

**УДК 519.86:330.131.7:633.1**

**Грицюк П. М., д.е.н., професор, Бабич Т. Ю., старший викладач**  
(Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

## **КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ОЦІНЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНОГО РИЗИКУ ЗЕРНОВИРОБНИЦТВА**

**У статті запропоновано концептуальні засади оцінювання економічного ризику зерновиробництва з використанням методики квантильних зон. Відхилено гіпотезу про нормальний розподіл рентабельності зерновиробництва. Виконано ідентифікацію фактичного закону розподілу рентабельності. На основі методу логарифмічних перетворень здійснено оцінювання ризиків зерновиробництва для зерносіючих районів Рівненської області. З використанням отриманих оцінок побудовано моделі типу Марковіца, що дозволяють вказати шляхи оптимізації структури зернової галузі регіону.**

**Ключові слова:** зерновиробництво, рентабельність, закон розподілу, портфель фінансових активів, ризик, Value at Risk.

**Постановка проблеми.** Україна є аграрною державою і має значний потенціал для подальшого розвитку та зміцнення аграрного сектору економіки. Зернове господарство України – це стратегічна, одна з найбільш ефективних підгалузей сільського господарства. Основним критерієм економічної ефективності аграрного виробництва є рентабельність виробництва культури, або ж прибуток, отриманий з одного гектара даної культури. Змінюючи розмір площі під кожною культурою відповідно до її рентабельності та потреб ринку, можна збільшити загальну прибутковість рослинної галузі в окремому регіоні [1].

Сільському господарству притаманні різноманітні ризики, при цьому ефективність аграрного бізнесу значним чином залежить від кліматичних факторів. Для підвищення економічної ефективності рослинницької галузі загалом і зерновиробництва зокрема необхідно враховувати ризики різного характеру та адаптувати технологічний процес до цих ризиків.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Теоретико-методологічним та практичним питанням моделювання ризиків аграрного виробництва приділено увагу в роботах П. М. Грицюка, І. Б. Загайтова, П. А. Лайка, А. В. Скрипника. Сучасні підходи до оцінювання ризиків у фінансовій сфері є сферою інтересів багатьох науковців, серед яких Г. І. Великоіваненко, В. В. Вітлінський, Т. М. Заболоцький, А. Б. Камінський, В. Ю. Хохлов. Застосування сучасних методів моделювання ризиків у інших сферах економіки, окрім фінансової, є актуаль-



ною задачею, потребує поглибленого вивчення проблеми та апробування різних методик.

**Постановка задачі.** Функціонування зернової галузі, як і будь-якої іншої складної системи, пов'язане з невизначеністю стану зовнішнього середовища, а це обумовлює виникнення ризиків різного роду. За визначенням Вітлінського В.В. «економічний ризик – об'єктивно-суб'єктивна категорія діяльності суб'єктів господарювання, яка ... відображає ступінь відхилення від цілей, від очікуваного результату, міру невдачі (збитків) з урахуванням впливу контрольованих (керованих) і неконтрольованих (некерованих) чинників, прямих і зворотних зв'язків щодо об'єкта управління» [2]. Важливо відзначити два аспекти ризику: ймовірність настання небажаної події та матеріальні втрати, пов'язані з цим.

**Value-at-Risk.** В сучасній фінансовій практиці найкращими вважаються міри, які обчислюють ризик на основі відповідних квантилей функції втрат. Сьогодні найпоширенішою квантильною мірою є *Value-at-Risk* ( $VaR$ ) [3].  $VaR_\alpha$  є мінімальний рівень втрат з імовірністю  $1 - \alpha$ , або максимальний рівень втрат з імовірністю  $\alpha$ . Для обчислення точного значення квантилі необхідно знати функцію розподілу дохідності фінансового активу  $F_x(x)$ . При відомому рівні довіри  $\alpha$  для  $VaR$  ризик фінансового активу з дохідністю  $x_t$  дорівнює [4]

$$VaR_\alpha (X_t) = \sup \{x \in \mathfrak{R} : F_x \leq \alpha\}. \quad (1)$$

Значення  $VaR_\alpha$  задає граничне значення випадкової величини  $x$ , нижче від якої починається зона ризику із забезпеченістю  $\alpha=0.05$  (рис. 1). У загальному випадку введемо позначення  $L$  для межі зони ризику із забезпеченістю  $\alpha = 0.05$ .

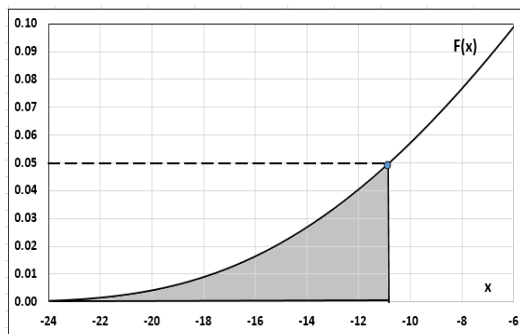


Рис. 1. Визначення межі зони ризику  $VaR_\alpha$

В аграрному виробництві виділяють такі види ризиків: природно-кліматичні, виробничо-технічні, фінансово-комерційні, політико-правові [5]. В наших дослідженнях, які стосуються зернової галузі,

особливо виділені погодно-кліматичний та економічний ризики. Оцінкою кліматичного ризику може виступати величина втрат посівної площі внаслідок несприятливих погодних обставин. Джерелом економічного ризику зерновиробництва є коливання рентабельності.

Важливим інструментом зниження ризику є диверсифікація, прикладом якої є створення портфеля фінансових активів. Принцип диверсифікації можна поширити і на інші галузі економіки. Якщо головними елементами фінансового ринку є фінансові активи, то у системі виробництва зерна такими елементами будуть посівні площі, засіяні тими чи іншими зерновими культурами. На відміну від фінансової системи, конфігурація якої змінюється щохвилини завдяки змінам ціни, попиту, пропозиції, конфігурація системи зерновиробництва визначається один раз на рік – після збору врожаю та його реалізації.

Розглянемо методику визначення економічного ризику зерновиробництва.

**Під економічним ризиком зерновиробництва** вважатимемо різницю між найбільш очікуваним значенням рентабельності виробництва та 5% квантилем (п'ятим процентилем) рентабельності, визначеним за відповідним законом розподілу.

Для нормального закону розподілу значення ризику, згідно з наведеним вище означенням дорівнює

$$V = \bar{x} - L. \quad (2)$$

У випадку портфеля активів економічний ризик  $V_j$  для  $j$ -го активу можна оцінити за співвідношенням

$$V_j = \bar{x} - L_j \quad (3)$$

для симетричного закону розподілу, та за співвідношенням

$$V_j = Me - L_j, \quad (4)$$

для несиметричного закону розподілу (тут  $Me$  – медіана вибірки).

**Портфель посівних площ Рівненської області.** Основними показниками якості фінансового портфеля є його сподівана дохідність та ризик [6]. Оцінкою дохідності аграрного виробництва є прибуток, отриманий з одного гектара культури, або рентабельність виробництва культури, яка відображає відношення отриманого прибутку до понесених витрат. Для Рівненської області є актуальною задача оптимального розподілу посівних площ зернових культур між районами області з врахуванням потреб ринку, економічної ефективності зерновиробництва та супутніх йому ризиків. Для оптимізації структури посівних площ можна використати методику портфеля Марковіца. При цьому роль фінансових активів відіграють посівні площі під сільськогосподарськими культурами. Вісім основних зерносіючих районів,



сукупний валовий збір зернових в яких перевищує 90% загального по області, зосереджені в південній частині області: Млинівський, Радивилівський, Рівненський, Дубенський, Гощанський, Здолбунівський, Острозький та Демидівський.

Для оцінювання економічного ризику зерновиробництва у відібраних районах Рівненської області, було використано 8 вибірок, кожна з яких містить 17 значень річної рентабельності зерновиробництва за період 2000-2016 роки (табл. 1).

Таблиця 1

Рентабельність зерновиробництва у районах Рівненської області за 2000-2016 рр. (%) [7]

Райони Роки	Гощанський	Демидівський	Дубенський	Здолбунівський	Млинівський	Острозький	Радивилівський	Рівненський
2000	95,8	71,6	99,5	123,5	75,7	83,7	66,1	89,5
2001	70,7	40,8	53,9	53,4	31,4	73,4	28,4	47,5
2002	37,9	44,3	39,5	41,2	17,5	35,7	9,2	20,6
2003	64,8	48,0	77,4	50,6	59,2	22,6	72,3	20,5
2004	24,8	42,7	30,6	32,9	53,2	34,9	22,5	37,3
2005	-1,4	57,6	7,2	9,4	-0,3	9,9	-7,2	-6,9
2006	13,0	17,7	-21,7	7,2	9,4	4,6	-5,7	-5,6
2007	58,0	23,5	-2,8	34,8	38,3	24,3	33,3	23,1
2008	50,8	8,7	-13,5	-0,2	12,1	3,5	18,5	0,7
2009	33,0	7,8	-17,7	-6,6	-6,7	-8,5	-12,1	0,1
2010	10,4	10,0	33,4	7,3	8,4	0,1	30,5	-30,8
2011	4,8	17,9	-23,5	17,3	3,5	0,8	1,8	54,0
2012	-4,5	16,0	27,1	52,8	21,7	-5,2	-1,8	6,0
2013	-19,4	2,0	34,9	58,4	8,8	4,3	0,4	-9,1
2014	38,9	2,9	37,7	104,6	50,1	65,2	-14,3	0,4
2015	16,3	5,9	63	113,9	49	54,3	11,2	48,8
2016	19,8	-7,51	17	80	36,5	57	16,6	37,9

**Ідентифікація закону розподілу.** Ключовим моментом при оцінюванні економічного ризику є ідентифікація закону розподілу значень рентабельності. Оскільки обсяг даних однієї вибірки є недостатньо великим для ідентифікації закону розподілу, необхідно

об'єднати 8 вибірок в єдину узагальнену вибірку. Перевірка гіпотези про однорідність початкових вибірок, виконана за допомогою непараметричного критерію Краскела – Уолліса [8], підтвердила гіпотезу про рівність середніх значень і про однорідність досліджуваних вибірок. Отже, ідентифікацію закону розподілу ми здійснювали на об'єднаній вибірці, яка містить  $17 \times 8 = 136$  значень рентабельності.

Для оцінки ризику необхідно знати нижню квантильну межу рентабельності  $L$ , яку з імовірністю 5% відсотків може перетнути випадкове значення рентабельності. У нашому випадку нижню межу рентабельності слід розрахувати для кожної з вибірок. Для визначення нижньої межі необхідно ідентифікувати закон розподілу рентабельності.

Модель Марковіца опирається на гіпотезу про нормальний розподіл дохідностей. Однак, сучасні дослідження в області фінансів показали [3], що розподіл дохідності фінансових активів відрізняється від нормального і містить, так звані «важкі хвости», що свідчить про велику ймовірність реалізації дуже великих і дуже малих значень дохідності. Наша задача полягає у дослідженні закону розподілу рентабельності зерновиробництва для районів Рівненської області.

У випадку, коли аналіз вибірки випадкових значень дозволяє прийняти гіпотезу про нормальний закон розподілу, згідно з моделлю Марковіца, оцінкою ризику виступає середньоквадратичне відхилення

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} . \quad (6)$$

Перевірка гіпотези про відповідність об'єднаної вибірки значень рентабельності зерновиробництва районів Рівненської області до нормального закону розподілу з використанням критерію Колмогорова-Смірнова та Шапіро-Уїлка дозволяє зробити висновок про відхилення гіпотези про нормальний розподіл рентабельності. Отже, середньоквадратичне відхилення не можна використовувати для оцінки ризику.

**Логарифмічна міра ризику.** Проведені комп'ютерні експерименти підтвердили гіпотезу про відповідність об'єднаної вибірки значень рентабельності зерновиробництва у районах Рівненської області до логнормального закону розподілу. Для цього було виконано логарифмування статистичних значень рентабельності зерновиробництва з урахуванням зміщення на величину  $r_0 = 32\%$



$$X_i = \ln(r_i + r_0), \quad (7)$$

де  $r$  – значення рентабельності зерновиробництва,  $i$  – номер вибіркового значення. Нами встановлено, що вибірка  $X$  має нормальний закон розподілу. Для переходу від логарифмованих значень  $X_i$  до фактичних значень рентабельності використовується зворотне перетворення (потенціювання)

$$r_i = e^{X_i} - r_0. \quad (8)$$

Методика логарифмічної оцінки економічного ризику зерновиробництва для кожного району Рівненської області є наступною.

1. Логарифмуємо вибірку значень рентабельності  $r$  для деякого району Рівненської області (17 значень, період 2000–2016 роки) згідно із (7). Отримана вибірка  $X$  має нормальний закон розподілу.

2. Для прологарифмованої вибірки обчислюємо середнє вибіркове значення  $x_c$  та середньоквадратичне відхилення  $\sigma_x$ .

3. Визначаємо межу зони ризику. Згідно з «правилом  $2\sigma$ », межа, нижче якої буде знаходитися 5% найменших значень вибірки, визначається за співвідношенням

$$L_x = x_c - 2\sigma_x. \quad (9)$$

4. Оцінкою ризику на рівні надійності  $\alpha = 0.05$  для даної вибірки  $X$  буде відхилення межі зони ризику від найбільш очікуваного значення

$$V_x = x_c - L_x = 2\sigma_x.$$

5. Для оцінки дійсного економічного ризику зерновиробництва для даного району необхідно використати зворотні перетворення величин  $x_c$  і  $L_x$  згідно із (7)

$$r_c = e^{x_c} - r_0; L = e^{L_x} - r_0.$$

6. Міру економічного ризику на рівні надійності  $\alpha = 0.05$  отримуємо за співвідношенням

$$V_r = r_c - L.$$

Значення логарифмічної міри економічного ризику  $V_r$ , яка відповідає рівню значущості  $\alpha = 0.05$ , для зерновиробництва у районах Рівненської області, розраховані згідно з наведеною вище методикою, представлено в таблиці 2. Одиницею вимірювання ризику є відсоток.

Таблиця 2

Розрахунок логарифмічної міри економічного ризику зерновиробництва для районів Рівненської області з надійністю  $\alpha = 0.05$

Райони Показники	Гоцанський	Демидівський	Дубенський	Здолбунівський	Млинівський	Острозький	Радивилівський	Рівненський
$x_c$	4,00	3,95	3,80	4,22	4,01	3,96	3,75	3,67
$\sigma_x$	0,57	0,40	0,83	0,54	0,42	0,51	0,51	1,02
$L_x$	2,85	3,15	2,14	3,14	3,18	2,94	2,72	1,62
$r_c$	22,43	20,08	12,91	36,25	23,01	20,34	10,37	7,09
$L_r$	-14,72	-8,55	-23,49	-9,00	-8,03	-13,16	-16,76	-26,96
$V_r$	37,15	28,63	36,40	45,25	31,05	33,50	27,12	34,05

Отримані оцінки ризику  $V_r$  можна використовувати при оптимізації структури посівних площ зернових у Рівненській області. Змінюючи розмір площі зернових у кожному районі відповідно до їхньої рентабельності та потреб ринку, можна збільшити загальну прибутковість зернової галузі.

**Оптимізація структури посівних площ.** Нами запропоновано методику оптимізації структури посівних площ зернових культур Рівненської області, яка базується на класичній моделі Марковіца з врахуванням відхилення рентабельності від нормального закону розподілу. Роль активів у нашій моделі відіграють посівні площі зернових, у ролі доходності активу виступає рентабельність зерновиробництва на даній площі, в якості ризику замість стандартного відхилення використовується логарифмічна міра економічного ризику  $V_r$ . Можливі два підходи до розв'язування задачі про оптимізацію портфельних інвестицій. Перший підхід (пряма задача Марковіца) має за мету максимізацію рентабельності портфеля посівних площ при заданому обмеженні ризику.



$$\left\{ \begin{array}{l} R_P = \sum_{i=1}^k w_i \times r_i \rightarrow \max; \\ V_P = \sqrt{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k (w_i \times V_{r_i} \times w_j \times V_{r_j} \times \rho_{ij})} \leq V_0; \\ 0.5w_{i0} \leq w_i \leq 1.1w_{i0}; i = 1..k; \\ \sum_{i=1}^k w_i = 1; \quad w_i \geq 0; i = 1..k. \end{array} \right. \quad (15)$$

Тут  $R_P$  – загальна прибутковість зерновиробництва у виділених районах Рівненській області,  $w_i$  – відносна частка  $i$ -го району у портфелі земельних площ під зерновими культурами (вага  $i$ -го активу),  $r_i$  – рентабельність зерновиробництва  $i$ -го району,  $V_{r_i}$  – ризик  $i$ -го активу,  $\rho_{ij}$  – коефіцієнт лінійної кореляції між рентабельностями двох ділянок,  $V_P$  – загальний ризик зерновиробництва в Рівненській області,  $V_0$  – максимально допустиме значення ризику. Перше співвідношення задачі (15) передбачає максимізацію загальної рентабельності зерновиробництва регіону шляхом перепланування структури посівних площ. Друге співвідношення встановлює допустимий рівень ризику. Третє, четверте і п'яте співвідношення встановлюють межі допустимих змін посівних площ у відповідних районах області та незмінності загальної (сумарної) площі.

Другий підхід (обернена задача Марковіца) полягає в мінімізації ризику при збереженні деякого гарантованого рівня рентабельності портфеля.

$$\left\{ \begin{array}{l} V_P = \sqrt{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k (w_i \times V_{r_i} \times w_j \times V_{r_j} \times \rho_{ij})} \rightarrow \min; \\ R_P = \sum_{i=1}^k w_i \times r_i \geq R_0; \\ 0.5w_{i0} \leq w_i \leq 1.1w_{i0}; i = 1..k; \\ \sum_{i=1}^k w_i = 1; \quad w_i \geq 0; i = 1..k. \end{array} \right. \quad (16)$$

Тут  $R_0$  – рекомендоване значення рентабельності зерновиробництва. Перше співвідношення задачі (16) передбачає мінімізацію загального ризику зерновиробництва Рівненської області. Друге співвідношення забезпечує допустимий мінімум рентабельності



портфеля, встановлений експертним шляхом.

Задачі (15) та (16) є нелінійними; для розв'язування такого типу задач використовують методи квадратичного програмування.

**Висновки.** В даній роботі запропоновані концептуальні засади оцінювання економічного ризику зерновиробництва, які базуються на квантильних методах. Методику оцінювання фінансових ризиків адаптовано та апробовано для випадку економічного ризику зерновиробництва. Джерелом економічного ризику зерновиробництва є коливання рентабельності. Визначено, що рентабельність не підлягає нормальному закону розподілу. Висунута та підтверджена гіпотеза про логнормальний закон розподілу рентабельності зерновиробництва. Встановлена межа зони ризику та здійснена оцінку ризику як різниця між найбільш очікуваним значенням рентабельності та межею зони ризику. З урахуванням отриманих оцінок побудовано моделі типу Марковіца, за допомогою яких можна виконати оптимізацію структури зернової галузі регіону.

1. Грицюк П. М. Оптимізація структури рослинної галузі Рівненської області. *Економіка АПК*. 2013. № 1 (219). С. 24–30. 2. Вітлінський В. В., Верченко П. І. Аналіз моделювання та управління економічним ризиком : навч.-метод. посіб. для самост. вивч. дисц. К. : КНЕУ, 2000. 292 с. 3. Хохлов В. Ю. VaR и проблема «больших хвостов» распределения доходности. *Риск-менеджмент в кредитной организации*. 2012. № 2. С. 35–49. 4. Заблоцький Т. М. Моделювання в управлінні портфелем фінансових активів: монографія. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2016. 440 с. 5. Лайко П. А. Сутність і класифікаційні ознаки страхових ризиків у сільському господарстві. *Збірник наукових праць Таврійського державного агротехнологічного університету (економічні науки)*. 2009. № 6. С.183–189. 6. Борщук І. В. Ризик і дохідність при портфельному інвестуванні комерційних банків. *Фінанси України*. 2002. № 7. С. 115–126. 7. Офіційний веб-сайт Головного управління статистики у Рівненській області. URL: <http://www.rv.ukrstat.gov.ua> 8. Лапач С. Н., Чубенко А. В., Бабич П. Н. Статистика в науке и бизнесе. К. : МОРИОН, 2002. – 640 с.

Рецензент: д.е.н., професор Левицька С. О. (НУВГП)

---

**Hrytsiuk P. M., Doctor of Economics, Professor, Babych T. Y., Senior Lecturer** (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

## **CONCEPTUAL FOUNDATIONS OF GRAIN PRODUCTION ECONOMIC RISKS ESTIMATION**

**The conceptual bases of grain production economic risk estimation with using of the quantile zones method are offered in the article. The**



**fluctuations in profitability are the source of grain production economic risk. The hypothesis about the normal distribution of grain production profitability was rejected. The identification of the actual profitability distribution law has been completed. An estimation of the grain production risks for Rivne region grain-growing areas was carried out on the basis of the logarithmic transformation method. Markowitz type models were constructed using the obtained estimates. These models allow indicating ways for optimization the grain industry structure in the region.**

***Keywords:* grain production, profitability, distribution law, financial assets portfolio, risk, Value at Risk.**

---

**Грицюк П. М., д.э.н., профессор, Бабич Т. Ю., старший преподаватель** (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

### **КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РИСКА ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНА**

**В статье предложены концептуальные основы оценки экономического риска зернопроизводства с использованием методики квантильных зон. Отклонена гипотеза про нормальный закон распределения рентабельности зернопроизводства. Выполнена идентификация фактического закона распределения рентабельности. На основе метода логарифмических преобразований осуществлено оценивание экономического риска зернопроизводства для зерносеющих районов Ровенской области. С использованием полученных оценок построены модели типа Марковица, которые позволяют указать пути оптимизации структуры зерновой отрасли региона.**

***Ключевые слова:* зернопроизводство, рентабельность, закон распределения, портфель финансовых активов, риск, Value at Risk.**

---