

ПРАКТИКА ВИКОРИСТАННЯ ІГРОВИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛІЗУ РИЗИКІВ ПРОЦЕСІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ОСНОВІ ПОКАЗНИКІВ СКЛАДОВИХ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ

©2018 БУРЕННІКОВА Н. В., ЯРМОЛЕНКО В. О., ЮРЧЕНКО О. М.

УДК 631.1:338:51–77

Буреннікова Н. В., Ярмоленко В. О., Юрченко О. М. Практика використання ігрових моделей для аналізу ризиків процесів функціонування сільськогосподарських підприємств на основі показників складових результативності

У статті запропоновано методику практичного застосування теорії ігор для аналізу ризиків підпроцесів процесів функціонування сільськогосподарських підприємств на основі моделей складових результативності Буреннікової (Поліщук) – Ярмоленка та відповідних показників. Методику розглянуто на прикладі процесів утворення валових доходів п'ятьох сільськогосподарських підприємств зернопродуктового підкомплексу як підпроцесів процесів функціонування цих підприємств. Побудовано певну платіжну матрицю для випадку нестратегічної гри (гри з природою). Отримано дві матриці ризиків залежно від двох формул, за якими обчислено елементи цих матриць. Знайдено максимальні значення ризиків у кожному з їхніх рядків, з цих значень утворено дві відповідні стовпчикові матриці. Проведено ранжування ризиків функціонування підприємств, котрі розглядалися. У статті досліджено ризики функціонування підприємств з точки зору результативності. Аналогічно можна дослідити зазначені ризики з позицій ефективності.

Ключові слова: сільськогосподарські підприємства зернопродуктового підкомплексу, ігрові моделі, гра з природою, платіжна матриця, матриця ризиків, загальний, чистий і масштабний продукти процесу, моделі складових результативності Буреннікової (Поліщук) – Ярмоленка.

Табл.: 8. Формул.: 2. Бібл.: 15.

Буреннікова Наталія Вікторівна – доктор економічних наук, професор, завідувачка кафедри моделювання та інформаційних технологій в економіці, Вінницький національний аграрний університет (вул. Сонячна, 3, Вінниця, 21008, Україна)

E-mail: n.burennikova@ukr.net

Ярмоленко Віктор Олексійович – доктор фізико-математичних наук, доцент (Вінниця, Україна)

E-mail: 01559yarmol@ukr.net

Юрченко Олександр Миколайович – аспірант, Вінницький національний аграрний університет (вул. Сонячна, 3, Вінниця, 21008, Україна)

E-mail: alexandrvelikij93@gmail.com

УДК 631.1:338:51–77

UDC 631.1:338:51–77

Буреннікова Н. В., Ярмоленко В. А., Юрченко А. Н. Практика использования игровых моделей для анализа рисков процессов функционирования сельскохозяйственных предприятий на основе показателей составляющих частей результативности

В статье предложена методика практического использования теории игр для анализа рисков подпроцессов процессов функционирования сельскохозяйственных предприятий на основе моделей составляющих частей результативности Буренниковой (Поліщук) – Ярмоленко и соответствующих показателей. Методика рассмотрена на примере процессов образования валовых доходов пяти сельскохозяйственных предприятий зернопродуктового подкомплекса как подпроцессов процессов функционирования этих предприятий. Построена определенная платежная матрица для случая нестратегической игры (игры с природой). Получены две матрицы рисков в зависимости от двух формул, по которым рассчитаны элементы этих матриц. Найденные максимальные значения рисков в каждой их строке, на основании чего составлены две соответствующие столбиковые матрицы. Проведено ранжирование рисков функционирования рассмотренных предприятий. В статье исследованы риски функционирования предприятий с точки зрения результативности. Аналогично можно исследовать указанные риски с позиций эффективности.

Ключевые слова: сельскохозяйственные предприятия зернопродуктового подкомплекса, игровые модели, игра с природой, платежная матрица, матрица рисков, общий, чистый и масштабный продукты процесса, модели составляющих результативности Буренниковой (Поліщук) – Ярмоленко.

Табл.: 8. Формул.: 2. Библ.: 15.

Буреннікова Наталія Вікторівна – доктор економічних наук, професор, завідувачка кафедри моделювання та інформаційних технологій в економіці, Вінницький національний аграрний університет (вул. Сонячна, 3, Вінниця, 21008, Україна)

E-mail: n.burennikova@ukr.net

Ярмоленко Віктор Олексійович – доктор фізико-математичних наук, доцент (Вінниця, Україна)

E-mail: 01559yarmol@ukr.net

Юрченко Олександр Миколайович – аспірант, Вінницький національний аграрний університет (вул. Сонячна, 3, Вінниця, 21008, Україна)

E-mail: alexandrvelikij93@gmail.com

Burennikova N. V., Yarmolenko V. O., Yurchenko O. M. The Practice of Using Game Models to Analyze the Risks of the Operation Processes of Agricultural Enterprises Based on the Indicators of Components of Effectiveness

The article proposes the methodology of practical use of game theory for analyzing of risks of subprocessions of operational processes of agricultural enterprises on the basis of models of components of effectiveness by Burennikova (Polishchuk) – Yarmolenko and relevant indicators. The methodology is considered on the example of processes of formation of gross incomes at five agricultural enterprises of grain products subcomplex as subprocesses of operational processes of these enterprises. A certain payment matrix for the case of non-strategic game (playing with nature) was built. A gains matrix would generate a risk matrix. Two risk matrices are obtained, depending on the two formulas according to which the elements of these matrices are calculated. According to the data of these two risk matrices, the maximum risk values are found in each row, and two corresponding column matrices are drawn from these values. On the basis of the mentioned column matrices, a ranking of risks of functioning of the considered enterprises is carried out. The article researches the risks of functioning of enterprises in terms of effectiveness. Similarly, one can research the mentioned risks from the standpoint of efficiency.

Keywords: agricultural enterprises of grain products subcomplex, game models, playing with nature, payment matrix, risks matrix, general, pure and large-scale products of process, models of components of effectiveness by Burennikova (Polishchuk) – Yarmolenko.

Tbl.: 8. Formulae: 2. Bibl.: 15.

Burennikova Nataliia V. – D. Sc. (Economics), Professor, Head of the Department of Modeling and Information Technologies in Economy, Vinnytsia National Agrarian University (3 Soniachna Str., Vinnytsia, 21008, Ukraine)

E-mail: n.burennikova@ukr.net

Yarmolenko Viktor O. – D. Sc. (Physics and Mathematics), Associate Professor (Vinnytsia, Ukraine)

E-mail: 01559yarmol@ukr.net

Yurchenko Oleksandr M. – Postgraduate Student, Vinnytsia National Agrarian University (3 Soniachna Str., Vinnytsia, 21008, Ukraine)

E-mail: alexandrvelikij93@gmail.com

Сучасна економіка як складна, динамічна, кібернетична, стохастична система потребує новітніх підходів до формування відповідної політики на основі прийняття та реалізації науково обґрунтованих управлінських рішень. Та чи інша економічна ситуація на мікро-, мезо- чи макрорівнях складається під впливом великої кількості факторів (як рушійних сил її розвитку); вона залежить від певних умов (обставин), котрі впливають на економіку як систему, формують невизначеність, перешкоджають цьому розвитку. Результативному функціонуванню та розвитку економіки як системи певного ієрархічного рівня сприятимуть інноваційні підходи до розв'язання відповідних задач стосовно вибору оптимальних управлінських рішень в умовах конкуренції, невизначеності та ризику, де стикаються інтереси різних сторін із своїм баченням економічної ситуації (конфліктні ситуації). Для вирішення зазначених вище проблем традиційно залучаються відповідні економіко-математичні моделі, котрими можуть служити й моделі теорії ігор.

Розглянемо практичне використання моделей теорії ігор на прикладі конкретних сільськогосподарських підприємств зернопродуктового підкомплексу з використанням авторських підходів, заснованих на моделях складових результативності Буреннікової (Поліщук) – Ярмоленка.

Становлення й розвиток теорії ігор відбувся за допомогою наукових доробків відомих учених, серед яких Дж. Бертран [1], Ф. Еджуорт [2], О. Моргенштерн [3], Дж. фон Нейман [3], Д. Неш [4], Г. Оуен [5], Г. Хотеллінг [6], Е. Чемберлін [7], Г. фон Штакельберг [8] та ін. Перші систематизовані ідеї та методи в галузі теорії ігор було викладено в роботі [3], опублікованій в 1944 р. Тому теорія ігор вважається порівняно молодою математичною наукою. Роботи [1; 2; 6; 8], які з'явилися значно раніше (відповідно у 1883, 1881, 1929, 1934 рр.), служать прикладами наукових праць, де є елементи цієї теорії. Прийняття рішень в умовах невизначеності розглядають традиційно [9].

Теорія ігор є теорією математичних моделей прийняття оптимальних рішень в умовах конфлікту або невизначеності. *Грою* у теорії ігор, як правило, вважають спрощену формалізовану модель конфліктної ситуації. Ігри відповідним чином класифікують. На сьогоднішній день відомі такі класифікації:

- ★ за кількістю гравців (парні, множинні);
- ★ за результатом гри (ігри з нульовою сумою та ігри з ненульовою сумою);
- ★ за кількістю стратегій (зі скінченною та нескінченною кількістю стратегій);
- ★ за видом функції вигравів (матричні, біматричні, неперервні, опуклі, сепарабельні, типу дуелей);
- ★ за характером взаємовідносин (безкоаліційні та коаліційні);

- ★ за кількістю інформації про характер ситуації, що склалася, і про наміри противника (з повною та неповною інформацією) [10; 11 та ін.].

Теорія ігор набула досить широкого застосування в економіці. Зокрема, це математичні моделі торгів та аукціонів (мікрорівень); виробнича поведінка фірм як на рівні продукту, так і на рівні його виробництва, включаючи також і поведінку внутрішніх для фірми суб'єктів (на проміжному рівні економіки); моделі конкуренції країн та торговельна політика держав, монетарна політика (макрорівень) [11].

Метою статті є презентація методики практичного застосування теорії ігор на основі використання моделей складових результативності Буреннікової (Поліщук) – Ярмоленка та відповідних показників для аналізу ризиків підпроцесів процесів функціонування сільськогосподарських підприємств. Завдання полягає у визначенні рівня ризику обраної тим чи іншим сільськогосподарським підприємством зернопродуктового підкомплексу стратегії його функціонування. *Практичну значущість* роботи становить реалізація в ній поставлених мети і завдання на прикладі сільськогосподарських підприємств зернопродуктового підкомплексу Вінницької області.

Стаття є продовженням публікації [12] з точки зору використання статистичних даних п'ятих сільськогосподарських підприємств Вінницької області. Результати попередніх досліджень, які містяться у статті [12], виявились необхідними для порівняння з отриманими результатами наших нових досліджень (саме цим пояснюється використання інформації, котра належить до 2011–2015 рр.).

Застосування теорії ігор у кожному конкретному випадку потребує відповідних підходів. У нашому випадку ми використовуємо категоріальний апарат стосовно кількісних і якісних складових результативності функціонування систем та основні авторські показники щодо вимірювання цих складових, котрі наведено у [13].

Складові показники результативності R процесу виглядають так:

V – показник загального продукту процесу;

Z – показник його продукту як затрат;

$G = (V - Z)$ – показник продукту як користі процесу;

$E = V / Z$ – показник ефективності процесу як відношення показників загального продукту V і продукту як затрат Z (якісна складова результативності процесу);

$K = G + Z \cdot G / V$ – показник масштабного продукту процесу (кількісна складова результативності процесу);

$R = K \cdot E = K \cdot V / Z = G(1 + V / Z)$ – показник результативності процесу.

Інформаційною базою для обчислення цих показників служать річні фінансові звіти відповідних

підприємств; для розрахунків їх слід брати у грошовому вимірі (гривнях) у фактичних цінах на одного працюючого.

З точки зору ризикології як науки про основні принципи, закони тощо стосовно оцінювання ризиків у процесі функціонування систем різних типів та рівнів розглянемо нестратегічну гру, яка є своєрідним прикладом ігор з природою для випадку кількості гравців (сторін) – два (парна гра). *Природою* називатимемо, як це прийнято в теорії ігор, умови, які залежать не від свідомих дій іншого гравця (сторони гри), а від об'єктивної реальності, яка не є «розумним гравцем», котрий обирає для себе оптимальні стратегії. У цих умовах перший гравець (у нашому випадку це підприємство) має обрати найменш ризиковане рішення [14; 15].

Задачі прийняття рішень *в умовах повної невизначеності* (в яких відсутня інформація про ймовірності виникнення кожного з можливих станів природи й де для розв'язання задач використовуються, як правило, критерій Гурвіца, критерій Лапласа, критерій Вальда, критерій Севіджа) та задачі прийняття рішень *в умовах ризику* є видами статистичних задач ігор з природою [14; 15].

Розглянемо скінченну задачу *в умовах повної невизначеності* в матричній формі. Нехай гравці A_1, A_2, \dots, A_m (наприклад, сільськогосподарські підприємства зернопродуктового підкомплексу) мають n можливих стратегій P_1, P_2, \dots, P_n (табл. 1). При цьому, як це прийнято у теорії ігор, *стратегією* гравця (підприємства) називатимемо план (опис дій), за яким гравець здійснює вибір у будь-якій можливій ситуації та при будь-якій можливій фактичній інформації [14; 15].

Таблиця 1

Платіжна матриця

Гравці	Стратегії			
	P_1	P_2	...	P_n
A_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}
A_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}
...
A_m	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mn}

Як відомо, завданням теорії ігор є вироблення рекомендацій для гравців, або, іншими словами, визначення для них *оптимальної стратегії*. Оптимальною стратегією називатимемо, як це визнано у теорії ігор, таку стратегію, котра при багаторазовому повторенні гри забезпечує конкретному гравцю максимально можливий середній виграш [14; 15].

Побудову моделі для розв'язання задачі почнемо, як це прийнято, із побудови платіжної матриці. Виграш гравця A_i ($i = 1, \dots, m$) за умов обраної ним

стратегії P_j ($j = 1, \dots, n$) позначимо a_{ij} ($i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$). З вирашів гравців формується відповідна платіжна матриця (див. табл. 1). Відзначимо, що ця матриця не є матрицею стратегічної (антагоністичної) гри – елементи її стовпчиків не є програшем [14; 15].

Як відомо, матриця вирашів однозначно породжує матрицю ризиків, яку зображено у вигляді табл. 2. Елементами цієї матриці є r_{ij} ($i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$).

Розмірності матриці ризиків і платіжної матриці збігаються.

Таблиця 2

Матриця ризиків

Гравці	Стратегії			
	P_1	P_2	...	P_n
A_1	r_{11}	r_{12}	...	r_{1n}
A_2	r_{21}	r_{22}	...	r_{2n}
...
A_m	r_{m1}	r_{m2}	...	r_{mn}

Для розрахунків у нашому випадку взято статистичні дані процесів утворення валових доходів п'ятьох сільськогосподарських підприємств А, Б, В, Д, Е Вінницької області у 2011–2015 рр. У силу конфіденційності інформації щодо статистичних даних підприємств за статтею 21 Закону України «Про державну статистику» конкретизацію певних статистичних даних кожного з цих підприємств ми тут не надаємо, але зазначимо, що такими підприємствами є: ТОВ «ПоділляІнвест»; ПП «Віта»; ТОВ «Агро-Буг»; ТОВ «Агро-Еталон»; ТОВ «Красне-АгроІнвест» Тиврівського району Вінницької області (проведене авторами жеребкування забезпечує конфіденційність інформації щодо діяльності зазначених підприємств). У табл. 3 подано показники діяльності цих підприємств, а в табл. 4 – результати розрахунків за моделями Буренікової (Поліщук) – Ярмоленка складових результативності процесів утворення ними валових доходів.

Дані табл. 4 використано нами для створення платіжної матриці гри, яку відображено в табл. 5. Дані табл. 5 є значеннями показників результативності процесів формування валових доходів підприємств А, Б, В, Д, Е за 2011–2015 рр.

Матрицю ризиків, яку отримано з платіжної матриці, у нашому випадку зображено у вигляді табл. 6. Елементи цієї матриці обчислено за формулою (1):

$$r_{ij} = \max a_{ij} - a_{ij}, \quad (1)$$

де $i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$ [14].

Матрицю ризиків, яку отримано з платіжної матриці (див. табл. 5), на основі критерію Севіджа, представлено у вигляді табл. 7.

Показники діяльності підприємств А, Б, В, Д, Е у 2011–2015 рр.

Показник	Рік					Середнє**
	2011	2012	2013	2014	2015	
1. Підприємство А						
1. Чистий дохід (виручка) від реалізації продукції, тис. грн*	75601,2	78085,6	57268,9	126925,4	299278,6	127431,9
2. Матеріальні затрати та амортизація, тис. грн**	43031,5	62999,3	56400,4	49764	78083,4	58055,72
3. Середньорічна чисельність працівників, осіб*	57	56	53	54	56	55,2
2. Підприємство Б						
1. Чистий дохід (виручка) від реалізації продукції, тис. грн*	4528,7	12213,6	6593,9	11138,0	31849,8	13264,8
2. Матеріальні затрати та амортизація, тис. грн**	4237,7	5300,26	7495,5	7940,9	13231,9	7641,252
3. Середньорічна чисельність працівників, осіб*	26	24	25	26	24	25
3. Підприємство В						
1. Чистий дохід (виручка) від реалізації продукції, тис. грн*	17968,7	18797,6	21908	27509,1	38714,6	24979,6
2. Матеріальні затрати та амортизація, тис. грн**	10581,1	13136,7	14783,6	14783,6	18419,3	14340,86
3. Середньорічна чисельність працівників, осіб*	26	23	24	24	24	24,2
4. Підприємство Д						
1. Чистий дохід (виручка) від реалізації продукції, тис. грн*	18288,2	35413,5	47971,7	76545,8	155339,8	66711,8
2. Матеріальні затрати та амортизація, тис. грн**	20261	33527,3	40270,8	61970,9	92652,7	49736,54
3. Середньорічна чисельність працівників, осіб*	408	406	408	377	332	386,2
5. Підприємство Е						
1. Чистий дохід (виручка) від реалізації продукції, тис. грн*	12725,8	15812,3	5518,5	34895,8	57573,3	25305,14
2. Матеріальні затрати та амортизація, тис. грн**	6802,5	9620,7	14497,9	12650,4	21763,6	13067,02
3. Середньорічна чисельність працівників, осіб*	63	58	64	46	51	56,4

Примітки: * – дані підприємств; ** – розраховано авторами за даними підприємств.

Елементи цієї матриці (див. табл. 7) обчислено за формулою (2):

$$r_{ij} = \max_k a_{kj} - a_{ij}, \quad (2)$$

де $i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n; k = 1, \dots, m$ [14].

За даними табл. 6 і табл. 7 знаходимо максимальні значення ризиків у кожному з їхніх рядків, формуємо з них матриці-стовпці; проводимо ранжування значень, виходячи з того, що вищий ранг присвоюється підприємству з меншим значенням показника, і утворюємо табл. 8.

Отже, з даних табл. 8 випливає, що, виходячи з даних табл. 6, за рівнем ризику підприємства утворюють такий ряд: Д, В, Б, Е, А (від меншого рівня до більшого). Саме так характеризується ризик підприємств, якщо аналізувати процес формування валового доходу окремо кожного з них без урахування процесу формування цього доходу іншими підприємствами. Якщо ж урахувати останній фактор (виходячи з даних табл. 7, отриманих на основі критерію Севіджа), то за рівнем ризику підприємства утворюють дещо інший ряд: В, А, Д, Б, Е. Зауважимо, що в першому випадку отримуємо

Характеристики динаміки складових результативності процесів утворення валових доходів підприємств А, Б, В, Д, Е у 2011–2015 рр.*

Рік	Характеристика загального продукту процесу	Характеристика продукту як витрат процесу	Характеристика чистого продукту процесу	Характеристика масштабованого продукту процесу	Характеристика ефективності процесу	Характеристика результативності процесу
	V	Z	G	K	E	R
Підприємство А						
2011	1326,337	754,9386	571,3983	896,6329	1,756881	1575,277
2012	1394,386	1124,988	269,3982	486,7481	1,239468	603,3086
2013	1080,545	1064,158	16,38684	32,52517	1,015399	33,02602
2014	2350,470	921,5555	1428,915	1989,154	2,550547	5073,429
2015	5344,261	1394,346	3949,914	4980,468	3,832807	19089,17
Підприємство Б						
2011	174,1808	162,9885	11,19231	21,66543	1,068669	23,15318
2012	508,9000	220,8442	288,0558	413,0616	2,304340	951,8344
2013	263,756	299,82	-36,06403	-77,05918	0,8797144	-67,79008
2014	428,3846	305,4192	122,9654	210,6343	1,402612	295,4381
2015	1327,075	551,3292	775,7459	1098,027	2,407047	2643,003
Підприємство В						
2011	691,1038	406,9654	284,1385	451,457	1,698188	766,6591
2012	817,2869	571,1609	246,126	418,1312	1,430922	598,3133
2013	912,8333	615,9833	296,85	497,1654	1,481912	736,7556
2014	1146,213	615,9833	530,2292	815,1784	1,860785	1516,872
2015	1613,108	767,4709	845,6375	1247,968	2,10185	2623,04
Підприємство Д						
2011	44,82402	49,65931	-4,835297	-10,19219	0,9026306	-9,199784
2012	87,22537	82,57956	4,645813	9,04418	1,056259	9,552994
2013	117,5777	98,70294	18,87476	34,71955	1,191228	41,35889
2014	203,0392	164,379	38,6602	69,95921	1,235189	86,41287
2015	467,891	279,0744	188,8166	301,4365	1,676581	505,3829
Підприємство Е						
2011	201,9968	107,9762	94,02064	144,2788	1,870753	269,9101
2012	272,6259	165,8741	106,7517	171,7028	1,643571	282,2057
2013	86,22656	226,5297	-140,3031	-508,8998	0,3806413	-193,7083
2014	758,6044	275,0087	483,5957	658,9084	2,758474	1817,582
2015	1128,888	426,7372	702,1511	967,575	2,645394	2559,617

Примітка: * – вартісні показники подано в середньому за рік на одного працівника в тис. грн.

Джерело: розраховано авторами за даними підприємств.

характеристику ризику фактичного функціонування кожного з підприємств, а у другому – характеристику ризику їхнього можливого функціонування при умові орієнтації на найкращий результат функціонування з усієї сукупності підприємств, які розглядаються. Виявилось, що у другому випадку рівень ризику збільшується.

ВИСНОВКИ

Презентовано методику практичного застосування теорії ігор для аналізу ризику підпроцесів процесів функціонування сільськогосподарських підприємств з використанням моделей складових результативності Буреннікової (Поліщук) – Ярмоленка та відповідних показників на прикладі процесів утво-

Таблиця 5

Значення показників результативності процесів формування валових доходів підприємств А, Б, В, Д, Е за 2011–2015 рр. (Платіжна матриця)*

Підприємство	Рік					Середнє
	2011	2012	2013	2014	2015	
А	1575,277	603,3086	33,02602	5073,429	19089,17	4015,515
Б	23,15318	951,8344	-67,79008	295,4381	2643,003	615,4288
В	766,6591	598,3133	736,7556	1516,872	2623,04	1205,364
Д	-9,199784	9,552994	41,35889	86,41287	505,3829	102,911
Е	269,9101	282,2057	-193,7083	1817,582	2559,617	637,1994

Примітка: * – вартісні показники подано в середньому за рік на одного працівника в тис. грн.

Джерело: сформовано авторами за даними табл. 4.

Таблиця 6

Матриця ризиків результативності процесів формування валових доходів підприємств А, Б, В, Д, Е за 2011–2015 рр., яку отримано за формулою (1)*

Підприємство	Рік					Середнє
	2011	2012	2013	2014	2015	
А	17513,893	18485,8614	19056,14398	14015,741	0,0	15073,655
Б	2619,84982	1691,1686	2710,79308	2347,5649	0,0	2027,5742
В	1856,3809	2024,7267	1886,2844	1106,168	0,0	1417,676
Д	514,582684	495,829906	464,02401	418,97003	0,0	402,4719
Е	2289,7069	2277,4113	2753,3253	742,035	0,0	1922,4176

Примітка: * – вартісні показники подано в середньому за рік на одного працівника в тис. грн.

Джерело: розраховано авторами за даними табл. 5.

Таблиця 7

Матриця ризиків результативності процесів формування валових доходів підприємств А, Б, В, Д, Е за 2011–2015 рр., яку отримано за формулою (2)*

Підприємство	Рік					Середнє
	2011	2012	2013	2014	2015	
А	17513,893	18485,8614	19056,14398	14015,741	0	15073,655
Б	19066,01682	18137,3356	19156,96008	18793,7319	16446,167	18473,7412
В	18322,5109	18490,8567	18352,4144	17572,298	16466,13	17883,806
Д	19098,369784	19079,617006	19047,81111	19002,75713	18583,7871	18986,259
Е	18819,2599	18806,9643	19282,8783	17271,588	16529,553	18451,9706

Примітка: * – вартісні показники подано в середньому за рік на одного працівника в тис. грн.

Джерело: розраховано авторами за даними табл. 6.

Таблиця 8

Ранжування максимальних значень ризиків за рядками табл. 6, 7 *

Підприємство	Максимальні значення ризиків за рядками табл. 6		Максимальні значення ризиків за рядками табл. 7	
	Значення	Ранг	Значення	Ранг
А	19056,14398	5	19056,14398	2
Б	2710,79308	3	19156,96008	4
В	2024,7267	2	18490,8567	1
Д	514,582684	1	19098,369784	3
Е	2753,3253	4	19282,8783	5

Примітка: * – вартісні показники подано в середньому за рік на одного працівника в тис. грн.

Джерело: сформовано авторами за даними табл. 6, табл. 7.

рення валових доходів п'ятьох сільськогосподарських підприємств зернопродуктового підкомплексу. Зокрема, проведено ранжування підприємств, котрі розглядалися, за рівнем ризиків двома способами (другий спосіб пов'язано з критерієм Севіджа). З'ясовано, що за першим способом отримуємо характеристику ризику фактичного функціонування кожного з підприємств, а за другим – характеристику ризику їхнього можливого функціонування при умові орієнтації на найкращий результат функціонування з усієї сукупності підприємств, які розглядаються. Виявлено, що у другому випадку рівень ризику збільшується.

У статті досліджувалися ризики функціонування підприємств з точки зору результативності. Аналогічно можна дослідити зазначені ризики з позицій ефективності.

У майбутньому передбачається розглянути застосування інших економіко-математичних моделей для розширення інформаційного простору відносно інших процесів у контексті результативного функціонування систем. ■

ЛІТЕРАТУРА

1. **Bertrand J. L. F.** Book Review of: Theorie mathematique de la richesse sociale and of Recherches sur les principes mathematiques de la theorie des richesses. *Journal des Savants*. 1883. Vol. 67. P. 499–508.
2. **Edgeworth F.** *Mathematical psychics*. London : Kegan Paul, 1881. 166 p.
3. **Neumann J. von, Morgenstern O.** *Theory of games and economic behavior*. Princeton : Princeton University Press, 1944. 776 p. [Рус. пер.: Нейман Дж. фон, Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. М. : Наука. 1970. 983 с.].
4. **Nash J. F. Jr.** Two-person cooperative games. *Econometrics*. 1953. Vol. 21. No. 1. P. 128–140.
5. **Оуэн Г.** Теория игр / пер. с англ. под ред. А. А. Корбута со вступ. статьей Н. Н. Воробьева. М. : Мир, 1971. 230 с.
6. **Hotelling H.** Stability in Competition. *The Economic Journal*. 1929. Vol. 39. No. 153. P. 41–57.
7. **Чемберлин Э. Х.** Теория монополистической конкуренции. Реориентация теории стоимости. М. : Изд-во иностранной литературы, 1959. 412 с.
8. **Stackelberg H. von.** *Marktform und Gleichgewicht*. Wien; Berlin : Julius Springer, 1934.
9. **Шиян А. А.** Математична модель для впливу суспільних інститутів на ефективність економіки України. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2008. № 2. С. 19–23.
10. **Гладкова Л., Наумова М.** Застосування теорії ігор в економіці. *Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2013. Вип. 4 (2). С. 16–21.
11. **Шиян А. А.** Теорія ігор: основи та застосування в економіці та менеджменті : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2009. 164 с.
12. **Буреннікова Н. В., Ярмоленко В. О., Гринчук Т. П.** Аспекти результативності інвестиційного забезпечення діяльності сільськогосподарських підприємств. *Бізнес Інформ*. 2017. № 1. С. 108–115.
13. **Ярмоленко В. О., Поліщук Н. В.** Складові результативності функціонування складних систем як об'єкти моделювання. *Вісник Черкаського університету. Серія: Економічні науки*. 2012. № 33 (246). С. 86–93.
14. StudFiles. Тема 8. Теорія ігор. URL: <https://studfiles.net/preview/5471254>
15. **Вітлінський В. В., Верченко П. І., Сігал А. В., Наконечний Я. С.** Економічний ризик: ігрові моделі : навч. посіб. Київ : КНЕУ, 2002. 446 с.

REFERENCES

Bertrand, J. L. F. "Book Review of: Theorie mathematique de la richesse sociale and of Recherches sur les principes mathematiques de la theorie des richesses". *Journal des Savants*. Vol. 67 (1883): 499-508.

Buriennikova, N. V., Yarmolenko, V. O., and Hrynychuk, T. P. "Aspekty rezultatyvnosti investytsiinoho zabezpechennia diialnosti silskohospodarskykh pidpriemstv" [Aspects of the effectiveness of investment support activities of agricultural enterprises]. *Biznes Inform*, no. 1 (2017): 108-115.

Chemberlin, E. Kh. *Teoriya monopolisticheskoy konkurentsii. Reorientatsiya teorii stoimosti* [Theory of monopolistic competition. Reorientation of the theory of value]. Moscow: Izd-vo inostran. lit., 1959.

Edgeworth, F. *Mathematical psychics*. London: Kegan Paul, 1881.

Hladkova, L., and Naumova, M. "Zastosuvannia teorii ihor v ekonomitsi" [Application of the theory of games in the economy]. *Naukovi zapysky Kirovohradskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Vynnychenka. Ser. : Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity*, no. 4 (2) (2013): 16-21.

Hotelling, H. "Stability in Competition". *The Economic Journal*. Vol. 39, no. 153 (1929): 41-57.

Nash, J. F. Jr. "Two-person cooperative games". *Econometrics*. Vol. 21, no. 1 (1953): 128-140.

Neumann, J. von, and Morgenstern, O. *Theory of games and economic behavior*. Princeton: Princeton University Press, 1944.

Ouen, G. *Teoriya igr* [Game theory]. Moscow: Mir, 1971. "StudFiles. Tema 8. Teoriia ihor" [StudFiles Theme 8. Theory of games]. <https://studfiles.net/preview/5471254>

Shyian, A. A. "Matematychna model dlia vplyvu suspilnykh instytutiv na efektyvnist ekonomiky Ukrainy" [A mathematical model for the influence of public institutions on the efficiency of the Ukrainian economy]. *Visnyk Vinnytskoho politekhnichnoho instytutu*, no. 2 (2008): 19-23.

Shyian, A. A. *Teoriia ihor: osnovy ta zastosuvannia v ekonomitsi ta menedzhmenti* [Theory of games: the basis and application in economics and management]. Vinnytsia: VNTU, 2009.

Stackelberg, H. von. *Marktform und Gleichgewicht*. Wien; Berlin: Julius Springer, 1934.

Vitlinskyi, V. V. et al. *Ekonomichni ryzyk: ihrovi modeli* [Economic Risk: Gaming Models]. Kyiv: KNEU, 2002.

Yarmolenko, V. O., and Polishchuk, N. V. "Skldovyi rezultatyvnosti funktsionuvannia skladnykh system yak obiekty modeliuвання" [Components of the effectiveness of the functioning of complex systems as objects of modeling]. *Visnyk Cherkaskoho universytetu. Ser. : Ekonomichni nauky*, no. 33 (246) (2012): 86-93.