*Волоха Микола Петрович, доктор технічних наук,*

*професор, Національний технічний університет України*

 *«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ*

*ORCID: 0000-0002-0112-7324*

**СТВОРЕННЯ АЛГОРИТМУ МОДЕЛЮВАННЯ ДВОЄДИНОГО**

**МЕХАНІЗОВАНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ ГРУНТУ І СІВБИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**

Враховуючи наявність декількох критеріїв оцінки виробничих процесів у рослинництві задача багатокритеріальної оптимізації та ефективного керування складним нерозривним у часі механізованим технологічним процесом передпосівного обробітку грунту і сівби є наступною [1].

Нехай  – локальні критерії (цільові функції), за якими оцінюється ефективність технологічного процесу. Кожен з *q* критеріїв залежить від вектора параметрів (вхідних впливів)  і важливість критеріїв описується коефіцієнтами відносної важливості (вагами ) . Критерії  утворюють вектор критеріїв , а коефіцієнти  – ваговий вектор . Кожному конкретному значенню параметрів технологічного процесу  можна поставити у відповідність вектор оцінок . Тоді задачу прийняття рішення можна формалізувати наступним чином.

Знайти вектор параметрів технологічного процесу , який забезпечує максимальні значення локальних критеріїв за умов відповідності

вимогам та обмеженням цього технологічного процесу:

,

де:  – локальні критерії, значення яких або обчислюються за моделями, або отримуються еспериментально;

 – функції обмежень допустимих режими;

 – множина існуючих параметрів технологічного процесу.

В результаті виконання послідовності технологічних операцій за умов певних фіксованих параметрів можна отримати кінцевий продукт з відповідним набором властивостей. Кінцевий результат можна розглядати як точку в просторі критеріїв якості технологічного процесу. Нехай  – це така «точка», якій відповідає вектор значень локальних критеріїв , що є агротехнічними показниками якості виконання технологічного процесу.

Порівняльний аналіз відомих алгоритмів пошукової оптимізації показав переваги методу конфігурацій, що деформуються, як найбільш придатного для вирішення поставленої задачі. У даному методі використовуються правильні симплекси в якості основної конфігурації, коли управління процесом пошуку здійснюється за рахунок вибору локально-оптимального напряму зсуву центру симплекса і вибору величини кроку, що забезпечує зменшення значення функції, яка оптимізується в центрі симплекса. Величина кроку змінюється шляхом зміни розміру симплексу зі збереженням правильної форми симплекса.

Використані симплексні методи для розв’язання деякої здачі двовимірної безумовної мінімізації. Область допустимих значень в цьому випадку збігається з усім простором $R^{2}$ і є площиною.

Для розв’язання здачі мінімізації функції мети , де , застосовано симплексний метод з відображенням однієї вершини на кожному кроці і правильним симплексом. У даному випадку правильним симплексом є рівносторонній трикутник. При русі до екстремуму на кожному кроці оптимізації відображається та вершина трикутника, в якій функція  приймає максимальне значення. В результаті послідовних відображень утворюється ланцюжок трикутників *S*1, *S*2,… *SN*, причому центри цих трикутників  здійснюють коливальні рухи вздовж градієнтного напрямку У якості критерію локальної оптимальності нами використаний критерій, за яким відображаються ті вершини, в яких значення функції, що оптимізується є більшим за значення функції в центрі симплекса [2].

Під відображенням   вершин симплекса розуміємо паралельний їх перенос  вздовж напрямку від геометричного центру  відображуваних до центру невідображуваних  вершин симплексу , при якому симплекс  утворений  невідображуваними вершинами симплексу  і  новими вершинами є правильним симплексом . З безлічі можливих напрямків  вибрано критерії локально-оптимального напрямку зсуву центру симплекса:









де:  – *і*-та вершина симплексу ;

 дорівнює будь-якому виміряному значенню  у центрі  симплексу  або середньому арифметичному значенню функції  у вершинах симплексу :

 (1)

Таким чином, алгоритм безумовної мінімізації зі сталим розміром симплексу ґрунтується на формулах (2) і полягає в наступних кроках [3]:

 (2)

1. Побудувати правильний симплекс  з центром  і радіусом описаної гіперсфери .

2. Приймаємо .

3. Виміряти значення функції  у вершинах симплекса .

4. Визначити  за формулою (1).

5. Пронумерувати вершини симплекса  в порядку зменшення значень функції  в цих вершинах.

6. Обчислити значення критерію 

7. Визначити 

8. Відобразити  вершин, побудувати  за формулами (3).

9. У нових вершинах симплекса  виміряти значення функції

10. Переходимо до наступного кроку, коли .

11. Визначити  за формулою (1).

12. Перевірити виконання рівності

.

При її виконанні перейти до п.5. а в разі невиконання – до п.13

13. Пошук припинити. Запам’ятати вершину з мінімальним значенням функції.

**Література**

1. Волоха М. Подолання багатокритеріальності при моделюванні технологічних процесів вирощування цукрових буряків. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства*. 2014. Вип. 18 (32), кн. 2. С. 237–243.
2. Rosova, A., Behun, M., Khouri, Show, S. All Case study: the simulation modeling to improve the efficiency and performance of production process. *Wireless Networks*, 2022, Volume 28, Number 2, Page 863. <https://doi.org/10.1007/s11276-020-02341-z>.
3. Волоха М. Алгоритмічний опис двоєдиного технологічного процесу підготовки грунту і сівби буряків цукрових. *Техніка і технології АПК*. 2018. № 8. С. 17–21.