

**ЗЕМЛЕВПОРЯДКУВАННЯ ТА КАДАСТР**

**УДК 332:528.11**

**Тадєєв О. А., к.т.н., доцент, Тадєєва О. О., ст. 5 курсу ФЗГ (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)**

**МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ОЦІНКИ ЗЕМЕЛЬ У РАЙОНАХ АКТИВНИХ СУЧАСНИХ РУХІВ ТА ЗСУВІВ ПОВЕРХНІ**

**Обґрунтовано необхідність вдосконалення чинної методики оцінки земель у районах активних сучасних рухів та зсувів земної поверхні. Розкриті теоретико-методологічні основи, методика та алгоритм нового підходу до рішення задачі оцінки земель.**

**Обоснованно необходимость совершенствования действующей методики оценки земель в районах активных современных движений и сдвигов земной поверхности. Раскрытые теоретико-методологические основы, методика и алгоритм нового подхода к решению задачи оценки земель.**

**Necessity of improvement the acting methods by evaluating of lands on the area with the active of recent movements and displacements of the earth surface is substantiated. Theoretic-systematic foundations, methods and the algorithm of new approach to the solution of evaluating of lands are exposed.**

**Питання об'єктивного встановлення вартості земельних ресурсів на сучасному етапі земельної реформи надзвичайно актуальні. Передусім це зумовлено тим, що грошова оцінка землі формує умови економічного регулювання земельних відносин. Оцінка землі виконується при передачі земель у власність, спадщину, під заставу, при даруванні, купівлі-продажу, оренді, визначенні ставок земельного податку, ціноутворенні, обліку сукупної вартості основних засобів виробництва, визначенні розмірів внеску до статутних фондів сільськогосподарських підприємств, спільних підприємств, акціонерних товариств, об'єднань, кооперативів. Нормативна грошова оцінка земельних ділянок здійснюється для визначення розміру земельного податку, втрат сільськогосподарського і лісогосподарського виробництва, економічного стимулювання раціонального використання та охорони земель тощо. Нормативна ціна землі – це показник, який характеризує вартість ділянки певної якості і місця розташування, виходячи з потенційного прибутку за розрахунковий термін окупності.**

**Грошова оцінка земель проводиться за методиками, які затверджені Кабінетом Міністрів України [7]. Задача оцінки землі вирішується шляхом побудови математичної моделі, встановлення коефіцієнтів для кожної з ознак**

території, а система прийняття кінцевого рішення залежить від ступеню вираження ознак, яким надають перевагу за вагомістю відповідних їм характеристик. Методика оцінки земель охоплює багато факторів, які об'єднані в групи. Група локальних факторів, які враховують місцезнаходження земельної ділянки залежно від інженерно-геологічних умов, серед інших містить такі фактори, як наявність небезпечних геологічних процесів (віддзеркалюють коефіцієнти 0,90-0,95) та придатність ґрунтів до влаштування штучних основ і фундаментів у відносно сприятливих і несприятливих умовах (коефіцієнти 0,95 та 0,90) [1, 7].

Означені фактори з відповідними їм коефіцієнтами та системою прийняття рішень, на наш погляд, досить опосередковано і, отже, суб'єктивно виводять вартість земельних ділянок, які розташовані на зсувах поверхні, у районах активних геофізичних та геолого-геоморфологічних процесів, тектонічних розломів земної кори, а також у районах інженерно-геологічних виробіток закритого та відкритого типу. Такі ділянки земної поверхні зазнають значних деформацій, що завдає відчутної матеріальної шкоди їхнім власникам чи користувачам – змінюються межі землекористувань, відбуваються порушення чи руйнування поверхні ґрунту та споруд, можливі розриви або припинення експлуатації інженерних мереж тощо. Тим паче, якщо прийняти до уваги, що зазначені явища мають наслідком зміну фізичних характеристик земної поверхні та відносну зміну її площі, то їх слід вважати суттєвими. Отже, врахуванню окреслених явищ слід відвести належне місце при встановленні вартості земель, принаймні у районах, де вони є постійними.

**Оцінка земель повинна бути** максимально об'єктивною. З цією метою, серед іншого, повинні бути враховані не лише узагальнені показники зсувів та деформацій поверхні чи факт їх наявності у межах тих чи інших територій, але й інтенсивність та динаміка процесів. Необхідне диференційоване врахування просторово-часових змін параметрів деформації земної поверхні, яке б опиралось на чіткий науково-методологічний підхід з відповідним обґрунтуванням і практичними рекомендаціями щодо прийняття кінцевого рішення. Потрібно вдосконалити методику грошової оцінки земель таким чином, щоб нею враховувались кількісні та якісні показники зміни поверхні землі внаслідок деформації та їх потенційний вплив на використання земель.

**Рішення поставленого завдання** пропонується поділити на кілька етапів.

1. Підготовка вихідних даних.

Основним джерелом кількісної інформації про сучасні рухи та зсуви земної поверхні є результати багатократних геодезичних спостережень планового і висотного положення земної поверхні. Така інформація може бути двоякого походження: 1) закладення у межах заданої території мережі геодезичних пунктів, виконання повторних спостережень їх планово-висотного положення і визначення зміщень пунктів. Такий підхід забезпечує високу точність кінцевих результатів, однак потребує значних матеріальних витрат; 2) будь-який доступний картографічний матеріал на паперових носіях у вигляді топо-

графічної карти або плану чи в електронному варіанті у вигляді цифрової карти потрібної території, складений повторно впродовж певного часового проміжку до та після деформації її поверхні. Точність визначення зміщень земної поверхні за такими носіями цілком задовольнить вимоги до точності рішення поставленого завдання за умови, що поверхня зазнає значної за величиною деформації. За умови визначення зміщень за картографічними матеріалами проводиться поділ визначеної території умовною регулярною сіткою з перспективою її згущення додатковими проміжними точками. Лінії сітки мають бути паралельні осям абсцис та ординат карти. У вершинах сітки визначаються відмітки висот і прямокутні координати в системі карти чи в умовній системі утвореної сітки. Різниці координат і відміток однойменних вершин до та після деформації виражають просторові зміщення земної поверхні заданої території.

При вивченні явища геодезичними методами зазвичай їх горизонтальну і вертикальну складові визначають незалежно одну від іншої. Звичайно, немає підстав вважати, що відбуваються тільки горизонтальні або тільки вертикальні зміщення поверхні. Фактично відбуваються деформації і просторові переміщення точок земної поверхні. Розкладання цих переміщень на горизонтальні і вертикальні складові, по-перше, дозволяє розглядати їх у зручній системі координат і полегшує інтерпретацію явища, по-друге, часто обумовлене відсутністю інформації про горизонтальні та вертикальні геодезичні виміри одночасно для визначеної території.

## 2. Районування території, яка підлягає оцінюванню.

Система прийняття рішень в задачі грошової оцінки земель має опиратись на чітку логічно-математичну основу, яка б забезпечила систематизацію території за відповідними їй характеристиками деформації поверхні з можливістю деталізації чи узагальнення. Таку систематизацію можна виконати методом районування території за значеннями зміщень земної поверхні. Результат районування – карта областей однорідних зміщень земної поверхні із заданим ступенем деталізації та відповідними їм чисельними характеристиками. Якщо отримані області пов'язати з усталеною визначеною сіткою оціночних коефіцієнтів, то останні забезпечать у підсумку об'єктивне ефективне рішення задачі грошової оцінки території з диференційованим урахуванням деформації її поверхні.

Мета районування – поділ заданого цілого на частини, які повторюються у просторі і знаходяться у визначених відношеннях одна з одною. Необхідною умовою ефективного проведення районування є достатньо висока ступінь вивченості території. Керівними принципами виступають доступність вимірам параметрів досліджуваного фізичного поля та генералізація результатів при побудові його структурної моделі. Кінцевим результатом районування є карта – теоретичний синтез отриманих результатів вимірів та їх генералізації. Районування повинно передбачати можливість порівняння кінцевих

результатів та вибору альтернативи. У такому розумінні районування – це один з різновидів моделювання [10].

З приводу практичної реалізації окресленого завдання виникають утруднення. Останні пов'язані з тим, що лінії рівних (чи однорідних у заданих межах) зміщень земної поверхні утворюють в проекції на площину карти векторне поле, а районуванню підлягають лише скалярні фізичні поля. Рішення такої задачі пропонується у роботі [3]. Його зміст полягає у роздільному районуванні скалярних полів складових зміщень земної поверхні вздовж осей координат. Перспективи застосування графічного та аналітичного підходів до районування скалярних полів наведено у статті [9].

Графічний підхід зводиться до побудови шляхом інтерполяції ізоліній – геометричного місця точок рівних значень скалярного поля зміщень земної поверхні. Мережа ізоліній забезпечує систематизацію складових зміщень вздовж осей координат на стаціонарні регіони – у межах величини перерізу ізоліній деформації поверхні можна вважати практично сталими.

Серед аналітичних заслуговує уваги спосіб районування скалярного випадкового поля за принципом практичної сталості дисперсій, який названо алгоритмом ковзаючої дисперсії [4]. Вибір такого способу побудови ізоліній обумовлений фізичним походженням полів зміщень земної поверхні.

Формування та розвиток сучасних рухів та зсувів земної поверхні беззаперечно має багатофакторний характер і прямо залежить від геологічної будови, тектонічних, геоморфологічних та гідрологічних особливостей території, чинників техногенного походження. З цієї точки зору деформований стан земної поверхні можна розглядати як реалізацію складного випадкового процесу, який описується низкою фізичних величин, у тому числі зміщень земної поверхні. Отже, складові зміщень поверхні, як характеристики її деформації, слід розглядати як випадкові величини. За логікою, такі величини потрібно вивчати, моделювати та виявляти закономірності рядів їх значень ймовірно-статистичними методами. Щодо поставленого завдання, районування і є способом виявлення закономірностей розподілу зміщень земної поверхні. Неоднорідність деформації поверхні є основною причиною не стаціонарності полів зміщень. Це є підставою систематизувати поля зміщень за певним критерієм на регіони, стаціонарні з імовірнісної точки зору. З цією метою, переходячи послідовно від точки до точки, можна для кожної з них розрахувати оцінку дисперсії. Оцінка дисперсії, віднесена до окремої точки, розраховується за зміщеннями у заданій та суміжних з нею точках, які потрапляють у межі встановленого завчасно радіусу усереднення. Графічною характеристикою отриманого поля дисперсій є мережа ізоліній рівних дисперсій – ізодисперсій. Вона дозволяє упорядкувати поле на статистично стаціонарні регіони в тому розумінні, що дисперсія поля в кожній точці такого регіону практично стала. Питання рівності дисперсій урегулюється  $F$ -критерієм Фішера. Його зміст полягає у послідовному порівнянні оцінок дисперсій усіх

точок поля і перевірці гіпотези про їх рівність із заданим ступенем значимості [4].

Ділянки поверхні, окреслені на картах ізолініями, можна вважати стаціонарними регіонами з однорідним розподілом складових зміщень вздовж осей координат. Сума скалярних складових дає вектори зміщень поверхні як характеристики її деформації; накладенням скалярних полів одне на одне формується вихідне векторне поле. З цього слідує, що потрібні нам області однорідних деформацій поверхні можуть бути отримані перекриттям виділених стаціонарних регіонів окремих скалярних полів, а за відповідними їм ізолініями можна отримати границі областей. Такі границі, зображені на карті, є кінцевим результатом районування території. Вони забезпечать систематизацію території за неоднорідністю деформації у її межах. Природно очікувати, що перебіг процесу деформації земної поверхні окремої області відбувається з притаманними лише їй закономірностями, які розкриваються відповідним законом.

Розкриті тут способи районування передбачають можливість деталізації чи узагальнення кінцевого результату. Це досягається зміною величин перерізу ізоліній або радіусу усереднення при районуванні відповідно графічним чи аналітичним способами. Емпіричним шляхом установлюються такі чисельні значення зазначених параметрів, за яких результати районування обома способами виявляються однаковими. Очевидно, подібне рішення слід вважати оптимальними для заданої території [9].

### 3. Вираження характеристик деформації земної поверхні.

Задачі пізнання закономірностей розвитку структур земної кори і сучасних геологічних процесів висунули в число актуальних напрямів геолого-геофізичних досліджень проблему сучасного деформованого стану земної кори та її фізичної поверхні. При рішенні задач геодезичними методами визначальними є принципи інваріантності. Основним методом фізичної інтерпретації результатів повторних геодезичних вимірів є метод скінчених елементів, який ґрунтується на теорії деформації суцільного середовища і забезпечує обчислення інваріантних характеристик деформації земної поверхні [2]. Зміст методу полягає в наступному. Ділянка поверхні поділяється на області (кінцеві елементи), у кожній з яких поле деформації описується аналітично, виходячи з умови однорідності деформації. Кінцевими елементами є симплексні моделі – трикутники. Такий вибір обумовлений практикою геодезичних вимірів у мережах триангуляції чи трилатерації. Сполучення вершин двох сусідніх елементів забезпечує спільність переміщень на їхній межі. Вважаючи, що деформація в межах кожного елемента носить однорідний характер, зміщення  $\Delta x_i$ ,  $\Delta y_i$  його вершин, наприклад, при вивченні горизонталь-

ної складової рухів, можна описати лінійними функціями прямокутних координат  $x_i, y_i$  цих вершин:

$$\left. \begin{aligned} \Delta x_i &= e_{11}x_i + e_{12}y_i + c \\ \Delta y_i &= e_{21}x_i + e_{22}y_i + d \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

де  $i = 1, 2, 3$ ; невідомі  $e_{11}, e_{12}, c, e_{21}, e_{22}, d$  визначають з рішення системи рівнянь (1). Коефіцієнти  $e_{11}, e_{12}, e_{21}, e_{22}$  є елементами тензора другого рангу на площині. Таким чином, поле векторів зміщень  $\Delta x_i, \Delta y_i$  визначає плоске поле деформації, яке відносять для однозначності до центрів трикутників. Інваріантні характеристики деформації поверхні виражаються через елементи тензора деформації в такий спосіб:

$$\theta = e_{11} + e_{22}, \quad (2)$$

$$E_1 = \frac{\theta}{2} + \sqrt{\frac{(e_{11} - e_{22})^2 + (e_{12} + e_{21})^2}{4}}, \quad (3)$$

$$E_2 = \frac{\theta}{2} - \sqrt{\frac{(e_{11} - e_{22})^2 + (e_{12} + e_{21})^2}{4}}, \quad (4)$$

$$\gamma = E_1 - E_2, \quad (5)$$

$$\varphi = \frac{1}{2} \arctg \frac{e_{12} + e_{21}}{e_{11} - e_{22}}. \quad (6)$$

Тут  $\theta$  – дилатація;  $E_1, E_2$  – максимальне та мінімальне розширення (розтяг і стиснення);  $\gamma$  – максимальний зсув;  $\varphi$  – напрям дії максимального розтягу (головна вісь деформації) [2].

Описаний метод має один недолік, який за граничних умов формалізує кінцеві результати – це умовність поділу ділянки на скінченні елементи. Одно-рідність деформації у межах трикутника, вершини якого закріплюють на поверхні завчасно, є лише гіпотезою. Навіть за умови її істинності лінійна апроксимація є всього лиш одним із математичних прийомів вираження закономірностей однорідної деформації. Спроби виразити нелінійну деформацію для обраної моделі мають певні обмеження.

В роботах [5, 8] запропоновано вдосконалену видозміну методу скінчених елементів, в основу якої покладено теорію відображення поверхонь [6].

Зокрема, в роботі [8] доведено, що у випадку лінійної моделі закону відображення поверхонь геометричні характеристики спотворення поверхонь мають аналітичні вираження, тотожні відповідним вираженням інваріантних характеристик деформації (2)-(6) з точністю малих величин першого порядку. Практично це означає, що можливі різні методи визначення інваріантних характеристик лінійної деформації поверхні. Основний – фізичний – заснований на теорії деформації суцільного середовища. Другий – геометричний – має в своїй основі теорію відображення поверхонь. Обидва методи забезпечують рівноцінні результати. Сукупне їх використання дозволяє установити як фізичний (механічний), так і геометричний (картографічний) зміст характеристик. При цьому останній метод з чисельної точки зору є більш точним – він забезпечує розрахунок характеристик деформації з урахуванням точності малих величин вище першого порядку без суттєвого ускладнення робочих формул. З іншого боку, геометричний метод дозволяє розраховувати характеристики не лише лінійної деформації (спотворення), але й будь-якої іншої, закон якої може бути виражений загальною формою

$$\left. \begin{aligned} \Delta x &= c_0 u_0(x, y) + c_1 u_1(x, y) + \dots + c_k u_k(x, y) \\ \Delta y &= d_0 v_0(x, y) + d_1 v_1(x, y) + \dots + d_k v_k(x, y) \end{aligned} \right\} \cdot (7)$$

Коефіцієнти  $c_i, d_i (i = 0, 1, 2, \dots, k)$  визначаються емпірично інтерполяцією дослідних даних за методом найменших квадратів.  $u_i(x, y), v_i(x, y)$  – заздалегідь обрані функції, що належать визначеному класу. Число  $k$  цих функцій можна збільшувати, тим самим наближаючи (7) до реальної структури апроксимованого поля.

Описана видозміна отримала назву узагальненого методу скінчених елементів [5]. Алгоритм узагальненого методу можна розкрити наступним чином: 1. Районування вихідного поля зміщень земної поверхні на однорідні області. Кожна з однорідних областей є деякою геометричною фігурою на площині, яка окреслює елемент земної поверхні скінчених розмірів з однорідною деформацією. 2. Апроксимація поля зміщень поверхні в межах однорідної області і встановлення оптимальної емпіричної функціональної залежності (7), яка виражає закон деформації поверхні у межах даного скінченого елемента земної поверхні. 3. Обчислення інваріантних характеристик (2)-(6) кожної області однорідних деформацій за формулами [8] на основі встановлених емпіричних залежностей.

4. Встановлення оціночних коефіцієнтів.

Серед усіх характеристик деформації поверхні визначальною для оцінки земель є дилатація. Загалом дилатація виражає відносну зміну об'єму тіла

будь-якої геометричної форми, якщо обчислюється за результатами повторних спостережень просторових змін його поверхні. Якщо спостереженню підлягають зміни планового положення поверхні тіла, то обчислена за ними дилатація виражає відносну зміну його площі у області спостережень. Дилатація – безрозмірна інваріантна характеристика деформації поверхні тіла. При її додатних чисельних значеннях площа поверхні тіла збільшується. Гранично наближення дилатації до нуля свідчить про відсутність деформації тіла. За умови від'ємних значень дилатації площа поверхні зменшується. Отже, значення дилатації мають бути визначальними при встановленні поправочних коефіцієнтів для оцінки земель сільськогосподарського призначення, оскільки їх вартість прямо залежить від площі ділянок. Вартість земель населених пунктів, промисловості, транспорту, зв'язку, оборони визначається численними факторами, серед яких варто виділити стійкість споруд та придатність ґрунтів до влаштування штучних основ і фундаментів. Характеристики деформації (2)-(6) є основою розрахунку стійкості споруд. Тому при встановленні оціночних коефіцієнтів повинні враховуватись усі зазначені характеристики. Деформації поверхні у межах земель цих категорій можуть спричинити негативні або навіть катастрофічні наслідки. Вартість землі, у підсумку, повинна також передбачати планування заходів інженерного захисту території. Наявність деформаційних процесів на цих землях зумовить зменшення їхньої вартості пропорційно збільшенню абсолютного значень характеристик деформації, котрі виражають інтенсивність сучасних рухів та зсувів поверхні.

Виходячи з означених тут принципів, для виділених за результатами районування областей однорідних деформацій з аналізу емпіричних значень характеристик деформації може бути встановлена шкала оціночних коефіцієнтів земель різних категорій.

**Висновки.** У роботі обґрунтовано необхідність вдосконалення чинної методики оцінки земель у районах активних сучасних рухів та зсувів земної поверхні. Розкриті теоретико-методологічні основи, методика та алгоритм нового підходу до рішення задачі оцінки земель. Запропоновано рішення, яке має в основі районування території, вираження чисельних значень інваріантних характеристик деформації поверхні виділених районуванням однорідних областей та встановлення вартості землі диференційовано за оціночними коефіцієнтами, виведеними залежно від значень характеристик деформації таких областей.

Прийняття рішень у задачі оцінки земель стане обґрунтованим та об'єктивним за умови всебічного та повного врахування усіх факторів впливу та ознак території, у тому числі деформації земної поверхні.

1. Дехтяренко Ю. Ф., Лихогруд М. Г., Манцевич Ю. М., Палеха Ю. М. Методичні основи грошової оцінки земель в Україні. – Київ, 2007. – 624 с. 2. Есиков Н. П. Тектоно-фізические аспекты анализа современных движений земной поверхности. – Новоси-



бирск: Наука, 1982. – 183 с. **3.** Киричук В. В., Тадеев А. А. Об одной методике определения характеристик деформации земной коры по геодезическим данным. // Геодезия, картография и аэрофотосъемка. Респ. межвед. науч.-техн. сб. Вып. 43. – Львов: Вища школа, 1986. – С. 31-38. **4.** Лебедев С. В., Нейман Ю. М. Методика определения корреляционной функции аномального гравитационного поля Земли для локальных участков // Межвуз. сб. науч. тр. по геодезии. – 1977. – Т. 1 (41). – С. 87-91. **5.** Мещеряков Г. А., Киричук В. В., Тадеев А. А. Изучение, прогнозирование и картирование современных горизонтальных движений земной поверхности по геодезическим данным // Изучение Земли как планеты методами геофизики, геодезии и астрономии: Тр. Второй Орловской конф. – Киев, 1988. – С. 189-192. **6.** Мещеряков Г. А. Теоретические основы математической картографии. – М.: Недра, 1968. – 160 с. **7.** Нормативна та експертна оцінка землі: Нормативно-правові акти, коментарі і роз'яснення / за ред. Головатюка М. С. – Київ, 2007. – 332 с. **8.** Тадеев А. А. О картографическом смысле инвариантных характеристик деформации земной поверхности // Геодезия, картография и аэрофотосъемка. Респ. межвед. науч.-техн. сб. – Вып. 43. – Львов: Вища школа, 1986. – С. 117-121. **9.** Тадеев О. А. Щодо вдосконалення методики врахування рельєфу в задачах оптимізації використання та грошової оцінки земель. // Вісник НУВГП. Зб. наук. праць. – Вип. 1 (41). – Рівне, 2008. – С. 381-387. **10.** Чиков Б. М. Тектоническое районирование: принципы, методология, картография. – Москва: Недра, 1986. – 184 с.

Рецензент: д.т.н., професор Черняга П. Г. (НУВГП)