

Математичне моделювання рівня використання земель об'єктів екомережі регіонів

К. А. Мамонов, Р. С. В'яткін, О. С. Каменєв, В. І. Троян

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, вул. Маршала Бажанова, 17, 61002, Харків, Україна
kostia.mamonov2017@gmail.com

Анотація

Визначено, що конкретним змістом раціонального використання та охорони земель є науково обґрунтований процес діяльності людини з використання природних властивостей земель за цільовим призначенням при дотриманні всіх правил їх охорони. Вирішення цих проблем спрямовано на формування кількісної основи прийняття обґрунтованих рішень шляхом застосування інформаційно-аналітичного та просторового забезпечення, космічної інформації із використанням методів і моделей математичного моделювання та інформаційно-вимірювальної техніки, здійснення моніторингових процедур.

Визначено, що у наукових розробках запропоновано напрями та виявлено особливості та оцінки рівня використання земель, здійснення моніторингових процедур.

Досягнуто мети дослідження щодо розробки та реалізації напрямів математичного моделювання рівня використання земель об'єктів екомережі регіонів. Вирішено завдання розробки напрямів математичного моделювання рівня використання земель об'єктів екомережі регіонів; визначення критеріїв адекватності математичних моделей рівня використання земель об'єктів екомережі на регіональному рівні; реалізації напрямів математичного моделювання рівня використання земель об'єктів екомережі регіонів.

Отримані результати математичного моделювання дозволили сформуванню кількісну основу для формування науково обґрунтованих рекомендацій щодо розробки та реалізації моніторингу земель об'єктів екомережі регіонів як важливого інструментарію підвищення ефективності їх використання.

Ключові слова: використання земель; екомережі; математичне моделювання; метод інтегральної оцінки; модель; критерії адекватності.

Отримано: 05.05.2020

Відредаговано: 02.09.2020

Схвалено до друку: 15.09.2020

1. Вступ

Конкретним змістом раціонального використання та охорони земель є науково обґрунтований процес діяльності людини з використання природних властивостей земель за цільовим призначенням при дотриманні всіх правил їх охорони. При раціональному використанні землі її якість не повинна погіршуватися, а, навпаки, має поліпшуватися, тобто обов'язково повинен враховуватися екологічний фактор.

Подолати ці проблеми та відродити родючість земель можна лише за умов оперативних ґрунтоохоронних заходів, моніторингу земель, застосування інформаційно-аналітичного та просторового забезпечення, космічної інформації із застосуванням методів і моделей математичного моделювання та інформаційно-вимірювальної техніки.

Вирішення проблем щодо використання земель, враховуючи екологічні напрями та аспекти здійснення природоохоронних заходів, надано в розробках [1–3]. На інституціональних аспектах формування та використання земель об'єктів екомережі та забезпечення їх моніторингу наголошують автори [4–8].

На необхідності застосування методів математичного моделювання для розробки заходів щодо підвищення ефективності використання земель регіонів, враховуючи вплив екологічних чинників, вказують вчені [9–10].

У наукових розробках запропоновано напрями та визначено особливості та оцінки рівня використання земель, здійснення моніторингових процедур. Проте не розроблено інформаційного інструментарію формування кількісної основи ви-

користання земель об'єктів екомережі регіонів на основі застосування методів і моделей математичного моделювання. Таким чином, тема дослідження є актуальною.

2. Математичне моделювання рівня використання земель об'єктів екомережі регіонів

Запропоновані напрями математичного моделювання рівня використання земель об'єктів екомережі регіонів:

- визначення показників, що впливають на формування моніторингу земель об'єктів екомережі регіонів;
- побудова математичної моделі впливу показників на узагальнюючий чинник рівня використання земель об'єктів екомережі регіонів;
- визначення критеріїв адекватності математичної моделі;
- інтерпретація отриманих результатів;
- встановлення рівня впливу показників на узагальнюючий чинник рівня використання земель об'єктів екомережі регіонів на основі коефіцієнтів кореляції (r) та детермінації (D). Значення коефіцієнтів кореляції варіюються у проміжку від -1 до 1 (якщо однофакторна модель) та від 0 до 1

(якщо багатфакторна модель). Знак мінус вказує на прямок зв'язку – обернений. Коефіцієнт детермінації визначається за моделлю:

$$D=r^2. \quad (1)$$

Враховуючи запропоновані етапи математичного моделювання рівня використання земель об'єктів екомережі регіонів, особливе значення мають показники, що впливають на формування моніторингу земель об'єктів екомережі. Для проведення дослідження застосовуються значення показників: рівня впливу системного чинника розробки інформаційно-аналітичного забезпечення щодо формування і реалізації моніторингу земель об'єктів екомережі регіонів (EL_2); рівня раціонального використання та охорони природних ресурсів, що впливають на розробку моніторингу формування земель об'єктів екомережі регіонів (EL_3) та інтегрального показника рівня використання земель об'єктів екомережі регіонів (I_{EL}).

Системні чинники визначаються за моделями:

- розробки інформаційно-аналітичного забезпечення щодо формування і реалізації моніторингу земель об'єктів екомережі регіонів (EL_2):

$$EL_2 = \sqrt[15]{\frac{EL_{21} * EL_{22} * EL_{23} * EL_{24} * EL_{25} * EL_{26} * EL_{27} * EL_{28} * EL_{29} *}{EL_{210} * EL_{211} * EL_{212} * EL_{213} * EL_{214} * EL_{215}}}; \quad (2)$$

- рівня раціонального використання та охорони природних ресурсів визначені чинники моніторингу формування земель об'єктів екомережі регіонів (EL_3):

$$EL_3 = \sqrt[11]{\frac{EL_{31} * EL_{32} * EL_{33} * EL_{34} * EL_{35} * EL_{36} * EL_{37} * EL_{38} * EL_{39} *}{EL_{310} * EL_{311}}}. \quad (3)$$

Системні чинники визначаються локальними показниками, такими як: стан земель об'єктів екомережі регіонів (EL_{21}); рівень створення державних заказників регіонів (EL_{22}); рівень формування та реалізації регуляторної бази охорони довкілля (EL_{23}); рівень формування інформаційної бази щодо деградованих земель (EL_{24}); рівень включення територій та об'єктів до переліку екомережі (EL_{25}); нанесення на планово-картографічні матеріали територій та об'єктів, що потребують особливого природоохоронного ставлення (EL_{26}); рівень створення та режим використання територій і об'єктів природно-заповідного фонду та інших територій, що підлягають особливій охороні (EL_{27}); рівень визначення перспективних напрямів забезпечення збереження та невиснажливого використання цінних ландшафтів та інших природних комплексів, об'єктів і територій (EL_{28}); рівень нанесення на планово-картографічні матеріали територій та об'єктів, які потребують захисту (EL_{29}); рівень застосування положень Державного кадастру територій природно-заповідного фонду (EL_{210}); рівень формування баз даних об'єктів природно-заповідного фонду для здійснення моніторингу його тери-

торіальних структур (EL_{211}); питома вага площ земельних угідь, що формують природний ландшафт (EL_{212}); рівень відновлення природних ландшафтів земель (EL_{213}); рівень встановлення водоохоронних зон і захисних смуг навколо водних об'єктів (EL_{214}); рівень збільшення території лісів, лісосмуг навколо сільськогосподарських угідь, промислових та житлових зон (EL_{215}); питома вага площ земель охоронних територій та об'єктів природно-заповідного фонду регіонів (EL_{31}); рівень створення захисних лісових насаджень (EL_{32}); рівень створення позахисних лісових смуг (EL_{33}); рівень залуження деградованих земель (EL_{34}); рівень консервації деградованих та забруднених земель (EL_{35}); питома вага площ земель сіножатей та пасовищ екологічної мережі регіонів (EL_{36}); питома вага земель лісів та лісовкритих площ екологічної мережі регіонів (EL_{37}); питома вага площ відкритих заболочених земель екологічної мережі регіонів (EL_{38}); питома вага площ відкритих земель без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом екологічної мережі регіонів (EL_{39}); питома вага площ земель вод екологічної мережі регіонів (EL_{310}); рівень організації здійснення робіт із виявлення

деградованих і малопродуктивних земель із використанням космічних знімків (EL_{311}).

Визначені локальні показники оцінюються із застосуванням якісних і кількісних методів. Інтегральний показник рівня формування та використання земель об'єктів екомережі регіонів оцінюється за моделлю:

$$I_{EL} = \sum_{i=1}^n \prod_{i=1}^n k_{EL_i} * EL_i, \quad (4)$$

де k_{EL_i} – вагові коефіцієнти, що характеризують вплив локальних чинників на інтегральний показник рівня формування та використання земель об'єктів екомережі регіонів, відн. од., визначаються із застосуванням методу аналізу ієрархій; EL_i – локальні чинники формування та використання земель об'єктів екомережі регіонів, відн. од.; i – номер локального чинника формування та використання земель об'єктів екомережі регіонів, відн. од.; n – кількість локальних чинників формування та використання земель об'єктів екомережі регіонів, відн. од.

3. Критерії адекватності математичних моделей

Для проведення математичного моделювання визначено критерії адекватності моделей:

t – критерій Стюдента визначається за моделлю [10]:

$$t = \frac{\overline{X_1} - \overline{X_2}}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}, \quad (5)$$

де $\overline{X_1}$, $\overline{X_2}$ – середні значення середніх арифметичних показників; m_1^2 , m_2^2 – значення статистичних помилок середніх арифметичних.

t – критерій Стюдента визначає достовірність і повноту встановлених зв'язків між незалежним чинником (X_i) та залежною змінною (y). Визначається розрахункове значення t – критерію Стюдента, яке порівнюється із табличним (нормативним) значенням. Якщо фактичне значення перевищує нормативне, то робиться висновок про достовірність і повноту встановлених зв'язків. У протилежному випадку – незалежна змінна або незалежні змінні не включаються у математичну модель;

F – критерій Фішера [10]:

$$F = \frac{r_{xy}^2}{1 - r_{xy}^2} (n - 2), \quad (6)$$

де r_{xy}^2 – коефіцієнт парної кореляції між залежною і незалежною змінними; n – кількість спостережень.

F – критерій Фішера обґрунтовує доцільність встановлених зв'язків між залежною і незалежною змінними. Визначається розрахункове значення критерію, яке порівнюється із нормативним (табличним) значенням. У випадку перевищення розрахункового значення над нормативним під-

тверджується доцільність встановлених зв'язків. У протилежному випадку приймається рішення щодо неадекватності розробленої математичної моделі.

Критерії перевірки на гомо- або гетероскедастичність визначаються за такими етапами [10]:

1. Формування груп спостережень (X).

2. Визначення суми квадратів відхилень за кожною групою спостережень:

$$S_{xi} = \sum_{i=1}^k (X_i - \overline{X_i})^2, \quad (7)$$

де S_{xi} – суми квадратів відхилень за кожною групою спостережень.

3. Визначення суми квадратів відхилень у цілому за всіма вибірками:

$$\sum_{t=1}^k S_t = \sum_{i=1}^{n_t} \sum_{i=1}^k (S_{xi}), \quad (8)$$

де S_i суми квадратів відхилень у цілому за всіма вибірками.

4. Визначення критерію:

$$\delta = \frac{\prod_{i=1}^k \left(\frac{S_t}{n_t} \right)^{n_t/2}}{\left(\frac{\sum_{t=1}^k S_t}{n} \right)^{n/2}}, \quad (9)$$

де n – загальна кількість спостережень; n_t – кількість спостережень t -ої групи.

5. Оцінка критерію:

$$\lambda = -21n\delta. \quad (10)$$

Оцінка критерію Дарбіна-Уотсона (DW) виконується так:

1. Визначається специфікація математичної моделі та формується відповідна система спостережень.

2. Формується система рівнянь для оцінки параметрів моделі.

3. Побудова математичної моделі залежності між незалежними і залежними змінними.

4. Визначення фактичного значення моделі (Y_x).

5. Порівняння фактичного значення моделі (Y_x) із вхідними значеннями (Y).

6. Оцінка коефіцієнта h_i :

$$h_i = Y_i - Y_{x_i}. \quad (11)$$

7. Визначення різниці між $h_i - h_{i-1}$.

8. Множення показників $h_i \times h_{i-1}$.

9. Визначення квадрату відхилень показників h :

$$(h_i - h_{i-1})^2. \quad (12)$$

10. Оцінка квадрату h^2 .

Результати оцінки системних чинників (EL_2), (EL_3) та (I_{EL}), відн. од.

Системні чинники	EL_2	EL_3	I_{EL}
Вінницький	1,568	0,278	2,576
Волинський	1,757	0,343	2,605
Дніпропетровський	1,611	0,397	2,593
Донецький	1,642	0,227	2,580
Житомирський	1,667	0,312	2,591
Закарпатський	1,785	0,315	2,605
Запорізький	1,667	0,243	2,584
Івано-Франківський	1,801	0,312	2,607
Київський	1,642	0,412	2,598
Кіровоградський	1,642	0,291	2,586
Луганський	1,611	0,368	2,590
Львівський	1,705	0,299	2,594
Миколаївський	1,611	0,25	2,578
Одеський	1,667	0,283	2,588
Полтавський	1,667	0,314	2,591
Рівненський	1,734	0,428	2,611
Сумський	1,705	0,328	2,597
Тернопільський	1,734	0,302	2,598
Харківський	1,568	0,268	2,575
Херсонський	1,72	0,285	2,595
Хмельницький	1,794	0,379	2,613
Черкаський	1,611	0,293	2,583
Чернівецький	1,777	0,312	2,604
Чернігівський	1,72	0,338	2,6

11. Узагальнення отриманих результатів у відповідній таблиці.

12. Оцінка критерію Дарбіна-Уотсона:

$$DW = \frac{\sum_{i=2}^n (h_i - h_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n (h_i)^2} . \quad (13)$$

Отримане фактичне значення DW порівнюється із визначеними діапазонами відповідно нормативних значень DW_1 , DW_2 (залежно від рівня значущості, кількості спостережень та кількості факторів). Критерій Дарбіна-Уотсона застосовується для перевірки залишків на автокореляцію. Модель вважається адекватною, коли розрахункове значення критерію Дарбіна-Уотсона знаходиться у проміжку, де відсутня автокореляція.

Перевірка на мультиколінеарність: будується матриця коефіцієнтів кореляції, здійснюється аналіз їх значень та рівень взаємного впливу між незалежними змінними. Відповідно до значень коефіцієнтів парної кореляції незалежних факторів встановлюється рівень їх взаємного впливу. Визначені діапазони значень, які відповідають рівню мультиколінеарності: 0 – відсутня мультиколінеарність; 0,01–0,3 – низький рівень; 0,301–0,6 – помірний; 0,601–0,99 – високий рівень; 1 – абсолютний.

Математичне моделювання здійснюється із застосуванням методу кореляційно-регресійного аналізу.

4. Результати математичного моделювання

Математичне моделювання впливу системних чинників на інтегральний показник рівня використання земель об'єктів екомережі регіонів здійснюється відповідно до розроблених етапів та за результатами оцінки показників (див. таблицю).

У результаті дослідження розроблено:

- математичну модель (1), що визначає рівень впливу (EL_2) на (I_{EL}) (рис. 1);
- математичну модель (2), що визначає рівень впливу системного чинника рівня раціонального використання та охорони природних ресурсів, що впливають на розробку моніторингу формування земель об'єктів екомережі регіонів (EL_3), на інтегральний показник рівня використання земель об'єктів екомережі регіонів (I_{EL}) (рис. 2).

За іншими системними чинниками не здійснено математичного моделювання, оскільки визначаються єдині узагальнені їх значення із застосуванням методу експертних оцінок.

Точність вимірювань земельних площ, що використовуються під час отриманих окремих локальних показників, які визначають системні

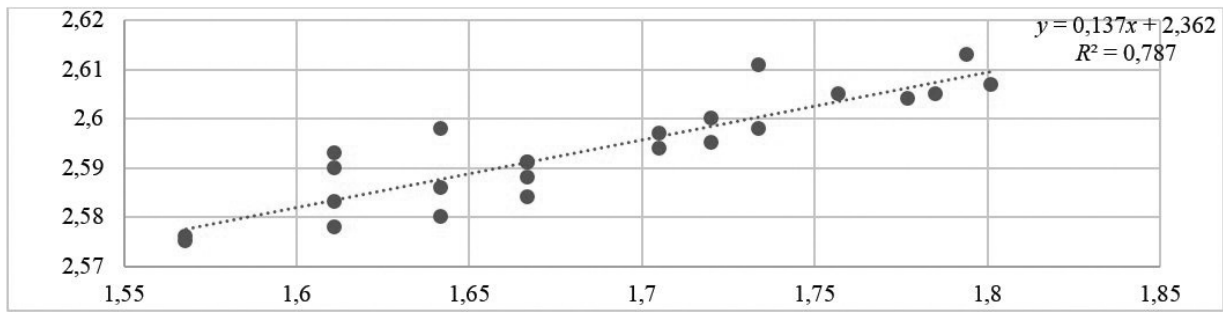


Рис. 1. Математична модель, що визначає рівень впливу EL_2 на I_{EL} (1), відн. од.

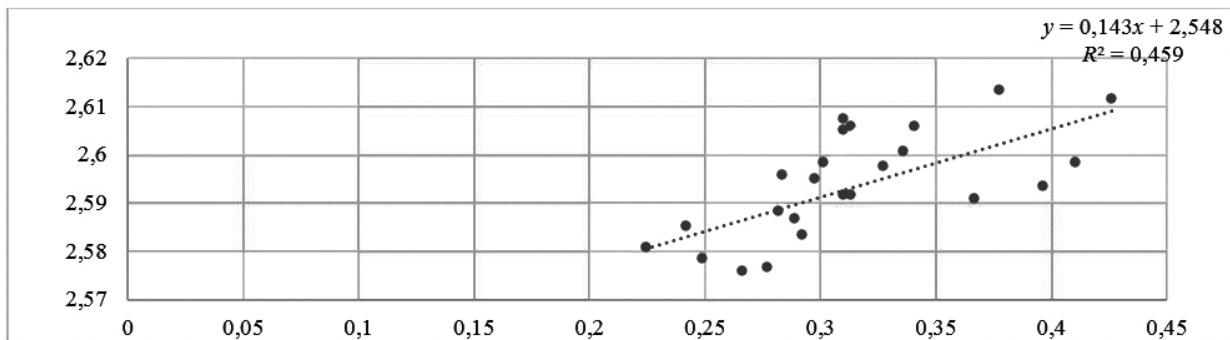


Рис. 2. Математична модель, що визначає рівень впливу EL_3 на I_{EL} (2), відн. од.

чинники згідно з формулами (2) і (3), впливає на точність кінцевих результатів.

Важливим напрямом математичного моделювання є визначення критеріїв адекватності розроблених моделей. На основі визначеного t – критерію Стюдента визначено достовірність і повноту встановлених зв'язків:

$$\begin{aligned} \text{модель (1): } & ((t_{\text{факт.}EL2} (3,45) t_{\text{норм.}} (2,07); \\ & t_{\text{факт.вільний член}} (2,31) t_{\text{норм.}} (2,07)); \\ \text{модель (2): } & ((t_{\text{факт.}EL3} (2,12) t_{\text{норм.}} (2,07); \\ & t_{\text{факт.вільний член}} (2,09) t_{\text{норм.}} (2,07)). \end{aligned}$$

Підтверджено доцільність встановлених зв'язків між залежною і незалежною змінними:

$$\begin{aligned} \text{модель (1): } & (F_{\text{факт.}EL2} (6,35) F_{\text{норм.}} (4,26)); \\ \text{модель (2): } & (F_{\text{факт.}EL3} (4,48) F_{\text{норм.}} (4,26)). \end{aligned}$$

Реалізуючи напрями визначення критерію перевірки на гомо- або гетероскедастичність, встановлено: модель (1) ($(\lambda_{\text{факт.}} (1,12) t_{\text{норм.}} (2,07))$); модель (2) ($(\lambda_{\text{факт.}} (1,87) t_{\text{норм.}} (2,07))$). У результаті перевірки на автокореляцію залишків за критерієм Дарбіна-Уотсона (DW) визначено:

$$\begin{aligned} \text{модель (1): } & 1,04 \leq DW(2,34) \leq 4 -1,2; \\ \text{модель (2): } & 1,04 \leq DW(1,64) \leq 4 -1,2. \end{aligned}$$

Значення розрахункового критерію DW визначається у проміжку, де відсутня автокореляція залишків. Мультиколінеарність відсутня, оскільки здійснюється математичне моделювання із застосуванням однофакторної моделі з однією незалежною змінною.

5. Висновки

У результаті математичного моделювання встановлено, що зміна системного чинника розробки інформаційно-аналітичного забезпечення щодо формування і реалізації моніторингу земель об'єктів екомережі регіонів (EL_2) на 78,7% обумовлює зміни інтегрального показника рівня використання земель об'єктів екомережі регіонів (I_{EL}). Це свідчить про високий рівень впливу інформаційно-аналітичного забезпечення і потребує розробки відповідних науково обґрунтованих заходів щодо їх зростання.

Зміна системного чинника рівня раціонального використання та охорони природних ресурсів, що впливають на розробку моніторингу формування земель об'єктів екомережі регіонів (EL_3), на 45,9% обумовлює зміни інтегрального показника рівня використання земель об'єктів екомережі регіонів (I_{EL}). Це посереднє значення, що вказує на необхідність здійснення дій щодо зростання напрямів реалізації раціонального використання та охорони природних ресурсів. Результати математичного моделювання надають можливість спрогнозувати зміни інтегрального показника рівня використання земель об'єктів екомережі регіонів залежно від відповідних чинників та запропонувати науково обґрунтовані рекомендації щодо розробки та реалізації моніторингу земель об'єктів екомережі регіонів як важливого

інструментарію підвищення ефективності їх використання.

Результатом дослідження є набуття подальшого розвитку математичного моделювання процесів формування та використання земель об'єктів екомережі регіонів на основі встановлення зв'язків між системними чинниками розробки інформацій-

но-аналітичного забезпечення і рівнем раціонального використання й охорони природних ресурсів та інтегральним показником рівня використання земель об'єктів екомережі шляхом застосування методу кореляційно-регресійного аналізу, що надає можливості побудувати 3-D моніторингові геоінформаційні карти.

Математическое моделирование уровня использования земель объектов экосети регионов

К.А. Мамонов, Р.С. Вяткин, А.С. Каменев, В.И. Троян

Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова, ул. Маршала Бажанова, 17, 61002, Харьков, Украина
kostia.mamonov2017@gmail.com

Аннотация

Определено, что конкретным содержанием рационального использования и охраны земель является научно обоснованный процесс деятельности человека по использованию земель по целевому назначению при соблюдении всех правил их охраны. Решение этих проблем направлено на формирование количественной основы принятия обоснованных решений путем применения информационно-аналитического и пространственного обеспечения, космической информации с использованием методов и моделей математического моделирования и информационно-измерительной техники, осуществления мониторинговых процедур.

Достигнута цель исследования по разработке и реализации направлений математического моделирования уровня использования земель объектов экосети регионов. Решены задачи разработки направлений и реализации математического моделирования уровня использования земель объектов экосети регионов; определения критериев адекватности математических моделей уровня использования земель объектов экосети на региональном уровне; реализации направлений математического моделирования уровня использования земель объектов экосети регионов.

Ключевые слова: использование земель; экосети; математическое моделирование; метод интегральной оценки; модель; критерии адекватности.

Mathematical modeling of the level of land use of the objects of the ecological network of regions

K. Mamonov, R. Viatkin, O. Kamieniev, V. Troian

¹ Чешский метеорологический институт, Okružní 31, Брно, 63800, Чешская Республика
mivicarova@cmi.cz

² Словацкий технологический университет, Namestie Slobody 17, Братислава, 81231, Словакия
rudolf.palencar@stuba.sk

Abstract

It is determined that the specific content of the rational use and protection of land is a scientifically based process of human activities on the natural properties of the land for the intended purpose in compliance with all rules for their protection. The solution to these problems is aimed at forming a quantitative basis for the informed decision-making by applying analytical and spatial space information using methods and models of mathematical modeling and information-measuring equipment, the implementation of the monitoring procedures.

It is determined that in the scientific developments the areas are offered, and the specific features and evaluations of the level of land use as well as those of the implementation of monitoring procedures are identified.

The purpose of research on the development and implementation of areas of mathematical modeling of the level of land use of the objects of the ecological network of regions is achieved. The problems of development of mathematical model of land use of the objects of the ecological network of regions are solved; the criteria of adequacy of mathematical models of the level of land use of the objects of the ecological network at regional level are defined; the areas of mathematical modeling of the level of land use of the objects of the ecological network of regions are implemented. The criteria of adequacy of mathematical models in order to determine their quantitative parameters are proposed.

The obtained results of mathematical modeling allowed to form a quantitative basis for generating evidence-based recommendations for the development and implementation of land monitoring of the objects of the ecological network of regions as important tools to increase the efficiency of their use.

Keywords: land use; ecosystems; mathematical modeling; method of integral estimation; model adequacy criteria.

Список літератури

1. Василюк О.В. Консервація деградованих земель та формування екомережі: правовий аспект. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія: біологія*. 2014. Вип. 20. № 1100. С. 229–234.
2. Дейнега М.А., Маєвський В.А. Проектування національної екологічної мережі у контексті стратегії сталого розвитку: правовий аспект. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2014. Вип. 197. Ч. 2. С. 131–137. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pvnau_grav_2014_197%282%29__22
3. Кагало О.О. Розбудова екологічної мережі в Україні: принципи, проблеми, перспективи. *Наукові основи збереження біотичної різноманітності*: зб. матер. IX наук. конф. молодих учених. Львів: Інститут екології Карпат НАН України, 2009. С. 20–36.
4. Ващишин М.Я., Шарван О.О. Вплив законодавства ЄС на розвиток законодавства України про національну екологічну мережу. *Сучасні тенденції розвитку національного законодавства України*: зб. тез міжнар. наук.-практ. конф. Київ, 2011. С. 268.
5. Чорний М.Г. Про особливості українських заповідників та стратегію заповідної справи в Україні. *Підсумки 70-річної діяльності Канівського заповідника та перспективи розвитку заповідної справи в Україні*: мат. конф. Канів, 1993. С. 20–22.
6. Андрієнко Т.Л. (Ред.). Система категорій природно-заповідного фонду України та питання її оптимізації. Київ: Фітосоціоцентр, 2001. 60 с.
7. Кобеньок Г.В., Закорко О.П., Марушевський Г.Б. Збереження біорізноманіття, створення екомережі та інтегроване управління річковими басейнами: посіб. для вчителів і громад. природоохорон. організ. Київ: Wetlands International Black Sea Programme, 2008. 200 с.
8. Корнієць А.В., Мамонов К.А. Формування інформаційного забезпечення геоecологічного моніторингу використання земель регіону. *Науковий вісник будівництва*. Харків: Харківський національний університет будівництва та архітектури, 2018. Т. 91. № 1. С. 278–285. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvb_2018_91_1_46
9. Корнієць А.В., Мамонов К.А., Савенко В.Я. Метод оцінки геоecологічного стану використання земель населених пунктів. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*: наук.-техн. збірник. Київ, 2017. Вип. 101. С. 179–187.
10. Петрук Т.М. Методичні рекомендації до написання модуля 2 з курсу “Економетрика” для студентів спеціальностей БФ, БОФ, МЕ. Львів: Львівський інститут економіки і туризму, 2013. С. 53.

References

1. Vasyliuk O.V. Konservatsiia dehradovanykh zemel ta formuvannia ekomerezhi: pravovyi aspekt [Conservation of degraded lands and formation of an ecological network: legal aspect]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V.N. Karazina*, 2014, vol. 20, no. 1100, pp. 229–234 (in Ukrainian).
2. Deineha M.A., Maievskiy V.A. Proektuvannia natsionalnoi ekolohichnoi merezhi u konteksti stratehii staloho rozvytku: pravovyi aspekt [Designing a national ecological network in the context of a sustainable development strategy: the legal aspect]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*, 2014, vol. 197 (2), pp. 131–137 (in Ukrainian). Available at: <http://>

- nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_prav_2014_197%282%29_22
3. Kahalo O.O. Rozbudova ekolohichnoi merezhi v Ukraini: pryntsypy, problemy, perspektyvy [Development of an ecological network in Ukraine: principles, problems, perspectives]. *Naukovi osnovy zberezhennia biotychnoi riznomanitnosti [Scientific bases of biodiversity conservation]*: proceedings of IX scientific conference of young scientists. Lviv, 2009, pp. 20–36 (in Ukrainian).
 4. Vashchyshyn M.Ya., Sharvan O.O. Vplyv zakonodavstva YeS na rozvytok zakonodavstva Ukrainy pro natsionalnu ekolohichnu merezhu [The impact of EU legislation on the development of Ukrainian legislation on the national ecological network]. *Suchasni tendentsii rozvytku natsionalnogo zakonodavstva Ukrainy [Current trends in the development of the national legislation of Ukraine]*: proceedings of scientific conference. Kyiv, 2011. P. 268 (in Ukrainian).
 5. Chorni M.H. Pro osoblyvosti ukrainskykh zapovidnykiv ta stratehiiu zapovidnoi spravy v Ukraini [On the features of Ukrainian reservations and the strategies of reserve management and studies in Ukraine]. *Pidsumky 70-rychnoi diialnosti Kanivskoho zapovidnyka ta perspektyvy rozvytku zapovidnoi spravy v Ukraini [Results of the 70-year activity of the Kaniv Nature Reserve and prospects for the development of the reserve management and studies in Ukraine]*: proceedings of conference. Kaniv, 1993, pp. 20–22 (in Ukrainian).
 6. Andriienko T.L. (Ed.). Systema katehorii pryrodno-zapovidnogo fondu Ukrainy ta pytannia yii optymizatsii [The system of categories of the nature reserve fund of Ukraine and the issues of its optimization]. Kyiv, Fitosotsiotsentr Publ., 2001. 60 p. (in Ukrainian).
 7. Kobenok H.V., Zakorko O.P., Marushevskiy H.B. Zberezhennia bioriznomanittia, stvorennia ekomerezhi ta intehrovane upravlinnia richkovymy basinamy: posib. dlia vchyteliv i hromad. pryrodookhoron. orhaniz. [Biodiversity conservation, eco-network creation and integrated river basin management: a guide for teachers and public environmental protection organiz.]. Wetlands International Black Sea Programme, 2008. 200 p. (in Ukrainian).
 8. Korniiets A.V., Mamonov K.A. Formuvannia informatsiinoho zabezpechennia heoekolohichnoho monitorynhu vykorystannia zemel rehionu [Formation of information support for geoecological monitoring of land use in the region] *Naukovyi visnyk budivnytstva*. Kharkiv, Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, 2018, vol. 91, no. 1, pp. 278–285 (in Ukrainian). Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvb_2018_91_1_46
 9. Korniiets A.V., Mamonov K.A., Savenko V.Ya. Metod otsinky heoekolohichnoho stanu vykorystannia zemel naselenykh punktiv [Method of assessment of geoecological condition of land use of settlements]. *Avtomobilni dorohy i dorozhnie budivnytstvo*. Kyiv, 2017, vol. 101, pp. 179–187 (in Ukrainian).
 10. Petruk T.M. Metodychni rekomendatsii do napyssannia modulia 2 z kursu “Ekonometryka” dlia studentiv spetsialnestei BF, BOF, ME [Methodical recommendations for writing module 2 of the course “Econometrics” for students majoring in BF, BOF, ME]. Lviv, Lviv State Institute of Economy and Tourism, 2013. P. 53 (in Ukrainian).