

УДК 331:658

Гуцуляк Юрій Григорович,

к.е.н., завідувач Косівським відділом проблем гірського землекористування Івано-Франківського інституту АПВ УААН

## ПРОБЛЕМА ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ЗЕМЛЕВОЛОДІННЯ ТА ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ

Радикальні зміни економічного укладу в Україні, в умовах науково-технічного прогресу та індустріального розвитку, визвали до життя нові напрями поглибленого дослідження об'єктивно діючих у ньому закономірностей. Виникла необхідність і появилася практична можливість уточнити а, подекуди, і зовсім змінити застарілі методологічні засади пізнання реальної дійсності. Це, в свою чергу, сприяло появі нових методів вивчення економічних і екологічних питань у їх взаємозв'язку.

Відомо, що найбільш істотним досягненням у цьому напрямку стало утвердження системного підходу як найважливішого принципу уявлення та відображення об'єктивної дійсності. В той же час це дозволяє розробити та успішно застосовувати в науці та на практиці програмно-цільовий метод із широким впровадженням новітніх електронно-обчислювальних машин (ЕОМ) та інших засобів із апарата системного аналізу та синтезу.

Сутність і основні категорії системного підходу детально розглянуті в нашій роботі [2]. Тому в цій статті, в стислій формі, висвітлюється проблема оптимізації системи землеводіння та землекористування з еколого-економічних позицій, її адекватного опису у виді інформаційно-теоретичної або економіко-математичної моделі. Такий підхід дає можливість застосовувати досягнення кібернетики, що, в свою чергу, дає можливість встановити істотні взаємозв'язки основних компонентів землі, чи землекористування як цілого, так і його внутрішньої структури, виявити специфічний спосіб взаємодії стану цієї системи, її структури, поведінки, функціонування та розвитку, зберігання якісної визначеності за допомогою управління, яке сприяє переходу досліджуваної системи в стан, найбільш близький до заданого (оптимального).

Для кібернетичного описання системи землекористування необхідна нова постановка задачі, виходячи з принципу присутності властивості системи в об'єкті, який розглядається, вивчення або прогнозування таких чинників, як ціль, структура, параметри входу і виходу, зворотній зв'язок та ін. Тому, в таких випадках, систему землекористування відображають у виді кібернетичної схеми, яку, в загальному виді, розглянув Л.А. Растрігін в своїй монографії "Современные принципы управления сложными объектами".-М.: Сов. радио, 1980 [3]. (В статті прийнято умовні позначення з згаданої монографії).

Важливо відмітити, що управління розглядають як специфічну форму інформаційного регулювання, при якому з системи, якою управляють, виділяється підсистема, що управляє. Управління здійснюється тільки в тому випадку, коли інформаційне регулювання відбувається на підставі ідеальної моделі процесу в цілому, яка передбачає наявність мети управління. Інформаційний підхід до землекористування як системи дає можливість застосувати як до аналізу, тобто кількісного визначення якісних характеристик /властивостей/ системи за параметрами її структури так і до синтезу - кількісному визначенню параметрів структури цієї системи за заданими властивостями - досягнення кібернетики. принципи управління складними об'єктами.

Проблема управління системою землекористування полягає, як уже відмічалось, в її науковій постановці та забезпеченні оптимального рішення на головних етапах, тобто 1) при формулюванні мети управління та визначення його об'єкта; 2) структурному синтезі моделі об'єкта управління та ідентифікації її параметрів; 3) визначення параметрів моделі об'єкта /планування експериментів/ та синтезі управління на цій основі, реалізації управління з урахуванням корекції параметрів моделі об'єкта (системи землекористування).

Наукова постановка задачі управління системою землекористування полягає, по-перше, у формуванні бажаної /або необхідної/ мети /позначимо її у загальному вигляді через  $Z^*$ , у створеній ситуації  $S$ /, яка може бути виражена через критерій якості управління /математичний вираз, який дав кількісну оцінку мірі виконання покладених на спосіб управління вимог/; по-друге, у визначенні обмежень, які являють собою вираження законів природи руху керуваної системи /відображаються обмеженнями першого виду - системою диференціальних або різних рівнянь/; по-третє, у визначенні обмежень другого виду, які описуються системою алгебраїчних рівнянь або нерівностей; вони виражають обмеженість та економічні передумови використання або охорони, відновлення або перетворення ресурсів, які використовуються при управлінні.

Формулювання мети управління та визначення об'єкта вивчення можливі при наявності: середовища  $X$ /, над яким здійснюється процес, що нас цікавить та інформації про його /об'єкта/ стан  $U$ /, про вплив на нього неконтрольованого природного середовища  $E$ /, а також про управляючий вплив суб'єкта  $U$ / на об'єкт управління /систему землекористування/, якщо відомий алгоритм  $M$  управління /оператор  $F^o$  - для динамічних систем або функція  $f$  для статичних об'єктів, що перетворює інформацію про середовище, об'єкт або цілі в управляючий вплив/, який забезпечує переведення системи в заданий стан.

Таким чином, землекористування може бути визначене та подане у вигляді складної імовірнісної системи, цілеспрямований розвиток якої потребує управління, у зв'язку з чим ця система вважається управляємою системою.

Для останньої об'єктом управління є частина навколишнього світу, положення якої нас цікавить і на яку можна цілеспрямовано впливати, тобто управляти нею. Тому для системи землекористування як об'єкта управління характерні три входи: 1) що спостерігається, це означає такий, що вимірюється, тобто контрольований  $X$ /; 2) управляємий  $U$ /, тобто, який спостерігається  $U^0$ /; 3) такий, що не спостерігається  $E$ /, неконтролюючий вхід /чинник непевності, що виражається нерідко лише знанням імовірності  $E/e$ / різних станів природного середовища  $eSE$ .

Якщо вплив середовища, що спостерігається /вихідні параметри об'єкта вивчення, результати використання землі і т.п./ та середовища /природного/ яке не спостерігається /стахостичні УМОВИ природи, невизначеність економічних, екологічних та інших ситуацій/, а також управлінський вплив /прогнозування розвитку землекористування і землеводіння, складання схем і проектів землевпорядкування і т. ін./ на об'єкт дослідження /систему землекористування прийняти за "входи"/, то стан об'єкта управління в процесі його функціонування можна вважати його, об'єкта, "виходом". Форми землеводіння та землекористування, що забезпечують

стан і функціонування об'єкта управління, становлять основу цієї системи. Їх можна описати сукупністю параметрів упорядкованої множини для числових значень.

У теорії множин /розділі математичних основ кібернетики/, поряд з поняттям множини, як сукупності компонентів /елементів/, вводиться поняття упорядкованої множини або кортежу, як такої послідовності елементів, у якій сукупність компонентів займає визначене місце. Самі елементи множини при цьому називаються компонентами кортежу /перша компонента, друга компонента і т.д./ . Число елементів кортежу називають його довжиною, а позначення використовують круглі /або спеціальні < > / дужки. Кортежі довжиною 2 , називають парами, кортежі довжиною 3 - трійками або упорядкованими трійками і т.д. В загальному випадку кортежі довжини **n**, називають **n**-ками і використовують для опису стану, рухів і перетворення систем, не проводячи, над ними ніяких обчислень.

Стан кібернетичних /систем часто описують, як уже було відмічено, сукупністю параметрів упорядкованої множини, що приймають числові значення. Якщо прийняти, що **R** – множина матеріальних чисел, то **R**<sup>2</sup> = **R**\***R** – реальна площина, а **R**<sup>3</sup> = **R**\***R**\***R** – трьохвимірний матеріальний простір і т.д. У загальному випадку стан об'єкта описують багатомірною змінною **y** = / **y**<sup>(1)</sup>, ..., **y**<sup>(i)</sup>, ..., **y**<sup>(n)</sup> /, яка може розглядатися як точка в **n** - мірному /**R**<sup>n</sup>/ просторі /гіперпросторі/. Його прийнято /в кібернетичі/ вважати простором стану системи. В тому випадку, коли сукупність змінних має чисельне значення, кожному стану системи землекористування відповідає визначена точка в уявному просторі **R**<sup>n</sup>. Змінну < **y** > називають вектором стану об'єкта управління, а множину допустимих її значень позначають через **Y** і називають допустимою множиною або простором рішень. Цим підкреслюється , що опис деякого **y** ∈ **Y** є можливим рішенням задачі управління системою землекористування. Значення **y**<sub>i</sub> звичайно не можуть бути якими завгодно, так як на них накладаються, як було вже відмічено, різні обмеження виду /1/:

$$f_i \left\{ \begin{array}{l} \leq b_i \\ = b_i \\ \geq b_i \end{array} \right. /, i = \overline{1, m}.$$

Запис **i** = **1, m** означає перераховане число обмежень **i** = **1, ..., m**. В кожному із обмежень /1/ залишається тільки якийсь один із знаків /типів обмежень/; **≤**, = або **≥**. Однак, різні обмеження можуть мати і різні знаки. Величини **m** і **n** між собою не пов'язані, так що **m** може бути більше, менше або дорівнювати **n**. Зокрема, **m** може дорівнювати нулю, що відображає випадок відсутності деяких обмежень, а на деякі або на всі змінні **y**<sup>(i)</sup> накладається умова невід'ємності, виходячи з їх фізичного змісту. Остання умова невід'ємності змінних виявляється при числовому розв'язанні рівнянь, що описують процес управління системою землекористування у вигляді задач математичного програмування.

Після визначення об'єкта управління /системи землекористування/ наступні три етапи управління пов'язані з конструюванням /створенням/ моделі об'єкта /**F**/, що дозволяє побудувати або визначити управлінський вплив, який переводить цю систему в необхідний (цільовий) стан (див.схему).

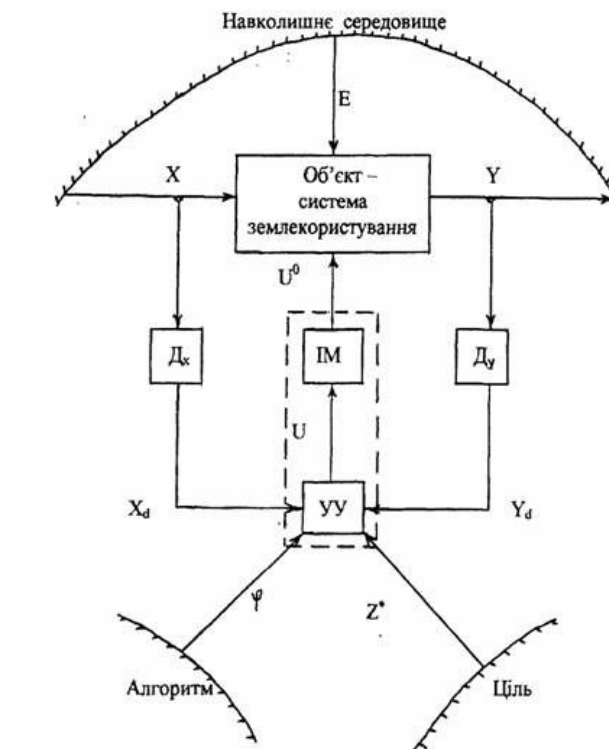


Схема управління системою землекористування

При цьому під моделлю об'єкта управління розуміють залежність **F**, що пов'язує стан /вихід/ об'єкта **Y** з його входами вимірним і контрольованим **X** і управляємим **U**. На відміну від оператора об'єкта **F**<sup>0</sup>, який невідомий, модель об'єкта **F** в загальному випадку визначається деяким алгоритмом, який вказує, як маючи інформацію про входи **X** і **U**, визначити можливий вихід системи **Y**, не звертаючись безпосередньо до реального об'єкта.

Для вивчення розвитку і функціонування системи землекористування найскладнішим є процес синтезу моделі об'єкта, що включає вид залежності моделі **F** без врахування значень її конкретних параметрів. Цей етап пов'язаний з розробкою структурних моделей об'єкта управління. Правда, тут визначаються тільки вид і характер моделі **F**, який узагальнено описується у виді пари /2/:

$$F = \langle S\#, C \rangle, /2/$$

де  $C$  ( $C\#, \dots, C\#$ ) - вектор параметрів моделі (на даному етапі не розглядається), а  $S$  - тип структури /лінійність або нелінійність залежностей явища; статичність або динамічність процесу; дискретність або неперервність параметрів моделі; детермінованість або стохастичність структури системи і т.ін./.

Визначення чисельних параметрів моделі  $C$  ( $C\#, \dots, C\#$ ) у режимі природного /нормального/ функціонування об'єкта складає задачу ідентифікації параметрів моделі  $F$  об'єкта, тобто системи землекористування. Вихідною інформацією для ідентифікації є структура моделі  $S\#$  / і дані спостережень /вивчення землі - від їхньої зйомки, мапування та обліку до системи моніторингу і земельного кадастру /як за поведінкою у часі входу  $X\#$ , так і виходу об'єкту /для прикладу, продуктивність землі та ін./  $Y\#$  при його взаємодії із середовищем за період  $T$ .

Рішення задачі управління системою землекористування звичайно в'язане з визначенням параметрів моделі об'єкта в умовах організації спеціальних управлінських впливів на форми землекористування, які склалися, за допомогою комплексу заходів, що плануються. Цей етап називають плануванням експериментів.

Для одержання ідентифікованої моделі системи землекористування необхідно володіти вже більш повною інформацією як про стан середовища  $X$ , так і про його реакцію (для статичного об'єкта в  $i$ -му експерименті) /3/:

$$L_i = \langle X_i, U_i, Y_i \rangle, i=1, \dots, N) \quad /3/$$

а для динамічного об'єкта - про програму зміни управляемого входу об'єкта в часі /4/:

$$I_t = \langle X(t), U(t), Y(t) \rangle, 0 \leq t \leq T. \quad /4/$$

Рішення приймається на базі апробованої моделі  $F$  об'єкта, заданої цілі  $Z^*$ , обробленої інформації про стан середовища  $X$ , з врахуванням ресурсів, що виділяються для управління, які обмежують інший вплив на об'єкт вивчення. Це етап називають синтезом управління. Враховуючи специфіку системи землекористування і траєкторію зміни ситуації  $S$  середовища під дією зовнішніх факторів, достовірність інформації про стан середовища  $X$  та об'єкта  $Y$ , а також можливий розвиток або уточнення цілей  $Z^*$  у сформованій до цього часу ситуації  $S$ , реалізацію управління системою землекористування іноді пов'язують із корекцією прийнятого рішення та уточненням інших етапів управління цим складним об'єктом.

Для з'ясування того, як відображається ціль  $Z^*$  в просторі ситуації  $\{S\}$ , достатньо, вважає Л.А.Растрьгін в згаданій книзі, розглянути область  $S^*$ , яка визначається системою всіх цільових вимог /5/:

$$S^* : \begin{cases} \psi_i(S) = a_i, i = 1, \dots, k_1, \\ \psi_j(S) = b_j, j = 1, \dots, k_2, \\ \psi_l(S) = \min, l = 1, \dots, k_3, \end{cases}$$

( $k_3 N_i$  — число екстремальних цільових вимог; функції  $N_i, N_j, N_l$ , а також числа  $a_i, b_j$  й  $b_l$ , що їх обмежують, задаються (визначаються) на стадії постановки (формулювання) екстремальної задачі. Цільова точка або область  $S^*$  (задається вектором), що задовільняє всі вимоги одночасно, і є тим станом середовища, якого можна домогтися за умови, якщо ми намагаємося впливати на неї і маємо для цього достатньо ресурсів.

Зробимо де-які висновки.

Системи землекористування як складний об'єкт характеризуються функціональною розмаїтістю (за формами власності, категоріями земель і групами землекористувачів), відносною стійкістю і визначеною динамічністю (трансформація угідь і зміна складу земель, землевласників і землекористувачів). Екстремальні задачі успішно реалізуються в ефективному апараті системного аналізу за допомогою сучасних електронно-обчислювальних машин [1.4].

Для врахування ієрархічності, територіальної і тимчасової диференціації системи землекористування запропоновані і частково реалізовані різні підходи, способи і методи, які дозволяють забезпечити синтез функціональної й організаційної структури: підсистема, виділена за об'єктивним принципом, може бути розкладена на підсистеми, які виділяються за функціональною ознакою.

-

-

#### Список літератури

1. Андрійшин М. В., Сохнич А.Я. Методологічні основи оптимізації охорони природи і землекористування.-Львів: Українські технології, 1998
2. Гуцуляк Ю.Г. Досвід еколого-ландшафтного районування території в Україні та в гірських західних районах (верхній і регіональний рівні). Рекомендації землевпорядному виробництву. - Чернівці: Прут, 2008
3. Растрьгін Л.А. Современные принципы управления сложными объектами.-М.: Совет. радио, 1980
4. Рекомендации по применению экономико-математических методов и моделей в землеустройстве.-М.: ГИЗР, 1981

-

-