

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОПЕРАТИВНОГО
ПЛАНУВАННЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРОДУКЦІЇ
НА ТОВ «СЛОБОЖАНСЬКИЙ БЕКОН»**

Грибков С. В., Фурта О. О.

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

E-mail: sergio_nuft@i.ua

**The Mathematical Model for Optimization of Operative Calendar Plan of
Sausage Production at Slobozhansky Bacon, LLC**

The mathematical model for optimization of operative-calendar plan of sausage production at Slobozhansky bacon LLC is developed in the work. The proposed model takes into account all the peculiarities of the production process at Slobozhansky Bacon LLC and is aimed at minimizing the costs of manufacturing and storage of finished products, processing and utilization of substandard products, reducing the total time and cost of fulfilling orders for a certain period and increasing the profit from the execution of orders. It is suggested to use population algorithms to solve the problem and to perform a comparative analysis of such algorithms.

Ковбасні вироби є багатокomпонентною продукцією, що включає велике розмаїття основної (свинина, телятина, м'ясо птиці) та допоміжної сировини (сіль, перець, спеції, нітритна сіль, глюкоза тощо). Особливу увагу необхідно приділити підприємствам, що відносяться до малих та середніх, адже саме вони забезпечують невеликі райони. Одним з представників такого класу підприємств є ТОВ «Слобожанський бекон». Основними характеристиками підприємства є: виготовлення ковбасних виробів відповідно до ДСТУ та ISO; виготовлення продукції невеликими партіями; виникнення певного обсягу некондиційної продукції при зміні технології та рецептури; динаміка замовлень. Головною особливістю даного підприємства є динаміка різновиду сировини для виготовлення продукції в залежності від попиту та об'єму замовлень, що спонукає весь час коригувати виробничі плани, змінні завдання, рецептуру виготовлення, складність визначення коректного технологічного процесу виготовлення продукції та постійно здійснювати моніторинг процесу виробництва з метою зниження некондиційної продукції.

Основною проблемою для харчових підприємств є невизначеність і швидкі зміни в бізнес-середовищі. Як правило, замовники вимагають виконання своїх замовлень вчасно, в повному обсязі та асортименті.

Виходячи з вище зазначеного актуальною задачею є удосконалення методів управління за рахунок створення спеціалізованих методів підтримки прийняття рішення при оперативному плануванні виготовлення продукції.

Для математичної постановки задачі позначимо:

t – час початку виконання плану, який позначається датою та часом до хвилини;

Δt – час за який необхідно виконати усі замовлення в хвилинах;

$(t + \Delta t)$ – плановий період на який розраховується виробничий план;
 i – замовлення, що знаходиться на черзі, регламентує один вид продукції, яку необхідно випустити період $(t + \Delta t)$;
 j – номер етапу з множини етапів ($j \in \omega_i$) для i -о замовлення, ω_i – кількість необхідних етапів виготовлення i -го замовлення;
 l – номер обладнання з множини обладнання ($j \in \sigma_i$) для i -о замовлення, σ_i – кількість задіяного обладнання для виконання усіх етапів при виготовленні i -го замовлення;
 t_i – час початку виконання виготовлення продукції за i -м замовленням;
 Δt_{ijl} – час виконання здійснення j -о етапу на l -у обладнанні для виготовлення продукції за i -м замовленням;
 P_{ijl}^t – час необхідний для підготовки l -о обладнання для здійснення j -о етапу при виготовленні продукції за i -м замовленням, може приймати нуль, якщо підготовка не потрібна;
 η_{ijl}^t – час для очищення обладнання після j -о етапу виготовлення продукції за i -м замовлення на l -у обладнанні, якщо воно не потрібно або це необхідно перед проведенням ремонтно-профілактичних робіт;
 O_{ijl} – параметр, що приймає значення $\{0,1\}$ ($O_{ijl} = 1$, якщо j -е етап можливо виконати на l -у обладнанні для виготовлення продукції за i -м замовлення; $O_{ijl} = 0$ в іншому випадку);
 n – загальна кількість договорів, які необхідно виконати за період $(t + \Delta t)$;
 θ_i – параметр, що приймає значення $\{0,1\}$ ($\theta_i = 1$, якщо i -е замовлення виконується за період $(t + \Delta t)$; $\theta_i = 0$ в іншому випадку);
 $sd_i(t + \Delta t)$ – вартість одиниці продукції для i -о замовлення за період $(t + \Delta t)$;
 $vc_i(t + \Delta t)$ – постійні витрати на виготовлення одиниці продукції для i -о замовлення за період $(t + \Delta t)$;
 $vz_i(t + \Delta t)$ – змінні витрати на виготовлення одиниці продукції для i -о замовлення за період $(t + \Delta t)$;
 $op_i(t + \Delta t)$ – обсяг готової продукції, яку необхідно виготовити за i -м замовлення у період $(t + \Delta t)$;
 g_i – розмір штрафу прописаний у договорі, який необхідно відшкодувати замовнику, якщо буде порушено dt_i термін виконання замовлення;
 Ψ_i – коефіцієнт, що приймає значення $\{0,1\}$, $\Psi_i = 1$ якщо $(t_i + F_{2i}(t + \Delta t)) < dt_i$, $\Psi_i = 0$ в іншому випадку, та визначає необхідність відшкодувати замовнику, якщо буде порушено термін виконання dt_i ;
 r_i – перелік ресурсів необхідного для виготовлення продукції за i -м

замовленням;

ω_i – кількість етапів i -го договору;

hk_i – коефіцієнт, який враховує необхідність сплати штрафу запізнення за кожну добу;

σ_i – кількість задіяного обладнання для виконання усіх етапів при виготовленні i -го замовлення;

to_{ij-1} – час переходу/очікування між виконанням j -о етапу до $(j-1)$ етапу;

c_{ijl} – витрати за одну годину при здійсненні j -о етапу на l -у обладнанні для виготовлення продукції за i -м замовленням;

cn_{ijl} – вартість перероблення чи утилізації одиниці отриманої некондиційної продукції при виконанні i -о замовлення на l -у технологічному обладнанні;

vnk_{ijl} – загальна кількість некондиційної продукції, отриманої на кожну одиницю продукції під час виконання j -о етапу i -о замовлення на l -у технологічному обладнанні.

dt_i – час на який необхідно виготовити продукцію за i -м замовленням.

k – вид ресурсу необхідного для виконання i -м замовлення, а загальна кількість видів ресурсів необхідних для виконання i -м замовлення g_i ;

rk_{ik} – обсяг сировини необхідний для виготовлення одиниці продукції за i -м замовленням;

rt_{ik} – час надходження k -о компонента для виконання i -м замовлення;

vsr_{ik} – вартість зберігання k -о компонента для виконання i -м замовлення.

Для підприємств харчової галузі автори виділяють наступні частині критерії:

1) Отримання максимального прибутку від виконання замовлень на виготовлення продукції за заданий часовий проміжок є перший частковий критерій оцінки ефективності варіанту плану (1) на плановий період $(t + \Delta t)$.

$$F_1(t + \Delta t) = \sum_{i=1}^n (\theta_i * (sd_i(t + \Delta t) - (vc_i(t + \Delta t) + vz_i(t + \Delta t)))) * op_i(t + \Delta t) \rightarrow \max$$

(1)

2) Мінімізація часу на виготовлення продукції кожного i – замовлення за період $(t + \Delta t)$ є частковим критерієм та впливає на загальну ефективність варіанта плану (2), а обмеження (3) регламентує виготовлення продукції за період $(t + \Delta t)$ та обмеження (4) обумовлює закінчення виготовлення продукції не пізніше визначеного терміну.

$$F_{2i}(t + \Delta t) = \sum_{j=1}^{\omega_i} \sum_{l=1}^{\sigma_i} (o_{ijl} * (pt_{ijl} + t_{ijl} + \eta t_{ijl} + to_{ij-1})) \rightarrow \min \quad (2)$$

$$t \leq t_i + F_{2i}(t + \Delta t) \leq t + \Delta t \quad (3)$$

$$t \leq t_i + F_{2i}(t + \Delta t) \leq dt_i \quad (4)$$

3) Третій критерій є сумарний розмір штрафів за невчасне виконання замовлення за плановий період, який визначається за формулою (6).

$$F_5(t + \Delta t) = \sum_{i=1}^n (g_i * \Psi_i * hk_i) \rightarrow \min \quad (6)$$

4) Четвертим критерієм є значення сумарних витрат на виконання замовлень за заданий період, адже якщо технологічна ділянка виступає як окремий цех тоді враховуються увесь час експлуатації, що розраховується за формулою (7).

$$F_4(t + \Delta t) = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^{\omega_i} \sum_{l=1}^{\sigma_i} (o_{ijl} * (pt_{ijl} + t_{ijl} + \eta t_{ijl})) * c_{ijl} \right) \rightarrow \min \quad (7)$$

5) П'ятим критерієм є мінімізація витрати на переробку та утилізацію отриманої некондиційної продукції при виконанні усіх замовлень, який визначається за формулою (8).

$$F_5(t + \Delta t) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{\omega_i} \sum_{l=1}^{\sigma_i} (o_{ijl} * cn_{ijl} * vnk_{ijl} * op_i(t + \Delta t)) \rightarrow \min \quad (8)$$

6) Шостим критерієм є мінімізація витрати на зберігання готової продукції, який визначається за формулою (9).

$$F_6(t + \Delta t) = \sum_{i=1}^n (vz_i * op_i(t + \Delta t) * \max(0, dt_i - (t_i + F_{2i}(t + \Delta t)))) \rightarrow \min \quad (9)$$

7) Сьомим критерієм є мінімізація витрати на зберігання сировини та матеріалів, що необхідні для виготовлення продукції, який визначається за формулою (10).

$$F_7(t + \Delta t) = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{r_i} (vsr_{ik} * rk_{ik} * op_i(t + \Delta t) * \max(0, t_i - rt_{ik})) \rightarrow \min \quad (10)$$

Задача має ряд класичних обмежень, а саме: обсяг виготовлення продукції не може перевищувати потужність підприємства; терміни зберігання сировини та готової продукції не можуть бути порушені; водночас кожен технологічну лінію, що відноситься до потокових, не можливо використовувати для виготовлення різних видів продукції за не спорідненим технологічним

процесом виготовлення та різним компонентним складом.

Побудована математична модель відноситься до NP-повних багатокритеріальних комбінаторних задач, яку автори пропонують вирішувати з використанням модифікації алгоритму сірих вовків та алгоритму мурашиних колоній, що відносяться до популяційних алгоритми. Здійснено порівняння популярних алгоритмів, що дає можливість стверджувати про ефективність їх для розв'язання задач такого класу. Запропоновані модифікації алгоритмів буде включено в якості окремих модулів при створенні підсистеми підтримки прийняття рішення для технолога ТОВ «Слобожанський бекон».

Література

1. Hrybkov, S. V., Lytvynov, V. A., Oliinyk, H. V. (2018). Web-oriented decision support system for planning agreements execution. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3/2. (99) 13–24. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.132604>.
2. Sagun A., Haidurov V., Kunchenko-Kharchenko V. Method of stage wolves and its modification for solving the problem of finding the optimum way // Physical and Mathematical Education : scientific journal. – 2017. – Issue 2(12). – P. 135-139.

УДК 378.1

ІНТЕРНЕТ-КОНКУРСИ ТА ІНТЕРНЕТ-ОЛІМПІАДИ ЯК МЕТОД СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ФАХІВЦЯ У КОЛЕДЖІ

Данильченко Н.М., Шаргородська Н.Б.

*Вінницький коледж Національного університету харчових технологій,
Вінниця, Україна*

E-mail: 1958nd@i.ua, nbshargorodska@gmail.com

This report highlights the use of online competitions and online competitions as modern methods of teaching and educating college students. In particular, the formation of the student's professional competence as a quality that allows a person to perform his professional activity and achieve high results. 21st century education is an education for a person with a responsible personality who is capable of self-education and self-development, is able to think critically, process a variety of information, use the acquired knowledge and skills to solve problems creatively, seeking to change for the better his life and life of his country.

Важливою складовою розвитку інноваційної особистості є інформаційно-цифрова компетентність. Нові технології змушують людський мозок еволюціонувати в небаченому досі темпі. Діти, які ніколи не жили у світі без інтернету, вже «заточені» під віртуальну реальність. До навчальних закладів зараз приходять абсолютно нові за типом мислення студенти. Якщо орієнтуватися на теорію поколінь, нині за партами сидить покоління Z —