

2. Габрель М.М. Просторова організація містобудівних систем: моногр. / М.М. Габрель; [Інститут регіональних досліджень НАН України]. – К.: Видавничий дім А.С.С, 2004. – 400 с.

3. Демин Н.М. Управление развитием градостроительных систем / Н.М. Демин. – К.: Будівельник, 1991. – 184 с.

Коригування генерального плану м. Львова. – [II стадія]. – Генеральний план. Пояснювальна записка [Електрон. ресурс]. – Львів, 2008. – Т. 1. – Режим доступу: <http://city-adm.lviv.ua/lmr/authorities-the-city/structure-lmr/management/management-architecture/generalnij-plan-m-lviv>

5. Статистичний щорічник міста Львова за 2011 рік: [статист. довід.] / Головне управління статистики Львівської області. – Львів, 2012. – 155 с.

6. Статистичні дані, які характеризують соціально-економічний стан Львівської області [Електрон. ресурс] / Львівське обласне управління статистики. – Львів, 2012. – Режим доступу: <http://www.stat-lviv.com>

7. Woolcock M. Social Capital and Economic Development: Toward a Theoretical Synthesis and Policy Framework / M. Woolcock // *Theory and Society*. – 1998. – №27 (2). – P. 151–208.

8. Putnam R. D. Bowling Alone: America's Declining Social Capital / R. D. Putnam // *Journal of Democracy*. – 2003. – №6 (1). – P. 65–78.

9. Fine B. Theories of Social Capital: Researchers Behaving Badly [Електрон. ресурс] / Ben Fine. – London: Pluto Press, 2010. – Режим доступу: [www.socialcapitalgateway.org](http://www.socialcapitalgateway.org)

УДК 631.24.008.1:634:635:519.874(477.46)

С.М. КОНЦЕБА,

к.е.н., ст. викладач, Уманський національний університет садівництва

## Прийняття рішень щодо побудови плодоовочесховищ у Черкаській області в умовах ризику і невизначеності з використанням елементів математичного моделювання

У статті за результатами діяльності сільськогосподарських підприємств Черкаської області розглянуто питання щодо побудови овочесховищ у регіоні з метою отримання максимального прибутку. При цьому доведено ефективність використання елементів математичного моделювання при прийнятті управлінських рішень в умовах ризику й невизначеності.

**Ключові слова:** плодоовочесховище, ризик, прибуток, модель.

В статье по результатам деятельности сельскохозяйственных предприятий Черкасской области рассмотрен вопрос построения овощехранилищ в регионе с целью получения максимальной прибыли. При этом доказана эффективность использования элементов математического моделирования при принятии управленческих решений в условиях риска и неопределенности.

**Ключевые слова:** плодоовощехранилище, риск, прибыль, модель.

The article, based on the results of activity of agricultural enterprises in Cherkassy region, considers the issue of constructing vegetable storages in the area, aimed at receiving maximum profit. Herewith, the effectiveness of using the elements of mathematical modeling, when taking managerial decisions under conditions of risk and uncertainty, is proven.

**Keywords:** vegetable storages, risk, profit, model.

**Постановка проблеми.** Одним зі стримуючих чинників розвитку галузі плодоовочівництва є неефективність функціонування виробничої інфраструктури, зокрема низький рівень забезпеченості виробників складськими приміщеннями. Відповідно до «Концепції розвитку овочівництва та переробної галузі», схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 31 жовтня 2011 року №1120, потреба в будівництві нових сховищ для зберігання овочів становить в обсязі до 2 млн. т [5]. У 2012 році рівень забезпеченості овочесховищами в Україні становив близько 48%. Поряд із тим унаслідок неотримання виробниками овочів і картоплі в 2011/12 маркетинговому році прибутку, прогнозованому на рівні 2,5 млрд. грн., через значно низькі ціни, зацікавленість у будівництві овочесховищ може знизитися [6].

Таким чином, постає питання чіткого визначення необхідності побудови оптимальної кількості плодоовочесховищ у відповідному регіоні з метою отримання максимальних прибутків. Ухвалювати відповідні рішення потрібно після всебічного розгляду можливих варіантів (альтернатив). У такому разі прийняте рішення буде найбільш обґрунтованим. Використання у процесі прийняття рішення елементів математичного моделювання сприяє пошукові оптимальних його варіантів. Необхідність застосування наукових підходів посилюється в умовах ризиків і невизначеності.

**Аналіз досліджень та публікацій з проблеми.** Проблеми теоретичного обґрунтування методів прийняття рішень в умовах ризику і невизначеності та їхнє практичного застосування досліджувалися у працях вітчизняних учених: Ф.Ф. Бутинця, М.А. Мироненка, О.А. Мироненка, З.М. Мочаліної, М.М. Шигуна та ін.

**Метою статті** є обґрунтування пропозицій щодо побудови оптимальної кількості плодоовочесховищ у Черкаській області з метою отримання максимальних прибутків на основі методів математичного моделювання. Досягнення мети обумовило визначення та вирішення таких завдань: розглянути методи прийняття рішень в умовах ризику невизначеності; обґрунтувати практичні рекомендації щодо розвитку виробничої інфраструктури в галузі плодоовочівництва з використанням елементів математичного моделювання.

**Виклад основного матеріалу.** У багатьох випадках результат ухвалення рішення залежить не тільки від самого рішення, а й від деяких зовнішніх умов. Під зовнішніми умовами розуміють будь-які чинники, на які неможливо впливати (або можливість такого впливу обмежена): попит на продукцію, дії конкурентів, природно-кліматичні чинники та інші. Оскільки наперед точно невідомі умови реалізації рішення, не можуть бути наперед відомі і результати рішення (прибуток, витрати, терміни реалізації рішення та інші).

Більшість задач, які вирішують в умовах ризику і невизначеності, можуть бути сформульовані таким чином. Вимагається вибрати одне з  $j$  можливих рішень (альтернатив):  $A_1, A_2, \dots, A_j$ . Відомо, що кожне з рішень може бути реалізоване в одному з  $n$  варіантів зовнішніх умов:  $S_1, S_2, \dots, S_n$ . Для кожного з рішень відомі його наслідки (виграші сторони, що ухвалює рішення) в кожному з варіантів зовнішніх умов:  $E_{ji}, i = 1, \dots, n$ . Ці виграші можна звести в таблицю, яка називається матрицею виграшів (або платіжною матрицею). Така матриця є математичною моделлю задачі. Загальний вид матриці виграшів показаний у табл. 1.

**Таблиця 1. Загальний вид матриці виграшів**

	$S_1$	$S_2$	$S_3$	...	$S_n$
$A_1$	$E_{11}$	$E_{12}$	$E_{13}$	...	$E_{1n}$
$A_2$	$E_{21}$	$E_{22}$	$E_{23}$	...	$E_{2n}$
...					
$A_j$	$E_{j1}$	$E_{j2}$	$E_{j3}$	...	$E_{jn}$

Вимагається вибрати найефективніший варіант рішення (тобто одне з рішень  $A_1, A_2, \dots, A_j$ ). У матриці виграшів можуть бути негативні елементи, відповідні збиткам. У деяких випадках замість матриці виграшів використовується матриця витрат. У цьому випадку елемент  $E_{ji}$  – це витрати, пов'язані з  $j$ -м рішенням в  $i$ -му варіанті зовнішніх умов.

Визначення кількості необхідних плодоовочесховищ є типовою задачею, яка вирішується в умовах ризику і невизначеності. Прогнозування можливості побудови певної кількості та визначеної потужності плодоовочесховищ у регіоні залежить від урожаю плодоовочевих культур та картоплі. Очевидно, що врожай не може бути точно відомий наперед. У табл. 2 на основі даних за 2007–2011 роки виробництва продукції плодоовочівництва в Черкаській області [1] прогнорозовано можливий урожай основних видів овочів, плодів та картоплі. Прогноз урожаю зроблено у вигляді трьох оцінок: песимістичної, вірогідної і оптимістичної.

Згідно з цим прогнозом найбільш вірогідно, що врожай становитиме близько 57,2 тис. тонн. У гіршому разі (наприклад, за несприятливих погодних умов в осінній період) урожай становитиме близько 36,6 тис. тонн, у кращому разі (за сприятливих умов) – приблизно 85,7 тис. тонн.

Аналіз побудованих 28 овочесховищ у 12 областях України показує, що середнє значення потужності таких об'єктів становить 4000 тонн овочів [2]. У типових бізнес-планах із побудови овочесховищ планується отримання виручки від зберігання і подальшої реалізації однієї тонни продукції в обсязі 7619,5 грн., при цьому виробничі витрати становлять 22 322,4 тис. грн. [4]. Виникає питання щодо визначення, скільки плодоовочесховищ треба побудувати, щоб одержати максимальний прибуток.

Дана задача розв'язується в умовах ризику і невизначеності, оскільки прибуток залежить не тільки від рішення побудови плодоовочесховищ (тобто від того, скільки буде побудовано плодоовочесховищ), а й від зовнішніх умов (від урожаю). Очевидно, що якщо буде побудована невелика кількість плодоовочесховищ, вони не зможуть закупити і зберегти всю продукцію (оскільки пропускна спроможність кожного сховища – не більш 4,0 тис. тонн). У результаті можливе псування урожаю і, як наслідок, зменшення прибутків. З іншого боку, якщо буде побудовано велика кількість плодоовочесховищ, а врожай

**Таблиця 2. Прогноз виробництва продукції плодівництва та овочівництва сільськогосподарськими підприємствами Черкаської області**

Культура	Показники	Оцінка		
		песимістична	вірогідна	оптимістична
Плоди	Урожайність, ц/га	14,8	30,7	45,5
	Зібрана площа, га	792,0	792,0	792,0
	Валовий збір, тис. ц	11,7	24,3	36,0
Овочі відкритого ґрунту	Урожайність, ц/га	65,6	103,0	151,2
	Зібрана площа, га	4415,0	4415,0	4415,0
	Валовий збір, тис. ц	289,6	454,7	667,6
Картопля	Урожайність, ц/га	154,7	223,5	365,7
	Зібрана площа, га	418,0	418,0	418,0
	Валовий збір, тис. ц	64,7	93,4	152,9
Разом валовий збір, тис. ц		366,0	572,4	856,5

виявляться низьким, витрати на обслуговування деяких сховищ виявляться зайвими (сховища простоюватимуть, оскільки не одержать достатньої кількості продукції).

При песимістичному прогнозі виробництва продукції плодовоовочівництва, з урахуванням того, що на збереження буде відправлено 80% урожаю, достатньо буде семи плодовоовочесховищ (потужністю 4,0 тис. тонн); при оптимістичному прогнозі – 17 плодовоовочесховищ. Таким чином, у регіоні може бути побудовано від семи до сімнадцяти плодовоовочесховищ. Прогнозований прибуток (збиток) з урахуванням різної кількості плодовоовочесховищ, їхньої загальної потужності і різної урожайності сформовано у вигляді матриці в табл. 3.

На підставі цієї матриці неможливо однозначно визначити, яку оптимальну кількість плодовоовочесховищ необхідно мати в регіоні. Оскільки, наприклад, при побудові одинадцяти сховищ можна отримати від 36,4 млн. грн. збитку до 89,7 млн. грн. прибутку (залежно від урожаю).

Існує декілька методів для вибору рішення в умовах невизначеності. Використовують той чи інший метод залежно від наявної інформації про зовнішні умови, перш за все враховуючи інформацію про вірогідність зовнішніх умов. Розглянемо різні методи для вибору оптимального рішення.

**Критерій Байєса.** Цей критерій використовують, якщо відома ймовірність  $P_i$  можливих станів зовнішнього середовища. Він може використовуватися в двох видах: як критерій максимуму середнього виграшу або як критерій мінімуму середнього ризику.

Нехай відома вірогідність варіантів зовнішніх умов:  $P_1, P_2, \dots, P_n$ . Якщо рішення вибирається по значеннях виграшів, то для кожного рішення знаходиться середня оцінка по всіх варіантах зовнішніх умов (середній виграш):

$$K_{B1} = \sum_{i=1}^n (E_{ij} P_i) \quad (1)$$

Використовуючи десятилітній ряд урожайності плодівих та овочевих культур у сільськогосподарських підприємствах

Черкаської області та класичний метод визначення ймовірності події, встановлено, що в нашому випадку вірогідність високоврожайного року становить 12,5%; вірогідність того, що урожай виявиться низьким, становить 37,5%; вірогідність середнього урожаю – 50,0%. За таких умов відповідно для матриці, наведеної в табл. 3:

– перший випадок

$$K_{B1} (j=1) = 52,9 \times 0,375 + 57,1 \times 0,5 + 57,1 \times 0,125 = 55,5;$$

– другий випадок

$$K_{B1} (j=2) = 8,3 \times 0,375 + 73,4 \times 0,5 + 73,4 \times 0,125 = 49,0;$$

– третій випадок

$$K_{B1} (j=3) = -36,4 \times 0,375 + 81,6 \times 0,5 + 89,7 \times 0,125 = 38,4;$$

– четвертий випадок

$$K_{B1} (j=4) = -81,9 \times 0,375 + 37,0 \times 0,5 + 106,0 \times 0,125 = 1,0;$$

– п'ятий випадок

$$K_{B1} (j=5) = -125,7 \times 0,375 - 7,7 \times 0,5 + 122,3 \times 0,125 = -35,7;$$

– шостий випадок

$$K_{B1} (j=6) = -170,3 \times 0,375 - 52,3 \times 0,5 + 110,0 \times 0,125 = -76,3.$$

Відповідно до критерію Байєса як критерій максимуму середнього виграшу необхідно вибрати другий варіант  $K_{B1} (j=1) = 55,5$ , тобто має бути побудовано  $Z=7$  плодовоовочесховищ.

Це підтверджують проведені розрахунки за матрицею ризиків. Під ризиком розуміється втрачений виграш: різниця між виграшем, максимально можливим для даного варіанту зовнішніх умов, і фактичним виграшем (табл. 4).

Оцінки рішень за критерієм мінімуму середнього ризику знаходяться за формулою:

$$K_{B2} = \sum_{i=1}^n (R_{ij} P_i) \quad (2)$$

Відповідно для матриці, наведеної в табл. 3:

– перший випадок

$$K_{B2} (j=1) = 0 \times 0,375 + 24,5 \times 0,5 + 65,2 \times 0,125 = 20,4;$$

– другий випадок

$$K_{B2} (j=2) = 44,6 \times 0,375 + 8,2 \times 0,5 + 48,9 \times 0,125 = 26,9;$$

**Таблиця 3. Матриця прогнозованих прибутків (збитків) (матриця виграшів), млн. грн.**

Кількість сховищ	Валовий збір, тис. тонн		
		27,5	42,9
7	52,9	57,1	57,1
9	8,3	73,4	73,4
11	-36,4	81,6	89,7
13	-81,9	37,0	106,0
15	-125,7	-7,7	122,3
17	-170,3	-52,3	110,0

**Таблиця 4. Матриця ризиків, млн. грн.**

Кількість сховищ	Валовий збір, тис. т		
		27,5	42,9
7	0	24,5	65,2
9	44,6	8,2	48,9
11	89,3	0	32,6
13	134,8	44,6	16,3
15	178,6	89,3	0
17	223,2	133,9	12,3

## РОЗВИТОК РЕГІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ

– третій випадок

$$K_{B2}(j=3)=89,3 \times 0,375 + 0 \times 0,5 + 32,6 \times 0,125 = 37,6;$$

– четвертий випадок

$$K_{B2}(j=4)=134,8 \times 0,375 + 44,6 \times 0,5 + 16,3 \times 0,125 = 74,9;$$

– п'ятий випадок

$$K_{B2}(j=5)=178,6 \times 0,375 + 89,3 \times 0,5 + 0 \times 0,125 = 111,6;$$

– шостий випадок

$$K_{B2}(j=6)=223,2 \times 0,375 + 133,9 \times 0,5 + 12,3 \times 0,125 = 152,2.$$

Відповідно до критерію Байєса як мінімуму середнього ризику необхідно вибрати другий варіант  $K_{B2}(j=1)=20,4$ , тобто має бути побудовано  $Z=7$  плодощовиховищ.

*Критерій Лапласа.* Якщо неможливо передбачити можливі природні умови, можна їх вважати однаково ймовірними. Тоді оптимальним вважається рішення, при якому максимальної величини набуває середня оцінка по всіх варіантах зовнішніх умов:

$$K_{\Gamma} = \max \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_{ij} \quad (3)$$

Вважаємо, що вірогідність усіх трьох випадків валового збору овочів однакова.

Відповідно для матриці, наведеної в табл. 3:

– перший випадок  $K_{\Gamma}(j=1)=55,7$ ;

– другий випадок  $K_{\Gamma}(j=2)=51,7$ ;

– третій випадок  $K_{\Gamma}(j=3)=45,0$ ;

– четвертий випадок  $K_{\Gamma}(j=4)=20,4$ ;

– п'ятий випадок  $K_{\Gamma}(j=5)=-3,7$ ;

– шостий випадок  $K_{\Gamma}(j=6)=-37,5$ .

Таким чином, якщо є підстави припускати, що всі варіанти валового збору овочів однаково вірогідні, варто будувати  $Z=7$  плодощовиховищ.

*Максимальний критерій Вальда.* З позиції даного критерію рішення вибирається з розрахунку на якнайгірші зовнішні природні умови і відповідно якнайменший урожай овочів. Відповідно до цього критерію з усіх найгірших результатів вибирається найкращий.

$$K_B = \max \min_{1 \leq j \leq m} E_{ij} \quad (4)$$

Відповідно для матриці, наведеної в табл. 3:

– перший випадок  $K_B(j=1)=\min_{1 \leq i \leq 3} E_{ij} = 52,9$ ;

– другий випадок  $K_B(j=2)=\min_{1 \leq i \leq 3} E_{ij} = 8,3$ ;

– третій випадок  $K_B(j=3)=\min_{1 \leq i \leq 3} E_{ij} = -36,6$ ;

– четвертий випадок  $K_B(j=4)=\min_{1 \leq i \leq 3} E_{ij} = -81,9$ ;

– п'ятий випадок  $K_B(j=5)=\min_{1 \leq i \leq 3} E_{ij} = -125,7$ ;

– шостий випадок  $K_B(j=6)=\min_{1 \leq i \leq 3} E_{ij} = -170,3$ .

Відповідно до критерію Вальда необхідно вибрати перший варіант  $K_B = \max \min_{1 \leq j \leq m} E_{ij} = 52,9$ , тобто має бути побудовано  $Z=7$  плодощовиховищ. Звичайно, це позиція крайнього

песимізму, яка направлена на перестраховку від непередбачуваних ризиків.

*Критерій мінімального ризику Севіджа.* Прийняття рішення за цим критерієм аналогічне до прийняття рішення за критерієм Вальда, з тією тільки різницею, що при цьому керуються не матрицею виграшів, а матрицею ризиків (табл. 3).

$$K_C = \min_{1 \leq j \leq m} \max_{1 \leq i \leq n} R_{ij} \quad (5)$$

Відповідно для матриці, наведеної в табл. 4:

– перший випадок  $K_C(j=1)=\max_{1 \leq i \leq 3} R_{ij} = 65,2$ ;

– другий випадок  $K_C(j=2)=\max_{1 \leq i \leq 3} R_{ij} = 48,9$ ;

– третій випадок  $K_C(j=3)=\max_{1 \leq i \leq 3} R_{ij} = 89,3$ ;

– четвертий випадок  $K_C(j=4)=\max_{1 \leq i \leq 3} R_{ij} = 134,8$ ;

– п'ятий випадок  $K_C(j=5)=\max_{1 \leq i \leq 3} R_{ij} = 178,6$ ;

– шостий випадок  $K_C(j=6)=\max_{1 \leq i \leq 3} R_{ij} = 223,2$ .

Мінімально можливий із самих найбільших ризиків  $K_C = \min_{1 \leq j \leq m} \max_{1 \leq i \leq n} R_{ij} = 48,9$  досягається при побудові  $Z=9$  плодощовиховищ.

*Критерій песимізму-оптимізму Гурвіца.* Цей критерій при виборі рішення рекомендує керуватися деяким середнім результатом, що характеризує стан між крайнім оптимізмом і крайнім песимізмом. Відповідно до цього критерію рішення в матриці виграшів приймається відповідно до значення:

$$K_{\Gamma} = \max_{1 \leq j \leq m} \left\{ p \min_{1 \leq i \leq n} E_{ij} + (1-p) \max_{1 \leq i \leq n} E_{ij} \right\} \quad (6)$$

де  $p$  – коефіцієнт песимізму ( $0 \leq p \leq 1$ ).

При використанні цього критерію необхідно вказати «коефіцієнт песимізму» – число (у діапазоні від 0 до 1), що є суб'єктивною (тобто не розрахованою, а вказаною людиною) оцінкою можливості несприятливих зовнішніх умов. Якщо є підстави припускати, що зовнішні умови будуть несприятливими, коефіцієнт песимізму призначається близьким до одиниці. Якщо несприятливі зовнішні умови маловірогідні, вистовується коефіцієнт песимізму, близький до нуля.

Відповідно для матриці, наведеної в табл. 3, при  $p=0,6$ :

– перший випадок  $K_{\Gamma}(j=1)=\left\{ p \min_{1 \leq i \leq n} E_{ij} + (1-p) \max_{1 \leq i \leq n} E_{ij} \right\} = 54,6$ ;

– другий випадок  $K_{\Gamma}(j=2)=\left\{ p \min_{1 \leq i \leq n} E_{ij} + (1-p) \max_{1 \leq i \leq n} E_{ij} \right\} = 34,3$ ;

– третій випадок  $K_{\Gamma}(j=3)=\left\{ p \min_{1 \leq i \leq n} E_{ij} + (1-p) \max_{1 \leq i \leq n} E_{ij} \right\} = 14,0$ ;

– четвертий випадок  $K_{\Gamma}(j=4)=\left\{ p \min_{1 \leq i \leq n} E_{ij} + (1-p) \max_{1 \leq i \leq n} E_{ij} \right\} = -6,7$ ;

– п'ятий випадок  $K_{\Gamma}(j=5)=\left\{ p \min_{1 \leq i \leq n} E_{ij} + (1-p) \max_{1 \leq i \leq n} E_{ij} \right\} = -26,5$ ;

– шостий випадок  $K_{\Gamma}(j=6)=\left\{ p \min_{1 \leq i \leq n} E_{ij} + (1-p) \max_{1 \leq i \leq n} E_{ij} \right\} = -58,2$ .

Таким чином, оптимальним є варіант побудови  $Z=7$  плодощовиховищ.

**Висновок**

Отже, використовуючи елементи математичного моделювання для прийняття управлінських рішень, які стосуються питань розвитку інфраструктури АПК у Черкаській області, з метою отримання максимального прибутку з'ясовано, що кращим рішенням буде побудова в регіоні семи плодоовочесховищ. Таке рішення виявилось кращим для більшості критеріїв (Лапласа, Байєса, Вальда та Гурвіца).

У подальших дослідженнях необхідно з'ясувати оптимальне розміщення плодоовочесховищ із врахуванням наявних у регіоні потужностей зі зберігання плодів та овочів.

**Список використаних джерел**

1. Бюлетені про фінансово-господарську діяльність сільськогосподарських підприємств за 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 роки / [Ред. В.П. Приймак]. – Черкаси: Головне управління статистики у Черкаській області.

2. Готовые объекты компании АгроВент Украина – системы хранения овощей и картофеля от АгроВент // Електрон. ресурс. Режим доступу: <http://www.agrovent.com.ua/ru/objects.html>

3. Моделі та методи прийняття рішень в аналізі й аудиті (модульний варіант): навч. посібник / З.М. Мочаліна, А.Л. Шутенко, І.А. Ачкасов, А.О. Гріценко. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 405 с.

4. Програма розвитку агропромислового комплексу Сумської області на період до 2015 року. // Електрон. ресурс. Режим доступу: <http://www.state-gov.sumy.ua/agriculture>

5. Про схвалення Концепції розвитку овочівництва та переробної галузі / Розпорядження Кабінету Міністрів України від 31.10.2011 №1120 // Електрон. ресурс. Режим доступу: <http://www.minagro.gov.ua/files/00012447/KO.doc>.

6. Объемы строительства овощехранилищ в Украине резко снизятся // Електрон. ресурс. Режим доступу: <http://ru.uni-flor.biz/agriculture/obemy-stroitelstva-ovoshhexranilishh-v-ukraine-rezko-snizyatsya.html>