у моделях розташування джерел забруднення, полів поширення техногенного забруднення від них та рівня їх впливу на довкілля – рослинний і тваринний світ, на людей. Ефективність застосування таких ГІС в еколого-економічній сфері залежить від адекватності моделей процесам і явищам, що відбуваються та взаємодіють на території, а також від гнучкості цих моделей стосовно адаптування до неповних та різночасових вихідних даних про територію і джерела забруднення.

Ще донедавна застосування ГІС в еколого-економічній сфері зводилося в основному до цифрового моделювання тематичних карт за зібраними даними про джерела та рівні забруднення довкілля. Новітній етап інформатизації екологічних процесів можна характеризувати як перехід від використання даних до використання знань для створення відповідних "інтелектуальних" засобів, які забезпечують використання не тільки детермінованих моделей, а й генерування та/або параметричне налаштування моделей залежно від повноти вхідних даних, складу, структури та взаємозв'язків об'єктів (процесів), що моделюються. В ГІС нового покоління поєднуються геоінформаційні моделі, засновані на просторових властивостях, просторових відношеннях об'єктів і явищ, та засоби, що базуються на методах і технологіях штучного інтелекту (нечітка логіка, нейронні мережі тощо).

Аналіз останніх досліджень і публікацій та постановка задачі. Грошове та еколого-економічне оцінювання міських земель та іншої нерухомості можна віднести до сфери діяльності, що характеризується масовим та інтенсивним застосуванням геоінформаційних технологій. Про це свідчить лавина публікацій у науковій періодиці та в Інтернеті з питань теорії і практики застосування ГІС в еколого-економічній сфері.

Оцінка стану довкілля включає комплекс по-

казників, різних за своєю фізичною природою і які одержують різними способами вимірювання й контролю. Дотепер практично відсутні прості та об'єктивні методики поєднання різних показників і властивостей в єдиній системі для кількісного оцінювання стану об'єктів довкілля. Найбільше поширені такі методи визначення показників його екологічного стану: експериментальний – за допомогою технічних засобів вимірювання і контролю; розрахунковий – на основі статистичних та інших моделей обчислень із використанням значень параметрів, знайдених іншими методами; експертний – заснований на врахуванні суджень та оцінок групи фахівців-експертів.

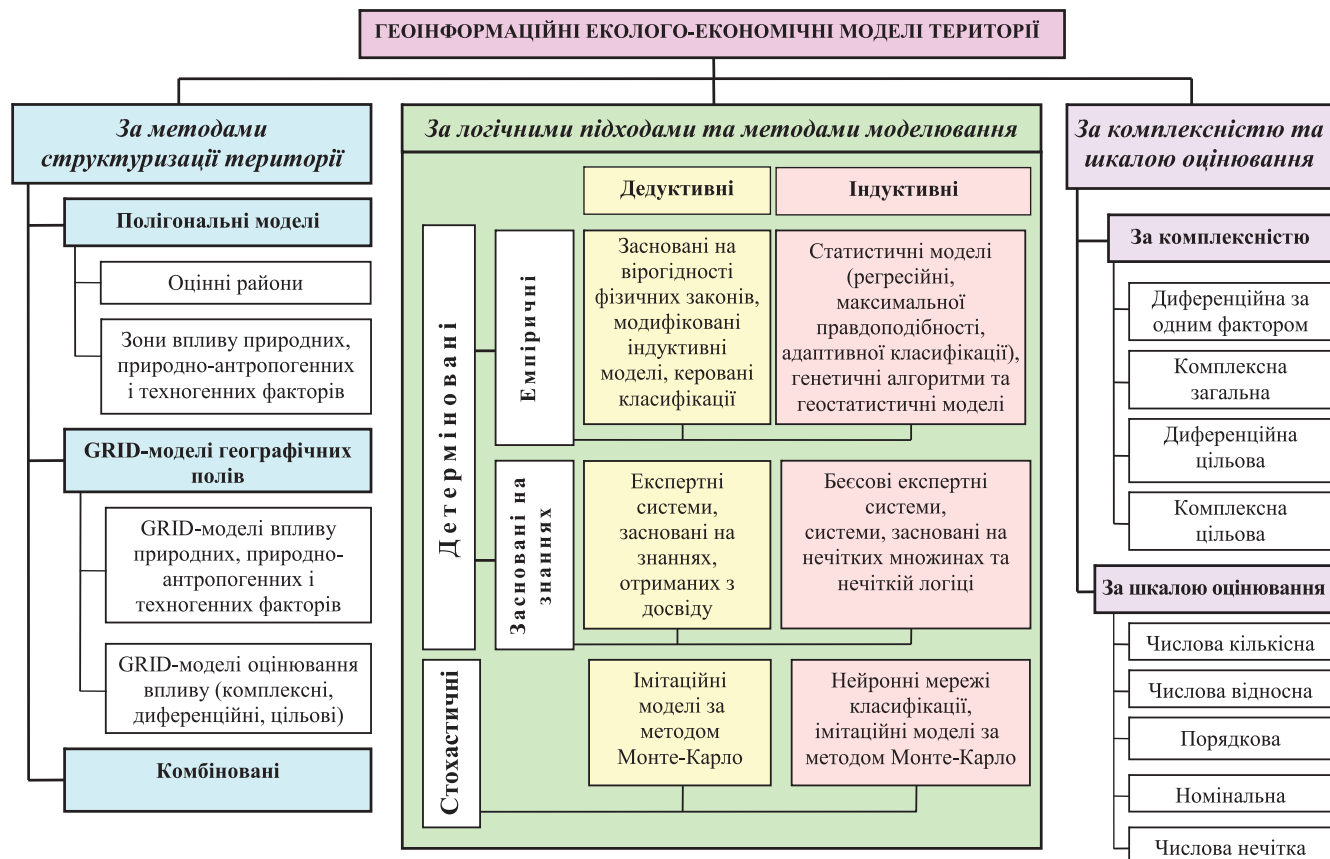
Проаналізувавши публікації про застосування ГІС у моніторинговій, природоохоронній та еколого-економічній сферах, пропонуємо власну систему класифікації геоінформаційних моделей території (мал. 1), яка враховує такі сучасні підходи:

- просторово-планувальна структура міської території подається в ГІС полігональними моделями земельних ділянок, будівель та споруд, містобудівного, кадастрового та еколого-економічного зонування території;

- просторові моделі негативних процесів і явищ в ГІС можуть подаватися як полігональними моделями меж джерел забруднення та зон впливу факторів, так і дискретними GRID-моделями (регулярними сітковими моделями) географічних полів рівнів прояву факторів та/або полів оцінок їх впливу;

- оцінка за своїм змістом може бути: диференційна по кожному окремому фактору; інтегрована або комплексна загальна за групою чи всіма факторами; цільова (диференційна або комплексна), в якій оцінюється вплив з урахуванням видів функціонального використання земель чи видів об'єктів нерухомості.

Для моделювання прояву власне факторів та їх просторового поширення на території в залежності від місця розташування і потужності джерел забруднення, типу міського ландшафту, кліматичних, геоморфологічних, геологічних, гідрологічних та інших умов у сучасних ГІС використовується широкий спектр детермінованих і стохастичних моделей – від стандартних методів математичної статистики і регресійного аналізу до методів і



Мал. 1. Схема класифікації геоінформаційних еколого-економічних моделей міської території

технологій нейронних мереж, експертних систем, нечіткої класифікації та нечіткої логіки.

В останні роки спостерігається тенденція до зростання інтересу фахівців з питань еколого-економічного моделювання саме до застосування нейромережних технологій та методів нечітких множин і нечіткої логіки. Це пояснюється тим, що завдання еколого-економічного моделювання як мультифакторні, мультиструктурні та мультифункціональні належать до класу слабоформалізованих. Ефективним інструментарієм для моделювання таких завдань є штучні нейромережі, методи нечіткої класифікації та нечіткої логіки, які дозволяють моделювати процес прийняття рішення досвідченим експертом і одержувати результати, хоча й наближені, але не гірші, ніж при використанні точних методів для випадку моделювання таких мульти-мультизавдань.

Інформаційні ресурси, що застосовуються для вирішення завдання, незалежно від форми та подання кінцевих результатів мають спільну структуру і склад. Вихідними даними для ГІС оцінювання впливу екологічних факторів є розділи бази геопросторових даних про джерела впливу (забруднення) та про території з потенційним ризиком виникнення надзвичайних ситуацій природного чи техногенного походження. Результатами моделювання є оцінка стану довкілля за видами забруднення та оцінки впливу екологічних факто-

рів на вартість нерухомості. За формою подання кількісних параметрів впливу екологічних факторів моделі можна розділити на два класи: з *чіткими* та з *нечіткими значеннями оцінок*.

Як уже зазначалося, тенденція до масового застосування в сфері еколого-економічного моделювання міських територій нейромережних технологій та методів нечіткої логіки об'єктивно зумовлена складністю завдань моделювання прояву окремих факторів і, особливо, завдань аналізу і прийняття рішень щодо взаємозв'язку, взаємодії та інтегрованого впливу сукупності факторів на певну територію. Адже йдеться про моделювання і врахування декількох десятків факторів та інгредієнтів сумісно з цифровими моделями рельєфу, ґрунтів, гідрографічної мережі, геологічних та гідрологічних умов, функціонального використання земель і навіть демографічними моделями та чисельністю населення в окремих будинках, кварталах, мікрорайонах. На підставі зіставлення сукупності факторів і моделей необхідно побудувати модель якісного та кількісного оцінювання небезпеки навколишнього середовища.

За своїм змістом та структурою це завдання відноситься до класу слабоформалізованих, в яких має місце і складність побудови математичних моделей багатофакторних функціональних залежностей, а також формулювання обмежень і правил їх застосування. Інколи при вирішенні таких завдань ліпше



спрацьовує інтуїція досвідченого експерта, аніж вишукана складна математична модель. Ефективним компромісом для моделювання слабоформалізованих завдань є застосування методів нечіткої логіки, що дозволяють одержувати рішення, хоча й наближені, але не гірші, ніж при використанні точних і складних методів моделювання.

Традиційно для вирішення завдань містобудівного, економічного та еколого-економічного оцінювання міської території професійні експерти (проектувальники, економісти, географи, оцінювачі та ін.) уже давно використовують аналогічний підхід для подолання складнощів (багатофакторності, різновимірності й різнотипності шкал кількісних і якісних показників) у кваліметричних, екологічних, економічних та інших задачах містобудівного проектування, що пов'язані з оцінюванням міського середовища. На певному етапі здійснюється перехід від чітких значень та якісних оцінок окремих факторів до порядкових шкал, що однорідно відображують рівень впливу, наприклад, у порівнянні з ГДК або ГДР зі шкалою категоризації типу: рівень <ГДК, = ГДК, > ГДК та >>ГДК, яким у відповідність ставлять номінальну шкалу лексичних змінних щодо рівня забруднення території; скажімо, задовільний, граничний, високий, критичний. Для числового моделювання переходять до бальних оцінок кожної категорії, а інтегрований індекс розраховується як сума зважених бальних оцінок.

У випадку застосування нечітких чисел та нечіткої логіки замість бальної оцінки для кожного показника необхідно задати функцію належності, яка перетворює чітке значення або порядкову шкалу оцінювання в значення належності оцінюваного об'єкта (процесу, явища) до певної категорії. Доменом значень нечіткого оцінювання належності є інтервал дійсних чисел від 0 до 1.

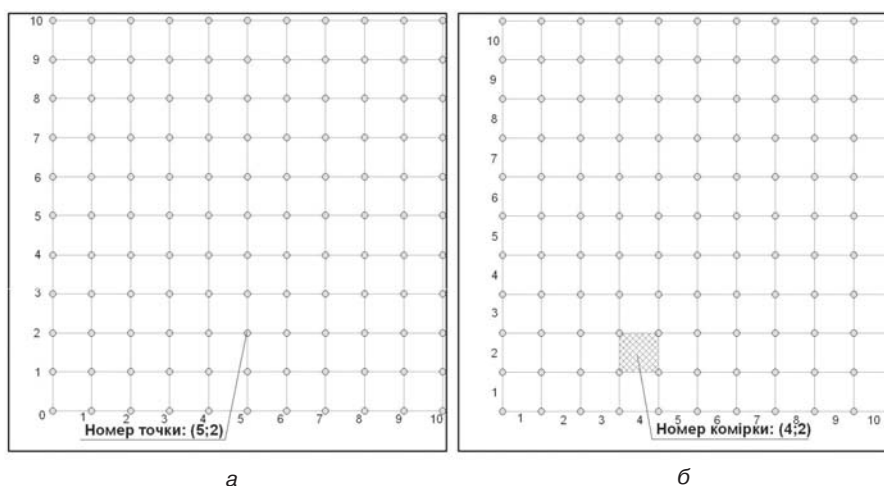
При застосуванні нечітких множин для оцінювання стану навколишнього середовища (див., наприклад, праці [3, 4]), функцію належності називають *функцією бажаності*. При цьому розрізняють *часткову функцію бажаності*, яку використовують для перетворення чітких значень рівнів прояву певного фактора впливу (фазифікації) у безрозмірну шкалу бажаності d (нечітку оцінку від 0 до 1) з подальшим переходом до номінальної шкали оцінювання рівнів впливу (дефазифікації бажаності значення відгуку), наприклад, на трьох рівнях: погано, задовільно, добре. Для оцінювання загальної шкідливості впливу кількох факторів (комплексного або інтегрального оцінювання) використовують *узагальнену функцію бажаності* D , значення якої розраховується як

середнє геометричне часткових функцій бажаності, тобто $D = \sqrt[n]{\prod d_i}$. При цьому значення $d=0$ ($D=0$)

відповідає абсолютно неприйнятному значенню функції бажаності, а $d=1$ ($D=1$) – найкращому значенню функції бажаності, причому подальше його поліпшення або неможливе, або серйозно нас не цікавить. Можна сказати, що функція бажаності є оберненою до функції забруднення.

Виклад матеріалів дослідження. Застосування GRID-моделей та методів нечітких множин для врахування впливу екологічних факторів на грошову оцінку нерухомості. GRID-моделі (моделі регулярних сіток) в геоінформатиці належать до базових моделей дискретного подання просторового розподілу функцій двох змінних типу $Z=f(X,Y)$ упорядкованою множиною значень Z_{ij} у вузлах регулярної сітки (*GRID-модель вузлова*; див. мал. 2, а) або в регулярно розташованих чарунках однакового розміру та форми (*GRID-модель чарункова*; див. мал. 2, б).

Загальні вимоги до структури GRID-моделей сформульовані в Міжнародному стандарті ISO 19123: Географічна інформація – Схема для геометрії та функцій покриття. Основу регулярних GRID-моделей складають дві чи більше множин ліній, в яких елементи кожної множини перетинають елементи іншої у певній систематичний спосіб. На кожному перетині ліній міститься точка вузла сітки (мал. 2, а), а ділянки між лініями є чарунками GRID-моделі (мал. 2, б). Число таких множин ліній дорівнює розмірності GRID-моделі.



Мал. 2. Двовимірна прямокутна GRID-модель з ідентифікацією вузлів (чарунк) парами $\langle i,j \rangle$ номерів ліній (інтервалів) по осях OX та OY відповідно для: а – вузлів; б – чарунк

Осі GRID-моделі мають бути ідентифіковані, щоб забезпечувати основу для нумерації елементів значень (вузлів або чарунк) та їх блоків і дотримання правил послідовності для логічного зв'язування записів значень атрибутів об'єктів у наборах даних з точками вузлів на перетинах ліній сітки. У випадку двовимірної GRID-моделі комірки мають

бути прямокутниками або трапеціями. Значення кроків по осях GRID-моделі може бути передана метричною або градусною мірою. Нумерацію вузлів (комірок) починають з південно-західного кута блока. Кожен елемент значень ідентифікується парою $\langle i, j \rangle$, що визначає його розташування відносно початку блока.

У ГІС GRID-моделі широко застосовуються для моделювання рельєфу місцевості, фізичних полів різної природи, так званих тематичних рельєфів, що презентують просторовий розподіл певної функціональної залежності типу $Z=f(X, Y)$. Оскільки X, Y є координатами точок відносно Землі, то узагальнено такі функції називають географічними полями.

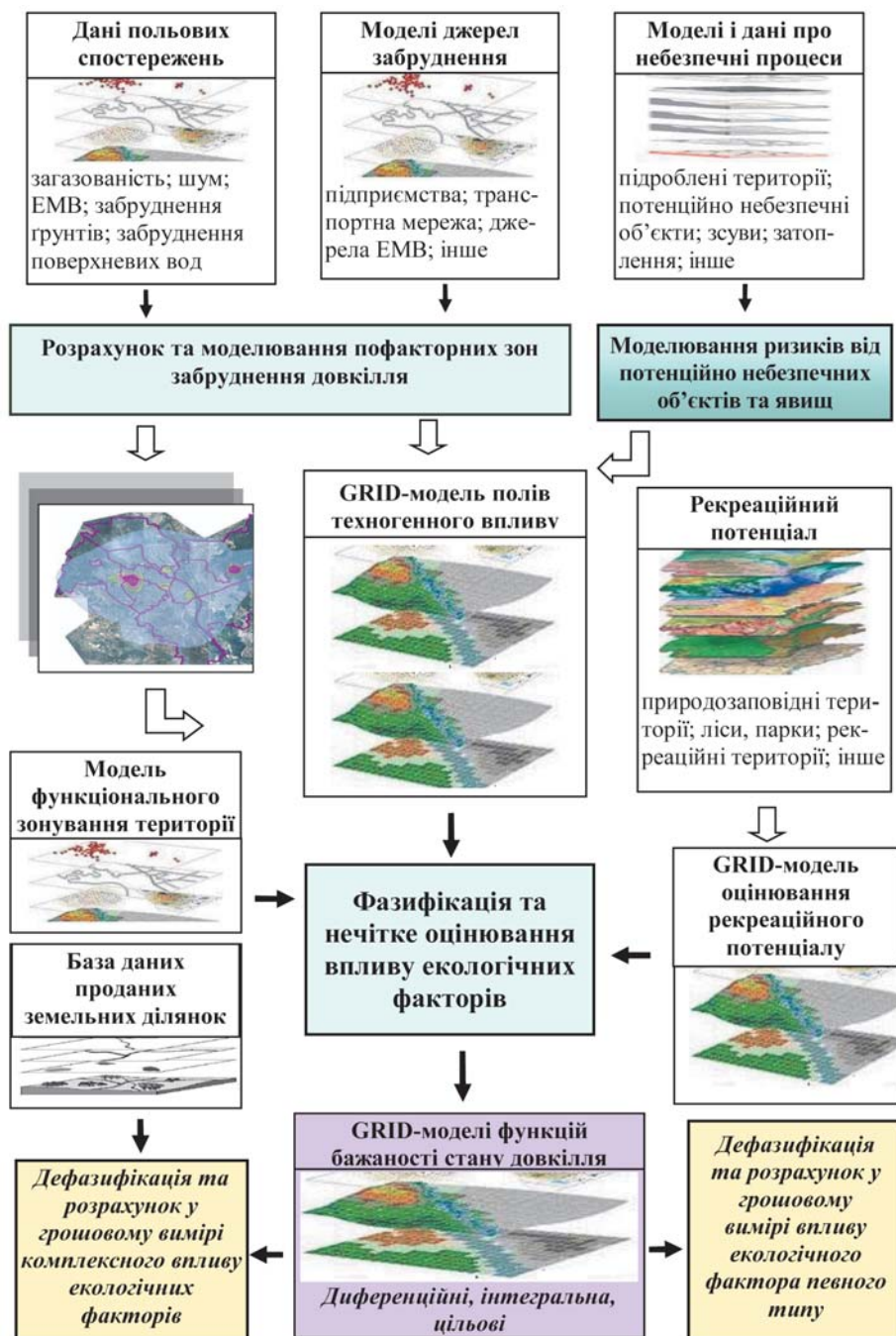
Значення атрибутів, пов'язаних із вузлами GRID-моделі, мають відображати характеристики реального світу, виміряні або спостережені в межах малого простору навколо точки, поданої вузлом GRID-моделі. При моделюванні рельєфу у вузлах GRID-моделі вказується абсолютна висота земної поверхні, у випадку моделювання забруднення – це, наприклад, значення концентрації певного шкідливого інгредієнта.

Чарунка GRID-моделі має відображати частину географічного простору, однорідну за своїми властивостями; у випадку моделі рельєфу вона повинна мати середнє значення абсолютної висоти відповідної ділянки поверхні або усереднене значення рівня забруднення, приміром, при моделюванні техногенного поля.

На мал. 3 подано узагальнену схему геоінформаційного моделювання впливу техногенних факторів на грошову оцінку нерухомості з використанням GRID-моделей полів впливу факторів та нечіткої логіки прийняття рішень.

GRID-модель прояву кількох факторів подається як багаточарова модель у вигляді сукупності окремих двовимірних сіток (по одній для кожного фактора) або як одна багатовимірна сітка з множиною значень прояву факторів a_{ijk} , $i = 1, 2, \dots, m1; j = 1, 2, \dots, m2; k = 1, 2, \dots, n$, де i, j – номер чарунки

регулярної сітки розмірністю $m1 \times m2$; k – номер типу фактора; n – число типів факторів. При цьому кожна чарунка GRID-моделі містить вектор значень рівнів прояву факторів A_{ij} ($a_1, a_2, \dots, a_k, \dots, a_n$), а її цифрова модель описується таким відношенням: $S_{GRID}(I, J, A1, A2, \dots, An, K, GeomGRD)$, де I, J – номери чарунки регулярної сітки; $A1, A2, \dots, An$ – значення рівнів забруднення (або значення часткових функцій бажаності, що обернено пропорційно рівням забруднення) для n типів факторів; K – комплексна (інтегральна) оцінка функції бажаності як середньо-



Мал. 3. Узагальнене моделювання і врахування екологічних факторів при грошовому оцінюванні нерухомості з використанням GRID-моделей та нечітких множин



геометричне значення часткових функцій бажаності; *GeomGRD* – координати вузлів чарунки.

Загалом під нечітким алгоритмом керування прийняття рішень розуміють впорядковану послідовність нечітких інструкцій (можуть мати місце й окремі чіткі інструкції), що забезпечує функціонування деякого об'єкта або процесу.

Методи теорії нечітких множин дають змогу:

по-перше, враховувати різного роду невизначеності й неточності, що вносяться суб'єктом і процесами керування, та формалізувати словесну інформацію людини про задачу;

по-друге, істотно скоротити число початкових елементів моделі процесу керування і видобути корисну інформацію для побудови алгоритму прийняття рішення.

Сформулюємо основні принципи побудови нечітких алгоритмів. Нечіткі інструкції, що використовуються в нечітких алгоритмах, формуються або на основі узагальнення досвіду фахівця при рішенні даної задачі, або на основі ретельного вивчення

та змістового її аналізу.

При побудові нечітких алгоритмів враховуються всі обмеження і критерії, що витікають зі змістового розгляду завдання, проте не всі одержані нечіткі інструкції використовуються: виділяються найбільш істотні з них, виключаються суперечливі та встановлюється порядок їх виконання, що, зрештою, приводить до рішення задачі.

З урахуванням слабоформалізованих задач існують два способи отримання початкових нечітких даних – безпосередній та як результат оброблення чітких даних. В основу обох способів покладено критерій необхідності суб'єктивного оцінювання функцій належності нечітких множин. Для основних екологічних факторів обирають такі функції належності $\mu_A(x)$, які перетворюють чіткі значення або порядкову шкалу оцінювання рівнів прояву факторів у значення ступенів належності оцінюваних процесів (явищ) до категорій бажаності (табл. 1). Доменом значень нечіткої оцінки належності є інтервал дійсних чисел від 0 до 1.

Таблиця 1. Визначення функцій бажаності для основних техногенних факторів

Номинальна шкала	Порядкова шкала забруднення	Значення $\mu(x)$ у точках порядкової шкали	Вид функції бажаності $\mu(x)$
Функція бажаності за станом атмосферного повітря з порядковою шкалою забруднення (за [4])			
Умовно чисте повітря	0,1 ГДК	1,0	$\mu(x) = \frac{1}{1 + e^{4(x-0,8)}}$ де x – рівень забруднення повітря, ГДК
Допустиме	0,1-0,7 ГДК	0,9	
Забруднене	0,8-1,0 ГДК	0,7	
Дуже забруднене	1,1-4,0 ГДК	0,4	
Критичний стан	понад 4,0 ГДК	0,1	
Функція бажаності за рівнем шуму з порядковою шкалою (за [4])			
Допустимий рівень	до 20 дБ	1,0	$\mu(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 20 \\ \frac{1}{(e^x)^{13}} - 1, & 20 < x \leq 90, \\ 0, & x > 90 \end{cases}$ де x – рівень шуму, дБ
Умовно допустимий	20-40 дБ	0,7	
Високий	40-90 дБ	0,4	
Критичний	понад 90 дБ	0,1	
Функція бажаності за рівнем хімічного забруднення ґрунтів з порядковою шкалою сумарної концентрації шкідливих речовин (за [4])			
Допустимий рівень	до 15	1,0	$\mu(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 16 \\ \frac{1}{0,07x}, & 16 < x < 128, \\ 0, & x \geq 128 \end{cases}$ де x – сумарна концентрація шкідливих речовин у ґрунті
Помірно небезпечний	16-32	0,7	
Небезпечний	33-127	0,4	
Надзвичайно небезпечний	понад 127	0,1	
Функція бажаності за рівнем забруднення снігового покриву з порядковою шкалою сумарної концентрації шкідливих речовин (за [4])			
Допустимий рівень	до 64	1,0	$\mu(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 64 \\ \frac{(513 - x)}{513}, & 64 < x < 512, \\ 0, & x \geq 513 \end{cases}$ де x – сумарна концентрація шкідливих речовин у сніговому покриві
Помірно небезпечний	65-128	0,7	
Небезпечний	129-512	0,4	
Надзвичайно небезпечний	понад 512	0,1	
Функція бажаності за рівнем підтоплення території з порядковою шкалою в метрах (за [4])			
Допустимий рівень	до 1,0	0,9	$\mu(x) = 1 - \frac{1}{e^{(x-1,1)^2}}$ де x – рівень підтоплення території, м
Слабкий	1,1-2,0	0,7	
Небезпечний	2,1-3,0	0,4	
Надзвичайно небезпечний	понад 3,0	0,1	



Закінчення табл. 1

Функція бажаності за рівнем фізичного (радіоактивного) забруднення середовища з порядковою шкалою рівня радіації (за [4])		
Задовільний рівень	до 20	1,0
Відносно задовільний	20-100	0,7
Незадовільний	101-300	0,4
Надзвичайно незадовільний	301-400	0,3
Екологічне лихо	понад 400	0,1

$$\mu(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 20 \\ \frac{1}{(0,1 + e^{1000})^4}, & 20 < x \leq 400, \\ 0, & x > 400 \end{cases}$$

де x – рівень радіоактивного забруднення середовища

Функція бажаності за відстанню об'єкта до санітарно-захисних зон підприємств		
У зоні	до 500 м	0,1
Близько	500-1000 м	0,5
Неподалік	1001-1500 м	0,8
Далеко	понад 1500 м	1,0

$$\mu(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 500 \\ \frac{x^3}{(35x)^2}, & 500 < x < 1500, \\ 0, & x \geq 1500 \end{cases}$$

де x – відстань до санітарно-захисної зони, м

Функція бажаності за близькістю розміщення об'єкта до зелених зон та місць рекреації		
Дуже близько	менше 500 м	1,0
Близько	500-1000 м	0,5
Далеко	1001-2000 м	0,3
Дуже далеко	понад 2000 м	0,1

$$\mu(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 500 \\ \frac{450}{x}, & 500 < x < 2000, \\ 0, & x \geq 2000 \end{cases}$$

де x – відстань до місць рекреації, м

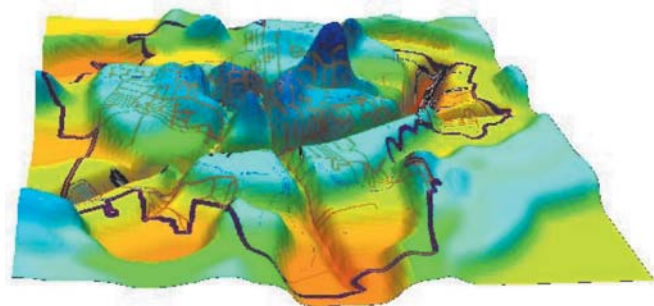
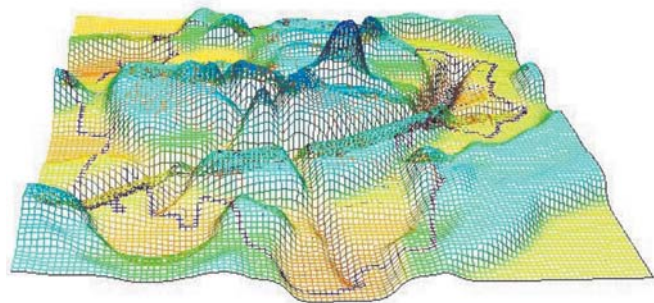
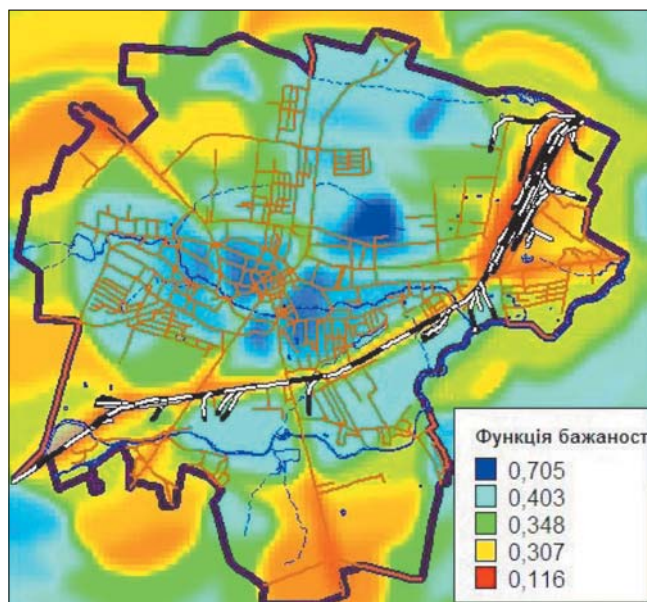
На мал. 4 показано результати GRID-модельовання інтегральної функції бажаності для оцінювання стану довкілля на прикладі міста Дрогобича, яка є тематичною поверхнею (рельєфом) з вершинами, що відповідають парковим зонам, та западинами, що відповідають санітарно-захисним зонам підприємств, залізниці тощо.

Загальна схема врахування впливу техногенних чинників на експертне грошове оцінювання в методі зіставлення із цінами земельних ділянок-аналогів у поняттях теорії нечітких множин зводиться до трьох загальних етапів: фазифікації, нечіткого оцінювання впливу та дефазифікації.

На етапі фазифікації чіткі величини трансфор-

мують у нечіткі на основі вхідних функцій належності (бажаності). На другому етапі аналізують дані на основі нечітких правил. На третьому етапі нечіткі результати подають у вигляді чітких величин за допомогою методів дефазифікації.

Значення функції бажаності для земельної ділянки розраховується як середньозважене (за площею) значень функцій бажаності чарунок GRID-моделі, що перекриваються земельною ділянкою. Для заключного етапу оцінювання впливу екологічних факторів на грошову оцінку земельної ділянки можна запропонувати такі дві схеми дефазифікації нечіткого значення функції бажаності.



Мал. 4. Приклад GRID-модельовання інтегральної функції бажаності для оцінювання стану довкілля міста Дрогобича



Перша рекомендується для визначення корегульованого коефіцієнта для вартості об'єктів-аналогів при застосуванні методу зіставлення на основі використання матриці нечіткого відношення $R=[R_{ij}]$, де R_{ij} – значення корегульованого коефіцієнта (у загальному випадку – формальний опис правил його визначення); $i, j=1-4$ – порядкові номери значень функцій бажаності оцінюваної земельної ділянки та об'єкта-аналога за номінальною шкалою: чисто, умовно чисто, задовільно, забруднено (табл. 2).

Таблиця 2. Шкали для дефазифікації інтегральної функції бажаності

№ пор. значення функції	Нечітке значення інтегральної функції бажаності	Номінальна шкала інтегральної функції бажаності
1	0,9-1,0	чисто
2	0,64-0,8	умовно чисто
3	0,38-0,63	задовільно
4	0,01-0,37	забруднено

Відношення типу $R=[R_{ij}]$ має бути сконструйовано для кожної групи функціонального використання земельних ділянок. Так, для земельних ділянок, відведених для обслуговування об'єктів торгівлі, які чутливі до стану довкілля, відношення R може мати такий вигляд:

Порядковий номер значень функції бажаності оцінюваної земельної ділянки	Порядкові номери значень функції бажаності оцінюваної земельної ділянки-аналога			
	1	2	3	4
1	$R_{11} = 0,00$	$R_{12} = 0,05$	$R_{13} = 0,10$	$R_{14} = -0,15$
2	$R_{21} = -0,05$	$R_{22} = 0,00$	$R_{23} = 0,05$	$R_{24} = 0,10$
3	$R_{31} = -0,10$	$R_{32} = -0,05$	$R_{33} = 0,00$	$R_{34} = 0,05$
4	$R_{41} = -0,15$	$R_{42} = -0,10$	$R_{43} = -0,05$	$R_{44} = 0,00$

Якщо оцінювана земельна ділянка має вищу оцінку рівня функції бажаності, ніж об'єкт-аналог, то відповідний корегульований коефіцієнт додатний, а отже, ціна аналога має бути відповідно збільшена, в протилежному разі – зменшена.

Інша схема ґрунтується на методах прийняття рішень, виходячи з множини нечітких оцінок рівнів прояву факторів. Кожне нечітке k -правило прийняття рішень формулюється за схемою: "якщо рівень прояву фактора A_1 та фактора A_2 і , то для розрахунку рівня впливу екологічних факторів на грошову оцінку земельної ділянки застосовується функція $f_k(a)$ з вагою w_k ".

Для кожного виду цільового використання земель може бути сформована своя підмножина правил. Реалізація даної схеми потребує наявності досить великого масиву вибірки вартості земельних ділянок на вторинному ринку земель.

Висновки та перспективи досліджень. Поєднання геоінформаційного моделювання та методів

нечітких множин відкриває нові можливості для реалізації просторової регресії рівня прояву екологічних факторів на міських територіях на основі об'єктивних даних про місця розташування джерел негативного техногенного впливу та про рекреаційні території як компенсатори такого впливу.

До предмета подальших досліджень слід віднести формулювання логічних правил дефазифікації інтегральної нечіткої оцінки стану довкілля міського середовища в показники впливу екологічних факторів на вартість нерухомості або містобудівної цінності території в залежності від виду цільового використання об'єктів нерухомості.

Література

1. Волчко, Є.П. Геоінформаційні моделі та методи врахування екологічних факторів на грошову оцінку земельних ділянок [Текст] / Є.П. Волчко, А.А. Лященко // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. зб. – 2010. – Вип. 36. – С. 57-67.
2. Жуков, Д.М. Применение нейросетевых моделей в оценке городских земель [Текст] / Д.М. Жуков, Ю.Н. Галкина // Вестн. ВГУ. Сер.: Экономика и управление. – 2008. – № 2. – С. 40-43.
3. Зазнобина, Н.И. Интегральные оценки антропогенной нагрузки на городскую среду как гетеротрофную экосистему [Текст] / Н.И. Зазнобина: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 – экология. – Нижегородский ГУ им. Н. И. Лобачевского. – Новгород, 2008. – 24 с.
4. Сизов, А.П. Оценка городских земель: учебное пособие [Текст] / А.П. Сизов. – М.: МосГУГК, 1996. – 82 с.
5. Статюха, Г.О. Алгоритм прийняття рішень при оцінюванні впливів на навколишнє середовище [Текст] / Г.О. Статюха, Т.В. Бойко, В.І. Бендюг, І.Б. Абрамов // Вісн. Вінниц. політехн. інту. – 2006. – № 5. – С. 119-123.
6. Трифонова, Т.А. Оценка экологической компоненты в кадастре земель урбанизированных территорий [Текст] / Т.А. Трифонова, А.Н. Краснощёков // ArcReview. – М.: Дата +, 2008. – № 4 – С. 17-18.
7. Шилова, Т.А. Методологические основы комплексной экологической оценки территории города [Текст] / Т.А. Шилова // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. зб. – К.: КНУБА, 1998. – Вип. 2. – С. 116-121.
8. Gerrit J., Carsjens. A GIS-based support tool for sustainable spatial planning in metropolitan areas [Text] / J.C. Gerrit, A. Ligtenberg // Landscape and Urban Planning. – № 80. – 2007. – P. 72-83 [www.Elsevier.com/locate/landurbplan].
9. Sludmore, A.K. Environmental Modelling with GIS and Remote Sensing [Text] / A.K. Sludmore. – London: Taylor & Francis Group, 2002. – 259 p.

Надійшла 28.12.11