

## ПРИНЦИПИ ОЦІНКИ ТУРИСТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ГУМІДНИХ ЛАНДШАФТІВ

Мошинський В. С.

Національний університет водного господарства та  
природокористування, м. Рівне

### Анотації

Принципи і моделі, представлені у даній праці, стосуються розвитку методів комплексної оцінки туристичного потенціалу меліорованих ландшафтів. Такі підходи дають змогу на основі застосування математичних моделей оцінювати природничі та економічні перспективи використання меліорованих ландшафтів для потреб сільського туризму, контролю стану земель, оцінки екологічної стійкості територіальних систем, оцінки біологічної продуктивності.

Перевірка і використання моделі на прикладі осушуваних територій і річкових басейнів України вказує на корисність застосування методу на теренах України, а також можливість його адаптації до умов інших країн гумідної зони Європи.

**Ключові слова:** туристичний потенціал, осушені землі, методика, ландшафт, математична модель.

Принципы оценки туристического потенциала гумидных ландшафтов. Принципы и модели, представленные в данной работе, посвящены развитию методов комплексной оценки туристического потенциала мелиорированных ландшафтов. Такие подходы позволяют на основе применения математических моделей оценивать естественные и экономические перспективы использования мелиорированных ландшафтов для нужд сельского туризма, контроля состояния земель, оценки экологической устойчивости территориальных систем, оценки биологической продуктивности.

Проверка и использование модели на примере осушаемых территорий и речных бассейнов Украины указывает на полезность применения метода на территории Украины, а также возможность его адаптации к условиям других стран гумидной зоны Европы.

**Ключевые слова:** туристический потенциал, осушаемые земли,

методика, ландшафт, математическая модель.

**Annotation.** Principles and models presented in this paper are dedicated to the development of methods for reclaimed landscapes touristic potential complex assessment. These approaches make it possible through the use of mathematical models to estimate natural and economic prospects of the reclaimed landscapes use for the needs of rural tourism, land condition monitoring, territorial systems environmental sustainability evaluation, biological productivity assessment.

Model validation and use as an example of drained areas and river catchment areas of Ukraine indicates the usefulness of the method for Ukrainian conditions and the possibility of its adaptation to other European countries which belongs to humid zone.

**Key words:** touristic potential, drained land, control method, landscape, mathematical model.

**Вступ.** Водні меліорації просторових систем є основним засобом управління станом природних систем для цілей сталого розвитку у сільському господарстві та в управлінні територіями. Формування меліорованих ландшафтів з метою збільшення їхнього потенціалу сільського і водного туризму на основі забезпечення стабільності компонентів довкілля і цілих ландшафтів є одним з фундаментальних завдань сучасної сільськогосподарської науки, географії, суспільних, медичних та екологічних дисциплін. Поняття туристичного потенціалу таких специфічних систем, якими є осушувани сільськогосподарські ландшафти у природничих науках залишаються майже недослідженими. У той же час, гу-

мідні ландшафти серед природних територіальних комплексів помірного поясу мають великі перспективи водного та зеленого туризму [5,7,15,21].

Осушені території України та інших країн Європи і Північної Америки, становлячи суттєву частку (а до того ж технологічно розвинену) у структурі сільськогосподарських угідь, мають надзвичайно важливе значення для сільського та водного господарства помірного поясу. Використання дренажних систем у природних системах на великих площах призводить до очікуваних позитивних результатів економічних, соціальних та екологічних [6,8,16,18,20]. Проте виникають також несподівані побічні ефекти. З цього випливає, що правильне використання земель, яке б дозволяло ефективно провадити господарську, природоохоронну, туристичну та інші види діяльно-

сті, можливе лише на основі точного контролю (включаючи моніторинг) та оцінки природних потенціалів, прогнозування стану природних систем, з використанням оптимальних методів управління від окремих ділянок до цілих ландшафтів. Це, в свою чергу, можливо тільки на основі розробки і застосування спеціальних інформаційно-дорадчих систем [3,9,14,17].

Розроблено і використовується ряд принципів і моделей [4, 11, 12, 19, 22], які є переважно статистичними моделями, моделями окремих процесів, компонентів тощо, а тому не дають точних результатів для надійної оцінки властивостей осушених земель як складних комплексів. Тому нами, в результаті використання деяких математичних методів (теорія міри, експертні, статистичні та евристичні методи) були розроблені основні алгебраїчні імітаційні моделі стану і продуктивності меліорованих ландшафтів, придатні для оцінки потенціалів земель, просторового планування та управління меліорованими територіями.

**Мета дослідження** полягає в розробці часткового наукового підходу до кількісної оцінки туристичного потенціалу осушуваних ландшафтів на підставі критерію фітопродуктивності з доповненням допоміжними критеріями водозабезпечення, орографічних, транспортних, екологічних та інших властивостей території. Модель може працювати на підставі скупчених і розподілених даних моніторингу меліорованих земель для потреб розвитку сільського туризму, сталого розвитку та ефективного просторового планування.

#### **Матеріал і методи.**

Для розвитку вищезазначених методів і моделей використовувалися методи теорії систем, основні методи системного аналізу та математичного моделювання. Моделювання проводилося за допомогою системи алгебраїчних рівнянь, побудованих на основі динамічної теорії міри, основних екологічних законів. Щоб встановити набір змінних і параметрів моделі продуктивності та стану осушених ландшафтів використовувалися методи математичної статистики, ітераційні методи, принципи теорії ви-

мірювань, теорії дослідження операцій, теорії графів та інших математичних теорій. Для перевірки та застосування методів і математичних моделей були використані принципи математичного моделювання та комп'ютерного експерименту. При виконанні верифікації моделі використовувалися матеріали польових досліджень, застосовувалися стандартні методи математичної статистики (кореляційного та регресійного аналізів) [2,9,11,23].

Основними джерелами інформації для проведення власних досліджень були дані польових вимірювань, дані моніторингу з бази даних Системи моніторингу Держводгоспу України, опубліковані матеріали наукових досліджень та статистичних звітів.

#### **Результати дослідження.**

Математична формалізація і комплексний аналіз складних просторових систем (у т.ч. осушуваних ландшафтів) засвідчує, що поставленому завданню правильної оцінки стану, а також природних і штучних потенціалів територій, найбільш повно відповідає загальний показник обсягу наявної біомаси рослин (біологічна продуктивність). З цього широко відомого факту випливає [19], що просторове планування і господарство (у тому числі туристичне) в природних умовах ґрунтується на таких видах діяльності, які покликані призвести до оптимальних рішень з досягнення максимальних економічних та екологічних результатів. Розробка правильних оцінок і оптимальних рішень щодо таких складних систем, якими є меліоровані ландшафти, може бути досягнуто шляхом емпіричного досвіду управлінців, або (бажаний варіант) на основі застосування інформаційно-дорадчих моделей. Пропонований для виконання цих завдань формальний математичний підхід можна визначити наступним чином [1,9,13]:

1. Розробка універсальної концептуальної моделі оцінюваної системи по відношенню до туристичного потенціалу (рельєфу, відкритих каналів, рік, водозбірного басейну або його частини, сіножатей і пасовищ, деревної рослинності, сільськогосподарських ландшафтів і т.д.) [9]. При та-

кому підходить до оцінки осушуваних ландшафтів модель може бути визначена таким чином (рис.1). Елементами (компонентами) системи  $S$  є:  $g$  – водні і ґрунтові умови,  $l$  – кількість сонячного світла,  $t$  – кількість

Якщо компоненти  $g, l, t, b$  системи представити у вигляді вектора змінних стану  $x$ , то шукану динамічну модель можна записати у наступному вигляді:

$$S(\tau) = S(x, Z, \Sigma, F), \quad (1)$$

де  $x$  – вектор змінних стану,  $\tau$  – часова змінна,  $Z$  – вектор управлінських альтернатив,  $F$  – вектор функцій системи,  $\Sigma$  – структура системи.

2. Формулювання базових операторів моделі  $y(\tau) = y(g, l, t, b, \tau)$  для розрахунку біологічних параметрів територіальної системи і, таким чином, визначення стану і потенціалу системи, дає змогу перейти до пошуку раціональних управлінських дій щодо ландшафту у певний момент часу. На основі знань про модельовану систему було запропоновано ієрархічну математичну модель з наступною структурою.

Кількість кінцевої продукції, а також часткові значення продуктивності на різних рівнях ієрархії, розраховується як середньозважені величини за залежністю:

$$y_e = K(\zeta_a y_a + \zeta_s y_s), \quad (2)$$

де  $y_e$  – біомаса, отримана з моделі;  $\zeta_a$  і  $\zeta_s$  – вагові коефіцієнти, що визначають співвідношення між дією чинників та їх синергетичним ефектом при формуванні біомаси, при цьому  $\zeta_a + \zeta_s = 1$ ;  $K$  – коефіцієнт відносної продуктивності.

Факторіальну складову біомаси розраховуємо також як середньозважену величину:

тепла в ґрунті і в повітрі,  $b$  – біологічний потенціал, залежний від морфологічних і генетичних особливостей рослин, конкуренції та інших екологічних чинників.

$$y_\alpha = \frac{\sum_{f=1}^4 \alpha_f y_f}{\sum_{f=1}^4 \alpha_f}, \quad (3)$$

де  $y_f \supset \{y_l, y_g, y_t, y_b\}$  – продуктивність, розрахована на підставі значень чинників  $g, l, t, b$   $\alpha_f \supset \{\alpha_l, \alpha_g, \alpha_t, \alpha_b\}$  – вагові коефіцієнти чинників.

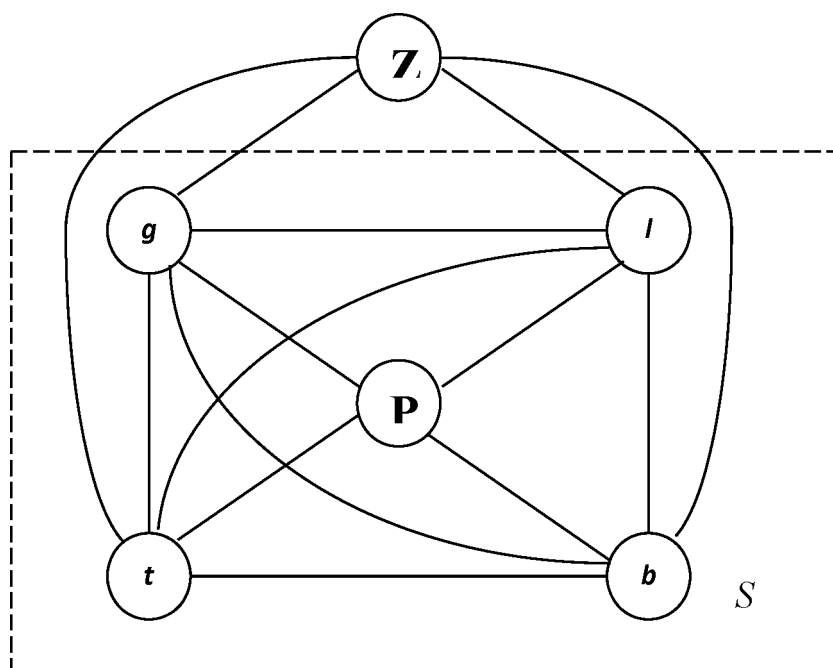
Складною проблемою всіх екологічних моделей, яку вдалося вирішити, є моделювання взаємодії (синергії) чинників [11,12,15,22]. У даній моделі описуємо кумулятивний ефект за допомогою емпіричного рівняння виду:

$$y_s = \prod_{s=1}^m n_s k_s \frac{y_b 0.08 \exp[-1.66(q-0.24)^2]}{0.01 + 0.92 \exp[-4.992(q-0.24)]}, \quad y_s = \overline{0, y_b}$$

де  $y_b$  – потенціальна біологічна продуктивність,  $n_s$  – кількість стресових збурень протягом вегетаційного періоду  $k_s$  – відповідні коефіцієнти рівня активності стресу,  $m$  – кількість всіх можливих стресових пошкоджень,  $q$  – показник взаємодії факторів ефективності, для розрахунку якого застосовується спеціальна математична модель [8].

Як впливає з концепції меліорованого ландшафту (рис. 1), однією з основних особливостей його роботи є водно-ґрунтові умови, які враховуємо за допомогою залежностей

$$y_g = \frac{\sum_{p=1}^9 \gamma_p y_p}{\sum_{p=1}^9 \gamma_p}, \quad y_p = \frac{\sum_{i=1}^n v_i y_{ij}}{\sum_{i=1}^n v_i} \quad (5)$$



**Рис. 1.** Концептуальна модель оцінки природного потенціалу ландшафту

- $g, l, t, b$  – елементи (компоненти);  
**P** – рослинність;  
**Z** – зовнішня суспільна підсистема (яка оцінює та керує);  
 — зв'язки (структура)

де  $y^g$  – біомаса з виразу (3);  $y^p$  – біомаса, розрахована через  $P$ -й показник з 9-и врахованих у моделі базових водних і ґрунтових параметрів;  $\gamma^p$  – вагові коефіцієнти водно-ґрунтових показників;  $v_i$  – ваговий коефіцієнт  $i$ -го кроку дискретизації моделі;  $y_{ij}$  – об'єм фітомаси за  $j$ -м показником на  $i$ -му кроці розрахунку з врахуванням попередніх станів системи за залежністю

$$y_{ij} = \prod_{s=1}^m n_s k_s \frac{y_b y_{0ij} \exp[-k_{ij}(x_{ij} - \lambda'_{ij})^2]}{1 + (100 - y_{0ij}) \exp[-\mu_{ij}(x_{ij} - \lambda'_{ij})]}, \quad (6)$$

де  $\mu, k, \lambda, y_0$  – емпіричні параметри, що визначають форму кривої відгуку на дію кожної змінної на кожному кроці дискретизації моделі за період вегетації.

Аналогічно, за залежністю (5) може бути розрахована біомаса ландшафту, що сформувалася (або буде сформована) від дії енергетичних чинників – фотосинтетично ак-

тивної сонячної радіації  $l$  та теплового режиму атмосфери  $t$ .

Значення змінних (показників моніторингу та інших величин), які використовуються в моделі розташовуються у комп'ютерній базі даних. У разі відсутності з певних причин інформації в базі даних для розрахунку приймаються доступні дані з зовнішніх джерел або значення розраховуються за емпіричними моделями згладжених динамічних рядів моніторингових спостережень.

Застосування у залежності (2) перевірних коефіцієнтів дозволяє отримувати на виході моделі потрібні користувачеві для наочної оцінки потенціалу ландшафту величини, як наприклад врожайність, загальна біомаса, обсяг надземної біомаси та кореневої біомаси, обсяг сухої речовини, обсяги біомаси деревної і трав'янистої рослинності тощо.

Складовими частинами моделі є деякі субмоделі, які дають змогу розраховувати значення часткових значень біомаси і вагових коефіцієнтів, здійснювати статистичну обробку даних, які містяться в базі даних моніторингу, здійснювати відтворення

(просторову інтерполяцію та екстраполяцію) даних, робити прогнозні розрахунки на різних стадіях функціонування моделі.

Як показали результати застосування цього методу в умовах осушених земель Рівненщини, отримані за даним підходом оцінки є об'єктивними, оперативними, універсальними в сенсі можливостей оцінки потенціалів різних територіальних систем, просто інтерпретуються, зручні для використання і прийняття управлінських рішень тощо. При цьому слід визнати, що критерій обсягу рослинної біомаси незважаючи на всі переваги і комплексність не є вичерпним для точної оцінки туристичного потенціалу ландшафту. Тому ми повинні доповнити методу і модель субмоделлю, що дозволяє враховувати інші вагомні чинники і це передусім водозабезпеченість ландшафту і пов'язані з нею просторові характеристики туристичної привабливості і доступності території: дорожня мережа, кількість мостів і переходів, властивості сусідніх ландшафтів тощо. Тому пропонується для обчислення і оцінки туристичного потенціалу використовувати залежність:

$$B = \Omega K (\zeta_{\alpha} y_{\alpha} + \zeta_s y_s) + \sum_{w=1}^v \mu_w W_{ter} \quad (7)$$

де  $B$  – оцінка туристичного потенціалу меліорованого ландшафту в балах;  $\Omega$  – оператор перерахунку обсягу біомаси у бальну шкалу;  $W_{ter}$  – показник привабливості або доступності території (площа водного дзеркала річок, каналі в водойм, відстань до найближчої дороги з твердим покриттям, довжина ґрунтових доріг на оцінюваній території, довжина туристичних і велосипедних доріжок, показники естетичної привабливості довколишніх ландшафтів, кількість туристичних об'єктів, інші часткові показники) в балах;  $\mu_w$  – ваговий коефіцієнт відповідного показника привабливості чи доступності території (може бути визначений на початковому етапі шляхом застосування експертних методів).

Отримана за таким принципом оцінка туристичного потенціалу осушеного ландшафту враховує основні фактори, що впливають на даний потенціал як на цілісну

функцію ландшафту. При цьому застосовано найвагомніші критерії, а саме:

- загальний чи частковий об'єм рослинної біомаси ландшафту (характеризує складний комплекс чинників туристичного потенціалу, у тому числі загальну привабливість, кліматичні умови, доступність, забезпеченість водою, ґрунтові умови тощо);
- середньозважений критерій властивос-

тей території  $\sum_{w=1}^v \mu_w W_{ter}$  (характеризує комплекс специфічних властивостей, у тому числі наявність водних об'єктів, кількісні характеристики привабливості та доступності території, а також такі важливі показники як рівень ґрунтових вод, ступінь забруднення ґрунтів, сільськогосподарське використання території, біорозмаїття ландшафту, ступінь заростання і замулення відкритої мережі меліоративних каналів тощо).

В цілому описаний вище підхід є достатньо універсальним, а тому може бути застосованим не лише до осушуваних ландшафтів, але й до інших типів географічно-екологічних територіальних систем різного ступеню синантропізації у різних географічних та екологічних умовах.

#### Висновки.

З усього вищезазначеного випливає, що запропонований підхід і математична модель його реалізації дають змогу на підставі моделювання продуктивності та специфічних властивостей ландшафтів отримувати точні оцінки стану і туристичного потенціалу меліорованих гумідних ландшафтів у різних шкалах. Будучи зручним інструментом моделювання, а отже й управління станом і потенціалами, такого роду моделі, покладені в основу спеціальних програмних засобів ГІС та забезпечені базами геоданих, можуть працювати як інформаційні системи підтримки управлінських рішень щодо розвитку традиційного, зеленого, водного, екологічного, інших видів і форм туризму у межах природних територіальних систем будь-якого розміру та ієрархічного рівня.

Здійснення серій імітаційних експериментів на представленій моделі дає змогу користувачеві розробляти і впроваджувати властиві екологічні, соціальні, туристичні, госпо-

дарські та бізнесові проекти і стратегії і заходи на теренах цілих ландшафтів та на визначених земельних ділянках.

Представлені базові складові моделі були верифіковані та апробовані на визначених типових меліорованих територіях в умовах Західного Лісостепу і Полісся України, а тому можемо стверджувати, що запропоновані у даній праці принципи і моделі можуть застосовуватися для реалізації наступних завдань:

1. Оцінки загального стану і ефективності господарського використання меліорованих ландшафтів.

### Література

1. Оценка и контроль изменений в природных комплексах под влиянием осушения / [В. Е. Алексеевский, О. В. Скрипник, Г. П. Рябцева и др.] – К. : УкрНИИГиМ, 1992. – 255 с.

2. Брусиловский Б. Я. Теория систем и система теорий / Б. Я. Брусиловский. – К. : Вища школа, 1977. – 190 с.

3. Использование результатов анализов почв в целях повышения их плодородия и определения потребности в мелиорациях / [С. Т. Вознюк, В. Г. Криштоф и др.] – К. : УМВК ВО, 1988. – С. 123–131.

4. Галямин Е. П. Оптимизация оперативного распределения водных ресурсов в орошении / Е. П. Галямин. – Л. : Гидрометеиздат, 1981. – С. 61–288.

5. Гродзинский М. Д. Устойчивость геосистем: теоретический подход к анализу и методы количественной оценки / М. Д. Гродзинский // Изд. АН СССР, сер. Геогр. № 6. – М. : Изд-во АН СССР, 1987. – С. 124–135.

6. Ковда В. В. Основы учения о почвах / В. В. Ковда. – М. : Наука, 1973. – Т. 1,2. – 130 с.

7. Родючість ґрунтів, моніторинг та управління / [В. В. Медведєв, Г. Я. Чесняк, М. І. Полупан та ін.]. – К. Урожай, 1992. – С. 45–62.

8. Мошинський В. С. Методи управління продуктивністю та екологічною стійкістю осушуваних земель / В. С. Мошинський. – Рівне : НУВГП, 2005. – 340 с.

9. Мошинський В. С. Наукові підходи до математичного моделювання продук-

2. Прогнозування стану земель.

3. Розробки управлінських заходів на меліорованих та прилеглих до них землях.

4. Бонітування земель для потреб туризму і рекреації.

Попередні результати застосування даного методу дозволяють стверджувати, що на теперішній час в Україні осушувани ландшафти володіють порівняно низьким рівнем туристичного потенціалу, але існують значні перспективи його збільшення та розвитку туристичних мереж на територіях синантропізованих природних територіальних систем гумідної зони.

тивності осушуваних земель України за даними еколого-меліоративного моніторингу / В. С. Мошинський // Вісник РДТУ, Вип. 3 (16). – Рівне : Вид-во РДТУ, 2002. – С. 80–89.

10. Надточій П. П. Екологія ґрунту та його забруднення / П. П. Надточій, В. Г. Гермашенко, Ф. В. Вольвач. – К. : Аграрна наука, 1998. – С. 253–268.

11. Полевой А. Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов / А. Н. Полевой. – Л. : Гидрометеиздат, 1988. – 319 с.

12. Полуэктов Р. А. Динамические модели агроэкосистемы / Р. А. Полуэктов. – Л. : Гидрометеиздат, 1991. – 312 с.

13. Ромашенко М. І. Особливості методології оцінювання ґрунтового покриву в системах точного землеробства / М. І. Ромашенко, Є. С. Драчинська, А. М. Шевченко // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2002. – Спец. вип. до VI з'їзду УТТА, Книга 2. – С. 279–280.

14. Уланова Е. С. Методы агрометеорологических прогнозов / Е. С. Уланова. – Л. : Гидрометеиздат, 1959. – 280 с.

15. Франс Дж. Математические модели в сельском хозяйстве / Дж. Франс, Дж. Х. М. Торнли. – М. : Агропромиздат, 1987. – 399 с.

16. Шишов Л. Л. Критерии и модели плодородия почв / Л. Л. Шишов, И. И. Карманов, Д. Н. Дурманов. – М. : Агропомиздат, 1987. – 184 с.

17. Greenwood D. J. A dynamic model for the effects of soil and weather conditions on

nitrogen response / D. J. Greenwood, J. T. Wood, T. J. Cleaver // *J. Agric. Sci.* – 1974. – v. 82, N 3. – P. 455–467

18. Kolman R. Ilościowe oreślenie jakości / R. Kolman – Warszawa: PWN, 1973. – 324 s.

19. Monsi M., Saeki T. Ober den Lichtfaktor in den Pflanzengesellschaften und seine Bedeutung für die Stoffproduktion / M. Monsi, T. Saeki // *Jap. J. Bot.* – 1953. – № 14. – P. 22–52.

20. Ozga-Zielińska M, Brzeziński J. Hydrologia stosowana. – Warszawa: PWN, 1997. – S. 88–126.

21. Richling A. Ekologia krajobrazu / A. Richling, J. Solon. – Warszawa: PWN, 1998. – C. 117–148.

22. Shawcroft R. W. The soil-plant-atmosphere model and some of its predictions / R. W. Shawcroft, E. R. Lewon, L. H. Alien, et al D. W. Stewart, S. E. Jensen // *Agric. Met.* – 1974. – v. 14, № 1/2. – P. 287–307.

23. Wild A. Soil and the environment: An introduction / A. Wild – Cambridge University Press: 1993. – 365 p.