

18. Інформаційні системи і технології в економіці: Навчальний посібник / В.С.Пономаренко, Р.К.Бутова, І.В.Журавльова, Г.Н.Назарова; За ред. Пономаренко В.С.- К.: Академія, 2002.- 544с.- (Альма-матер).

19. Джексон П. Введение в экспертные системы / П. Джексон. – М., С.-П., К.: Издательский дом «Вильямс», 2001.

20. Автоматизированные информационные технологии в экономике / Под ред. Г.А. Титоренко. – М: Компьютер. ЮНИТИ. 2006. – 400с.

21. Михальчик С.О. Інформаційні системи і технології підприємства. Лабораторні роботи та методичні вказівки до їх виконання для студентів спеціальності «Економіка підприємства» / С.О. Михальчик. – Хмельницький: ХНУ, 2007.

22. Балдин К.В. Информационные системы в экономике: Учебник / К.В. Балдин, В. Уткин. — 5-е изд. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К<sup>о</sup>», 2008. — 395 с.

23. Григорова А.А. Формирование современной информационно-аналитической системы для поддержки принятия решений / А.А. Григорова, С. Г. Чёрный // ААЭКС. – 2003. - № 2(12).

24. Волков И. Архитектура современной информационно-аналитической системы / И. Волков, И. Галахов // Директор. - 2002. - №3.

25. <http://uk.wikipedia.org>

26. <https://www.agro-community.com/>

27. Особистий сайт студента – як центр кризової та комплексної підготовки майбутнього фахівця / Мегель Ю.С., Коваленко С.М., Данилюк І.В., Чалий І.В. // Матеріали XXI міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я (MicroCAD-2013). - Харків: НТУ «Харківський політехнічний інститут», 2013.

## **КОМБІНАТОРНІ ЗАДАЧІ ПЛАНУВАННЯ СІВОЗМІН**

***Пуятін В.П., д.т.н., професор, Чалий І.В., к.т.н., доцент,  
Коваленко С.М., к.т.н., доцент,  
Харківський національний технічний університет сільського  
господарства імені Петра Василенка***

Однією з основних агротехнічних задач, що має комбінаторну природу і, відповідно, потребує застосування комбінаторних методів їх розв'язання, являється задача планування сівозмін з урахуванням культур-попередників.

Математичну модель даної оптимізаційної задачі можна розглядати як окремий випадок загальної оптимізаційної задачі, що описана в [1,2]. В цьому випадку модель буде мати вигляд:

$$Q(\pi^*) = \max_{\pi \in \Pi \subset \Pi} Q(\pi, f^*),$$

$$\pi^* = \arg \max_{\pi \in \Pi \subset \Pi} Q(\pi, f^*),$$

де  $\Pi^*$  – підмножина комбінаторної множини перестановок, елементи якого задовольняють системі обмежень;

$\pi$  – елемент комбінаторної множини перестановок;

$\pi^*$  – оптимальний (найкращий у будь-якому сенсі) елемент комбінаторної множини;

$Q(\pi^*)$  – значення критерію оптимальності;

$f^* = (f_1^*, f_2^*, f_3^*, f_4^*)$  – значення природно-кліматичних та погодних параметрів, що мають прогностичний (ймовірнісний) характер.

Рішення задачі, отримане після реалізації даної математичної моделі, буде представлено кортежем  $\langle \pi^*, Q(\pi^*), f^* \rangle$ .

В загальному випадку розв'язання такої задачі можна розбити на декілька послідовних етапів: 1) генерування елементів комбінаторної множини, що відповідає оптимізаційній моделі; 2) оцінка розмірності задачі, що розв'язується, тобто визначення кількості елементів комбінаторної множини; 3) визначення методу оптимізації (повний перебір або пошукова оптимізація); 4) селекція (відбір) елементів комбінаторної множини, що задовольняють заданій системі обмежень; 5) формування області допустимих рішень; 6) пошук локального екстремуму; 7) спрямований перебір локальних екстремумів; 8) визначення рекордного значення функції мети та/або близьких до нього значень, що необхідні експерту для підтримки прийняття остаточного рішення.

Безумовно, вибір методу оптимізації визначається, насамперед, числом елементів комбінаторної множини та виглядом обмежень і функції мети. Для достатньо невеликої кількості елементів комбінаторної множини можливо застосування методу повного перебору. Для великої кількості елементів необхідно застосовувати пошукові методи оптимізації. При цьому визначення понять «великої» та «невеликої» кількості елементів комбінаторної множини залежить від застосовуваними обчислювальними засобами.

Безумовно, саме повний перебір та аналіз комбінаторних сполучень гарантує отримання глобального екстремуму. Існує велика кількість алгоритмів для формування повної множини комбінаторних

сполучень, що являє собою перший етап реалізації математичної моделі. Ці алгоритми досить широко представлені в літературі [3,4].

Однак, необхідно зауважити, що задачі комбінаторної оптимізації завжди мають велику розмірність. Крім того, незначне зростання кількості елементів в множинах, що формують комбінаторні сполучення (для задачі, що розглядається, це – кількість сільськогосподарських культур та полів, на яких ці культури можуть бути розміщено) призводить до експоненціального зростання числа комбінаторних сполучень. Таке «прокляття розмірності» в свою чергу призводить до стрімкого зростання часових витрат.

Було проведено дослідження максимальної розмірності, при якій існує можливість отримати рішення поставленої задачі методом повного перебору та отримання глобального екстремуму. Для цього було розроблено пакет прикладних програм в вільному середовищі розробки програмного забезпечення Lazarus, яке було протестоване на комп'ютерах різної конфігурації.

Після тестування пакету програм було зроблено висновки про те, що для розв'язання задач оптимізації перестановок методом повного перебору на сучасних персональних комп'ютерах, число елементів комбінаторних сполучень повинно бути не більше 13! (для визначеності було розглянуто задачу де кількість полів дорівнює кількості культур і дорівнює  $k$ ). Часові витрати при цьому складають близько 7 годин. Для числа полів та культур  $k > 13$  рекомендується застосування пошукових методів комбінаторної оптимізації при використанні персональних комп'ютерів.

Було проведено оцінку розмірності задачі, для якої може бути проведена оптимізація повним перебором за допомогою розрахунків на найпотужнішому суперкомп'ютері України СКІТ-4, що створено в Інституті кібернетики імені Глушкова. Даний суперкомп'ютер виконує  $18 \cdot 10^{12}$  операцій в секунду. Якщо припустити, що один елемент комбінаторної множини допустимих рішень генерується за одну операцію, то для кількості  $k=20$  культур і полів метод повного перебору буде виконуватись приблизно 37 годин. Однак слід зауважити, що реальні витрати часу будуть, безперечно, набагато більші. Тому навіть при використанні потужних обчислювальних систем задача, з кількістю вхідних параметрів  $k > 19$  може бути розв'язана тільки з використанням пошукових методів.

### Література.

1. Коваленко С.Н. Задачі комбінаторної оптимізації агроєкосистеми севообороти – технології – машини – екологія / С.Н.

Коваленко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2007. – № 4/5(28). – С. 20–24.

2. Пуятин В. П. Модели задач комбинаторной оптимизации для поддержки принятия решений в аграрно-промышленном комплексе/В.П. Пуятин, С.Н. Коваленко // Системи обробки інформації. – 2007. – №. 2. – С. 71-75.

3. Стоян Ю. Г. Оптимизация технических систем с источниками физических полей / Ю.Г. Стоян, В.П. Пуятин. – К.: Наук. думка, 1988. – 192 с.

4. Математичні моделі функціонування економіко-виробничих і технічних систем та методи їх дослідження / [Ю.Є. Мегель, А.П. Руденко, С.М. Коваленко, І.В. Данілко]. – Харків: «Міськдрук», 2013. – 389 с.

## **ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ЕКОНОМІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ КРИЗОВОГО ТА ПОСТКРИЗОВОГО РОЗВИТКУ**

*Бабіна Н.О.,*

*Київський національний університет технологій та дизайну*

В сучасних умовах господарювання однією з важливих проблем стає розробка механізму економічної безпеки підприємств та інструментів управління останньою. Економічна безпека підприємства розуміється як стан його функціонування в умовах заздалегідь запланованого розвитку, у відповідності до чого реалізуються задекларовані місія, цілі і завдання.

В умовах фінансово-економічної кризи, що обумовлена низкою зовнішніх та внутрішніх чинників, українські підприємства зазнають значних втрат, пов'язаних зі стрімким падінням попиту на виготовлені продукти або послуги, відтоком капіталу, подорожчанням кредитного ресурсу, нестабільністю макроекономічного середовища, зростанням кримінальних зазіхань на економічні процеси та ін.

В цих умовах з'являються нові проблеми, які необхідно вирішувати сучасними методами та інструментами. Насамперед виникає доцільність вжиття заходів мінімізації ризиків, які каталізують загострення стану економічної безпеки підприємств. Серед цих ризиків: загострення конкуренції за доступ до ресурсів (сировинних, фінансових, інтелектуальних); штучне обмеження можливостей виходу на фінансові ринки; відновлення проблеми рейдерства; стрімкі (непередбачувані) зміни ринкового середовища; поширення