

Марина І. Яремова  
**ОПТИМІЗАЦІЯ РІВНЯ ЕКОНОМІЧНОЇ  
БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА**

*У статті здійснено економіко-математичне моделювання оптимізації рівня складових економічної безпеки підприємства. Доведено необхідність застосування двох методів (лінійного та стохастичного) моделювання. Побудовано оптимізаційну задачу на прикладі ПСП «Дружба» Баранівського р-ну Житомирської обл. та визначено максимально можливий рівень його економічної безпеки з урахуванням наявних ресурсів.*

*Ключові слова:* економічна безпека підприємства; ресурси підприємства; стохастичне моделювання.

*Форм. 11. Табл. 1. Літ. 13.*

Марина И. Яремова  
**ОПТИМИЗАЦИЯ УРОВНЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

*В статье осуществлено экономико-математическое моделирование оптимизации уровня составляющих экономической безопасности предприятия. Доказана необходимость применения двух методов (линейного и стохастического) моделирования. Построено оптимизационную задачу на примере ЧСП «Дружба» Барановского р-на Житомирской обл. и определен максимально возможный уровень его экономической безопасности с учетом имеющихся ресурсов.*

*Ключевые слова:* экономическая безопасность предприятия; ресурсы предприятия; стохастическое моделирование.

Maryna I. Yareмова<sup>1</sup>  
**OPTIMIZATION OF ENTERPRISE ECONOMIC SECURITY LEVEL**

*The paper presents the economic and mathematical modelling of optimization levels for enterprise economic security components. The necessity for application of two methods (linear and stochastic) of modelling is proved. Optimization task is built on the example of agriculture enterprise "Druzhba" (Baranovsky district of Zhytomyr region) and its maximum possible level of economic security is defined taking into account the available resources.*

*Keywords:* enterprise economic security; enterprise resources; stochastic modelling.

**Постановка проблеми.** Зміцнення економічної безпеки підприємства передбачає реалізацію заходів, які б забезпечили досягнення максимально можливого її рівня. Проблемою при цьому є не лише створення системи управління, але й визначення найвищого рівня економічної безпеки суб'єкта господарювання за наявних у нього ресурсів. Зазначене обумовлює необхідність розробки та використання оптимізаційного моделювання, яке передбачає визначення оптимальних рівнів складових економічної безпеки підприємства та максимізації узагальнюючого інтегрального показника. Моделювання економічної безпеки також дає можливість виявити, який із ресурсів є дефіцитним; оцінити рівень ризику підвищення витрат ресурсів, необхідних для формування економічної безпеки в цілому та її складових.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Серед останніх досліджень варто відзначити роботи таких науковців, як: Т. Васильців [2], К. Горячева [4], С. Довбня [3],

---

<sup>1</sup> Zhytomyr National Agroecological University, Ukraine.

М. Єрмошенко [4], Н. Іванов [7], С. Ілляшенко [6], Г. Козаченко [8], О. Ляшенко [8], В. Пономарьов [8] та інші. Проте недостатньо вивченими залишаються питання оптимізації складових рівня економічної безпеки сільськогосподарських підприємств, що обумовило доцільність проведення дослідження.

**Метою дослідження** є обґрунтування теоретико-методологічних положень та розробка науково-практичних рекомендацій щодо оптимізації рівня економічної безпеки підприємств та її визначальних складових.

**Основні результати дослідження.** Зміцнення економічної безпеки сільськогосподарських підприємств є запорукою їх ефективного господарювання. При цьому необхідною умовою є виявлення резервів для підвищення її рівня. З цією метою в дослідженні використовується метод оптимізаційного моделювання, який передбачає пошук екстремуму функції (в нашому випадку – визначення максимуму рівня економічної безпеки сільськогосподарського підприємства) за умови виконання ряду обмежень (за ресурсами). Серед ресурсів, які необхідно врахувати в процесі моделювання, виділено земельні, трудові та грошові. Загалом, задача лінійної оптимізації матиме вигляд:

$$Z = \sum_{i=1}^6 v_i x_i \rightarrow \max, \quad (1)$$

за виконання таких обмежень:

1) обмеження щодо наявних земельних ресурсів:

$$\sum_{i=1}^6 b_i x_i \leq B; \quad (2)$$

2) обмеження щодо наявних трудових ресурсів:

$$\sum_{i=1}^6 c_i x_i \leq C; \quad (3)$$

3) обмеження щодо наявних грошових ресурсів:

$$\sum_{i=1}^6 a_i x_i \leq A; \quad (4)$$

4) приналежність шуканих значень складових економічної безпеки підприємства інтервалу  $[0; 1]$ :

$$0 \leq x_i \leq 1 \quad (5)$$

де  $x_i$  – шукане значення оптимального рівня  $i$ -ї складової економічної безпеки;  $v_i$  – ваговий коефіцієнт  $i$ -ї складової економічної безпеки;  $b_i$  – затрати земельних ресурсів, необхідні для забезпечення  $i$ -ї складової для досягнення інтегральним показником рівня одиниці, га;  $c_i$  – затрати трудових ресурсів, які необхідні для забезпечення  $i$ -ї складової для досягнення інтегральним показником рівня одиниці, люд.-год.;  $a_i$  – затрати грошових ресурсів, необхідні для забезпечення  $i$ -ї складової для досягнення інтегральним показником рівня одиниці, грн;  $B$  – площа сільськогосподарських угідь, що є у розпорядженні підприємства, га;  $C$  – наявні на підприємстві трудові ресурси, люд.-год.;  $A$  – грошові ресурси, що є у розпорядженні підприємства, грн.

Потреба ресурсів для забезпечення економічної безпеки на певному рівні не є сталою та детермінованою величиною, оскільки має стохастичну приро-

ду. Остання пояснюється дією випадкових факторів та існуванням невизначеності й ризику. Тому при побудові оптимізаційної моделі слід враховувати закон розподілу таких величин. У зв'язку з цим традиційну задачу лінійного програмування з лінійними обмеженнями та цільовою функцією було змінено на стохастичний аналог. Останній передбачає розв'язання задачі з лінійною функцією цілі та нелінійними (стохастичними) обмеженнями. Невизначеними випадковими величинами при цьому будуть затрати ресурсів на забезпечення певного значення економічної безпеки.

Складність практичного застосування стохастичних (нелінійних) оптимізаційних моделей полягає в тому, що їх неможливо розв'язати за допомогою розповсюджених засобів програмного забезпечення, зокрема MS Excel. Серед способів подолати цю проблему найбільш простим та доступним є трансформація нелінійних обмежень у детерміновані. Використавши методику, викладену у [9; 12, 391; 13, 120], стохастичні обмеження перетворено на детерміновані нелінійні аналоги:

$$P\left\{\sum_{i=1}^6 d_i(\omega)x_i \leq D\right\} \geq p \Rightarrow \Phi^{-1}(p)\sqrt{\sum_{j=1}^n \sigma_{D_{ij}}^2 x_i^2} \leq D - \sum_{j=1}^n \overline{d_{ij}}x_i, \quad (6)$$

де  $\Phi^{-1}(p)$  – обернене значення функції Лапласа від критичного рівня ймовірності  $p$ :  $\Phi^{-1}(p) = 1 / \Phi(p)$ ;  $\sigma_{D_{ij}}^2$  – дисперсія випадкової величини витрат ресурсу  $j$ -го виду, які необхідні для забезпечення  $i$ -ї складової для досягнення інтегральним показником рівня одиниці;  $\overline{d_{ij}}$  – математичне сподівання випадкової величини витрат ресурсу  $j$ -го виду, які необхідні для забезпечення  $i$ -ї складової для досягнення інтегральним показником рівня одиниці.

Отже, у формалізованому детермінованому вигляді стохастична задача оптимізації значень складових економічної безпеки має вигляд:

$$Z = \sum_{i=1}^6 v_i x_i \rightarrow \max, \quad (7)$$

за виконання таких обмежень:

1) обмеження щодо наявних земельних ресурсів:

$$\Phi^{-1}(p)\sqrt{\sum_{j=1}^n \sigma_{B_{ij}}^2 x_i^2} \leq B - \sum_{j=1}^n \overline{b_{ij}}x_i; \quad (8)$$

2) обмеження щодо наявних трудових ресурсів:

$$\Phi^{-1}(p)\sqrt{\sum_{j=1}^n \sigma_{C_{ij}}^2 x_i^2} \leq C - \sum_{j=1}^n \overline{c_{ij}}x_i; \quad (9)$$

3) обмеження щодо наявних грошових ресурсів:

$$\Phi^{-1}(p)\sqrt{\sum_{j=1}^n \sigma_{A_{ij}}^2 x_i^2} \leq A - \sum_{j=1}^n \overline{a_{ij}}x_i; \quad (10)$$

4) приналежність шуканих значень складових економічної безпеки підприємства інтервалу  $[0;1]$ :

$$0 \leq x_i \leq 1. \quad (11)$$

де  $\sigma_{B_{ij}}^2$  – дисперсія випадкової величини витрат земельних ресурсів, які необхідні для забезпечення  $i$ -ї складової для досягнення інтегральним показником рівня одиниці, га<sup>2</sup>;  $\sigma_{C_{ij}}^2$  – дисперсія випадкової величини витрат трудових ресурсів, необхідних для забезпечення  $i$ -ї складової для досягнення інтегральним показником рівня одиниці, люд.-год.<sup>2</sup>;  $\sigma_{A_{ij}}^2$  – дисперсія випадкової величини витрат грошових ресурсів, необхідних для забезпечення  $i$ -ї складової для досягнення інтегральним показником рівня одиниці, грн<sup>2</sup>;  $\overline{b_{ij}}$  – математичне сподівання випадкової величини витрат земельних ресурсів, необхідних для забезпечення  $i$ -ї складової для досягнення інтегральним показником рівня одиниці, га;  $\overline{c_{ij}}$  – математичне сподівання випадкової величини витрат трудових ресурсів, необхідних для забезпечення  $i$ -ї складової для досягнення інтегральним показником рівня одиниці, люд.-год.;  $\overline{a_{ij}}$  – математичне сподівання випадкової величини витрат грошових ресурсів, необхідних для досягнення інтегральним показником рівня одиниці, грн.

Дієвість розробленої моделі було перевірено на прикладі приватного сільськогосподарського підприємства (ПСП) «Дружба», яке має у своєму розпорядженні 342 га сільськогосподарських угідь та 16 осіб робочого персоналу. До 2010 р. для підприємства був характерний середній рівень економічної безпеки. Останні ж 4 роки господарство досягло певного зростання його рівня. Динаміка інтегрального показника економічної безпеки не дає можливості прослідкувати тенденцію, проте мають місце постійні коливання коефіцієнта.

У результаті статистичного дослідження випадкових величин виявлено, що найбільш нестійкими в динаміці є витрати трудових ресурсів (коефіцієнт варіації 20,78%). Це означає, що в середньому, витрати праці, необхідні для забезпечення  $i$ -ї складової для досягнення інтегральним показником рівня одиниці, відхиляються від середнього рівня приблизно на 3,15 тис. люд.-год., що складає майже 21% від середнього значення показника. Тобто, саме цей показник у перспективі може обмежити максимізацію цільової функції та цим самим зумовити недовикористання інших видів ресурсів. Для того, щоб уникнути цього, необхідно створити «страховий запас» трудових ресурсів.

За результатами обчислень стохастичної та лінійної задач оптимізації визначено, що при використанні традиційної оптимізаційної моделі максимально можливий рівень економічної безпеки становить 0,608, що у 1,13 рази більше за середній рівень інтегрального показника за останні 5 років (табл. 1).

Оскільки виробнича та збутова складові мають найнижчу вагомість, ресурси з цих складових рекомендовано перенаправити до фінансової та кадрової, що дозволить підвищити рівень економічної безпеки підприємства в цілому.

За результатами розв'язання стохастичної задачі моделювання, оптимальні розміри всіх складових знаходяться приблизно на одному рівні – від 0,487 (фінансова сфера) до 0,605 (виробнича сфера). Рівні цих же складових перевищують фактичні їх значення. При цьому значення цільової функції менше як за результат лінійного моделювання, так і порівняно з фактичними даними.

Така різниця пояснюється тим, що стохастичні обмеження є більш жорсткими і тому більшою мірою обмежують значення цільової функції, ніж лінійні. У процесі аналізу результатів оптимізаційного моделювання встановлено, що в обох задачах дефіцитним ресурсом є земля. При цьому кожен 1 га додатково залученої площі дасть можливість ПСП «Дружба» підвищити рівень коефіцієнта економічної безпеки на 0,0018. Про це свідчить значення тінгової ціни звіту по стійкості, що відображає величину, на яку зміниться цільова функція (в нашому випадку – рівень інтегрального показника безпеки) у разі зміни наявних ресурсів на 1 га.

Таблиця 1. Результати оптимізації рівнів складових економічної безпеки ПСП «Дружба», авторська розробка

Складові економічної безпеки	Оптимальні рівні		Фактичне значення
	детермінована модель	стохастична модель	
Фінансова	1,000	0,487	0,264
Ресурсно-технічна	0,189	0,499	0,820
Кадрова	1,000	0,496	0,734
Екологічна	0,645	0,559	0,710
Виробнича	0,000	0,605	0,438
Збутова	0,704	0,532	0,606
Інтегральний коефіцієнт економічної безпеки	0,608	0,527	0,597

Для того, щоб всі ресурси були повністю використані, необхідно залучити ще 21 га. Такий висновок можна зробити, виходячи з рівня допустимого збільшення наявних ресурсів. Це забезпечить додаткове зростання значення інтегрального показника економічної безпеки на 0,037. У результаті таких змін відбудеться корегування оптимального співвідношення часткових коефіцієнтів безпеки. Всі додаткові та частину наявних (тих, що спочатку було доцільно направляти на забезпечення екологічної складової на рівні 0,645) ресурсів після корегування доцільно спрямовувати на збільшення ресурсно-технічної та збутової складових.

Що ж стосується результатів стохастичного моделювання, то в цьому випадку існує кілька інструментів підвищення значення цільової функції. По-перше, це, як і в лінійній задачі, залучення додаткових земельних ресурсів. При цьому збільшення площі сільськогосподарських угідь на 6% (або на 21 га) зумовить зростання цільової функції (математичного сподівання коефіцієнта економічної безпеки) на 6,13% (з 0,527 до 0,559). Це відбудеться за рахунок підвищення рівня всіх без виключення часткових коефіцієнтів на практично однакову величину (на 6,11–6,14%), що свідчить про значущість окремих складових у загальній функції економічної безпеки.

По-друге, доцільно було б скоротити ризики підвищення витрат в цілому дефіцитних земельних ресурсів. Наведене можна зробити шляхом розробки системи заходів з ризик-менеджменту на підприємстві, в результаті чого відбудеться скорочення рівня середньоквадратичного відхилення затрат ресурсу. Наприклад, зниження середньоквадратичного відхилення показника вдвічі призведе до збільшення рівня економічної безпеки на 0,0012 (або на 0,22%), зокрема за рахунок підвищення рівня фінансової складової на 71%. Однак,

оскільки таке підвищення неможливе лише за рахунок збільшення земельних ресурсів, за результатами корегування доцільно знизити рівні всіх інших, окрім фінансового, часткових коефіцієнтів.

Проте, для досягнення максимально можливого рівня економічної безпеки керівництву ПСП «Дружба» доцільно скористатись обома наведеними вище способами. За результатами корегування початкових умов моделі встановлено, що збільшення наявних земельних ресурсів на 6% та скорочення середньоквадратичного відхилення їх витрат вдвічі дасть змогу досліджуваному господарству підвищити рівень економічної безпеки на 6,37% (з 0,527 до 0,5601) порівняно з максимально можливим рівнем інтегрального коефіцієнта за фактично існуючих у підприємства умов.

**Висновки.** Ефективним способом та резервом підвищення економічної безпеки сільськогосподарських підприємств є оптимізація рівня її функціональних складових за рахунок раціонального розподілу обмежених виробничих ресурсів. Визначення кількісних параметрів даного процесу доцільно здійснювати з використанням методів лінійного та стохастичного моделювання. Комплексне застосування детермінованої та стохастичної моделі дає можливість: визначити потенційний рівень економічної безпеки підприємства з урахуванням невизначеності економічних процесів; виявити дефіцитні ресурси; оцінити рівень ризику підвищення витрат виробничих активів, необхідних для формування економічної безпеки та її складових.

1. Бакаев А.А., Грищенко В.И., Козлов Д.Н. Экспертные системы и логическое программирование. — К.: Наук. думка, 1992. — 220 с.
2. Васильців Т.Г. Економічна безпека підприємництва України: стратегія та механізм зміцнення: Монографія. — Львів: Арал, 2008. — 384 с.
3. Довбня С.Б., Гічова Н.Ю. Діагностика рівня економічної безпеки підприємства // Фінанси України.— 2008.— №4. — С. 88–97.
4. Єрмошенко М.М., Горячева К.С. Фінансова складова економічної безпеки: держава і підприємство: Наук. монографія. — К.: Нац. акад. управління, 2010. — 231 с.
5. Иванилов Ю.П., Лотов А.В. Математические модели в экономике. — М.: Наука, 1979. — 304 с.
6. Ильяшенко С.Н. Экономическая безопасность предприятия и подходы к оценке ее уровня // Машиностроитель.— 2008.— №10. — С. 4–10.
7. Іванова Н.С. Канонічний аналіз факторів економічної безпеки агропромислових підприємств // Агросвіт.— 2011. — С. 33–36.
8. Козаченко А.В., Пономарев В.П., Ляшенко А.Н. Экономическая безопасность предприятия: сущность и механизм обеспечения: Монографія. — К.: Либра, 2003. — 280 с.
9. Кравченко Р.Г. Экономико-математические методы в организации и планировании сельскохозяйственного производства. — М.: Колос, 1973. — 228 с.
10. Крушевський А.В. Довідник по економіко-математичним моделям і методам. — К.: Наукова думка, 1992. — 208 с.
11. Кузьмичов А.І., Медведєв М.Г. Математичне програмування в Excel: Навч. посібник. — К.: Європ. ун-т, 2005. — 320 с.
12. Наконечний С.І., Савіна С.С. Математичне програмування: Навч. посібник. — К.: КНЕУ, 2003. — 452 с.
13. Николок О.М. Управління підприємницькими ризиками виробників хмелю: Автореф. дис... канд. екон. наук: 08.00.04. — К., 2006. — 17 с.

Стаття надійшла до редакції 4.09.2015.