

УДК 004.9

DEVELOPMENT OF PRODUCTION CONTROL SYSTEM OF
PRODUCTION MANAGEMENT

РОЗРОБКА СППР УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЦТВОМ

Hrybkov S.V. / Грибков С.В.

c.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.

ORCID: 0000-0002-2552-2839

Seidykh O.L. / Сєдих О.Л.

senior lecturer / старший викладач

ORCID: 0000-0003-4590-2019

National University of Food Technologies, Kyiv, Volodymyrska 68, 01601

Національний університет харчових технологій, Київ, Володимирська 68, 01601

Анотація. Робота присвячена вдосконаленню системи управління макаронним виробництвом за рахунок розробки та впровадження СППР на основі використання сучасних алгоритмів та інформаційних технологій. У роботі проведена формалізація та математичне моделювання задачі планування виконання замовлень для макаронної галузі. Запропоновано та обґрунтовано підходи й методи розв'язання задачі планування виконання замовлень як багатокритеріальної задачі прийняття рішень на основі мета-евристичних алгоритмів. Розроблена СППР враховує особливості макаронного виробництва з використанням запропонованих методів. Створені елементи СППР пройшли апробацію на ТОВ «Продєко» та отримали рекомендацію на подальше впровадження та використання на підприємствах галузі, що підтверджено відповідним актом.

Ключові слова: СППР, алгоритм, макаронне виробництво, алгоритм рою часток, алгоритм рою світлячків, алгоритм оптимізації роєм світлячків, метод зозулиного пошуку, метод пошуку косяком риб.

Abstract. The work is devoted to the improvement of the pasta production management system through the development and implementation of DSS based on the use of modern algorithms and information technologies.

The paper deals with the formalization and mathematical modeling of the task of planning the execution of orders for the pasta industry. Approaches and methods for solving the task of scheduling the execution of orders as a multicriteria decision-making problem based on meta-heuristic algorithms are proposed and substantiated. SPP was developed taking into account the peculiarities of pasta production using the proposed methods. The created elements of the DSS have been approved by Prodeko Ltd. and have been recommended for further implementation and use at the enterprises of the branch, which is confirmed by the relevant act.

Key words: DSS, algorithm, pasta production, particle round algorithm, firefly algorithm, glowworm swarm optimization, cuckoo search, fish school search.,

Вступ.

Ефективність управління виробництвом макаронного підприємства нині можна виміряти досягненням конкретних високих техніко-економічних показників, які в майбутньому зможуть вирізнити його серед конкурентів. Успішне виконання планових об'ємів виробництва відповідно до прийнятих в роботу замовлень із мінімальними економічними затратами зазвичай є результатом правильно прийнятих управлінських рішень. Тому актуальною задачею є впровадження комплексних інформаційних рішень в системах управління, спрямованих на підвищення ефективності та розвитку макаронного виробництва. Розробка та впровадження СППР на основі використання сучасних алгоритмів та інформаційних технологій є актуальною задачею.

Основний текст. Автори робіт [1, 2] запропонували математичні моделі по управлінню виконання замовлень з метою ефективного управління виробництвом і підприємства в цілому. Крім того, в цих роботах запропоновано використання декілька модифікацій для алгоритмів мурашиної колонії та зграї сірих вовків, що були адаптовані для вирішення задачі формування замовлень. Для повноти ефективності доцільно було б розглянути та провести випробування алгоритмів рою часток, рою світлячків, оптимізації роєм світлячків, зозулиного пошуку, пошуку косяком риб. Вище перераховані алгоритми були обрані тому, що їх можливо використовувати для задач багатокритеріальної оптимізації, які передбачають побудову множини Парето для відповідної задачі. За основу була взята математична модель, запропонована в роботі [1].

Метод рою часток підтримує загальну кількість можливих рішень, які називаються частками або агентами, і переміщаючи їх в просторі на знайденому в цьому просторі рішенні, весь час перебуває в процесі знаходження агентами більш вигідних рішень. Спочатку всі агенти знаходяться у випадкових місцях простору і з випадковим вектором швидкості. У кожній точці, яку відвідує частка, розраховується задана функція і фіксується оптимальне значення шуканої функції. Так само всі частинки знають місце розташування найкращого результату пошуку в усьому рої і після кожної ітерації агенти коригують вектори швидкостей і їх напрямки, намагаючись наблизитися до найкращої точки рою і при цьому бути ближче до свого індивідуального максимуму. При цьому постійно відбувається розрахунок шуканої функції і пошук найкращого значення. Концепція даного алгоритму полягає у корегуванні напрямку швидкості агентів [3].

Алгоритм світлячків використовує наступну модель поведінки світлячків [4, 5]: всі світлячки можуть залучати один одного, незалежно від своєї статі; привабливість світлячка для інших осіб пропорційна його яскравості; менш привабливі світлячки переміщуються в напрямку більш привабливого світлячка; яскравість випромінювання даного світлячка, видима іншим світлячком, зменшується зі збільшенням відстані між світлячками; якщо світлячок не бачить біля себе світлячка, яскравіше ніж він сам, то він переміщається випадковим чином.

Алгоритм зозулиного пошуку базується на поведінці зозулі в процесі вимушеного гніздового паразитизму, коли деякі види зозуль підкладають яйця в гнізда птахів інших видів. Відомі види зозуль еволюціонували таким чином, що їх жіночі особи можуть імітувати колір і структуру яєць господаря. Це знижує ймовірність того, що гніздо буде покинуто чи яйце зозулі буде викинуто, і тим самим збільшує ймовірність відтворення цього виду зозуль. Паразитарні зозулі часто вибирають гнізда, де господар тільки що відклав свої яйця. В алгоритмі CS кожне яйце в гнізді являє собою рішення, а яйце зозулі - нове рішення. Мета полягає у використанні нових і потенційно кращих (зозулиних) рішень, щоб замінити менш хороше рішення в гніздах. У найпростішому варіанті алгоритму в кожному гнізді знаходиться по одному яйцю. Алгоритм заснований на трьох наступних правилах: кожна зозуля

відкладає одне яйце за один раз у випадково обране гніздо; кращі гнізда з яйцями високої якості (високим значенням придатності) переходять в наступне покоління; яйце зозулі, відкладене у гніздо, може бути виявлено господарем з певною ймовірністю і видалено з гнізда [6].

Алгоритм пошуку косяком риб базується на поведінці харчування та пошуку їжі косяків риб, які плавають приблизно з однією і тією ж швидкістю і орієнтацією, підтримуючи приблизно постійну відстань між собою. Доведено, що будь-якого роду об'єднання риб грають важливу роль в підвищенні ефективності пошуку ними їжі, захисту від хижаків, а також у зменшенні енергетичних витрат в процесі плавання.

В алгоритмі пошуку косяком риби вважається, що вони рухаються в області пошуку їжі, яка є рішенням задачі оптимізації. Вага кожної риби формалізує її індивідуальний успіх в пошуку рішення і відіграє роль пам'яті риби. Саме наявність ваги у агентів популяції є головною особливістю парадигми пошуку косяком риб в порівнянні з парадигмою оптимізації роєм часток. Ця особливість даного алгоритму дозволяє відмовитися від необхідності відшукувати і фіксувати глобально кращі рішення, як це робиться в алгоритмі рою частинок. Весь косяк рухається до набору найуспішніших риб. Колективно-вольовий рух збирає всіх осіб в косяк, щоб рух основних риб косяка був ефективним. В іншому випадку косяк поширюється по всій запропонованій території. Вага показує, наскільки ефективний косяк риб: якщо вага збільшується - косяк успішний, і нові позиції задає знайдене рішення. Якщо вага зменшується, то косяк не успішний, а нові позиції визначаються як ймовірнісний перехід. Вважаємо, що вирішується завдання глобальної умовної максимізації в певній області і що всюди в цій області фітнес-функція приймає невід'ємні значення. Оператори алгоритму об'єднані в дві групи: оператор годування формалізує успішність дослідження агентами тих чи інших областей акваріума; оператори плавання реалізують алгоритми міграції агентів косяка риб. Використовують наступні показники в алгоритмі: оператор годування, що визначає різниці значень фітнес-функції на кожній ітерації порівнюючи поточну вагу агента до та після годування; оператор плавання, що визначає переміщення риб в області одним із заданих варіантів (індивідуальне, інстинктивно-колективне і колективно-вольове). Індивідуальне плавання - переміщення агента в цьому випадку є випадковим. Якщо переміщення агента в обраному напрямку виводить агента за межі області допустимих значень, а також порушує задані обмеження, то переміщення не здійснюється. Величину кроку переміщення вважаємо випадковою величиною, рівномірно розподіленою у заданому інтервалі. Індивідуальне плавання агента можна інтерпретувати як локальний пошук в околиці поточного становища агента. Колективно-вольове плавання виконуємо слідом за інстинктивно - колективним плаванням. Даний вид плавання полягає в зміщенні всіх агентів у напрямку поточного центру ваги популяції, якщо сумарна вага косяка в результаті індивідуального і інстинктивно-колективного плавання збільшилася, і в протилежному напрямку - якщо ця вага зменшилася. Іншими словами, в разі успіху зазначених плавань популяція стягується до свого центру тяжіння, тобто

підвищує інтенсивність пошуку. В іншому випадку популяція розширюється від того ж центру, підвищуючи свої диверсифікаційні властивості.

В якості умови завершення ітерацій усіх алгоритмів є знаходження оптимально наближеного до оптимального варіанту, що має максимальну вигоду за загальною функцією оптимізації.

Для завдань безперервної нединамічної оптимізації, де потрібно знайти найкраще рішення і достатній запас часу, підійдуть алгоритми, в яких використовують градієнт: рою частинок, рою світлячків, косяка риб, оскільки їх частки сходяться в околицю екстремуму і потім крок їх переміщень зменшується, алгоритм починає виконувати локальний пошук, і як результат зменшуються околиці екстремуму.

Алгоритми ройового інтелекту можуть бути адаптовані до вирішення багатокритеріальної задачі. Але за своєю природою найбільш підходить для таких завдань алгоритм рою світлячків, оскільки кожна частка виконує черговий крок, орієнтуючись на всі частинки, що займають кращі позиції. Це дозволяє алгоритму краще дослідити компромісні області простору пошуку рішень в багатокритеріальних задачах. Алгоритм пошуку косяком риб є універсальним методом для знаходження оптимуму функцій будь-якої складності.

Апробація усіх алгоритмів та порівняння їх з іншими проводились на основі статистичних даних ТОВ «Предеко», що були обрані за різні попередні періоди. Експеримент показав, що не ефективно використовувати алгоритми для кількості замовлень менше 50-75, адже часу витрачається дуже багато. Крім параметрів задачі на час вирішення впливають також параметри комп'ютерної техніки, на якій проводилися випробування.

Розроблено СППР, що забезпечує реалізацію основних функцій планування, виконання замовлень та інформаційну підтримку основних задач керівника виробництва та змінних майстрів. Розроблена система дає змогу сформувати план виконання замовлень з урахуванням особливостей виробничого процесу підприємства. Розроблена система дає змогу сформувати план виконання замовлень з урахуванням особливостей виробничого процесу підприємств, забезпечує підтримку прийняття рішень при виникненні позаштатних ситуацій.

В якості СУБД використано MS SQL Server 2008 R2, що являє собою масштабовану платформу для організації сховищ даних, яка дозволяє швидше і ефективніше інтегрувати інформацію в сховища, а також керувати зростаючими її обсягами, надаючи всім користувачам відомості, необхідні для кращого розуміння цієї інформації.

Для розробки модулів системи та інтерфейсу використано інтегроване середовище розробки програмних додатків з підтримкою різних мов програмування MS Visual Studio 2017 Community.

Створена СППР використовувалась протягом трьох місяців на підприємстві ТОВ «Предеко», що дало змогу оцінити ефективність використання обраних алгоритмів для розв'язання задачі формування оптимального плану виконання замовлень.

Висновки.

Були розглянуті методи, які котрі базуються на метаевристиці, для розв'язання задачі планування виконанням замовлень, а саме: метод рою часток, метод рою світлячків, алгоритм пошуку зозулі, алгоритм пошуку косяком риб. Крім базових варіацій розглянуто модифікації цих методів. Проведено їх порівняння для задачі планування виконання замовлень. Обрані методи були покладені у програмний модуль, що увійшов до СППР, яка створена для підприємства ТОВ «Продеко».

Були отримані позитивні результати при використанні створеної СППР, що використовує обрані алгоритми, на підприємстві ТОВ «Продеко». До основних переваг необхідно віднести: швидку можливість реконфігурування змінних завдань, що дає змогу адаптації при виникненні позаштатних ситуацій.

Література:

1. Грибков С.В. Розробка інформаційної технології планування виконання замовлень для харчового підприємства / С.В. Грибков, О.В. Харкянен, В.О. Овчарук, І.В. Овчарук // Східно-європейській журнал передових технологій, 2020. - V 1, № 3 (103) - С. 62-73. DOI: 10.15587 / 1729-4061.2020.195455

2. Грибков С.В. Web-орієнтована система підтримки прийняття рішень при плануванні виконання договорів / С.В. Грибков, Г.В. Олійник, В.А. Литвинов // Східно-європейській журнал передових технологій, 2018. - V 3, № 2 (93) - С. 13-24. DOI: 10.15587 / 1729-4061.2018.132604

3. Niknam T., Amiri B. An efficient hybrid approach based on PSO, ACO and k-means for cluster analysis / // Applied Soft Computing : journal, 2010. - Vol. 10, no. 1. - P. 183—197.

4. Yang X.S. Firefly algorithms for multimodal optimization. In proceedings of the 5th Symposium on Stochastic Algorithms, Foundations and Applications. 2009. P. 169–178.

5. Kwiecien J. Firefly algorithm in optimization of queueing systems / J. Kwiecien, B. Filipowicz. // Bulletin of the polish academy of sciences technical sciences. – 2012. – Vol. 60, No. 2. – P. 363-368

6. Yang X.S., Deb S. Cuckoo search via Levy flights. In proceedings of World Congress of Nature & Biologically Inspired Computing. 2009. P. 210 – 214.

7. Filho A.B., de Lima Neto F. B., Lins C. C., Nascimento I. S., and M. P. Lima, "A novel search algorithm based on fish school behavior," Systems, Man and Cybernetics, SMC 2008. IEEE International Conference on, 2008, pp. 2646-2651.

Статья отправлена: 20.04.2020 г.

© Грибков С.В., Седих О.Л.