

## ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ АНАЛІЗ ВИТРАТНОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ В РОЗРІЗІ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ

В роботі досліджується проблема затратності вирощування зернових культур в регіонах України. Введено поняття регіонального коефіцієнта витрат, визначено усереднені по часу значення коефіцієнтів регіонального коефіцієнта витрат з використанням шести різних методик. В результаті порівняння результатів обрано найкращу модель, яку рекомендовано для практичного використання при прогнозуванні регіональної рентабельності зерновиробництва.

Ключові слова: зерновиробництво, рентабельність зерновиробництва, урожайність, ціни на зерно, регіональний коефіцієнт витрат, метод найменших квадратів.

P.M. HRYTSIUK, T.IU. BABYCH

National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne

## ECONOMIC AND MATHEMATICAL ANALYSIS OF THE COSTS GROWING GRAIN BY REGION OF UKRAINE

Abstract- The aim of this work is research of overheads of grain production in different regions of Ukraine. The concept of regional overhead factor, which is the ratio of the grain production overhead in the region to the mean overhead for Ukraine, is introduced in this paper. At constant climatic conditions and at a constant ratio of grain prices for different regions of overhead factor for grain production should not be changed for different years of observation. However, analysis of statistical data shows that these factors changes from year to year. This is a consequence of stochastic changes of climatic conditions and the correlation of purchasing prices. For forecasting of grain production profitability in the region it is necessary to know some average value of overhead factor, which reflects the impact of unchanging complex climatic conditions. The time averaging of coefficients regional overhead using six different methods has been done in this paper. The best model, which is recommended for practical use, is selected in the process of analysis of the results. Our studies allow concluding that grain production overheads are lower in the Eastern regions than in the Western ones, and also about the decisive influence of climatic conditions to overhead grain production in Ukraine. This work may be useful for researchers in mathematical modeling of grain production profitability.

Keywords: grain production, profitability of grain production, crop capacity, the price of grain, regional factor cost, method of least squares.

**Актуальність дослідження.** В аграрному секторі України особливе місце займає зернова галузь завдяки забезпеченню населення хлібопродуктами і сировиною для промислової переробки та забезпеченню тваринництва зернофуражем. Експорт зерна на світовий ринок є джерелом значних валютних надходжень для України. Але, незважаючи на сприятливі умови для ефективного функціонування зернової галузі, а саме: родючі ґрунти, сприятливі кліматичні умови, висока затребуваність зерна на внутрішньому та зовнішньому ринках, вигідне географічне розташування України, наявність морських портів тощо, рентабельність зерновиробництва зазнає значних коливань. Високий врожай зернових згідно із законом залежності ціни від пропозиції спричиняє спад ціни на зерно та рентабельності виробництва і навпаки. Тому актуальною є задача розробки ефективної математичної моделі для середньострокового прогнозування рентабельності зерновиробництва. Такі прогнози допоможуть підвищити ефективність прийняття рішень при плануванні зерновиробництва.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблеми економічної ефективності сільського господарського виробництва висвітлені у працях В. Андрійчука, Б. Пасхавера, П. Саблука, Л. Худолій, О.Шпичака. Існуючі проблеми підвищення рентабельності зерновиробництва в Україні піднімаються в роботах Л.Забуранної [1], А.Кравцової [2], О.Шумейко [3], М.Паламарчука [4]. Однак у вище вказаних роботах дослідження проводяться з точки зору статистичного аналізу і лише для окремо взятих регіонів України. Питанням аналізу та мо-

делювання рентабельності зерновиробництва присвячені роботи В. Вітлінського, П. Грицюка. Але цей напрям економіко-математичного моделювання залишається і до сьогодні недостатньо розробленим. Це можна пояснити декількома причинами: зміною кліматичних умов на території України на протязі останніх десятиріч, кардинальною зміною відносин власності у сільському господарстві та стрімким підвищенням продуктивності галузі зерновиробництва в останні роки. Вказані зміни потребують певного часу для їх осмислення та накопичення статистичного матеріалу для аналізу та моделювання.

**Мета дослідження.** В даній роботі була поставлена задача дослідження взаємозв'язку між середніми витратами зерновиробництва в Україні та витратами зерновиробництва в її окремих регіонах.

**Вклад основних результатів дослідження.** Основним показником ефективності зерновиробництва є його рентабельність, а не ціна, яка швидко зростає завдяки інфляції. У попередніх наших роботах було досліджено вплив зовнішніх факторів на формування рентабельності зерновиробництва в Україні [5]. Основними факторами, які впливають на рентабельність є валовий збір зернових за два останні роки та ціна зерна на світовому ринку. Залишається без відповіді питання: чому в різних регіонах України рентабельність є різною? Можливими причинами можуть бути різні природно-кліматичні умови та різні ціни на зерно в цих регіонах.

Для підтвердження висунутих гіпотез було проведено статистичне дослідження часових рядів середньої врожайності зернових та зернобобових культур для областей України, середніх цін на зернові культури в областях України, середніх затрат на вирощування зернових культур та даних про рентабельність зерновиробництва (дані Держкомстат України за 2006-2013 роки [6]).

Рентабельність зерновиробництва  $R$  задається співвідношенням [7, с. 333]

$$R = (P - Z) / Z = P / Z - 1 = Y \cdot C / Z - 1, \quad (1)$$

де  $P$  - дохід (грн./га),  $Y$  - врожайність (ц/га),  $Z$  - виробничі витрати (грн./га),  $C$  - ціна зерна (грн./ц). Для розрахунку рентабельності в окремому регіоні введемо поняття регіонального коефіцієнта витрат.

Регіональний коефіцієнт витрат є відношенням виробничих витрат на 1 га зернових для даної області до середньоукраїнського показника

$$k_i = \frac{Z_i}{Z_0}. \quad (2)$$

Тут  $Z_0$  - значення виробничих витрат в розрахунку на 1 га для України,  $Z_i$  - значення витрат для окремого регіону. Значення рентабельності для окремих областей можна отримати використовуючи значення середньоукраїнської рентабельності та значення регіонального коефіцієнта витрат  $k_i$ .

Розглянемо випадок, коли ціни на зерно є різними в різних регіонах України. З рівняння (1) отримуємо вирази для рентабельності зерновиробництва в Україні  $R_0$  та рентабельності зерновиробництва в окремому регіоні  $R_i$

$$R_0 + 1 = \frac{Y_0 C_0}{Z_0}, \quad R_i + 1 = \frac{Y_i C_i}{Z_i}, \quad (3)$$

де  $Y_0, C_0, Z_0$  - значення врожайності, ціни та виробничих витрат для України;  $Y_i, C_i, Z_i$  - значення врожайності, ціни та виробничих витрат для окремого регіону. Звідси знаходимо вирази для виробничих витрат

$$Z_0 = \frac{Y_0 C_0}{R_0 + 1}; \quad Z_i = \frac{Y_i C_i}{R_i + 1}. \quad (4)$$

Підставляючи (4) у (2) отримуємо новий вираз для регіонального коефіцієнту витрат

$$k_i = \frac{Y_i C_i}{Y_0 C_0} \cdot \frac{R_0 + 1}{R_i + 1}. \quad (5)$$

Отже, використовуючи наявні статистичні дані, ми можемо розрахувати значення регіонального коефіцієнта витрат як із співвідношення (2), так і з співвідношення (5). При незмінних природно-кліматичних умовах та при незмінному співвідношенні ціни на зерно для різних регіонів коефіцієнти витрат повинні залишатися незмінними для різних років спостережень. Однак, розрахунки, виконані як за формулою (2), так і за співвідношенням (5), показують, що регіональний коефіцієнт витрат змінює своє значення рік від року. Це є наслідком стохастичних змін природно-кліматичних умов та співвідношення закупівельних цін. Для прогнозування рентабельності зерновиробництва в  $i$ -му регіоні необхідно знати деяке усереднене значення регіонального коефіцієнта витрат, яке формується з врахуванням усіх впливаючих факторів: природно-кліматичних умов, особливостей ґрунтового покриву, відстаней, на які доводиться перевозити зерно, забезпеченості регіону зернозбиральною технікою та транспортом, регіональних цін на паливно-мастильні матеріали тощо. Таке усереднення по часу можна здійснювати на базі співвідношення (2) або ж на основі виразу (5). Якщо прийняти гіпотезу про те, що ціни на зерно у регіонах відрізняються незначним чином, значення регіонального коефіцієнта витрат можна знайти із співвідношення

$$k_i = \frac{Y_i}{Y_0} \cdot \frac{R_0 + 1}{R_i + 1}. \quad (6)$$

Ця рівність також може служити базою для часового усереднення регіонального коефіцієнта витрат.

Таким чином, для часового усереднення регіонального коефіцієнта витрат можна використати співвідношення, отримане з (2)

$$k_i = \frac{1}{\Delta t} \sum_{t=t_0}^{t_1} \frac{Z_{it}}{Z_{0t}}, \quad \Delta t = t_1 - t_0 + 1. \quad (7)$$

Тут  $t_0=2006$ ,  $t_1=2013$  – межі часового інтервалу, для якого відомі статистичні дані. Якщо робити усереднення на основі співвідношення (5), то отримаємо

$$k_i = \frac{1}{\Delta t} \sum_{t=t_0}^{t_1} \frac{Y_{it} C_{it}}{Y_{0t} C_{0t}} \cdot \frac{R_{0t} + 1}{R_{it} + 1}. \quad (8)$$

Якщо прийняти гіпотезу про однакову ціну на зерно в усіх регіонах України  $C_0 = C_i$ , то вираз (8) дещо спрощується

$$k_i = \frac{1}{\Delta t} \sum_{t=t_0}^{t_1} \frac{Y_{it}}{Y_{0t}} \cdot \frac{R_{0t} + 1}{R_{it} + 1}. \quad (9)$$

Принципово іншим підходом до часового усереднення регіонального коефіцієнта витрат є застосування звичайного методу найменших квадратів (МНК) [8, с.98]. Згідно з принципом найменших квадратів із співвідношення (2) отримаємо

$$\sum_{t=t_0}^{t_1} [k_i \cdot Z_{0t} - Z_{it}]^2 \rightarrow \min. \quad (10)$$

Взявши похідну по  $k_i$  від лівої частини (10) і прирівнявши її до нуля, отримаємо

$$\sum_{t=t_0}^{t_1} Z_{it} Z_{0t} = k_i \sum_{t=t_0}^{t_1} Z_{0t}^2, \quad (11)$$

або

$$k_i = \frac{\sum_{t=t_0}^{t_1} Z_{it} Z_{0t}}{\sum_{t=t_0}^{t_1} Z_{0t}^2}. \quad (12)$$

Якщо для усереднення використати співвідношення (5), то згідно з принципом найменших квадратів отримаємо

$$\sum_{t=0}^{t1} [k_i \cdot Y_{0t} C_{0t} \cdot (R_{it} + 1) - Y_{it} C_{it} \cdot (R_{0t} + 1)]^2 \rightarrow \min . \quad (13)$$

Взявши похідну по  $k_i$  і прирівнявши її до нуля, отримуємо

$$k_i \cdot \sum_{t=0}^{t1} Y_{0t}^2 C_{0t}^2 \cdot (R_{it} + 1)^2 = \sum_{t=0}^{t1} Y_{0t} C_{0t} \cdot Y_{it} C_{it} \cdot (R_{0t} + 1) \cdot (R_{it} + 1), \quad (14)$$

або

$$k_i = \frac{\sum_{t=0}^{t1} Y_{0t} C_{0t} \cdot Y_{it} C_{it} \cdot (R_{0t} + 1) \cdot (R_{it} + 1)}{\sum_{t=0}^{t1} Y_{0t}^2 C_{0t}^2 \cdot (R_{it} + 1)^2}. \quad (15)$$

Якщо прийняти гіпотезу про однакову ціну на зерно в усіх регіонах України  $C_0 = C_i$ , то, згідно з принципом найменших квадратів, для регіонального коефіцієнта витрат отримуємо наступний вираз:

$$k_i = \frac{\sum_{t=0}^{t1} Y_{0t} \cdot Y_{it} \cdot (R_{0t} + 1) \cdot (R_{it} + 1)}{\sum_{t=0}^{t1} Y_{0t}^2 \cdot (R_{it} + 1)^2}. \quad (16)$$

Таким чином, авторами були використані наступні підходи до визначення усередненого по часу значення коефіцієнтів регіонального коефіцієнта витрат в галузі зерновиробництва:

- 1) звичайне статистичне усереднення по часу співвідношення (2) – модель 1а;
- 2) звичайне статистичне усереднення по часу співвідношення (6) – модель 2а;
- 3) звичайне статистичне усереднення по часу співвідношення (5) – модель 3а;
- 4) знаходження регіонального коефіцієнта витрат з використанням 1МНК на основі співвідношення (2) – модель 1б;
- 5) знаходження регіонального коефіцієнта витрат з використанням 1МНК на основі співвідношення (6) – модель 2б;
- 6) знаходження регіонального коефіцієнта витрат з використанням 1МНК на основі співвідношення (5) – модель 3б.

Результати розрахунків регіонального коефіцієнта витрат різними методами наведені в табл. 1.

Таблиця 1

#### Значення регіонального коефіцієнта витрат

		Мод 1а	Мод 2а	Мод 3а	Мод 1б	Мод 2б	Мод 3б
1	АР Крим	0.88	0.84	0.87	0.74	0.80	0.75
2	Вінницька	1.21	1.21	1.21	1.20	1.21	1.20
3	Волинська	0.94	0.88	0.92	0.86	0.84	0.83
4	Дніпропетровська	0.82	0.84	0.79	0.74	0.82	0.72
5	Донецька	0.88	0.90	0.85	0.81	0.83	0.75
6	Житомирська	1.10	1.06	1.09	1.11	1.07	1.10
7	Закарпатська	1.59	1.41	1.52	1.30	1.27	1.22
8	Запорізька	0.77	0.79	0.74	0.69	0.75	0.64
9	Івано-Франківська	1.30	1.19	1.29	1.17	1.17	1.18
10	Київська	1.20	1.21	1.22	1.15	1.20	1.17

Продовження табл. 1

11	Кіровоградська	0.91	0.94	0.91	0.90	0.94	0.88
12	Луганська	0.76	0.79	0.75	0.72	0.76	0.69
13	Львівська	1.24	1.03	1.20	1.19	1.03	1.16
14	Миколаївська	0.78	0.75	0.77	0.70	0.71	0.68
15	Одеська	0.80	0.81	0.79	0.73	0.78	0.72
16	Полтавська	1.12	1.19	1.21	1.07	1.20	1.22
17	Рівненська	1.00	0.99	1.01	0.96	0.98	1.00
18	Сумська	1.04	1.07	1.05	1.04	1.09	1.05
19	Тернопільська	1.12	1.05	1.10	1.11	1.06	1.10
20	Харківська	0.95	0.97	0.95	0.91	0.97	0.92
21	Херсонська	0.84	0.82	0.83	0.73	0.78	0.72
22	Хмельницька	1.16	1.08	1.16	1.19	1.09	1.19
23	Черкаська	1.36	1.33	1.36	1.36	1.34	1.35
24	Чернівецька	1.41	1.42	1.41	1.29	1.36	1.32
25	Чернігівська	1.03	1.04	1.04	1.04	1.03	1.06
	середнє	1.05	1.02	1.04	0.99	1.00	0.98

**Висновки.** Підводячи підсумки проведених досліджень, зазначимо, що отримані в результаті різних підходів результати є достатньо узгодженими. Про це свідчать кореляційні матриці, побудовані для першого підходу (просте усереднення по часу) та другого підходу (метод найменших квадратів) – табл. 2.

Таблиця 2

**Кореляційні матриці узгодження моделей коефіцієнта регіональних витрат**

	Модель 1а	Модель 2а	Модель 3а		Модель 1б	Модель 2б	Модель 3б
Модель 1а	1.00	0.96	0.99	Модель 1б	1.00	0.96	0.98
Модель 2а	0.96	1.00	0.98	Модель 2б	0.96	1.00	0.97
Модель 3а	0.99	0.98	1.00	Модель 3б	0.98	0.97	1.00

На нашу думку, більшої довіри заслуговує другий підхід до знаходження коефіцієнтів регіональних витрат (метод найменших квадратів). Про це свідчать середні значення коефіцієнтів, розраховані для масиву всіх областей України. Вони є близькими до одиниці. Це свідчить про незміщеність отриманих оцінок коефіцієнтів. Для практичного застосування ми рекомендуємо модель 2б (метод найменших квадратів на основі співвідношення (6)). Для цього є дві причини. По-перше використання цієї моделі для прогнозування регіональної рентабельності зерновиробництва є простішим, оскільки вимагає попереднього прогнозу лише трьох факторів: рентабельності зерновиробництва в Україні, врожайності зернових в Україні та врожайності зернових у вибраній області. Якщо ж використовувати модель 3б, то потрібно ще прогнозувати ціну на зерно у даній області та в середньому по Україні. Друга причина полягає в тому, що значення коефіцієнта  $k_i$ , розраховані за моделлю 2б є ближчими до результатів розрахунків, отриманих методами простого усереднення. В той же час деякі результати, отримані згідно з моделлю 3б є підозрілими: наприклад  $k_i = 0.64$  для Запорізької області, або  $k_i = 0.75$  для Донецької області.

Якщо відсортувати таблицю значень коефіцієнта регіональних витрат (модель 2б) за зростанням, то отримаємо перелік областей за напрямком схід – захід (рис.1). Це свідчить про те, що виробничі витрати зерновиробництва є меншими у східних областях, ніж у західних.

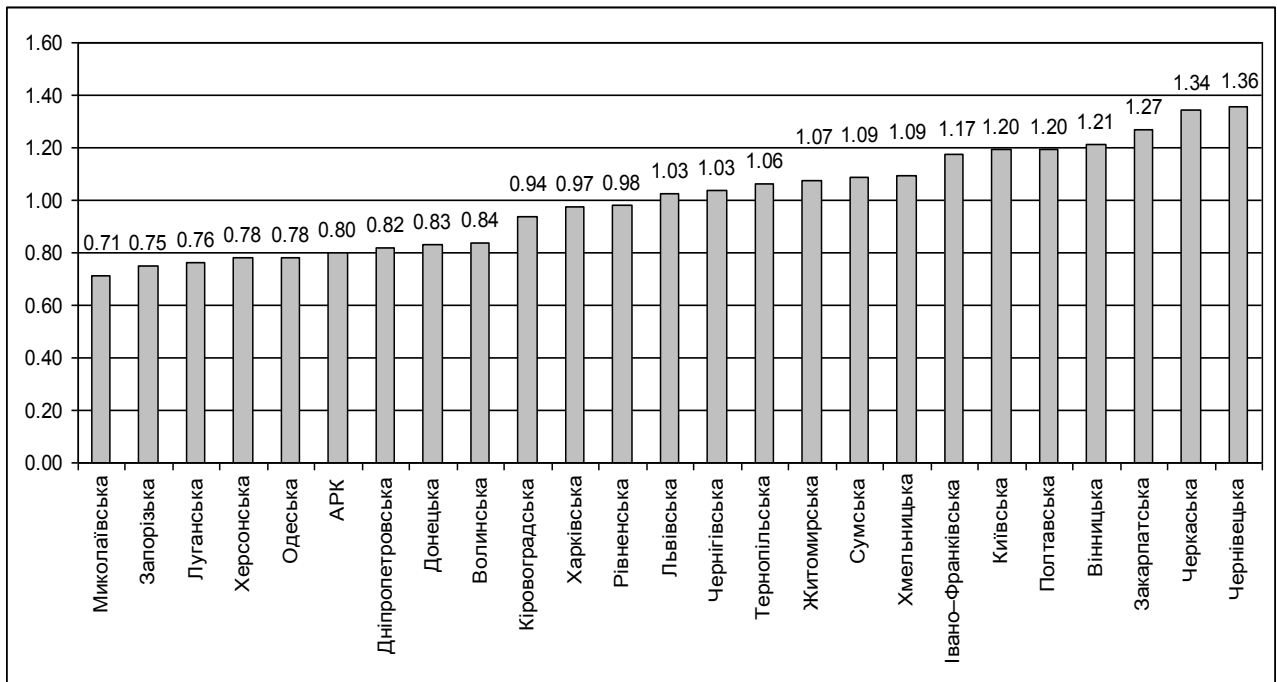


Рис.1. Коефіцієнт регіональних витрат (модель 26) відсортований в порядку зростання

Крім того це дозволяє зробити висновок про вирішальний вплив природно-кліматичних умов на затратність зерновиробництва в Україні (рис. 2). Виняток становлять лише деякі області, які не вписуються у дану схему: Черкаська (високі витрати, характерні для західних областей), Волинська (низькі витрати, характерні для східних областей).

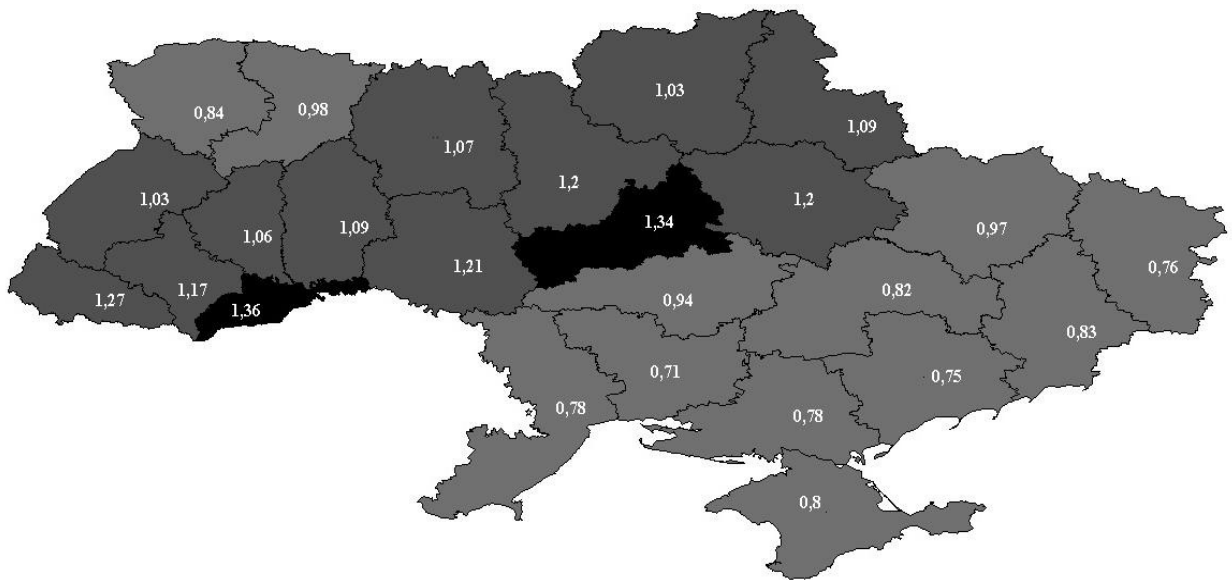


Рис. 2. Коефіцієнт регіональних витрат (модель 26) на карті України (рисунок виконано на основі авторських розрахунків згідно методики, яка описана у [9, с.194-196])

Як видно з рисунка, найнижча затратність зерновиробництва є характерною для південних і східних областей. Найвища затратність зерновиробництва спостерігається в групі центральних областей (Київська, Черкаська, Полтавська, Вінницька) та групі південно-західних областей (Чернівецька, Івано-Франківська та Закарпатська).

Таким чином, проведений аналіз дозволяє виділити регіони з високим та регіони з низьким ступенем витрат на зерновиробництво. Побудовані нами моделі дозволяють виконувати прогнозування рентабельності зерновиробництва в регіонах України і можуть бути використані при плануванні інвестицій в зернову галузь України.

## Література

1. Забуранна Л.В. Економічна ефективність виробництва зерна та шляхи її підвищення в сільськогосподарських підприємствах / Л.В.Забуранна // Економіка АПК. – 2014. – №3. – С.55-61.
2. Кравцова А.М. Проблеми підвищення рівня рентабельності виробництва зерна в Україні / А.М.Кравцова, О.Л.Руда, М.О.Кудлаєнко // Вісник Хмельницького Національного університету. Економічні науки. – 2010. – №6. – Т.3(164). – С.150-153.
3. Шумейко О.Ю. Обґрунтування інтенсифікації зерновиробництва аграрними підприємствами Полтавської області / О.Ю.Шумейко // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. – 2011. – № 5. – Т. 2(180). – С.157-160.
4. Паламарчук М.М. Ефективність виробництва зернових культур у сільськогосподарських підприємствах Київської області / М.М.Паламарчук // Економіка АПК. – 2013. – №8. – С.110-115.
5. Грицюк П.М. Економіко-математичне моделювання рентабельності зерновиробництва в Україні / П.М.Грицюк, Т.Ю.Бабич // Вісник НУВГП. Серія “Економічні науки”. – 2014. – Вип. 2 (66). – С.64-71.
6. Офіційний сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua/>
7. Грицюк П.М. Аналіз, моделювання та прогнозування динаміки врожайності озимої пшениці в розрізі областей України: [монографія] / П.М.Грицюк. – Рівне : НУВГП, 2010. – 350 с.
8. Наконечний С.І. Економетрія : підручник / С.І.Наконечний, Т.О.Терещенко, Т.П.Романюк. – К.: КНЕУ, 2004. – 520 с.
9. Грицюк П.М., Бабич Т.Ю. Геоінформаційні системи і технології : навч. посібник / П.М.Грицюк, Т.Ю.Бабич. – Рівне : НУВГП, 2014. – 239 с.

## References

1. Zaboranna L.V. Ekonomichna efektyvnist vyrobnytstva zerna ta shliakhy yii pidvyshchennia v silskohospodarskykh pidpriemstvakh / L.V. Zaboranna // Ekonomika APK. – 2014. – 3. – S. 55-61.
2. Kravtsova A.M., Ruda O.L., Kudlaienko M.O. Problemy pidvyshchennia rivnia rentabelnosti vyrobnytstva zerna v Ukraini / A.M. Kravtsova, O.L. Ruda, M.O. Kudlaienko // Visnyk Khmelnytskoho Natsionalnoho universytetu. – 2010. – 6. – T.3 (164). – S.150-153.
3. Shumeiko O.Iu. Obgruntuvannia intensyfikatsii zernovyrobnytstva aghrarnymy pidpriemstvamy Poltavskoi oblasti / O.Iu. Shumeiko // Visnyk Khmelnytskoho Natsionalnoho universytetu. – 2011. – 5. – T. 2 (180). – S. 157-160.
4. Palamarchuk M.M. Efektyvnist vyrobnytstva zernovykh kultur u silskohospodarskykh pidpriemstvakh Kyievskoi oblasti / M.M. Palamarchuk // Ekonomika APK. – 2013. – 8. – S. 110-115.
5. Hrytsiuk P.M., Babych T.Iu. Ekonomiko-matematychno modeliuvannia rentabelnosti zernovyrobnytstva v Ukraini / P.M. Hrytsiuk, T.Iu. Babych // Visnyk NUVHP. Seriiia “Ekonomichni nauky”. – 2014. – 2 (66). – S.64-71.
6. Ofitsiinyi sait Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.ukrstat.gov.ua/> 03.10.2015.
7. Hrytsiuk P.M. Analiz, modeliuvannia ta prohnozuvannia dynamiky vrozhaivosti ozymoi pshenytsi v rozrizi oblastei Ukrainy: monohrafiia / P.M. Hrytsiuk. – Rivne : NUVHP, 2010. – 350 s.
8. Nakonechnyi S.I., Tereshchenko T.O., Romaniuk T.P. Ekonometriia : pidruchnyk / S.I. Nakonechnyi, T.O. Tereshchenko, T.P. Romaniuk. – Kyiv : KNEU, 2004. – 520 s.
9. Hrytsiuk P.M., Babych T.Iu. Geoinformatsiini systemy i tekhnolohii : navch. posibnyk / P.M. Hrytsiuk, T.Iu. Babych. – Rivne : NUVHP, 2014. – 239 s.

Надіслана/Written: 25.03.2015 р.

Надійшла/Received:

Рецензент: д.е.н., завідувач кафедри міжнародної економіки Національного університету водного господарства та природокористування О.М.Сазонець