

УДК 332.3

МОДЕЛЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ ТЕРИТОРІЇ ДЛЯ ЗЕМЛЕУСТРОЮ

О. Мельничук

Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

В. Волошин

Волинський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк

Вступ

У сучасних умовах землеустрій треба розглядати як сукупність екологічних, економічних, соціальних та інших заходів, спрямованих на регулювання земельних відносин, раціональну організацію території адміністративно-територіальних утворень і суб'єктів господарювання та ефективне використання земельних ресурсів.

На жаль, під час реформування земельних відносин у питаннях організації раціонального та ефективного використання земель, особливо сільськогосподарських, спостерігається багато невирішених проблем і недоліків. Великою мірою вони стали наслідком недостатнього науково-теоретичного та методичного обґрунтування землеустрою з системним підходом до використання земель за сучасних реалій. Вирішення згаданих проблем є актуальним і невідкладним завданням сьогодення.

Постановка проблеми

На сільськогосподарській території у межах конкретної земельної ділянки відбуваються складні різновекторні природні та антропогенні процеси, які в поєднанні приводять до позитивних чи негативних явищ. Позитивними результатами аграрної природно-антропогенної діяльності є виробництво екологічно чистих, високої споживчої якості сільськогосподарських продуктів та сировини, отримання на цій основі стабільних прибутків, соціальна облаштованість території, розвинена інженерна інфраструктура і т.п. Негативними наслідками людської діяльності є деградація природних ландшафтів, ерозія та зниження родючості ґрунтів, забруднення довкілля.

Для ефективного використання земель та збереження природних комплексів на території повинен зберігатися баланс соціально-економічних вигод та допустимих екологічних збитків з забезпеченням обов'язкового відтворення екосистем. Цього можна досягти заходами землеустрою, рішення якого повинні ґрунтуватися на методах системного аналізу, моделювання та прогнозування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідженню різносторонніх проблем землеустрою присвячені наукові праці Д.І. Бабміндри, М.О. Володіна, В.В. Горлачука, О.С. Петраковської, А.Я. Сохнича, А.М. Третяка, П.Г. Черняги, Л.В. Корнілова, В.М. Кривова, С.О. Осипчука та ін. Однак питання побудови моделей ефективного використання сільськогосподарської території залишаються недостатньо вивченими і потребують подальших наукових розвідувальних досліджень.

Постановка завдання

Під час розроблення технічної документації землеустрою з організації території адміністративно-територіальних утворень і суб'єктів господарювання фахівцям доводиться приймати рішення щодо визначення способів використання та трансформації земельних угідь, розміщення на території посівів сільськогосподарських культур, встановлення обмежень на використання земель і т.п. Часто проектні рішення приймаються на основі укрупнених показників загальнодержавних чи зональних рекомендацій, минулого досвіду, без належного екологічного та техніко-економічного обґрунтування і диференціації, врахування умов конкретної земельної ділянки. Тому завдання публікації – показати можливість і доцільність диференціації та врахування різноманітних

факторів, які впливають на динаміку стану земельної ділянки, і на цій основі визначати ефективні способи її використання.

Виклад основного матеріалу

Визначення сільськогосподарської території та встановлення процесів, що відбуваються на цій території під впливом антропогенної діяльності, вказують на те, що методологічною основою землеустрою повинен стати системний підхід як особливий напрямок дослідження, орієнтований на вивчення специфічних характеристик складно організованих об'єктів, різноманіття зв'язків між елементами, їх різноякісність і супідрядність. Специфіка системного дослідження визначається не ускладненням методів аналізу, а висунуттям нових принципів підходу до об'єкта вивчення. У загальному вигляді цей новий підхід полягає у прагненні побудувати цілісну картину об'єкта.

У загальному випадку системний підхід передбачає за певного комплексу умов визначення моделі системи землеустрою, тобто встановлення ряду етапів або стадій, що послідовно змінюють один одного в часі та просторі або здійснюються паралельно. Серед цих етапів доцільно виділити такі: концептуалізація, специфікація, спостереження, ідентифікація, експериментальні дослідження, реалізація моделі, перевірка моделі, аналіз моделі, її оптимізація, завершальний синтез та прогноз.

Основним завданням системи землеустрою є організація раціонального використання землі як територіального базису, а в сільському господарстві – як головного засобу виробництва [5]. Завдання і проблематика опису системи землеустрою з математичного погляду полягає в тому, що необхідно в кількісному аспекті описати ефективно, неефективно або недостатньо ефективно використання землі в сфері людської життєдіяльності при поєднанні екологічних, соціальних та економічних проблем на найбільш придатній території з обов'язковим досягненням максимально можливого соціально-економічного ефекту та мінімальних екологічних втрат і збитків.

Однією з основоположних передумов досягнення ефекту є поділ земельних ресурсів на категорії земель. Земельне законодавство виділяє дев'ять категорій земель за основним цільовим призначенням [2]. Кожна категорія земель вимагає свого особливого підходу щодо раціонального їх використання. Для кожної категорії земель притаманні свої, як правило, інваріантні рішення в системі землеустрою. Тому для кожної категорії земель може існувати своя математична модель системи землеустрою.

Підхід до опису моделі системи землеустрою, що пропонується нами нижче, забезпечує оптимальне використання земель незалежно від категорії та цільового призначення на національному, регіональному, локальному рівнях, а також окремого землекористування і конкретної земельної ділянки. При побудові математичної моделі системи землеустрою ми зупинимося лише на математичній моделі системи землеустрою земельної ділянки сільськогосподарського призначення (далі – земельна ділянка).

Земельна ділянка – це елементарна територія, яка має правовстановлюючий документ, встановлені межі, площу, правовий режим, юридичну адресу, кадастровий номер, вартість, характеризується притаманними їй природними умовами та екологічною придатністю, наявністю трудових, фінансових та матеріальних ресурсів. Для елементарної сільськогосподарської території характерна відносна простота внутрішніх та зовнішніх зв'язків. Під територією ми розуміємо частину простору життєдіяльності людини з юридично визначеними та технічно встановленими на місцевості межами.

З погляду системного підходу земельна ділянка – це відкрита складна система S , яка знаходиться в динамічній нерівновазі під впливом внутрішніх зв'язків та зовнішніх чинників. Ця система складається з певної кількості елементів (компонентів, підсистем). Характерним для системи “земельна ділянка” є те, що кількість основних компонент системи протягом певного проміжку часу є незмінною, а змінними в часі є лише кількісні і якісні характеристики кожного з елементів системи.

Функціонування або використання території в системі землеустрою відбувається під впливом великої кількості відносин системи людської діяльності, що належать до тих чи інших соціально-економічних, екологічних, нормативно-правових, організаційних, естетичних або природних факторів. Під факторами мають на увазі такі властивості компонент системи і характеристики її зовнішнього середовища, які безпосередньо впливають на функціонування або використання території, а також на характер їх відносин один з одним і з зовнішнім середовищем.

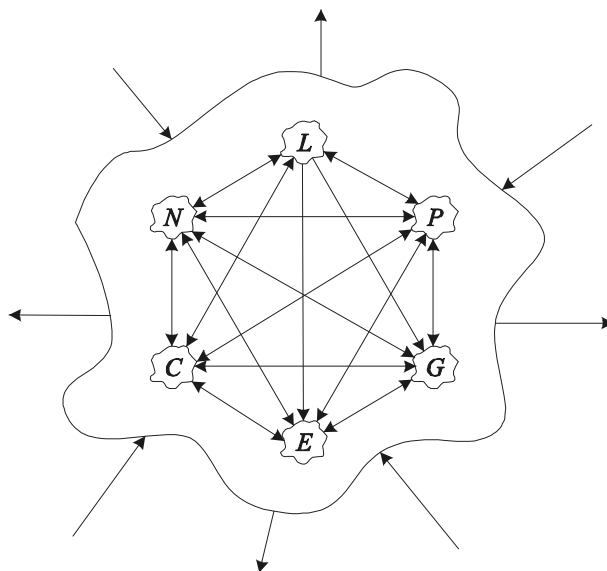
Нами встановлено [3], що в складі системи внутрішніх компонентів (умов) території, які впливають на землеустрій певної території, можна виділити такі найважливіші: людські, природні, екологічні та геометричні умови (відповідно L , N , E , G); правове поле P та цільове використання C , що діють на певному проміжку часу. Територія розташовується в навколишньому середовищі, яке складається з множини зовнішніх систем $W = \{W_1, W_2, \dots, W_m\}$.

Для наочності абстрактне графічне зображення зв'язків системи території можна представити у вигляді схеми (рисунок), в якій вершинами є внутрішні компоненти території, а ребрами – зв'язки між ними. Вхідними сигналами системи є інформація та ресурси, отримані з зовнішнього середовища, вихідними – опрацьовані в системі і надіслані в зовнішнє середовище інформаційні потоки зворотного зв'язку та перероблені ресурси у вигляді сільськогосподарської продукції.

Треба зазначити, що залежно від місця розташування відносно території людські, природні, екологічні умови і правове поле можуть бути як внутрішніми, так і зовнішніми компонентами.

Основними зовнішніми системами відносно території є:

- система використання сільськогосподарських угідь;
- система удобрення;
- система фінансових розрахунків;
- система переробки та збуту продукції і т.ін.



Схематичне представлення зв'язків у системі "земельна ділянка"

Питання наявності впливу зовнішнього середовища на систему необхідно вирішувати для кожної конкретної території. Величину впливу зовнішнього середовища на систему необхідно враховувати як певний нормований коефіцієнт для конкретної території.

У загальному розумінні внутрішня складова системи "елементарна територія" матиме вигляд множини (не обов'язково впорядкованої) шести внутрішніх найважливіших компонент, що впливають на землеустрій. Основними характеристиками внутрішніх складових системи є:

- людські умови – кількість працездатного населення на території, його віковий, статевий склад, фаховий склад і рівень, приріст населення $L = \{l_1, l_2, \dots, l_{n_1}\}$;
- природні умови – ґрунтовий покрив, кліматичні умови, крутість схилів, рівень залягання ґрунтових вод, природна рослинність, забезпеченість водними джерелами $N = \{n_1, n_2, \dots, n_{n_2}\}$;
- екологічні умови – забрудненість території, наявність деградованих та порушених земель, сільськогосподарські меліорації $E = \{e_1, e_2, \dots, e_{n_3}\}$;

- правове поле – власність, постійне користування, оренда, зміст обмежень прав на земельну ділянку, земельні сервітути $P = \{p_1, p_2, \dots, p_{n_4}\}$;
- цільове використання – рілля, багаторічні насадження, сінокоси, пасовища, перелоги, лісонасадження, водні джерела, польові дороги, господарські двори $C = \{c_1, c_2, \dots, c_{n_5}\}$;
- геометричні умови – компактність, співвідношення сторін, криволінійність, площа, контурність, конфігурація, щільність дорожньої мережі, геометричні недоліки землеустрою $G = \{g_1, g_2, \dots, g_{n_6}\}$.

Кожен з перерахованих факторів є системною змінною системи “елементарна територія”. Якщо множина системних змінних впорядкована, то правомірно записати:

$$X = \{l_1, l_2, \dots, l_{n_1}, n_1, n_2, \dots, n_{n_2}, e_1, e_2, \dots, e_{n_3}, p_1, p_2, \dots, p_{n_4}, c_1, c_2, \dots, c_{n_5}, g_1, g_2, \dots, g_{n_6}\} . \quad (1)$$

Множина зв'язків між компонентами системи та навколишнім середовищем W є структурою цієї системи і позначається:

$$\sum = \{\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_k\} . \quad (2)$$

З врахуванням змін у часі множина внутрішніх компонентів навколишнього середовища і структура системи набудуть вигляду:

$$\begin{aligned} X(t) = \{l_1(t), \dots, l_{n_1}(t), n_1(t), \dots, n_{n_2}(t), e_1(t), \dots, e_{n_3}(t), p_1(t), \dots, p_{n_4}(t), c_1(t), \dots, c_{n_5}(t), g_1(t), \dots, g_{n_6}(t)\} \\ \sum(t) = \{\sigma_1(t), \sigma_2(t), \dots, \sigma_k(t)\} \\ W(t) = \{W_1(t), W_2(t), \dots, W_m(t)\} . \end{aligned} \quad (3)$$

Отже, моделлю землеустрою “елементарної території” $H(t)$, що функціонує в навколишньому середовищі і змінюється в часі, буде сукупність

$$H(t) = H(X(t), \sum(t), W(t), F), \quad (4)$$

де F – закон, за яким залежно від зовнішніх чинників $W(t)$ відбувається зміна в часі внутрішніх елементів $X(t)$, структури $\sum(t)$ і самої системи землеустрою.

Кожному фактору, що характеризує внутрішню структуру системи “елементарна територія”, відповідає математична змінна, яка набуває певних значень на деякій шкалі. Фактори, що впливають на ефективне використання елементарної території, мають різну силу впливу (вагу). При використанні системного підходу доцільно впорядкувати фактори за вагою їх відносного впливу на ефективність використання елементарної території, тобто проранжувати. Якщо значення першого за вагою впливу фактора представимо змінною x_1 , другого – x_2 , а n -го – змінною x_n , то весь комплекс факторів може бути представлений послідовністю (x_1, \dots, x_n) . Щоб охарактеризувати множину можливих комплексів факторів з використанням математичного апарату, доцільно ввести поняття простору факторів землеустрою.

Простором факторів землеустрою назовемо евклідов простір, в якому координатам відповідають ранжовані за вагою фактори:

$$Z = \{(x_1, x_2, \dots, x_n, \dots)\}, \quad (5)$$

тобто, множина Z складається із усіх можливих числових векторів виду $(x_1, x_2, \dots, x_n, \dots)$, де x_i – числова характеристика певного фактора землеустрою.

Отже, кожній конкретній комбінації числових значень факторів землеустрою відповідає певна точка простору факторів землеустрою Z з відповідними координатами. У нашому випадку найпростішими факторами землеустрою можуть бути: x_1 – спосіб використання землі, x_2 – ґрунтовий покрив, x_3 – забруднення території, x_4 – правовий режим тощо.

Для кількісної характеристики впливу факторів на ефективне використання елементарної території використовуємо поняття функції відгуку. Значення, прийняті показником з номером k ($k=1, \dots, n$) на визначеній шкалі при варіюванні факторів, як правило, обмежені знизу і зверху. Позначимо через $\Gamma^k = [\underline{C}_k, \overline{C}_k]$ проміжок числових значень, обмежений мінімально \underline{C}_k і максимумно \overline{C}_k можливим значенням k -го фактора.

Функцією відгуку k -го фактора на сукупність факторів землеустрою (x_1, \dots, x_n) називається функція φ^k , що відображає простір Z на проміжок Γ^k :

$$\varphi^k : Z \rightarrow \Gamma^k, \quad (6)$$

яка кожній точці (x_1, \dots, x_n) простору Z ставить у відповідність число $\varphi^k(x_1, \dots, x_n)$ на шкалі Γ^k .

Хоча кількість факторів, що характеризують внутрішню структуру системи “елементарна територія”, потенційно необмежена і, отже, розмірність простору Z і кількість аргументів функції відгуку $\varphi^k(x_1, x_2, \dots, x_n)$ прямують до нескінченності, насправді вдається виділити кінцеву кількість факторів (позначимо її через n), за допомогою яких можна пояснити певну задану частину від цілого варіювання функції відгуку. Наприклад, перші 3 фактори можуть пояснити 80 % загального варіювання показника, перші 5 факторів – 95 %, перші 10–99 % і т.д. Інші, що не ввійшли до числа зазначених факторів, не роблять визначального впливу на досліджуваний показник. Їхній вплив можна розглядати як деякий “шум”, що накладається на дію імперативних факторів.

Отже, в загальному випадку, із використанням апарату функцій відгуку $\varphi(x_1, x_2, \dots, x_n)$ можливо аналітично описати кожен фактор ефективності використання елементарної території. При цьому основним завданням є встановлення кількісної залежності функції відгуку від факторів землеустрою, тобто ідентифікації функції $\varphi(x_1, x_2, \dots, x_n)$.

Перший можливий крок на шляху вирішення цієї задачі полягає в одержанні часткової залежності функцій відгуку від одного фактора-аргументу при фіксованих значеннях інших (класична методологія однофакторного експерименту).

Наприклад, шляхом організації досліду можна надати факторам (x_2, x_3, \dots, x_n) задані значення $x_2^1, x_3^1, \dots, x_n^1$, варіюючи тільки змінну x_1 , одержати оцінку частинної функції відгуку на її зміну:

$$\varphi_1^{(1)}(x_1) = \varphi(x_1, x_2^1, \dots, x_n^1). \quad (7)$$

Процедура варіювання x_1 і відповідного відгуку $\varphi_1(x_1)$ повторюється при інших фіксованих комбінаціях значень факторів. Так будуються функції $\varphi_1^{(2)}, \varphi_1^{(3)}$ і т.д. Аналогічно чинять і з іншими факторами, отримуючи у результаті послідовність частинних функцій відгуку на кожний з факторів окремо.

У типових випадках графік частинної функції відгуку на зміну фактора $x_i, i=1, \dots, n$ має форму опуклої кривої, що монотонно зростає від мінімального значення фактора \underline{x}_i (нижня межа толерантності) до максимуму при оптимальних значеннях фактора x_i^0 і монотонно спадної, з наближенням x_i до максимального значення \overline{x}_i (верхня межа толерантності).

Інтервал $X_i = [\underline{x}_i, \overline{x}_i]$, обмежений мінімальним і максимальним значеннями i -го фактора, називається інтервалом толерантності фактора, а точка (чи інтервал), у якій досягається максимальне значення показника, називається точкою (інтервалом) оптимуму цього фактора.

Необхідно підкреслити, що ширина інтервалу толерантності, положення на ньому точки оптимуму, а також форма і масштаб функції відгуку для цього фактора можуть значно змінюватися залежно від значень, прийнятих іншими факторами. Водночас у конкретних випадках при різних

комбінаціях значень факторів їх відносний сукупний вплив на функцію відгуку може змінюватися як у результаті взаємодії, так і внаслідок розходжень.

Як приклад застосування функцій відгуку розглянемо вплив фізичних і хімічних факторів на врожайність пшениці [4]. Відомо, що врожайність описується законом спільної дії всіх перерахованих факторів, тобто $\varphi(x_1, x_2, \dots, x_n)$. Частинна функція відгуку врожаю на фактор x_i при фіксованих значеннях інших факторів $x_j, i \neq j$ може бути описана виразом вигляду

$$\varphi_i^*(x_i) = \varphi(x_1^*, \dots, x_{i-1}^*, x_i, x_{i+1}^*, \dots, x_n^*) = A_i(x_1^*, \dots, x_{i-1}^*, x_{i+1}^*, \dots, x_n^*) \times (1 - 10^{-c_i x_i}) 10^{-k_i x_i^2}. \quad (8)$$

Для коефіцієнтів c_i відповідних факторів використаємо оцінки, отримані на основі багаторічних дослідів (табл. 1) [4].

Таблиця 1

Коефіцієнти дії досліджених факторів

№ з/п	Фактор x_i	Коефіцієнт дії c_i
1	Сонячна радіація	2,0 на одиницю повної сонячної радіації
2	Температура ґрунту	0,01 на 1°C
3	Атмосферні опади	0,003 на 1мм опадів
4	Азот	0,122 на 1ц N/га
5	Фосфор	0,6 на 1 ц P ₂ O ₅ /га
6	Калій	0,4 на 1 ц K ₂ O/га
7	Магній	2,0 на 1 ц MgO/га
8	Сірка	15,0 на 1 ц SO ₄ /га

Величина A_i – це деяка функція, яка залежить від значень інших, відмінних від x_i , факторів. У нашому випадку $A_i = 90$ ц/га. З формули (8), нехтуючи негативною дією інших факторів (тобто $k_i = 0$), впливає вираз, що описує залежність функції відгуку від усієї сукупності факторів:

$$\varphi(x_1, \dots, x_n) = A_{\max} \prod_{i=1}^n (1 - 10^{-c_i x_i}), \quad (9)$$

де A_{\max} – максимальне значення врожайності на землях цієї категорії у певній природній області.

Для розуміння взаємодії факторів землеустрою звернемося до даних, наведених у табл. 2 [1].

Таблиця 2

Баланс гумусу в ґрунті під посівами озимої пшениці залежно від її урожайності

№ з/п	Врожайність основної продукції, ц/га	Баланс гумусу, т/га		
		При відчуженні побічної продукції	При використанні на корм худобі	При заорюванні в ґрунт
1	10	- 0,132	- 0,048	+ 0,094
2	15	- 0,265	- 0,155	+ 0,031
3	20	- 0,401	- 0,264	- 0,038
4	25	- 0,534	- 0,374	- 0,108
5	30	- 0,670	- 0,488	- 0,186
6	35	- 0,805	- 0,603	- 0,267
7	40	- 0,938	- 0,717	- 0,351
8	45	- 1,074	- 0,837	- 0,441
9	50	- 1,207	- 0,955	- 0,533
10	55	- 1,346	- 1,081	- 0,635
11	60	- 1,481	- 1,201	- 0,735
12	65	- 1,618	- 1,328	- 0,842
13	70	- 1,754	- 1,454	- 0,954

Використовуючи математичний апарат функцій відгуку, для кожного із перерахованих факторів системи землеустрою елементарної території на основі моніторингу кількісних і якісних характеристик компонент можна встановити функцію F (4), прогнозувати тенденції розвитку процесів та вживати адекватні заходи засобами землеустрою. З таблиці видно, що чим більша врожайність озимої пшениці, тим більший винос гумусу з ґрунту. Однією з найголовніших причин втрати біоенергетичного потенціалу ґрунту є порушення закону повернення в ґрунт тієї частини органічної речовини (гумусу), яка виноситься з врожаєм сільськогосподарських культур. Чим більша біомаса культури при інших рівних умовах, тим більший негативний баланс гумусу в ґрунті, що, безумовно, необхідно враховувати для землеустрою сільськогосподарської території.

В планах наших подальших досліджень є встановлення визначальних факторів впливу та їх ваги на спосіб використання сільськогосподарської території.

Висновки

1. Встановлено, що методологічною основою землеустрою має стати системний підхід, орієнтований на вивчення складно організованих об'єктів, їх внутрішніх та зовнішніх зв'язків.
2. Запропоновано модель землеустрою елементарної сільськогосподарської території.
3. Показано, що на основі моніторингу кількісних і якісних характеристик території за допомогою функцій відгуку можна встановлювати та прогнозувати тенденції її розвитку.
4. При здійсненні заходів землеустрою для конкретної сільськогосподарської території необхідно з застосуванням математичного апарату визначати домінуючі фактори, які впливають на спосіб використання території, ранжувати їх за вагою впливу і на цій основі розробляти проектні та прогнозні рішення.

Література

1. Горлачук В.В. Розвиток землекористування в Україні. – К.: Довіра, 1999.– 254 с.
2. Земельний кодекс України // Відомості Верховної Ради. – 1991. – №10. – С. 98.
3. Мельничук О.Ю. Компонентно-просторові та часові зв'язки сільськогосподарської території // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування: Зб. наук. пр. – Рівне, 2008. – Вип. 2 (42). Ч. 1. – С. 397–402.
4. Федоров В.Д., Гильманов Т.Г. Экология. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – 464 с.
5. Черняга П., Корнілов Л., Мельничук О. Ще раз про землеустрій // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: Зб. наук. праць. – Л., 2005. – С. 336–345.

Моделювання ефективного використання території для землеустрою

О. Мельничук, В. Волошин

Розглянуто моделювання використання території для землеустрою. За допомогою запропонованої моделі можна ефективно використовувати землі.

Моделирование эффективного использования территории при землеустройстве

А. Мельничук, В. Волошин

Рассмотрено моделирование использования территории при землеустройстве. С помощью предложенной модели можно эффективно использовать земли.

Modelling of efficient territory use in land management

A. Melnychuk, V. Voloshin

The paper considers the modelling of territory use in land management. With the help of suggested model it is possible to determine efficient ways of land use.