

Таким чином, розмір резерву сировини для меблевого підприємства залежить від встановленого коефіцієнту ризику (чим менший ризик, тим більше резерв). Крім того, розмір резерву прямо пропорційний середньому квадратичному відхиленню, т. б. коливанням потреб у сировині. Величину середньо квадратичного відхилення можна визначити на основі коливань потреб сировини в попередні періоди з урахуванням можливих змін, що мали місце останнім часом.

### **Література**

1. Крикавський Є. Комерційна логістика: Навчальний посібник. — К., 2006. — 360 с.
2. Логистика: Учебное пособие / Под редакцией Б. А. Аникина. — М.: ИНФРА-М, 2004. — 327 с.
3. Новиков О. А., Уваров С. А. Коммерческая логистика: Учебное пособие. — СПб.: Издательство СПбУЭФ, 2005. — 110 с.
4. Основы логистики: Учебное пособие / Под редакцией Л. Б. Миротина, В. И. Сергеева. — М.: ИНФРА-М, 2001. — 200 с.
5. Блудова Т. В. Теорія ймовірностей: Навч. пос. — Львів: ЛБІ НБУ, 2005. — 318 с.

Статтю подано до редакції 29.04.12 р.

УДК 519.86

*Г. В. Шевченко, асистент кафедри вищої математики  
ДВНЗ «КНЕУ імені Вадима Гетьмана»*

### **МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ РЕКЛАМИ ПІДПРИЄМСТВА З МАКСИМАЛЬНИМ ОХОПЛЕННЯМ ЦІЛЬОВОЇ АУДИТОРІЇ**

**АНОТАЦІЯ.** Вивчено питання про оптимальне розміщення реклами підприємства з максимальним охопленням цільової аудиторії. Розглянуто проблему відбору оптимальної кількості реклами в різних ЗМІ.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** Розподіл рекламного бюджету, досяжність до цільової аудиторії, метод визначення пріоритетів, метод аналізу ієрархій, лінійне програмування.

**АННОТАЦИЯ.** Исследуется задача определения оптимального размещения рекламы предприятия с максимальным охватом целевой аудитории. Рассматривается задача отбора оптимального количества рекламы в разных СМИ.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Распределение рекламного бюджета, охват целевой аудитории, метод определения приоритетов, метод анализа иерархий, линейное программирование.

**ANNOTATION.** We study the question of optimal allocation of the advertisement to maximize the reach to the target audience. We consider the problem of optimal advertisement allocation in various magazines.

**KEY WORDS:** advertising budget allocation, the reach to the target audience, determination of the priorities, analysis of the hierarchies, linear programming.

**Постановка проблеми.** На сьогоднішній день проблема оптимального розміщення реклами підприємства з максимальним охопленням цільової аудиторії є актуальною для підприємств. Представлено модель, розроблену для визначення кількості рекламних оголошень, які потрібно розмістити на різних носіях реклами (профільних журналах) і оптимального розподілу бюджету, призначеного для цих носіїв. Головне завдання полягає в тому, щоб максимізувати досяжність цих оголошень до бажаної групи людей у межах допустимого бюджету без порушення кількості рекламних цілей. У якості носіїв розглядалися різні профільні журнали. У цій статті модель була сформульована таким чином, щоб реклама досягала саме тієї групи, для якої призначалась дана продукція, а не тієї групи, яка не є потенційним споживачем. Модель цільового програмування випадкових обмежень була розроблена після того, як параметр, що відповідає досяжності реклами до аудиторії для різних носіїв, почали розглядати як випадкову величину. Випадкові величини в даному випадку розглядалися як величини з відомими математичним сподіванням і середнім квадратичним відхиленням. Для ілюстрації методології розв'язання був розглянутий випадок представництва автомобільного заводу, що випускає вантажні автомобілі, зацікавленого в розміщенні реклами своєї продукції у засобах масової інформації.

**Аналіз основних джерел.** Кількісне моделювання використовувалось у літературі для вирішення проблеми розподілу медіабюджету, що класифікуються як проблеми моделювання, евристич-

чні або багатокритеріального ухвалення рішення. Деякі дослідження проводились по суперечливих проблемах медіа-планування в термінах взаємин з клієнтами, ефектів від розміщення реклами, і розподілу ресурсів, використовуючи аналітичні ієрархічні процеси та цільове програмування одночасно для того, щоб забезпечити більш систематичне рішення в умовах реальної ситуації.

Багатокритеріальне ухвалення рішення — корисний інструмент, який може одночасно розглядати різні аспекти проблем вибору медіа-засобів і медіа-планування, щоб отримати задовільне вирішення вихідної проблеми. Стверджується, що математичні обмеження моделі для вибору медіа-засобів примушують медіа-планувальника створити штучну структурування критеріїв медіа-засобів [4, 5]. Також було введено модель для медіа-вибору, яка забезпечує істотне поліпшення в порівнянні з попередньою моделлю лінійного програмування [5]. Розглядаються критерії, які включають відсоткову оцінку досяжності і частоти появи в різних медіа-засобах, націлених на різні сегменти ринку в різні періоди часу при врахуванні витрат на рекламу. В дослідженні [5] обговорювались найкращі можливі поєднання розміщення реклами (канал, час і частота) з метою найвищого рейтингу, залежно від обмежень рекламного бюджету. У [6] представлено дослідження випадку, в якому враховуються дві опції: промислова і споживча продукція. Для того щоб вирішити задачу стратегічного ухвалення рішення про дуальність ринкової високотехнологічної продукції, була розроблена модель змішаного цілочисленного цільового програмування, для того щоб полегшити процес вибору засобу розповсюдження реклами.

Розглянемо проблему відбору оптимальної кількості реклами в різних ЗМІ. Необхідно знайти об'єм реклами, яку потрібно розмістити в різних ЗМІ, в межах допустимого бюджету, щоб максимізувати бажану досяжність до цільової аудиторії. Тут у якості ЗМІ були розглянуті різні профільні журнали. Цінові аспекти для різних сторінок газет були визначені шляхом спостережень. Проблема була сформульована як задача цільового програмування з багатокритеріальними випадковими обмеженнями. Основна ідея сформульована таким чином, що реклама повинна досягти тих, хто є потенційним споживачем продукту, і не досягати тих, хто не є потенційним споживачем продукту.

Отже, розглянуто задачу цільового програмування з випадковими обмеженнями, оскільки параметри досяжності розглядають-

ся як випадкові величини. Передбачається, що випадкові величини, які відповідають параметрам досяжності (для різних ЗМІ), — є величинами з відомими математичним сподіванням і середнім квадратичним відхиленням. Параметр, що відповідає досяжності, може бути визначеним шляхом знаходження ідеального розв'язку та закону за яким змінюються значення параметра.

Для розв'язання задач такого типу використовується метод аналізу ієрархій Т. Л. Сааті, що найбільш відповідає вимогам подачі вихідних даних на рівні якісного опису та оцінок [4]. У практичних задачах кількісна та транзитивна узгодженість суджень порушується, оскільки людські відчуття неможливо виразити точною формулою. Для підвищення узгодженості щодо числових суджень виходять з того, що коли елемент  $E_k^{i+1}$  в  $a_{kl}^{i,j}$  разів пріоритетнішим за елемент  $E_l^{i+1}$ , то  $E_l^{i+1}$  в  $1/a_{kl}^{i,j}$  разів є пріоритетнішим за  $E_k^{i+1}$  [2]. У

разі порушення узгодженості ранг матриці попарних порівнянь більший за одиницю і вона має кілька власних значень. Але за невеликих неузгодженостей щодо суджень одне з власних значень буде суттєво більшим за інші і приблизно рівним порядку матриці. Таким чином, узгодженість щодо суджень експерта може характеризуватись величиною відхилення максимального значення власних значень матриці від порядку матриці [2].

В якості оцінки узгодженості суджень експерта у розрізі матриці попарних порівнянь  $A_j^i$  використовується індекс:

$$IUC_j^i = (\lambda_{\max}^{i,j} - n_{i+1}) / (n_{i+1} - 1), \quad (1)$$

де  $IUC_j^i$  — індекс узгодженості суджень;  $\lambda_{\max}^{i,j}$  — максимальне власне значення матриці попарних порівнянь  $A_j^i$ . Можна показати, що за  $n_{i+1} = 1$  та за  $n_{i+1} = 2$  індекс  $IUC_j^i = 0$ .

У випадку, коли безпосереднє обчислення величини  $\lambda_{\max}^{i,j}$ , здійснюване шляхом розв'язання рівняння, спричинює певні труднощі, можна скористатися наближеним методом [4], що складається з двох послідовних кроків:

1) для кожного стовпчика матриці попарних порівнянь знаходиться сума його елементів:

$$s_l^{i,j} = \sum_{k=1}^{n_{i+1}} a_{kl}^{i,j}, \quad l = 1, \dots, n_{i+1}; \quad (2)$$

із цих сум утворюється вектор-рядок :

$$S_j^i = (s_l^{i,j} : l = 1, \dots, n_{i+1}); \quad (3)$$

2) величина  $\lambda_{\max}^{i,j}$  покладається рівною добутку векторів  $S_j^i$  та  $U_j^i$ , тобто

$$\lambda_{\max}^{i,j} = S_j^i \cdot U_j^i = \left( \sum_{l=1}^{n_{i+1}} s_l^{i,j} \cdot u_l^{i,j} \right). \quad (4)$$

Використовується також відносна оцінка узгодженості суджень:

$$BVC_j^i = IVC_j^i / M(IVC), \quad (5)$$

де  $BVC_j^i$  — відносна узгодженість суджень експерта у розрізі матриць попарних порівнянь  $A_j^i$ ;  $IVC_j^i$  — індекс узгодженості суджень;  $M(IVC)$  — нормативне значення (математичне сподівання) індексу узгодженості суджень, обчислення якого здійснюється експериментально, шляхом імітаційного моделювання матриці попарних порівнянь. У табл. 1 наведено значення  $M(IVC)$  залежно від порядку матриці.

Таблиця 1

**НОРМАТИВНІ ЗНАЧЕННЯ ІНДЕКСУ  
УЗГОДЖЕНОСТІ СУДЖЕНЬ\***

Порядок матриці, $n$	Нормативне значення, $M(IVC)$
1	0,00
2	0,00
3	0,58
4	0,9
5	0,12
6	1,24
7	1,32

\* створено автором

В якості допустимого використовується значення  $BVC^{\text{доп}} \leq 0,1$  (у деяких випадках використовується  $BVC^{\text{доп}} \leq 0,2$ ). Якщо ж для матриці попарних порівнянь  $A_j^i$   $BVC_j^i$  перевищує задану норму (0,1 чи 0,2), то це вказує на те що заповнення матриці попарних порівнянь здійснювалось із суттєвими порушеннями щодо логічності суджень. А тому експертові пропонується перевірити свої судження, а то й заново структурувати задачу.

Узгодженість ієрархії вважається допустимою, якщо  $BVI \leq 0,1$  (іноді допускається  $BVI \leq 0,2$ ).

**Постановка задачі та виклад основного матеріалу.** Розглянемо задачу, коли представництво автомобільного заводу, який спеціалізується на випуску комерційних автомобілів рекламує свою продукцію в спеціалізованих журналах і каталогах. При цьому потрібно розмістити рекламу в різних спеціалізованих журналах при певних обмеженнях таким чином, щоб максимально охопити цільову аудиторію.

Головна мета побудови моделі — визначення об'єму реклами в кожному ЗМІ таким чином, щоб максимізувати досяжність до цільової аудиторії без порушення бюджетних обмежень і меж рекламних оголошень, встановлених для різних ЗМІ.

Представництвом підприємства обираються наступні профільні журнали та каталоги: «Автоцентр», «Нові автомобілі», «Комерційні автомобілі» та «Автобазар» (у подальшому Журнал 1, Журнал 2, Журнал 3 і Журнал 4, відповідно) та встановлюються критерії щодо цільової аудиторії:

1. статок (можливість здійснювати великі закупівлі).

2. посада (власник бізнесу; керівник підрозділу; спеціаліст, від якого залежить прийняття рішення).

3. вік (економічно-активні люди віком від 21 до 50 років).

Таким чином, об'єктами порівняння є профільні журнали та каталоги, а обраними критеріями порівняння — статок, посада та вік.

Для розв'язання поставленої задачі використаємо метод визначення пріоритетів, що являється експертним методом, який застосовується для вибору кращого об'єкту з сукупності однорідних за групою критеріїв.

Розглянемо матрицю вихідних даних, представлену в табл. 2.

У табл. 2 введено позначення:  $p_{ij}$  — відсоток читачів, які відповідають  $i$ -ому критерію і є читачами  $j$ -ого журналу.

Таблиця 2

**МАТРИЦЯ ПРОФІЛЮ ЧИТАЧІВ В ЧОТИРЬОХ ОБРАНИХ ВИДАННЯХ\***

Критерій	Журнал 1	Журнал 2	Журнал 3	Журнал 4
Статок	$P_{11}' = 0.9$	$P_{12}' = 0.9$	$P_{13}' = 0.87$	$P_{14} = 0.85$
Посада	$P_{21}' = 0.73$	$P_{22}' = 0.73$	$P_{23}' = 0.8$	$P_{24}' = 0.76$
Вік	$P_{31}' = 0.89$	$P_{32}' = 0.85$	$P_{33}' = 0.85$	$P_{34}' = 0.88$

\* створено автором

У табл. 3—5 приведено матриці попарних порівнянь варіантів за кожним критерієм, у результаті чого визначаються ранги переваги варіантів за критеріями.

Таблиця 3

**МАТРИЦЯ ПАРНИХ ПОРІВНЯНЬ  
ЗА КРИТЕРІЄМ 1 — «СТАТОК»\***

Журнал	1	2	3	4	Сума	Ранг
1	—	= 2	> 3	> 3	8	$1 / 3 = 0.33$
2	= 2	-	> 3	> 3	8	$1 / 3 = 0/33$
3	< 1	< 1	-	> 3	5	$5 / 24 = 0.21$
4	< 1	< 1	< 1	—	3	$1 / 8 = 0/13$
					12	1

\* створено автором

Таблиця 4

**МАТРИЦЯ ПОПАРНИХ ПОРІВНЯНЬ  
ЗА КРИТЕРІЄМ 2 — «ПОСАДА»\***

Журнал	1	2	3	4	Сума	Ранг
1	—	= 2	< 1	< 1	4	$1 / 6 = 0.167$
2	= 2	—	< 1	< 1	4	$1 / 6 = 0.167$
3	> 3	> 3	—	> 3	9	$9 / 24 = 0.375$
4	> 3	> 3	< 1	—	7	$7 / 24 = 292$
					24	1

\* створено автором

Таблиця 5

**МАТРИЦЯ ПОПАРНИХ ПОРІВНЯНЬ ЗА КРИТЕРІЄМ 3 — «ВІК»\***

Журнал	1	2	3	4	Сума	Ранг
1	—	= 2	> 3	> 3	8	$1 / 3 = 0.33$
2	= 2	—	> 3	> 3	8	$1 / 3 = 0 / 33$
3	< 1	< 1	—	< 1	3	$3 / 24 = 0.13$
4	< 1	< 1	> 3	—	5	$5 / 24 = 0.21$
					24	1

\* створено автором

У матрицях попарного порівнянь (табл. 3—5) застосовуються знаки відношень: «>» — знак «більше» означає «краще»; «<» — знак «менше» означає «гірше»; «=» — знак «дорівнює» означає «однаково».

Знакам відношень ставлять у відповідність числові значення в балах, а саме: «>» — 3 бали; «<» — 1 бал; «=» — 2 бали.

У кожній таблиці ранг варіанта отримуємо діленням його бала на загальну кількість балів.

Таким чином, у табл. 6 приведено остаточні результати попарних порівнянь за критеріями.

Таблиця 6

**РЕЗУЛЬТАТИ РАНГІВ ЗМІ ЗА ОСНОВНИМИ КРИТЕРІЯМИ\***

Критерії	Ранги ЗМІ за критеріями			
	1	2	3	4
Статок	0.33	0.33	0.21	0.13
Посада	0.167	0.167	0.375	0.292
Вік	0.33	0.33	0.13	0.21

\* створено автором

Розрахуємо наступні коефіцієнти:

1) коефіцієнт розмаху числових значень  $K$ :

$$K = \max/\min,$$

де  $\max$  — максимальне числове значення критерію із табл. 1, а  $\min$  — мінімальне значення цього критерію;

2) коефіцієнт



$$Y = (k - 1)/(k + 1) + \sqrt{0,5/m}, \quad (6)$$

де  $m$  — кількість критеріїв;  $0,05$  — похибка  $5\%$ .

Числові значення знаків відношення визначаються наступним чином:

«>» означає  $1 + Y$ ; «<» означає  $1 - Y$ ; «=» означає  $1$ .

Отримані числові значення відношення представлено в табл. 7 та встановлено 3-бальну шкалу відносної важливості обраних критеріїв.

Перейдемо до найвідповідальнішого етапу розрахунків: порівняння критеріїв за важливістю, де з'являється деяка похибка.

Таблиця 7

**РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ  
К І У ДЛЯ ТРЬОХ КРИТЕРІЇВ\***

Параметр	Критерій 1	Критерій 2	Критерій 3
$K$	$0,9/0,85=1,06$	$0,8/0,73=1,1$	$0,89/0,85=1,05$
$Y$	$0,158$	$0,177$	$0,153$
$>$	$1,158$	$1,177$	$1,153$
$<$	$0,842$	$0,823$	$0,847$

\* створено автором

Для порівняння критеріїв за важливістю використовуються вже відомі знаки відношень, але символ «>» означає «краще», символ «<» означає «гірше», а символ «=» означає «рівнозначно» (табл. 8).

Таблиця 8

**ПОПАРНЕ ПОРІВНЯННЯ КРИТЕРІЇВ  
ЗА ВАЖЛИВІСТЮ\***

Критерій	Критерії			Сума	Бал
	1	2	3	$\Sigma = 5,973$	
1	—	$<0,823$	$>1,153$	$1,976$	$0,331$
2	$>1,177$	—	$>1,153$	$2,33$	$0,39$
3	$<0,842$	$<0,823$	—	$1,667$	$0,279$

\* створено автором

З табл. 8 випливає, що на першому місці за важливістю стоїть критерій посада, на другому — статок, на останньому — вік.

Застосуємо метод аналізу ієрархій для узгодження результатів, отриманих за допомогою методів оцінки. Розглянемо 3-бальну шкалу відносної важливості критеріїв (табл. 9).

Таблиця 9

## ШКАЛА ВІДНОСНОЇ ВАЖЛИВОСТІ\*

Вага відносної важливості	Якісна оцінка	Пояснення
1	Однаково важливі	Обидва елементи вносять однаковий вклад у досягнення кінцевої цілі
2	Суттєво важливіший	Існують достатньо переконливі доведення, та логічні критерії, що один з елементів є вагомішим
3	Абсолютно важливіший	Усвідомлення пріоритету одного елементу щодо іншого максимально підтверджується

\* створено автором

Спочатку структуруємо проблему, узгоджуючи результати у вигляді ієрархії.

Матриця порівняння має вигляд:

$$A'_w = \begin{pmatrix} 1 & \frac{2}{3} & 2 \\ \frac{3}{2} & 1 & 3 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{3} & 1 \end{pmatrix} \quad (7)$$

Обчислюємо для матриці (7) елементи вектора  $w$ :

$$w_{ki} = \sqrt[n]{a_{k1}a_{k2}a_{k3}}, \quad n = 3, \quad k = \overline{1,3}, \quad i = 1; \quad (8)$$

$$w_{11} = \sqrt[3]{1 \times \frac{2}{3} \times 2} = 1,099;$$

$$w_{21} = \sqrt[3]{1 \times \frac{3}{2} \times 3} = 1,651;$$

$$w_{31} = \sqrt[3]{\frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times 1} = 0,5507.$$

Поділимо кожен координату вектора (8) на суму всіх координат:

$$w = (0,33; 0,5; 0,17).$$

Знайдемо максимальне значення середньої узгодженості балів:

$$\alpha_1^* = (1 + 1,5 + 0,5) \times 0,33 + \left(\frac{2}{3} + 1 + \frac{1}{3}\right) \times 0,5 + (2 + 3 + 1) \times 0,17 = 3,01.$$

Перевіримо, чи виконується умова похибки при складанні випадкових матриць:

$$\beta_1^* = \frac{\alpha_1^* - n}{(n-1)\alpha_n} \cdot 100\% \leq 10\%,$$

де  $n$  — порядок матриці, що розглядається,  $\alpha_1^*$  — значення середньої узгодженості експертних балів,  $\alpha_n$  — табличне значення середньої узгодженості. Для матриці попарних порівнянь  $A_w$  знаходимо:

$$n = 3; \alpha_1^* = 3,01; \alpha_3 = 0,58; \beta_1^* = \frac{3,01 - 3}{2 \cdot 0,58} \cdot 100\% = 8,62\% \leq 10\%.$$

Отже, виконується умова похибки. Таким чином, отримані бальні експертні оцінки, акумульовані в матриці, можна вважати адекватними реальним оцінкам.

Вибираємо фіксований розмір рекламного оголошення, наприклад,  $213 \times 137$  мм. Нехай,  $c_{r1}^1, c_{r1}^2, \dots, c_{r1}^4$  — рекламні витрати на одне рекламне оголошення в кожному з журналів,  $r$  — кількість можливих позицій, приймає значення 1, або 2, де 1 — відповідає рекламі на обкладинці, а 2 — на будь-якій іншій сторінці. Позначимо значення тиражів через  $k_1, k_2, k_3, k_4$ . Нехай  $x_{rk}$ ,  $r=1,2$ ;  $k=1,2,3,4$  — змінні прийняття рішення, які відповідають кількості рекламних оголошень у різних журналах відповідно. Якщо  $a_1, a_2, a_3, a_4$  — досяжність до цільової аудиторії для одного рекламного оголошення в журналах 1—4, тоді маємо:

$$a_1 = (w_1 p_{11} + w_2 p_{21} + w_3 p_{31}) k_1; \quad a_2 = (w_1 p_{12} + w_2 p_{22} + w_3 p_{32}) k_2;$$

$$a_3 = (w_1 p_{13} + w_2 p_{23} + w_3 p_{33}) k_3; \quad a_4 = (w_1 p_{14} + w_2 p_{24} + w_3 p_{34}) k_4.$$

У табл. 10 наведено тиражі обраних видань, а в табл. 11 приведено вартість рекламних оголошень для різних видань.

Таблиця 10

ТИРАЖІ ОБРАНИХ ВИДАНЬ\*

Журнал 1	Журнал 2	Журнал 3	Журнал 4
$k_1 = 200\ 000$	$k_2 = 200\ 000$	$k_3 = 20\ 000$	$k_4 = 180\ 000$

\* створено автором

Таблиця 11

ВАРТІСТЬ РЕКЛАМНОГО ОГОЛОШЕННЯ\*

Місце розташування	Журнал 1	Журнал 2	Журнал 3	Журнал 4
Обкладинка	$C_{11} = 34,600$	$C_{12} = 20,900$	$C_{13} = 4900$	$C_{14} = 18,000$
Інша сторінка	$C_{21} = 24,000$	$C_{22} = 9,400$	$C_{23} = 3,500$	$C_{24} = 14,900$

\* створено автором

Таким чином, одержимо:

$$a_1 = (0,33 \cdot 0,9 + 0,5 \cdot 0,73 + 0,17 \cdot 0,89) \cdot 200\ 000 = 162\ 600,$$

$$a_2 = (0,33 \cdot 0,9 + 0,5 \cdot 0,73 + 0,17 \cdot 0,89) \cdot 200\ 000 = 162\ 600,$$

$$a_3 = (0,33 \cdot 0,87 + 0,5 \cdot 0,8 + 0,17 \cdot 0,85) \cdot 20\ 000 = 16\ 632,$$

$$a_4 = (0,33 \cdot 0,85 + 0,5 \cdot 0,76 + 0,17 \cdot 0,88) \cdot 180\ 000 = 145\ 818.$$

Зауважимо, що рекламний бюджет фіксований. Позначимо його  $M = 125\ 000$ . Таким чином, сформулюємо задачу.

Максимізувати цільову функцію:

$$z = \sum_{r=1}^2 (a_1 x_{r1} + a_2 x_{r2} + a_3 x_{r3} + a_4 x_{r4}) \quad (9)$$

за умови:

$$\sum_{r=1}^2 (c_{r1} x_{r1} + c_{r2} x_{r2} + c_{r3} x_{r3} + c_{r4} x_{r4}) \leq M; \quad (10)$$

$$x_{r1} \geq t_{r1}, x_{r1} \leq u_{r1}, x_{r2} \geq t_{r2}, x_{r2} \leq u_{r2}, x_{r3} \geq t_{r3}, x_{r3} \leq u_{r3},$$

$$x_{r4} \geq t_{r4}, x_{r4} \leq u_{r4}, x_{rk} \geq 0, r = 1, 2; k = 1, 2, 3, 4,$$

де  $t_{ri}$  ( $i = 1 \dots 4$ ) — мінімальна кількість рекламних оголошень в різних місцях для журналів 1—4;  $u_{ri}$  ( $i = 1 \dots 4$ ) — максимальна

кількість рекламних оголошень в різних місцях для журналів 1—4.

З урахуванням наведених вище числових даних, задачу можна записати наступним чином.

Максимізувати:

$$Z = 162\,600x_{11} + 162\,600x_{12} + 16\,632x_{13} + 145\,818x_{14} + \\ + 162\,600x_{21} + 162\,600x_{22} + 16\,632x_{23} + 145\,818x_{24}$$

за умови:

$$34\,600x_{11} + 20\,900x_{12} + 4900x_{13} + 18\,000x_{14} + 24\,000x_{21} + \\ + 9400x_{22} + 3500x_{23} + 14\,900x_{24} \leq 125\,000;$$

$$x_{11} \leq 2, x_{11} \geq 1, x_{12} \geq 0, x_{12} \leq 3, x_{13} \geq 2, x_{13} \leq 4, x_{14} \geq 0, x_{14} \leq 2, x_{21} \geq 0, \\ x_{21} \leq 2, x_{22} \geq 3, x_{22} \leq 6, x_{23} \geq 2, x_{23} \leq 7, x_{24} \leq 3, x_{24} \geq 1.$$

За допомогою симплекс-метода отримано наступний оптимальний розв'язок:  $Z = 1373050$ ;  $x_{11} = 1$ ,  $x_{12} = 0$ ,  $x_{13} = 2$ ,  $x_{14} = 0$ ,  $x_{21} = 0$ ,  $x_{22} = 6$ ,  $x_{23} = 2$ ,  $x_{24} = 2$ .

Таким чином, слід розмістити одне рекламне оголошення на обкладинці в журналі «Автоцентр», шість рекламних оголошень на внутрішніх сторінках каталогу «Нові автомобілі», по два рекламних оголошення на обкладинці та на внутрішніх сторінках журналу «Комерційний автомобілі» і два рекламних оголошення в каталозі «Автобазар».

**Висновки.** У цьому дослідженні розглядалась проблема розміщення реклами в різних профільних журналах. Передбачається, що реклама повинна досягти максимально тих людей, які є потенційними споживачами продукту. Модель розроблялась як багатоцільова і невизначена щодо досяжності до потенційного споживача і задача моделювалась як задача лінійного програмування з випадковими обмеженнями. Бажаний рівень критеріїв брався як їх ідеальний розв'язок. Проблема врешті-решт була розв'язана за допомогою поняття структури упереджуючих пріоритетів.

Головні цілі — максимізувати досяжність до цільових клієнтів у випадку профільних журналів — були повністю вирішені. Бюджетні цілі були повністю використані. Проте, цілі мінімальної кількості рекламних оголошень були частково досягнуті.

У випадку, якщо потрібно з'єднати час між рекламою, задачу можна розглядати як модель динамічного програмування.

### Література

1. *Ястремський О. І.* Основи теорії економічного ризику: Навч. пос. — К.: Артк, 1997. — 248 с.
2. *Вітлінський В. В.* Моделювання економіки: навч. посіб. / В. В. Вітлінський. — К.: КНЕУ, 2003. — 408 с.
3. *Вітлінський В. В., Верченко П. І., Сігал А. В., Наконечний Я. С.* Економічний ризик: ігрові моделі: Навч. пос. / За ред. проф. В. В. Вітлінського. — К.: КНЕУ, 2002. — 447 с.
4. *Саати Т.* Принятие решений. Метод анализа иерархий. — М.: Радио и связь, 1993. — 278 с.
5. *Эддоус М., Стенсфилд Р.* Методы принятия решений. — М.: Аудит, 1997. — 253 с.
6. *Bhattacharya U. K.* A Chance Constraints Goal Programming Model for the Advertising Planning Problem // *European Journal of Operational Research* 192. — 2009. — P. 382—395.
7. *Kwak, N. K., Lee, Chang Won, Kim, Ji Hee.* An MCDM model for media selection in the dual consumer/industrial market // *European Journal of Operational Research* 166, 2005. — P. 255—265.
8. *Winston W., L.* Operations research. Applications and algorithms. — PWS-KENT publ., 1991.

Статтю подано до редакції 14.04.12 р.