

УДК 004.023

Крестьянполь Л.Ю., ас.

Луцький національний технічний університет

## РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ПАКОВАНЬ АЛКОГОЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ

*Крестьянполь Л.Ю. Розробка комп'ютерної моделі для вирішення задачі оптимізації системи захисту пакування алкогольної продукції. У роботі показано принципи побудови системної моделі, яка описує систему захисту пакування алкогольної продукції, а також показано використання інформаційних технологій для побудови моделі пошуку оптимальної системи захисту алкогольної продукції. Модель включає загальний алгоритм оптимізації та комп'ютерну програму пошуку*

**Ключові слова:** комп'ютерна модель, інформаційна технологія, система захисту, алгоритм оптимізації.

*Крестьянполь Л.Ю. Разработка компьютерной модели для решения задачи оптимизации системы защиты пакования алкогольной продукции. В работе показано принципы построения системной модели, описывающей систему защиты упаковки алкогольной продукции, а также показано использование информационных технологий для построения модели поиска оптимальной системы защиты алкогольной продукции. Модель включает общий алгоритм оптимизации и компьютерную программу поиска.*

**Ключевые слова:** компьютерная модель, информационная технология, система защиты, алгоритм оптимизации.

*Krestyanpol L.Y. The development of computer model to solve optimization problem for protection packing of alcoholic beverages. This work shows the principles of the system model, which describes the system of protection packaging of alcoholic beverages, as well use of information technologies to constructing a model for the optimal protection of alcoholic beverages. The model includes optimization algorithm and computer program search*

**Keywords:** computer model, information technology, system protection, optimization algorithm.

### 1. Постановка задачі

На сьогоднішній день на ринку алкогольної продукції спостерігається тенденція до збільшення попиту на алкогольні напої якості яких виробник певною мірою захищає. З метою забезпечення алкогольної продукції належним рівнем захисту, виробники вводять у пакування різноманітні елементи захисту. Сукупність усіх цих елементів захисту та їх зв'язків із елементами конструкції пакування утворює систему захисту пакування. Кожен виробник знаходить для себе найбільш доцільний відносно ціни та ефективності набір захисних елементів. В свою чергу використання комбінації різних засобів захисту, створило велику кількість можливих варіантів захисту, які різняться між собою кількістю та видами захисних елементів, однак є далекими від оптимальних [1].

Існування великої кількості елементів системи захисту породжує комбінаторний вибух кількості можливих варіантів системи захисту, що, в свою чергу, висуває проблему пошуку оптимального варіанту системи захисту.

### 2. Принцип побудови системи захисту пакування алкогольної продукції

Для вирішення цієї задачі нами застосовано системний підхід, суть якого полягає в тому, що загальний рівень захисту формується як система. Система захисту пакування в загальному випадку при її оцінюванні на основі системного підходу повинна включати опис множини захисних елементів та множини їх зв'язків із елементами конструкції пакування. Об'єднання окремих елементів захисту за допомогою певних зв'язків із елементами пакування та між собою утворює системний захист пакування. Кількість варіантів системи захисту  $N$ , визначається як кількість комбінацій захисних елементів з яких можливо скласти систему захисту.

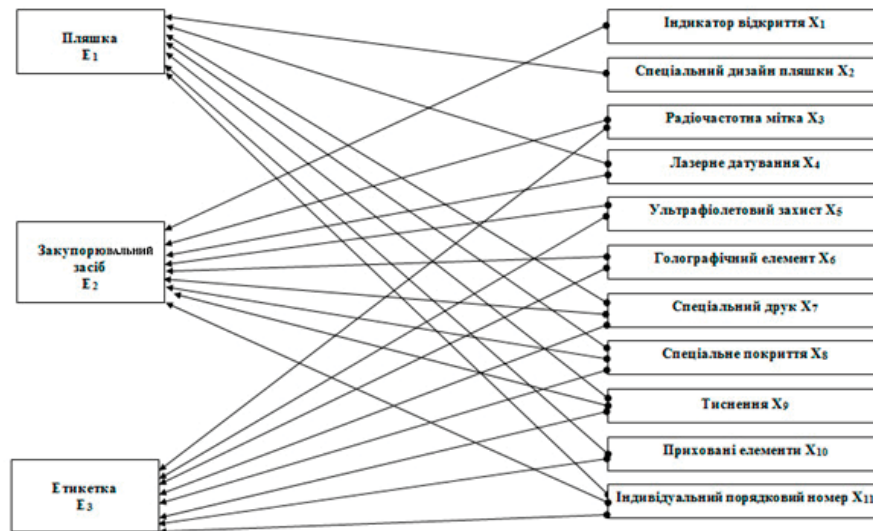


Рис. 1. Схема утворення системи захисту пакування за допомогою захисних елементів та їх зв'язків

Опишемо таку систему захисту пакування за допомогою графа зв'язків із трьома елементами конструкції пакування (пляшка –  $E_1$ , закупорювальний засіб –  $E_2$ , етикетка –  $E_3$ ), як це показано на рис. 1.

Оскільки захисні елементи можуть розміщуватись на різних елементах пакування, то їх поєднання з конструктивними елементами пакування утворює значну кількість захисних систем.

За допомогою наступного виразу нами розрахована загальна кількість варіантів системи захисту:

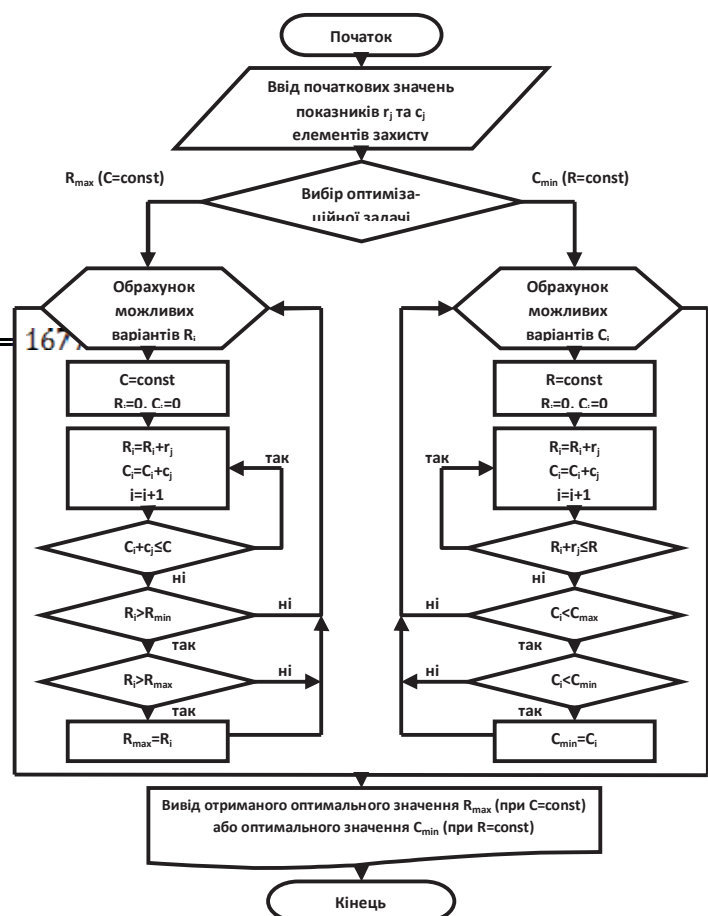
$$N = 24 + 1 + C_{24}^2 + C_{24}^3 + C_{24}^4 + \dots + C_{24}^{23} = 1677$$

де:  $N$  – кількість варіантів системи захисту,  
 $C$  – кількість сполучень.

Виходячи з отриманих результатів можна зробити висновок про існування значної кількості комбінацій захисних елементів з яких можливо скласти значну кількість систем захисту. Тому виникає питання пошуку оптимальної системи захисту серед усіх існуючих

### 3. Математична постановка задачі оптимізації системи захисту пакувань розробка алгоритмів розв'язання задачі оптимізації

Нами було використано метод перебирання для вирішення оптимізаційної задачі, а також вибрано параметри оптимізації серед яких ми вибрали вартість системи захисту  $C$  та



рівень захисту системи  $R$ . У такому випадку задача вирішується у двох варіантах постановки, а саме:

Задача 1 – знаходження найвищого рівня захисту  $R_{\max}$  при заданих економічних витратах на елементи захисту  $C = \text{const}$ .

Задача 2 – знаходження найдешевшого варіанту захисту  $C_{\min}$  при заданому рівні захисту  $R = \text{const}$ .

Інформаційні процедури оптимізації дозволяють здійснити пошук такого варіанту ступеню захисту  $R$ , який найбільшою мірою задовольняє умови задачі.

Формулювання постановки задачі оптимізації у разі використання одного з технічних параметрів  $R$  або одного з економічних параметрів  $C$  як критерію оптимізації можна представити у вигляді:

$$\begin{cases} F_1(X) = R \rightarrow \max; \\ C \leq C_{\text{зад}}. \end{cases}$$

або

$$\begin{cases} F_2(X) = C \rightarrow \min; \\ R \geq R_{\text{зад}}. \end{cases}$$

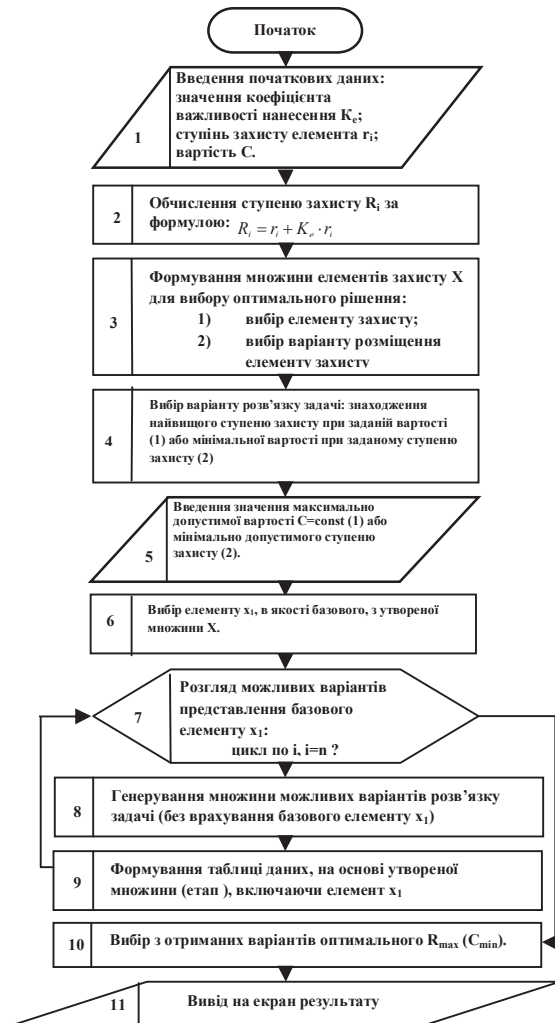
Тобто, в першому варіанті функцією мети є технічний параметр  $R$ , який максимізується, а економічний параметр  $C$  задається у вигляді граничної умови, а

**Рис. 2.** Алгоритм розв'язання

у другій постановці навпаки - економічний задачі оптимізації

параметр  $C$  – є функцією мети, а технічний параметр введений як гранична умова [1].

На основі поставленої задачі оптимізації нами було розроблено алгоритм для розв'язання оптимізаційної задачі (рис. 2).



На початковому етапі виконання алгоритму обчислення оптимальної системи захисту з таблиці беруться вихідні дані початкових значень  $r_i$  та  $c_i$  елементів захисту. На наступному етапі здійснюється вибір оптимізаційної задачі, яка може вирішуватися в одному із двох варіантів, а саме: пошуку найвищого рівня захисту  $R_{\max}$ , чи пошуку найдешевшого варіанту захисту  $C_{\min}$ . Наступним кроком є розв'язання вибраної задачі, яке здійснюється таким чином:

1. При сталому параметрі загальної вартості ( $C = \text{const}$ ) визначається можливі варіанти ступеню захисту  $R_i$ , які не повинні бути меншими за мінімальне граничне значення  $R_{\min}$ .

2. При сталому параметрі ступеня захисту ( $R = \text{const}$ ) визначаються можливі варіанти загальної вартості  $C_i$ , які не повинні перевищувати максимальне граничне значення вартості  $C_{\max}$ .

3. З множини усіх отриманих варіантів вибирається максимальне значення ступеня захисту ( $R_{\max}$ ) при заданій вартості, або мінімальне значення вартості ( $C_{\min}$ ) при заданому рівні захисту.

Наступним кроком є написання комп'ютерної програми основним завданням якої є пошук оптимальної системи захисту за заданими параметрами.

Дана програма дозволить виробнику алкогольної продукції обґрунтовано підбирати захисні елементи та створювати системи захисту підходящі відносно ціни, або ступеня захисту, та затратити якомога менше часу [2].

#### 4. Оптимізаційна програма «ProТес»

Інформаційні процедури оптимізації дозволяють здійснити пошук такого варіанту ступіню захисту  $R$ , який

найбільшою мірою задовольняє умови задачі.

На рисунку 3 наведена функціональна блок-схема роботи програми «ProТес».

Рис. 3. Функціональна блок-схема роботи програми «ProТес»

Розглянемо детальніше роботу з програмою. Процедуру визначення оптимального варіанту системи захисту можна умовно поділити на 3 етапи:

1. Введення даних;
2. Вибір елементів захисту;
3. Визначення оптимального варіанту:
  - а) знаходження найвищого рівня захисту;
  - б) знаходження найдешевшого варіанту захисту.

На першому етапі формується вихідна таблиця з даними: коефіцієнт важливості розміщення ( $K_e$ ), ступінь захисту елемента ( $r_i$ ) та вартість ( $C$ ).

В утворену таблицю вводяться назви елементів захисту та вибираються варіанти їх розміщення (рис. 4).

Залишилось заповнити дані в таблиці, що сформувалась на головному вікні. Показник ступеню захисту  $R_i$  розраховується автоматично, при введенні коефіцієнта важливості розміщення  $K_e$  і ступеню захисту окремого елемента  $r_i$ .

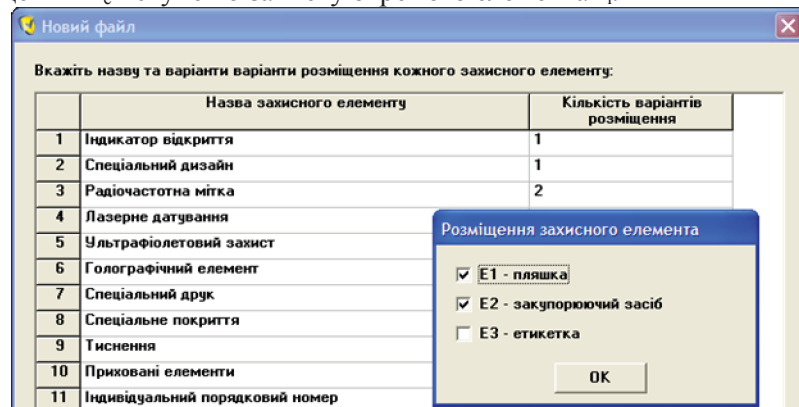


Рис. 4. Вибір варіантів розміщення захисного елемента

На наступному етапі вибираємо елементи захисту, які найбільше задовольняють поставленим вимогам і на основі яких далі буде визначатись оптимальний варіант системи захисту.

При додаванні елемента до списку вибраних, з'являється діалогове вікно, що дозволяє вказати варіант розміщення даного елемента.

Останній етап можна поділити на 3 умовні частини:

1. Вибір оптимізаційної задачі.
2. Генерування множини варіантів структури.
3. Оцінка варіантів та вибір оптимальної структури

Спочатку визначаємось з оптимізаційною задачею:

- пошук найвищого рівня захисту  $R_{max}$  при заданих економічних витратах на елементи захисту  $C=const$ ;
- пошук найдешевшого варіанту захисту  $C_{min}$  при заданому рівні захисту  $R=const$ .

Натиснувши на кнопку «Пошук оптимального рішення», переходимо до генерування множини варіантів структури на основі вибраних елементів захисту та введених вихідних даних. Розглядаються всі можливі варіанти комбінування елементів захисту [3].

Визначившись із множиною всіх можливих варіантів системи захисту програма переходить до обрахунку показників рівня захисту  $R$  та економічних витрат  $C$ .

На основі обраної, на початку даного етапу, задачі переходимо до вибору оптимальної системи захисту:

1. Для першої задачі програма відкидає всі варіанти, що не задовольняють умові задачі – сумарна вартість не повинна перевищувати заданого раніше значення  $C = \text{const}$ .

З варіантів, що залишилися обирається структура, яка має найвищий рівень захисту  $R_{\text{max}}$ .

2. Для другої – всі варіанти, в яких рівень захисту нижчий заданого  $R = \text{const}$ . З варіантів, що залишилися обирається структура, яка має найменшу вартість.

Таким чином, програма дозволяє автоматизувати процес пошуку оптимального рішення під конкретні вимоги користувача.

Отриманий результат відображається в новому вікні (рис.5), де вказуються складові елементи системи захисту, варіант їх розміщення, а також рівень захисту та вартість.

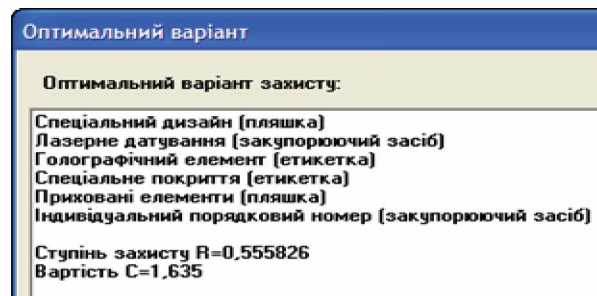


Рис. 5. Вивід на екран оптимального варіанту захисту

Дана програма дозволяє в стислі терміни підібрати варіант системи захисту пакування прийнятний для виробника відносно ступеню захисту чи вартості системи.

#### Висновки:

1. Розроблено метод побудови системної моделі захисту пакування алкогольної продукції, що описує структуру захисту як поєднання елементів і їх зв'язків.
2. Здійснено розрахунок загальної кількості варіантів систем захисту.
3. Вибрано критерії оптимізації та здійснено математичну постановку задачі оптимізації системи захисту пакувань алкогольної продукції від фальсифікації.
4. Розроблено алгоритми оптимізації та алгоритми роботи комп'ютерної програми для пошуку оптимального варіанту.

#### Список використаної літератури

1. Palchevskiy B., Krestianpol L. Synteza optymalizacyjna systemu ochrony napojów alkoholowych przed podrabianiem//Miesięcznik techniczno-ekonomiczny. Opakowanie NR 10. – Warszawa, 2013.-р.-46-50.- ISSN 0030-3348.
2. Пальчевський Б.О. Інформаційні технології проектування технологічного устаткування: Монографія /Б.О. Пальчевський. - Луцьк: Луцький НТУ, 2012.-572 с.
3. Крестьянполь Л.Ю. Інформаційні технології в проектуванні системи захисту алкогольної продукції / Л.Ю. Крестьянполь // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник. Вип. № 42.- Луцьк: ЛНТУ, 2013. - С.134-140.
4. Крестьянполь Л.Ю. Аналіз засобів захисту товарів від фальсифікації/ Л.Ю. Крестьянполь, О.А. Крестьянполь // «Наукові нотатки». Міжвузівський збірник. Вип. 23.- Луцьк: ЛНТУ, 2008. - С.146-151.
5. Курицкий Б.Я. Оптимизация вокруг нас.-Л.: Машиностроение. Ленингр. отдние, 1989.-144с.: ил.
6. Майник Э. Алгоритмы оптимизации на сетях и графах. - М.: Мир, 1981. – 323 с.