

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ

С.В. Котенко, О.П. Дяченко, О.С. Матвієнко
Одеський державний аграрний університет

Наведені принципи побудови апарату математичної оптимізації використання сільськогосподарських угідь. Показано, що математична оптимізація повинна базуватись на поєднанні методів геометричного моделювання і багатокритерійної оптимізації.

***Ключові слова:** геоінформаційні системи, оптимізація, сільськогосподарські угіддя.*

Вступ. Використання геоінформаційних систем (GIS) в роботі адміністративних, комерційних і навчальних структур стає повсякденною практикою. В Одеській області інтенсивно працює Головне управління земельних ресурсів [1]. Його зусиллями створено, наприклад, "Креслення існуючого стану використання земель" по Базар'янській сільській раді Татарбунарського району, виконаного в програмному комплексі "Геоінформаційна систем 6" (GIS 6). Якісно складені електронні схеми землеустрою за розумного їх професійного застосування піднімають роботу землевпорядної служби на принципово новий рівень. Стаття присвячена удосконаленню використання GIS для економічного планування використання сільськогосподарських земель.

Запропонована формалізація етапів побудови математичних моделей при використанні GIS для економічного планування сільськогосподарського виробництва. Використання стандартного програмного забезпечення GIS, наприклад, ESRI® чи ArcGIS® треба сумістити з задачею оптимального використання земельних ресурсів. В галузі сільськогосподарського виробництва традиційними методами математичного моделювання вирішують задачі: найбільш цільового розподілу виробничих ресурсів (праці, землі, техніки і т.д.) з метою максимального збільшення виробництва сільськогосподарської продукції; досягнення заданих об'ємів виробництва з мінімальними затратами виробничих ресурсів; ефективного управління виробництвом і найкращої організації виробничих процесів при мінімальних затратах праці, матеріально-грошових засобів та часу. Але досі ці задачі ставилися в спрощеній формі, що знижувало їх практичну значущість.

Аналіз останніх досліджень. Економіко-математична задача оптимального розвитку підприємства дозволяє відобразити множину умов, взаємозв'язку між затратами ресурсів і результатами виробництва, збалансувати виробництво і використання ресурсів таким чином, щоб забезпечити раціональне використання наявних ресурсів виробництва. Для цього необхідно проаналізувати великі групи показників: виробничі ресурси, особливо, земельні ресурси в залежності від інтенсивності використання землі тобто: ріллі, багаторічних насаджень, природних сінокосів і т.д.; норми затрат добрив на виробництво одиниці продукції; кількість, склад добрив, засобів захисту рослин на кв. метр, час їх внесення; норми затрат кормових ресурсів на виробництво одиниці продукції тваринництва, вихід кормових ресурсів з розрахунку на один гектар, схему сівозмін на цьому полі, об'єм гарантованого виробництва по видах товарної продукції рослинництва для конкретного поля, собівартість продукції і багато іншого. З другого боку - вибір і формалізація критерію оптимальності є одним з найбільш відповідальних етапів моделювання. В той же час, для сільськогосподарського виробництва притаманна багатокритеріальність – тобто, зазвичай, не можна обмежитися суто одним критерієм оптимальності. Але при самій ретельній обробці систем змінних і умов обмежень моделі, самому доброму забезпеченню адекватності моделі дійсності, невдалий вибір критерій оптимальності може призвести до незадовільних рішень, викривити цільову установку планово-економічної задачі.

Результати досліджень. Для задачі оптимального використання сільськогосподарських угідь спочатку застосуємо програмні засоби геометричного моделювання

GIS, інструментами яких є форма і взаємне розташування обмежуючих об'єкт елементів. Розміри обмежуючих елементів не є складовою частиною самої моделі, а розглядаються як зовнішні для неї фактори. Тоді математична модель буде мати вигляд

$$M = \langle \vec{L}, \vec{P} \rangle \quad (1)$$

де: L матриця описів обмежуючих елементів (наприклад, меж даного поля); P — матриця опису графа суміжності об'єкту. Спосіб завдання елементів матриці L може бути різним. Це і канонічні рівняння прямих, кіл, поверхонь, і таблично-інтерполяційне завдання геометрії, і набір R -функцій [2].

Модель (1) описує деяку сукупність реальних об'єктів (наприклад, земельних ділянок, полів), що мають однакові набори обмежуючих елементів і однаковий набір змінних суміжності, але різні набори розмірних параметрів. R -функція виконує відновлення моделі шляхом рішення систем рівнянь, що містяться в L і отримання константних координат всіх обмежуючих елементів і виглядає наступним чином:

$$\mathfrak{R}(P_0, \vec{S}, \vec{L}, \vec{P}) \quad (2)$$

де: P - матриця, яка задає положення всієї геометричної моделі в просторі; 0 – індекс крапки прив'язки GIS - моделі; S - матриця розмірних параметрів.

Є набір базових операцій над моделями. Туди входить модифікація матриці S (параметричне проектування) і модифікація матриці P (компоновка геометричної моделі). Виконання булевих операцій перетину і віднімання над моделями $M1$ і $M2$ є утворенням нової моделі $M3$. Геометричне ядро сучасних оболонок забезпечує виконання всіх цих операцій, оскільки базові алгоритми таких перетворень добре відомі і використовують наступний алгоритм. Якщо представити S як крапку в n -мірному фазовому просторі рішень моделі M (n дорівнює числу компонентів S), то процес пошуку оптимального рішення є послідовним перебором ряду крапок до досягнення необхідних геометричних характеристик моделі. Оцінка досягнення потрібних характеристик виконується шляхом порівняння поточного результату з бажаним. Слід зазначити, що траєкторія в просторі M в загальному випадку є розривною, а конфігурація простору M накладає обмеження на модель. Ці обмеження виключають явно неможливі варіанти розв'язку. Таким чином, для автоматизації моделювання достатньо розробити функцію (2), накласти обмеження на її фазовий простір і реалізувати ітераційну процедуру введення параметрів, візуалізацію з наступною оцінкою і компоновкою.

Але геометричне моделювання для практичних задач не є достатнім. Кожне поле має свої особливості – характер ґрунту, історію сівозмін, історію внесення добрив і т. ін. Тому реальна задача по оптимізації поточного (цього річного прибутку) чи прибутку на перспективу (наступні роки і десятиріччя) потребує іншого підходу. Таким підходом може бути оптимізація в просторі станів матриці критерію оптимізації $F(x)$. Тобто, при оптимізації використаємо не один критерій а їх ряд. Така постановка задачі приводить до задачі оптимізації з критерієм оптимізації:

$$F(x) = \{F_1(x), F_2(x), \dots, F_m(x)\} \quad (3)$$

Складність поєднання двох методів: геометричного моделювання і оптимізації в просторі станів матриці критерію оптимізації полягає в пошуку екстремуму матриці цілей, на яку накладені обмеження:

$$\begin{aligned} & \underset{x \in \mathfrak{R}^n}{\text{minimize}} \quad F(x) \\ & G_i(x) = 0 \quad i = 1, \dots, m_e \\ & G_i(x) \leq 0 \quad i = m_e + 1, \dots, m \\ & x_l \leq x \leq x_u \end{aligned} \quad (4)$$

Відзначимо, що будь-які компоненти $F(x)$ є конкуруючими і наявне коло рішень, кожне з яких є допустимим. Для більш точного формулювання даної концепції

розглянемо якусь область допустимих рішень Ω у параметричному просторі $x \in \mathfrak{R}^n$, яке задовольняє всім прийнятим обмеженням, тобто:

$$\Omega = \{x \in \mathfrak{R}^n\} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} &\text{при обмеженнях} \\ &g_i(x) = 0 \quad i = 1, \dots, m_e \\ &g_i(x) \leq 0 \quad i = m_e + 1, \dots, m \\ &x_l \leq x \leq x_u \end{aligned}$$

Тоді алгоритмом рішення може бути стратегія зважених сум [3]. Дана стратегія перетворить задачу оптимізації $F(x)$ у задачу побудови зважених сум для всіх вибраних об'єктів.

$$\underset{x \in \Omega}{\text{minimize}} \quad f(x) = \sum_{i=1}^m w_i \cdot F_i(x)^2 \quad (6)$$

Далі до даної задачі вже може бути застосований стандартний алгоритм оптимізації без наявності обмежень [4]. В цьому випадку розглядаються коефіцієнти ваги для кожної з вибраних цілей. Ці коефіцієнти необов'язково повинні напряму відповідати відносній значущості відповідної мети або брати до уваги взаємовплив між конкретно вибраними цілями. Більш того, межі непокращуваних рішень можуть бути і не досягнуті, так що певні рішення є по суті недосяжними.

Висновки. Таким чином, показано, що, по-перше, побудова апарату математичної оптимізації використання сільськогосподарських угідь повинна базуватись на поєднанні двох методів: геометричного моделювання і багатокритерійної оптимізації. По-друге, поєднання методів геометричного моделювання і багатокритерійної оптимізації веде до того, що алгоритмом рішення може бути стратегія зважених сум і задача оптимізації матриці критерію $F(x)$ полягає в пошуку екстремального значення цільової функції, на яку накладаються обмеження або вказуються її граничні значення.

Література

1. Сайт Головного управління земельних ресурсів у Одеській області [Електронний ресурс] — Режим доступу: http://www.landres.od.ua/news/10_12_07.html.
2. Куценко Л.Н., Маркин Л.В. *Форми і формули.* - М.: Вид-во ТРАВЕНЬ, 1994. 176с.: мул.
3. Da Cunha, N.O. and E. Polak, "Constrained Minimization Under Vector-valued Criteria in Finite Dimensional Spaces," *J. Math. Anal. Appl.*, Vol. 19, pp 103-124, 1967.
4. Котенко С. В. Підвищення ефективності та зниження втрат ресурсу у розподілених дисипативних мережах // *Аграрний вісник Причорномор'я. Економічні науки.* Випуск 44. - Одеса, 2008.

Аннотация

С. В. Котенко, А.П. Дяченко, А.С. Матвиенко. **Оптимизация использования сельскохозяйственных угодий.** Приведены принципы построения аппарата математической оптимизации использования сельскохозяйственных угодий. Показано, что математическая оптимизация должна базироваться на сочетании методов геометрического моделирования и многокритериальной оптимизации.

Ключевые слова: геоинформационные системы, оптимизация, сельскохозяйственные угодья.

Summary

S.V. Kotenko, O.P. Diachenko, O.S. Matvienko. **Optimization of the use of agricultural lands.** Article is devoted by principles of mathematical optimization of the use of agricultural fields. This article

implies that mathematical optimization must be based on combination of methods of geometrical design and multicriterion optimization.

Key words: GIS, optimization, agricultural lands.