

**НЕЧІТКЕ ОЦІНЮВАННЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ****П. Б. Міхно**

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського  
вул. Першотравнева 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: mikhno1982@gmail.com

Порушені землі за своїми параметрами по різному придатні для можливих видів подальшого використання. Складнощі їх оцінювання обумовлені необхідністю врахування при прийнятті рішень різних кліматичних, соціальних, економічних, екологічних та просторових факторів, які часто не є кількісно визначеними. У статті розглядаються принципи нечіткого оцінювання відпрацьованих земель для визначення раціонального виду їх постпромислового використання. Обґрунтовано доцільність застосування із цією метою методу нечітких множин. Наведено теоретичні засади методів теорії нечітких множин. Нечітке оцінювання відпрацьованих земель за нечіткою логікою забезпечує коригування пріоритетності параметрів відпрацьованої земельної ділянки, що підлягає рекультивациі, за різних їх значень. Встановлено відповідність нечітких оцінок конкретним значенням параметрів відпрацьованих земель. Розроблено функції належності відпрацьованих земель за певним параметром до визначеного потенційно можливого виду використання, які можна використовувати у проектах землеустрою для вибору раціонального виду використання порушених земель.

**Ключові слова:** функція належності, нечіткі оцінки, відпрацьовані землі, раціональне використання.

**НЕЧЕТКОЕ ОЦЕНИВАНИЕ ОТРАБОТАННЫХ ЗЕМЕЛЬ****П. Б. Михно**

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского  
ул. Первомайская 20, г. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: mikhno1982@gmail.com

Нарушенные земли по своим параметрам по разному пригодны для возможных видов дальнейшего использования. Сложность их оценивания обусловлена необходимостью учитывать при принятии решений разные климатические, социальные, экономические, экологические и пространственные факторы, которые часто количественно не определены. В статье рассматриваются принципы нечеткого оценивания обработанных земель для определения рационального вида их постпромышленного использования. Обоснована целесообразность применения с этой целью метода нечетких множеств. Приведены теоретические основы методов теории нечетких множеств. Нечеткое оценивание обработанных земель с использованием нечеткой логики обеспечивает корректировку приоритетности параметров обработанного земельного участка, подлежащего рекультивации, при различных их значениях. Установлено соответствие нечетких оценок конкретным значениям параметров обработанных земель. Разработаны функции принадлежности обработанных земель по определенному параметру каждому потенциально возможному виду использования, которые можно использовать в проектах землеустройства для выбора рационального вида использования нарушенных земель.

**Ключевые слова:** функция принадлежности, нечеткие оценки, обработанные земли, рациональное использование.

**АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.** В Україні і за її межами найчастіше застосовують такі напрями рекультивациі порушених земель: сільськогосподарський, будівельний, лісогосподарський, природоохоронний, водогосподарський, рекреаційний і санітарний [1–3], які передбачають створення сільськогосподарських угідь, забудови, водоймищ та штучних лісонасаджень відповідного цільового призначення.

У практиці зустрічається також комплексне поєднання різних напрямів рекультивациі кар'єрно-відвальних ландшафтів.

Практичне впровадження кожного напрямку рекультивациі потребує реалізації низки заходів рекультивациі залежно від її завдань. Проте не всі напрями рекультивациі передбачають застосування повного комплексу її заходів з подальшим біологічним освоєнням порушених земель.

Здійснення біологічного етапу необхідне при рекультивациі порушених земель під сільськогосподарські угіддя та лісонасадження.

Рівень родючості на рекультивованих землях залежить від придатності для біологічної рекультивациі підстилаючих гірських порід, а також товщини, механічних, агрохімічних і агрофізичних властивостей насипного родючого шару ґрунту [4].

Вибір методів і технології рекультивациі обумовлений такими характеристиками, як: вид попереднього використання порушених земель; спосіб розробки родовища корисних копалин; стан порушених земель; планувальні і інфраструктурні показники фізико-географічного розташування порушених земель; склад, потужність і властивості розкритих порід тощо [1, 2].

При цьому існуюча технологія прийняття рішень під час планування використання порушених земель в Україні загалом має на меті повернення їх первісного стану, цільового призначення і виду використання, і не орієнтована на формування стабільного, оптимального агроландшафту [5, 6].

Для усунення цього недоліку освоєння порушених земель необхідно здійснювати із урахуванням оцінки актуального стану таких земель і необхідності формування використання, адаптованого до сучасних умов землекористування.

Безпосереднім об'єктом дослідження є відпрацьовані землі (землі, порушені внаслідок провадження виробничої діяльності і не передбачені для повторного використання із відповідною виробничою метою, що підлягають рекультивациі).

Складнощі оцінювання відпрацьованих земель

обумовлені тим, що необхідно враховувати різні фактори (навіть їх групи):

- кліматичні (температуру повітря, тривалість вегетаційного періоду, кількість опадів, вологість повітря, глибину промерзання ґрунту, напрям, швидкість дії вітрів);
- соціальні (потреби територіальних громад);
- економічні (збитки і втрати виробництва внаслідок відведення земельної ділянки для несільськогосподарських потреб, окупність витрат, очікуваний прибуток від використання рекультивованих земель, плата за землю);
- екологічні.

Наведені фактори мають локальний характер і часто кількісно невизначені.

Для розв'язання широкого кола сучасних теоретичних, методологічних і практичних проблем землеустрою та управління земельними ресурсами, орієнтованих на вибір найкращої альтернативи за умов невизначеності, застосовують методи евристичного прогнозування, аналізу ієрархій, нечіткої логіки, нейронні мережі та інші методи [7, 8].

Якщо хоча б один з обов'язкових елементів процесу прийняття рішень (множина альтернатив, обмеження вибору, функція переваги) визначений нечітко, то задача прийняття управлінського рішення є нечіткою [9]. А однією із властивостей людського розуму є здатність приймати правильні рішення в умовах нечіткої та неповної інформації. При цьому математичний апарат нечітких множин переводить невиразні і неоднозначні судження у чіткі формули.

Методи нечіткої логіки засновані на парних порівняннях альтернатив, виражених у вигляді нечітких відношень. В результаті переробки нечіткої інформації на основі нечітких оцінок отримують ступені переваги (рейтинги чи ранги) порівнюваних об'єктів, які виражаються числами [8, 9].

Нечітка логіка застосовується у політиці, біржовій сфері, прогнозуванні землетрусів, оцінці забруднення навколишнього середовища, автоматизованих системах управління виробництвом тощо.

При розв'язанні задач землеустрою, моніторингу і управління земельними ресурсами метод нечітких множин застосовується для визначення оптимального розміру сільськогосподарського підприємства [10], геоінформаційного моделювання [11], врахування впливу техногенних факторів на ринкову вартість земельних ділянок у містах, моніторингу прибережних територій водосховищ та розв'язання інших завдань.

Математичним апаратом нечітких множин забезпечуються статистично значущі результати розв'язання нечітких і слабо формалізованих задач, коли реальний об'єкт є складним для аналізу кількісними методами, або коли доступні джерела інформації інтерпретують його недостатньо точно чи невиразно.

Можливість оцінювання (із застосуванням нечіткої логіки) впливу зміни значень параметрів відпрацьованих земель на вибір виду їх використання в умовах невизначеності визначає мету роботи.

**МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.** Системи нечіткої логіки мають певні переваги, а саме [7–9]:

- можливість оперувати заданими нечітко вихідними даними, що змінюються або які неможливо

чітко інтерпретувати;

- можливість нечіткої формалізації критеріїв оцінювання і порівняння;
- можливість використання якісних оцінок як вхідних і вихідних даних;
- можливість моделювання складних динамічних систем і їх порівняльний аналіз із заданим ступенем точності.

Прийняття рішення за нечіткої логіки базується у формуванні множини можливих рішень або альтернатив і нечітких відношень із функцією належності  $\mu_R(u_i, u_j) \in [0,1]$ . Відношення задається особою, що приймає рішення і має уявлення про зміст і сутність неформалізованої задачі. При цьому застосовується нечітка база знань – сукупність правил, що відображає досвід експерта, проектувальника, їх розуміння причинно-наслідкових зв'язків у задачі прийняття рішення з управління чи прогнозування.

Для будь-якої пари альтернатив  $u_i, u_j \in U$  значення  $\mu_R(u_i, u_j)$  розуміють як ступінь переваги “ $u_i$  не гірше ніж  $u_j$ ” ( $u_i \geq u_j$ ). Рівність  $\mu_R(u_i, u_j) = 0$  означає, що обидві альтернативи не можна порівняти.

Базова шкала методу нечітких множин являє собою відрізок дійсних чисел у діапазоні змінювання  $[0;1]$  і відображає належність окремих значень множини лінгвістичної змінної окремим числам шкали.

Для переходу до функції належності виконують фазифікацію (перетворення чітких вхідних сигналів у нечітку форму, описану лінгвістичними змінними). Для переходу до чітких понятійних характеристик виконують дефазифікацію, формулюючи чіткий керуючий висновок [9].

Основною для врахування локальних умов відпрацьованих земель є їх нечітке оцінювання, що виконується у відповідному блоці методики [12] в контексті вибору раціонального виду використання.

Для обґрунтування такого нечіткого оцінювання застосовано різні діагностичні ознаки їх придатності до біологічної рекультивації, встановлені у державних стандартах і визначені у дослідженнях [13].

Для визначення функцій належності  $f_{kj}(x_k)$  відпрацьованих земель за  $k$ -м параметром для  $j$ -го виду використання за операцією фазифікації нечіткі оцінки за шкалою від 0 до 1 приймаються відповідно до конкретних значень  $x_k$  параметра  $k$ , що знаходяться на середині чи на межі зміни інтервалів значень.

При цьому одиниці відповідають такі значення параметрів (табл. 1), за яких проводиться експертне оцінювання факторів загальної ієрархічної моделі [13] і за яких відпрацьовані землі повністю придатні до використання під відповідними угіддями. Менші за одиницю нечіткі оцінки відповідають значенням параметра, що зменшують його вплив на вибір рекультивованих угідь. За результатами фазифікації визначено функції належності відпрацьованих земель за  $k$ -м параметром для  $j$ -го виду використання.

Фазифікація ґрунтового покриття (табл. 2) здійснена за ознакою придатності ґрунтів для біологічної рекультивації за вмістом гумусу у орному шарі 0-20 см.

Таблиця 1 – Значення параметрів відпрацьованих земель за умов їх придатності до використання під відповідними угіддями

Групи рекультивованих угідь	Значення $x_k$ параметрів $k$ , при яких $f_{kj}(x_k) = 1$				
	Вміст гумусу у орному шарі, %	Сухий залишок, %	Кругість схилів, ε	Площа земельної ділянки, га	Відстань до найближчих виробничих центрів, км
Сільськогосподарські землі	2	0,2	1	10	1
Ліси та інші лісовкриті землі	1,8	0,2	7	10	1
Землі під забудовою	1	0,5	1	10	1
Болота	2	0,2	1	10	1
Землі без рослинного покриву	1	0,5	1	10	1
Землі під водами	1	0,5	7	10	1

Таблиця 2 – Фазифікація вмісту гумусу у ґрунті

Множина значень параметра	Значення параметра $x_k$ , га	Нечітка оцінка $f_{kj}(x_k)$	Функція належності
Сільськогосподарські землі, ліси та інші лісовкриті землі			
Придатні (>2%)	2	1	$f_{kj}(x_k) = \begin{cases} 0,2 \cdot x^2 + 0,3 \cdot x - 0,4 \\ 1, x \in [\geq 2] \\ 0,1, x \in [\leq 1] \end{cases}$
Малопродатні (1-2%)	1,5	0,5	
Непродатні (<1%)	1	0,1	
Землі під забудовою, болота, землі без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом, землі під водами			
Придатні (>2%)	2	0,1	$f_{kj}(x_k) = \begin{cases} 0,2 \cdot x^2 - 1,5 \cdot x + 2,3 \\ 1, x \in [\leq 1] \\ 0,1, x \in [\geq 2] \end{cases}$
Малопродатні (1-2%)	1,5	0,5	
Непродатні (<1%)	1	1	

Графічну візуалізацію функцій належності відпрацьованих земель за вмістом гумусу демонструють рис. 1 і 2.

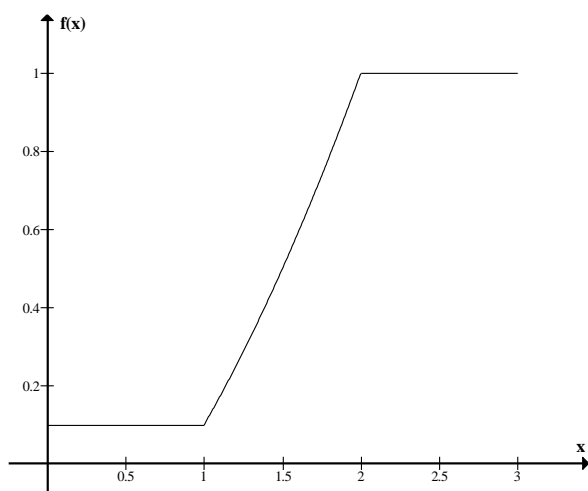


Рисунок 1 – Графік функції належності відпрацьованих земель за вмістом гумусу у ґрунті для використання під сільськогосподарськими землями, лісами та іншими лісовкритими землями

Горизонтальні лінії на графіках функцій належності (рис. 1 і 2) відображають повну непридатність або повну придатність відпрацьованих земель за відповідним параметром для визначеного виду використання.

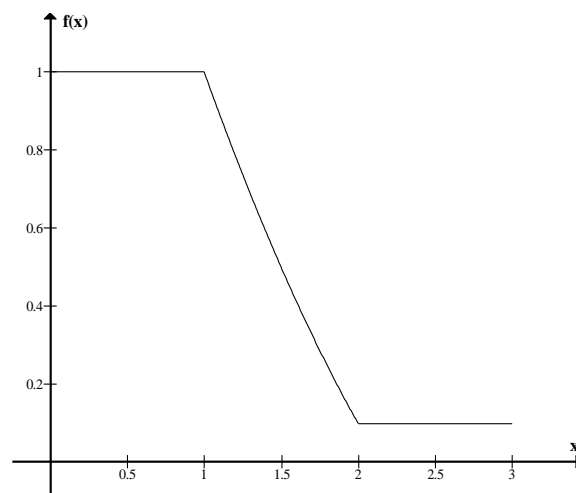


Рисунок 2 – Графік функції належності відпрацьованих земель за вмістом гумусу у ґрунті для використання під забудовою, болотами, землями без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом, під водами

Лінія поліноміальної функції графічно відображає зміну значень нечітких оцінок за різної придатності відпрацьованих земель за вмістом гумусу до визначеного виду використання.

Графіки загалом ілюструють більшу значущість вмісту гумусу для сільськогосподарських земель, лісів та інших лісовкритих земель ніж для земель з іншими видами використання. Тому землі під забудовою, болотами, без рослинного покриву та під

водами отримують більші нечіткі оцінки за меншої придатності до біологічного освоєння і менших значень вмісту гумусу в їх ґрунтах.

Нечіткі оцінки для параметрів ґрунту та геологі-

чної будови і гідрогеології (табл. 3) встановлено на основі класифікації порушених земель за придатністю до біологічного освоєння, визначеній у державних стандартах з рекультиватії.

Таблиця 3 – Фазифікація геологічної будови та гідрогеології за сухим залишком

Множина значень параметра	Значення параметра $x_i$ , га	Нечітка оцінка $f_{ij}(x_k)$	Функція належності
Сільськогосподарські землі, ліси та інші лісовкриті землі			
Придатні (<0,2%)	0,2	1	$f_{ij}(x_k) = \begin{cases} 2,2222 \cdot x^2 - 4,5556 \cdot x + 1,8222 \\ 1, x \in [\leq 0,2] \\ 0,1, x \in [\geq 0,5] \end{cases}$
Малопродатні (0,2-0,5%)	0,35	0,5	
Непродатні (>0,5%)	0,5	0,1	
Землі під забудовою, болота, землі без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом, землі під водами			
Придатні (<0,2%)	0,2	0,1	$f_{ij}(x_k) = \begin{cases} 2,2222 \cdot x^2 + 1,4444 \cdot x - 0,2778 \\ 1, x \in [\geq 0,5] \\ 0,1, x \in [\leq 0,2] \end{cases}$
Малопродатні (0,2-0,5%)	0,35	0,5	
Непродатні (>0,5%)	0,5	1	

Більшою є важливість вмісту солей у водній витяжці для сільськогосподарських земель, лісів та інших лісовкритих земель ніж для земель з іншими видами використання. Відповідно, землі під забудовою, болотами, без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом та під водами отримують більші нечіткі оцінки за меншої придатності до біологічного освоєння і менших значень відповідного параметра.

Нечіткі оцінки відпрацьованих земель за рельєфом (табл. 4) встановлено на основі градації земель за крутістю схилів, яку застосовують у проектах землеустрою щодо еколого-економічного обґрунтування сівозміни та впорядкування сільськогосподарських угідь при розробці проектних рішень.

Для покритих водою земель зазначена крутість берегової лінії.

Таблиця 4 – Фазифікація рельєфу за крутістю схилів

Множина значень параметра	Значення параметра $x_k$ , га	Нечітка оцінка $f_{kj}(x_k)$	Функція належності
Сільськогосподарські землі, землі під забудовою, болота, землі без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом			
(0-1°)	1	1	$f_{kj}(x_k) = \begin{cases} -0,0008 \cdot x^3 - 0,0017 \cdot x^2 - 0,0892 \cdot x + 1,0917 \\ 1, x \in [\leq 1] \\ 0,1, x \in [\geq 7] \end{cases}$
(1-3°)	2	0,9	
(3-5°, 5-7°)	5	0,5	
(>7°)	7	0,1	
Ліси та інші лісовкриті землі, землі під водами			
(0-3°)	1	0,1	$f_{kj}(x_k) = \begin{cases} 0,0038 \cdot x^2 + 0,125 \cdot x - 0,0341 \\ 1, x \in [\geq 7] \\ 0,1, x \in [\leq 1] \end{cases}$
(3-5°)	4	0,5	
(5-7°)	6	0,9	
(>7°)	7	1	

Очевидно, що більш бажаним для земель під забудовою, сільськогосподарських земель, болотами, земель без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом є рівнинний рельєф. Водночас, ліси та землі під водами отримують більші нечіткі оцінки за більш похилого рельєфа.

Фазифікація планувальних параметрів відпрацьованих земель за площею наведена в табл. 5. Для більш продуктивних земель бажанішими в сучасних умовах є земельні ділянки із меншою площею техногенних порушень.

Дорожня інфраструктура (табл. 6) оцінена за доступністю до найближчих зупинок залізничного і автомобільного транспорту, громадських, виробничих центрів, господарських дворів тощо із перева-

гою розташування відносно вказаних об'єктів із меншою транспортною досяжністю. Відповідні нечіткі оцінки спільні для всіх видів використання.

Для параметрів інфраструктури енергетики, водопостачання і водовідведення нечіткі оцінки відображають інженерну характеристику відпрацьованої земельної ділянки для всіх видів використання:

- інженерні мережі підведені – 1;
- інженерні мережі підведені, проте потребують ремонту – 0,9;
- підведення необхідних інженерних мереж можливе – 0,5;
- підведення таких мереж проблематичне – 0.

Таблиця 5 – Фазифікація планувальних параметрів за площею земельної ділянки

Множина значень параметра	Значення параметра $x_k$ , га	Нечітка оцінка $f_{kj}(x_k)$	Функція належності
Сільськогосподарські землі, ліси та інші лісовкриті землі, землі під водами			
<10 га	10	1	$f_{ij}(x_k) = \begin{cases} -0,01 \cdot x + 1,1 \\ 1, x \in [\leq 10] \\ 0,1, x \in [\geq 100] \end{cases}$
10-100 га	60	0,5	
>100 га	100	0,1	
Болота, землі без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом, землі під забудовою			
<10 га	10	0,1	$f_{kj}(x_k) = \begin{cases} 0,01 \cdot x \\ 1, x \in [\geq 100] \\ 0,1, x \in [\leq 10] \end{cases}$
10-100 га	50	0,5	
>100 га	100	1	

Таблиця 6 – Фазифікація дорожньої інфраструктури за досяжністю до населених пунктів, громадських і виробничих центрів

Множина значень параметра	Значення параметра $x_k$ , га	Нечітка оцінка $f_{kj}(x_k)$	Функція належності
<1 км	1	1	$f_{ij}(x_k) = \begin{cases} 0,0125 \cdot x^2 - 0,3 \cdot x + 1,2875 \\ 1, x \in [\leq 1] \\ 0,1, x \in [\geq 5] \end{cases}$
3 км	3	0,5	
>5 км	5	0,1	

Використовуючи нечіткі оцінки відпрацьованої земельної ділянки за визначеними параметрами та локальні пріоритети параметрів стосовно вибору видів рекультивованих угідь, можна оцінити стан цієї ділянки з точки зору придатності її до певного виду використання і вибрати угіддя, найбільш раціональне за певних локальних умов.

Значення функції належності відпрацьованих земель, визначене із застосуванням методів теорії нечітких множин для дійсної величини параметра  $k$ , можна використати для коригування його локального пріоритету  $\omega_i$ , отриманого за модифікованим методом аналізу ієрархій у спеціальній методиці.

**ВИСНОВКИ.** Застосування методу нечітких множин у контексті вибору раціонального виду їх використання дозволяє коригувати локальні пріоритети відпрацьованих земель нечіткими оцінками залежно від різних значень їх параметрів і можливих видів використання.

Розроблено систему функцій належності критеріїв оцінювання придатності відпрацьованих земель для різних видів використання.

Перспективи дослідження полягають у застосуванні фазифікації відпрацьованих земель за чіткими значеннями більш широкого набору показників.

#### ЛІТЕРАТУРА

- Jimoh H.I., Ajewole O.D., Onotu S.I., Ibrahim R.O. Implications of Land Degradation, Reclamation and Utilisations in the Oil Producing Areas of Nigeria: Perspectives on Environmental Sustainability and Development. *International Journal of Business and social Science*, 2011. vol. 2. iss. 22. pp. 248–254.
- Ворон Е.А. Техногенні порушення природного середовища при доробці кар'єрів та напрями їх відновлення. *Геотехническая механика*. 2011. Вип. 95. С. 30–35.

- Терехов Є.В. Управління цільовим призначенням порушених відкритими гірничими розробками земель в аспекті сталого розвитку техногенних місцевостей. *Economics Bulletin*. 2014. № 1. С. 114–126.

- Забалуєв В.О., Дітковська М.В. Моделі техноземів для сільськогосподарської рекультивації порушених земель. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2011. Вип. 3–4. С. 23–29.

- Артамонов В.В., Василенко М.Г., Міхно П.Б. Системний аналіз просторового формування агроландшафтів. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2016. Вип. 5/2016 (100), ч. 2. С. 106–112.

- Удод В.М., Котовенко О.А., Абу Діб С.М. Вплив лісонасаджень на екологічну стабільність агроландшафтів. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2013. Вип. 2 (79). С. 125–128.

- Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб.: БХВ Петербург, 2005. 736 с.

- Булакевич С.В. Нейронні мережі та системи нечіткої логіки в управлінні земельними ресурсами. *Вісник національного університету водного господарства та природокористування*. 2008. Вип. 1 (41). С. 348–354.

- Мартин О.М., Цюпко І.В. Функції належності та прийняття управлінських рішень. *Науковий потенціал світу – 2006 : матер. III Міжнар. наук.-практ. конф.* Дніпропетровськ, 2006. С. 38–40.

- Абрамович О. В. Визначення оптимального розміру сільськогосподарського підприємства із застосуванням теорії нечіткої логіки. *Вісник геодезії та картографії*. – 2014. – № 3. – С. 34–39.

- Лященко А.А., Волчко Є.П., Кравченко Ю.В. Нечіткі геоінформаційні моделі прояву екологічних

факторів та їх впливу на грошову оцінку земельних ділянок. *Вісник геодезії та картографії*. 2012. № 1 (76). С. 37–43.

12. Михно П.Б., Артамонов В.В. Аспекти методики вибору раціонального напрямлення використання порушених земель України. *Соціально-економічне розвиток території : II міжнарод.*

*науч.-практ. конф. : матер. конф.* Пенза, 2015. С. 178–183.

13. Панас Р., Маланчук М. Класифікація техногенних ґрунтів: сучасні методичні підходи. *Геодезія, картографія і аерофотознімання*. 2009. Вип. 72. С. 122–127.

## FUZZY ASSESSMENT OF WASTE LAND

**P. Mikhno**

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: mikhno1982@gmail.com

**Purpose.** To assess the impact of changing the values of parameters of waste land on the choice of their use with fuzzy logic. **Methodology.** We have applied the methods of the theory of fuzzy sets that provide statistically significant results of the solution of fuzzy and weakly formalized tasks, when available sources of information interpret the object of research inaccurately or indistinctly. We have used various diagnostic attributes of the suitability of used waste land for biological reclamation to substantiate their fuzzy evaluation. **Results.** We have developed the principles of fuzzy evaluation of waste land to determine the rational nature of their post-industrial use. Disturbed lands according to their parameters are differently suitable for possible types of further use. The complexity of their assessment is due to the need to take into account when deciding different climatic, social, economic, environmental and spatial factors, which are often not quantified. We substantiated the feasibility of using fuzzy logic, which allows you to take into account the various possible values of the parameters of waste land. **Originality.** For the first time, we have established the conformity of fuzzy estimates with the concrete value of the parameters of the waste lands by methods of fuzzy sets.

**Practical value.** We have developed the accessory functions of criteria for assessing the suitability of waste lands by a some parameter to a certain potentially possible type of use that can be applied in waste land management projects. The perspectives of the study are to apply the phasing of waste land according to the clear values of a wider set of indicators (area, thickness of the bulk fertile soil layer, mechanical composition, PH water extraction, the content of aluminum, sodium, clay in the surface layer of soils and rocks, the length of engineering networks, deterioration rate of its structures, etc.). References 15, tables 6, figures 2.

**Key words:** accessory function, fuzzy estimates, waste land, rational use.

## REFERENCES

1. Jimoh, H.I., Ajewole, O.D., Onotu, S.I., Ibrahim, R.O. (2011), "Implications of Land Degradation, Reclamation and Utilisations in the Oil Producing Areas of Nigeria: Perspectives on Environmental Sustainability and Development", *International Journal of Business and Social Science*, vol. 2, iss. 22, pp. 248–254.

2. Voron, E.A. (2011), "Technogenic violations of the natural environment during the development of quarries and directions for their recovery", *Geotekhnicheskaya mekhanika*, iss. 95, pp. 30–35.

3. Terekhov, Ie.V. (2014), "Management of the special purpose of the open ground mining development in the aspect of sustainable development of man-made areas". *Economics Bulletin*, no. 1, pp. 114–126.

4. Zabaluiiev, V.O., Ditkovska, M.V. (2011), "Models of technosems for agricultural river-cultivation of disturbed lands", *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»*, iss. 3–4, pp. 23–29.

5. Artamonov, V.V., Vasylenko, M.H., Mikhno, P.B. (2016), "System analysis of spatial formation of agro-landscapes", *Visnyk Kremenchutskoho natsionalnoho universytetu imeni Mykhaila Ostrohradskoho*, iss. 5/2016 (100), pp. 106–112.

6. Udod, V.M. (2013), "Effect of afforestation on the ecological stability of agrolandscapes", *Visnyk Kremenchutskoho natsionalnoho universytetu imeni Mykhaila Ostrohradskoho*, iss. 2 (79), pp. 125–128.

7. Leonenkov, A.V. (2005), *Nechetkoe modelirovanie v srede MATLAB i fuzzyTECH* [Fuzzy modeling in the MATLAB and fuzzyTECH environment], BHV, Sankt-Peterburg, Russia.

8. Bulakevych, S.V. (2008), "Neural networks and fuzzy logic systems in the management of land resources", *Visnyk natsionalnoho universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannia*, iss. 1 (41), pp. 348–354.

9. Martyn, O.M., Tsiupko, I.V. (2006), "Functions of membership and making management decisions", *Materialy III Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Naukovyi potentsial svitu – 2006"*, Dnipropetrovsk, pp. 38–40.

10. Abramovych, O.V. (2014), "Determination of the optimal size of an agricultural enterprise using the theory of fuzzy logic", *Visnyk heodezii ta kartohrafii*, no. 3, pp. 34–39.

11. Liaschenko, A.A., Volchko, Ie.P., Kravchenko, Iu.V. (2012), "Fuzzy geoinformation models of environmental factors and their impact on land valuation", *Visnyk heodezii ta kartohrafii*, iss. 1 (76), pp. 37–43.

12. Mikhno, P.B., Artamonov, V.V. (2015), "Aspects of a technique of a choice of a rational direction of use of the broken earths of Ukraine", *Materialy II mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Sotsialno-ekonomicheskoe razvitie territorii"* [Socio-economic development of territories: Material of the second international research and practical conference], Penza, Russia, pp. 178–183.

13. Panas, R., Malanchuk, M. (2009), "Classification of technogenic soils: modern methodological approaches", *Heodeziia, kartohrafia i aerofotoznimannia*, iss. 72, pp. 122–127.

Стаття надійшла 20.04.2018.