

**ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РАЦІОНАЛЬНОГО ХАРЧУВАННЯ
ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНОГО ФІНАНСУВАННЯ ЗБРОЙНИХ
СИЛ УКРАЇНИ**

Стаття присвячена застосуванню методів економіко-математичного моделювання при організації раціонального харчування військовослужбовців в умовах обмеженого фінансування.

Ключові слова: економіко-математична модель, оптимізація, база даних.

Вступ. Раціональне харчування, яке забезпечує споживання необхідної, науково обґрунтованої кількості поживних речовин, особливо важливе для військовослужбовців, які за родом своєї діяльності переносять суттєві фізичні навантаження. При достатньому фінансовому забезпеченні розв'язання проблеми забезпечення раціонального харчування не викликає труднощів, адже існує багато апробованих технологій приготування страв та формування раціонів харчування для різних груп споживачів від роду їх діяльності. Проблема суттєво загострюється в умовах, коли обсяги фінансування, що спрямовані на забезпечення функціонування Збройних Сил України, у тому числі й на харчування військовослужбовців, є жорстко обмеженими, а подекуди й недостатніми.

Одним із шляхів, спроможних допомогти при вирішенні даної проблеми є застосування економіко-математичних моделей та інформаційних технологій, зокрема, методів оптимізації та баз даних. Сучасні засоби обробки інформації, мови програмування, технології баз даних та баз знань дозволить створювати системи, що з повним правом можна віднести до інтелектуальних. Предметом аналізу в таких системах є не тільки кількісні параметри інформації, але й її понятійний вміст. Моделі обробки даних стають когнітивними, тобто такими, що розпізнають логічну структуру та зміст потрібного документу, оперують з поняттями та визначеннями на рівні «здорового глузду», причому не припускають характерних для людини логічних помилок та не забувають всіх встановлених приписів і обмежень.

Опис об'єкту оптимізації та постановки задачі. Існує безліч можливих сфер застосувань сучасних інформаційних технологій підготовки технологічної та планово-економічної інформації. Одним із таких виробництв може бути виробництво кулінарної продукції. Подібне виробництво має низку властивостей, які вимагають особливої уваги при підготовці технологічної документації. По-перше, технологічні карти, інструкції та рецепти – це дуже відповідальні документи, помилки й неточності в яких неприпустимі, адже вони можуть призвести до важких наслідків. По-друге, сама технологія виробництва кулінарної продукції є досить складною і доволі різноплановою. Щоб перетворити сировину на готову кулінарну продукцію, застосовуються різні прийоми обробки: механічні, гідромеханічні, біохімічні, теплові; методи збереження сировини, напівфабрикатів, готової продукції та специфічні методи, що використовують при виготовленні деяких блюд тощо.

Згадані процеси виготовлення кулінарної продукції потребують відповідної технологічної підготовки, а для цього треба постійно розробляти інформаційно-нормативну базу, а також такі документи, як інструктивно-технологічні та калькуляційні картки тощо. Для створення цих нормативних документів використовуються збірники рецептур, прейскурантів, описи технологій приготування кулінарних виробів та багато різних спеціальних таблиць, схем, карт. Підготовка даних документів вимагає багато часу фахівців на рутинну непродуктивну роботу з перегляду наявних довідників та таблиць, пошуку необхідної інформації, різного роду обчислень, оформлення вихідних документів, складання звітів та калькуляцій тощо. Це особливо важко робити в закладах громадського харчування, подібних до їдалень у військових частинах, де персонал в силу об'єктивних та суб'єктивних причин, як правило, є нечисленним та недостатньо кваліфікованим.

Тому створення реляційної комп'ютерної бази даних, яка об'єднає в собі рецептури та технології приготування традиційних кулінарних виробів та страв, дані щодо вмісту в різних продуктах жирів, білків, вуглеводів, вітамінів, інших речовин, нормативи зменшення маси харчових продуктів при різних варіантах їх обробки, розроблення когнітивних математичних моделей автоматизованого виведення на їх основі документів встановленої форми та заданого понятійного вмісту, а також створення програмного комплексу, який дозволить створити інструктивно-технологічні та калькуляційні картки на ці вироби та страви, є актуальним завданням.

Інформаційний пошук проведений у фондах Національної бібліотеки ім. В.І. Вернадського та в архівах ВАК України, показав, що друковані праці з даної галузі наукових досліджень в Україні практично відсутні.

Метою проведення дослідження було наукове обґрунтування та розроблення системи автоматизованого формування технологічних документів заданої структури та вивчення змісту, зокрема, на прикладі інструкційних і технологічних карт, калькуляції та іншої технологічної та планово-фінансової документації, яка необхідна при організації випуску кулінарної продукції при харчуванні військовослужбовців.

Опис алгоритму роботи системи. Першим і необхідним кроком при розробці системи раціонального харчування є розробка спеціальної бази даних, до якої заносяться відомості про перші, другі й треті страви, закуски, напої. Із кожною стравою пов'язана така інформація: технологія її приготування; набір продуктів, необхідних для приготування страви; постачальники цих продуктів; ціна за одиницю виміру кожного продукту; номери харчових дієтичних комплексів, яким відповідає дана страва; енергетична цінність (калорійність), вміст жирів, білків і вуглеводів кожної порції страви.

Вихідна інформація, якою володіє завідувач виробництвом (шеф-кухар, завідувач їдальні):

1. Кількість споживачів за кожним із комплексів.
2. Наявність продуктів на складі.

3. Обмеження за калорійністю, наявністю необхідних компонентів за кожним із комплексів.
4. Обмеження на вартість щоденного раціону і обмеження на вартість харчування протягом певного періоду.

На підставі даної інформації потрібно:

1. Скласти меню за кожним комплексом на післязавтра з урахуванням всіх умов і обмежень.
2. Визначити об'єм кожного необхідного продукту.
3. Визначити об'єм кожного продукту, які необхідно закупити.
4. Визначити об'єм залишків на складі.

Пропонується такий алгоритм розв'язування поставленого завдання:

1. Із бази даних вибирають всі страви, для приготування яких потрібні ті продукти, які наявні на складі.
2. Створюють проміжну базу даних меншого розміру, з якою надалі працюють.
3. Вибрані страви розподіляють за дієтичними комплексами і визначають, які страви можуть бути виготовлені за кожним комплексом з урахуванням кількості порцій у кожному комплексі та наявних продуктів.
4. Із тих страв, які визначені у п.3, складають гіпотетичне меню на день, до якого може входити більша, ніж потрібно, кількість страв кожного типу.
5. Якщо п. 3 дає негативний результат, фіктивно збільшують кількість одного чи кількох наявних на складі продуктів і повторюють цикл знову.
6. Проводять оптимізацію меню за кожним із комплексів та оптимізацію загального меню, залишаючи в ньому лише ті страви, які у сукупності найкраще задовольняють встановлені обмеження.
7. Визначають види і кількість продуктів, які необхідно закупити для мінімального виконання заданих обмежень.
8. Визначають величину залишків продуктів на складі.
9. За визначеним меню готують всю необхідну технологічну, калькуляційну та звітно-бухгалтерську документацію.

Оптимізаційна задача. Отже, згідно з пунктом 6 наведеного вище алгоритму для кожного із D дієтичних комплексів кожного дня необхідно складати денний раціон (меню), користуючись набором із N наявних продуктів, запаси яких обмежені величинами P_1, P_2, \dots, P_N . При цьому треба враховувати, що загальна кількість споживачів M є у загальному випадку випадковою величиною, яка розподіляється за дієтичними комплексами випадкових чином при дотриманні рівності $M = m_1 + m_2 + \dots + m_D$. Деякі із $m_j (j = 1, \dots, D)$ можуть у певні дні дорівнювати нулю, що означає відсутність серед замовлень страв даного дієтичного комплексу.

Складати меню необхідно за кожним дієтичним комплексом так, щоб відповідний набір страв обов'язково мав необхідну харчову та енергетичну цінність, тобто містив необхідну кількість жирів, білків, вуглеводів та калорій у розрахунку на один денний раціон. Крім цього, кожний комплекс характеризується й деякими іншими ознаками, які необхідно враховувати.

Враховуючи реальну обмеженість ресурсів тих підприємств громадського харчування, які ми розглядаємо, критерієм оптимальності процесу складання меню доцільно обрати мінімум сумарної вартості страв, виготовлених протягом дня для всього контингенту споживачів. Якщо позначати через X множину всіх страв, які можна виготовити із наявного набору продуктів, через x_i – деяку страву із даної множини ($i = 1, \dots, |X|$, де $|X|$ - потужність множини X), а через c_i – вартість повного циклу виготовлення i -ї страви (включаючи вартість сировини і собівартість процесу виготовлення), то критерій мінімізації нашої задачі можна записати як

$$Z = \min \sum_{i=1}^{|X|} c_i x_i . \quad (1)$$

Обмеження задачі оптимізації випливають із медико-біологічних вимог до раціонального харчування і записуються таким чином.

$$\sum_{i=1}^{|X|} b_i x_i \geq B_d, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{|X|} g_i x_i \geq G_d, \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^{|X|} v_i x_i \geq V_d, \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^{|X|} k_i x_i \geq K_d, \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^{|X|} x_{il} \geq P_l, \quad l = 1, \dots, N, \quad (6)$$

де b_i, g_i, v_i, k_i – відповідно вміст білків, жирів, вуглеводів і енергетична цінність кожної страви;

B_d, G_d, V_d, K_d – відповідно потрібні сумарний вміст білків, жирів, вуглеводів і енергетична цінність страв d -го комплексу, $d=1, \dots, D$;

$x_i = 1$, якщо $x_i \in X_d$, і $x_i = 0$ в іншому випадку (тут X_d означає множину страв d-ї дієти (комплексу), що входить до раціону даного дня $X_d \subset X$);

X_{ij} – витрати продукту l-го виду при виготовленні i-ої страви.

Після першого етапу – розв'язування задачі (1) при обмеженнях (2) – (6) для кожного із D комплексів – перевіряється виконання вимоги, яка впливає з обмеженості ресурсів:

$$\sum_{d=1}^D m_d \left(\sum_{i=1}^{|X_d|} c_i x_i \right) \leq R_t, \quad (7)$$

де R_t – сумарний грошовий ресурс, виділений на день t. Величина R на початку певного календарного періоду T визначається як середня частка ресурсу R_t , виділеного на даний період, а протягом цього періоду перераховується за формулою

$$R_t = (R_T - R_{T-t+1}) / (T - t + 1), \quad (8)$$

де R_{T-t+1} – величина ресурсу, витрачена за попередні (t-1) днів періоду T;

$T - t + 1$ – кількість днів, що залишилися до закінчення періоду T, включаючи день t.

Сформульована вище задача лінійного програмування нагадує відому задачу про дієти [1], але суттєво відрізняється від неї структурою обмежень.

Для розв'язування даної задачі розроблено обчислювальну програму для ПЕОМ на базі стандартного пакету прикладних програм MatLab, Access, Excel.

Висновки

Створення автоматизованої системи підготовки технологічної документації для виробництва кулінарної продукції при харчуванні військовослужбовців в умовах обмеженого фінансування набагато полегшить роботу кухарів, технологів та завідуючих виробництвом військових їдалень, дозволить здійснювати різного роду контроль за дотриманням норм закладання сировини до страв, які готуються.

Така система допоможе у складанні раціонального меню для різних видів дієтичних комплексів з великим асортиментом страв і кулінарних виробів з обмеженого набору наявних продуктів. При цьому буде забезпечено повну відповідальність отриманої документації чинним стандартам та правилам, суттєве зниження трудомісткості процесу підготовки технічної документації такого виробництва.

Список використаних джерел

1. Романюк, Т.П. Математичне програмування: Навч. посібник [текст] / Т.П. Романюк, Т.А. Терещенко, Г.В. Присенко, І.М. Гордкова. – К.: ІМЗН, 1996. – 312 с. 2. Крушевский А.В. Справочник по экономико-математическим моделям и методам. – К., 1982. – 215 с.

Надійшла до редколегії 12.02.13

В.Н. Бегма, д-р экон. наук, ст. научн. сотр.,

Национальный институт стратегических исследований при Президенте Украины

А.И. Сизов, канд. экон. наук,
КНУ имени Тараса Шевченко

ЕКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ УКРАИНЫ

Статья посвящена применению методов экономико-математического моделирования при организации рационального питания военнослужащих в условиях ограниченного финансирования.

Ключевые слова: экономико-математическая модель, оптимизация, база данных.

V.M. Begma, Doctor, Senior Research Assistant,
National Institute for Strategic Studies under the President of Ukraine,
A.I. Syzov, PhD,
Taras Shevchenko National University of Kyiv

MATHEMATICAL ECONOMIC MODEL FOR A BALANCED DIET OF THE MILITARY PERSONNEL UNDER CONDITIONS OF LIMITED FUNDING OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE

The article is devoted to the application of the mathematical economic modeling methods in organizing a balanced diet for servicemen under conditions of limited funding.

Keywords: mathematical economic model; optimization; database.