

УДК 519.866 : 338.43

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

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РЕНТАБЕЛЬНОСТІ ЗЕРНОВИРОБНИЦТВА В УКРАЇНІ

На підставі дослідження часових рядів валового збору зернових культур, світових та внутрішніх цін на зернові культури, побудовано математичні моделі залежності рентабельності зерновиробництва в Україні від даних факторів. Проведено верифікацію отриманих математичних моделей. Здійснено прогнозування рентабельності зерновиробництва на 2014 рік.

На основе исследования временных рядов валового сбора зерновых культур, мировых и внутренних цен на зерновые культуры, построены математические модели зависимости рентабельности зернопроизводства в Украине от данных факторов. Проведена верификация полученных математических моделей. Осуществлено прогнозирование рентабельности зернопроизводства на 2014 год.

The study of time series of gross harvest of grain crops, world and domestic prices for cereals, constructed the mathematical models depending on the grain production profitability in Ukraine from these factors. The obtained mathematical models are verified. Done forecasting of grain production profitability for 2014.

Ключові слова: рентабельність зерновиробництва, валовий збір, світова ціна, прогнозування.

Ключевые слова: рентабельность зернопроизводства, валовый сбор, мировая цена, прогнозирование.

Keywords: profitability of grain production, gross harvest, world price, forecasting.

Постановка проблеми. В умовах світової продовольчої та енергетичної кризи посилюється попит на зерно. Природно-кліматичні умови та родючі землі України сприяють вирощуванню всіх зернових культур і дають змогу одержувати високоякісне продовольче зерно в обсягах, достатніх для забезпечення внутрішніх потреб та значних експортних поставок [1]. Державною Програмою «Зерно України-2015» заплановано забезпечити валовий збір

зерна в 2015 р. в обсязі 71 млн. т., в тому числі обсяг експортних поставок передбачений у розмірі 35 млн. т зерна. В «Стратегічних напрямках розвитку сільського господарства України на період до 2020 року» визначені наступні індикатори розвитку зерновиробництва: збільшення обсягів виробництва зерна у 2015 р. – до 71 млн. т., у 2020 р. – до 80 млн. т.; збільшення обсягів експорту зерна у 2015 р. – до 29,0 млн. т., у 2020 р. – до 33,5 млн. т.; збільшення урожайності зернових у 2015 р. до 43,8 ц/га, у 2020 р. – до 49,4 ц/га [2].

За останні роки Україна впевнено увійшла в групу країн - найбільших експортерів зерна у світі. За підсумками 2013-2014 маркетингового року Україна посіла третє місце в світі по постачаннях зерна на зовнішні ринки, збільшивши експорт на 42% - до 32,4 млн. тонн (табл.1). При цьому Україна займає 4-е місце у світі за обсягом експорту кукурудзи, 5-е місце – за обсягом експорту ячменю та 6-е місце за обсягом експорту пшениці. Ці три культури складають лівову частку експортних поставок України.

Таблиця 1

ПРИБУТКОВІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНОВИХ В УКРАЇНІ*

Рік	Валовий збір (млн. т)	Експорт зернових (млн. т)	Ціна пшениці на зовнішніх ринках, (грн./т)**	Ціна зернових на зовнішніх ринках, (грн./т)**	Рентабельність зерновиробництва (%)
2004	41.81	11.40	834.53	826.85	20.1
2005	38.02	12.60	780.33	821.12	3.1
2006	34.26	8.60	969.82	919.48	7.4
2007	29.3	3.70	1288.79	1152.03	28.7
2008	53.29	24.60	1775.64	1878.32	16.4
2009	46.03	20.74	1746.47	2045.31	7.3
2010	39.27	12.80	1774.07	2160.83	13.9
2011	56.77	21.79	2515.68	2828.73	26.1
2012	46.22	22.82	2503.16	2971.17	15.2
2013	63.05	32.40	2495.80	2642.43	1.5

* - за даними Державної служби статистики України

** - розраховано автором за даними Державної служби статистики України та світового банку

На рис. 1 представлена структура експорту зернових з України, узагальнена за три останніх маркетингових роки.

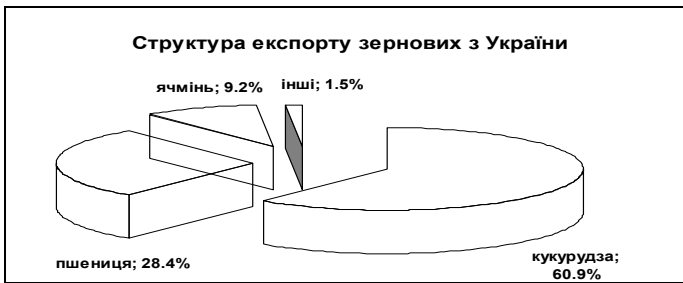


Рис. 1. Структура експорту зерна з України (за даними Державної служби статистики України)

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемою моделювання економічної ефективності зерновиробництва в Україні займалися багато економістів. В роботі [3] була побудована регресійна модель залежності рентабельності зерновиробництва від валового збору зернових та від обсягів експортних поставок. Однак, через недостатню кількість статистичних даних, статистичні характеристики даної моделі є недостатньо високими для підтвердження її адекватності.

Аналізом урожайності, експорту та цін на зерно в Україні і в світі займаються Скрипник А., Зінчук Т., Лупенко Ю.О., Месель-Веселяк В.Я.[2], Олефір В.К. [4], Кириленко І.Г. Дем'янчук В.В, Діброва А.Д., Діброва Л.В., Жемойда О.В., Одосій О.

Питання аналізу та моделювання рентабельності зерновиробництва розглянуті також в роботах Вітлінського В.В., Грицюка П.М., Васильєвої Н.К.

Постановка задачі. Високі врожаї зернових культур є основою продовольчої безпеки України та джерелом значних валютних надходжень. Однак, значні міжрічні коливання виробництва зерна приводять до значних цінових коливань і, як наслідок, до економічної нестабільності галузі. Високий врожай зернових згідно із законом залежності ціни від пропозиції спричиняє спад ціни на зерно та рентабельності виробництва і навпаки (рис.2).

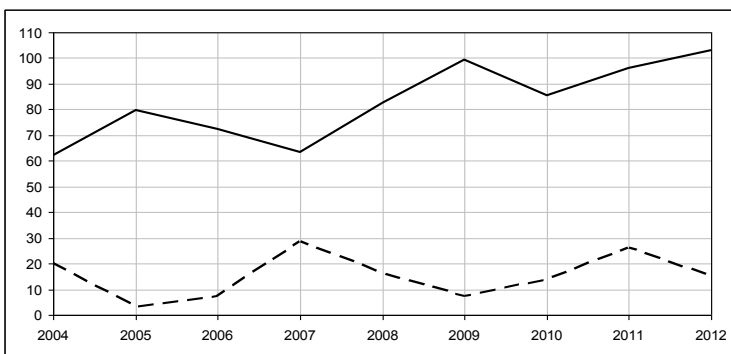


Рис.2. Залежність рентабельності зерновиробництва в Україні від валового збору зерна за два біжучих роки. Штрихова лінія – рентабельність, суцільна лінія – валовий збір

Моделі, які адекватно описують процеси, існуючі в системі зерновиробництва, та перевірені на практиці методи прогнозування врожайності і рентабельності є ефективним інструментарієм прийняття рішень, спрямованих на підвищення ефективності виробництва та зменшення рівня ризику. Особливо важливу роль відіграють моделі, які дозволяють здійснювати середньострокове прогнозування рентабельності зерновиробництва. Середньострокові прогнози з періодом упередження 1 рік і більше дозволяють заздалегідь приймати виважені рішення, спрямовані на підвищення ефективності зерновиробництва та забезпечення продовольчої безпеки як країни у цілому так і окремих виробників зерна зокрема. У зв'язку з цим є актуальною задача побудови моделі рентабельності зерновиробництва, яка б давала можливість робити прогнозні оцінки рентабельності. Завдання даної статті полягає у побудові економіко-математичних моделей рентабельності зерновиробництва в Україні, які можуть бути використані для однокрокового прогнозування з горизонтом прогнозування 1 рік.

Виклад основного матеріалу. На рентабельність зерновиробництва впливають як внутрішні, так і зовнішні фактори. Головним внутрішнім фактором є валовий збір зерна. Згідно з основним законом економіки збільшення пропозиції (високий валовий збір) веде до зниження ціни на зерно і, навпаки, недостатня пропозиція (низький валовий збір) викликає ріст ціни зернопродуктів. Оскільки зерно є основою продовольчого виробництва, то зміна ціни на зерно відразу індукує зміну ціни на більшість продовольчих товарів і є одним з головних джерел інфляції. Аналіз зерновиробництва за останні роки показує, що високі врожаї зернових в Україні не приводять до помітних змін ціни на продовольство (хоча б за логікою та законами економіки слід було очікувати зменшення ціни), а от низькі врожаї відразу ж приводять до зростання ціни на продовольство і розкручування інфляційної спіралі.

Крім розміру валового збору зерна у поточному році, на рентабельність впливають і запаси зерна, які наявні на початок збирання врожаю. Згідно з нормативами продовольчої безпеки, розмір таких запасів повинен бути достатнім для продовольчого забезпечення громадян України на протязі двох місяців. Враховуючи той факт, що річний обсяг внутрішнього споживання зерна в Україні становить приблизно 27 млн. тонн, розмір річного перехідного запасу зерна повинен становити приблизно 4,5 млн. тонн. Фактичний розмір річного перехідного запасу змінюється рік від року і, значною мірою, залежить від розміру минулорічного валового збору.

Ще одним внутрішнім фактором, який здійснює безпосередній вплив на рентабельність зерновиробництва, є внутрішньоукраїнська ціна на зерно. Слід зауважити, що ця ціна дещо відрізняється в різних регіонах України і змінюється на протязі року. Для оцінки впливу ціни зерна на рентабельність зерновиробництва в Україні слід використовувати усереднене значення ціни зерна як по регіонах так і по місяцях року.

Серед зовнішніх факторів, які впливають на внутрішні товарні ринки, можна виділити два найбільш вагомих: зовнішній попит і ціна зерна на світовому ринку. Зростання зовнішнього попиту призводить до збільшення експорту і зменшення пропозиції на внутрішньому ринку. Це розвантажує внутрішній ринок зерна і позитивно впливає на ріст рентабельності. Ціна зерна на світових ринках значно перевищує внутрішні ціни і це є додатковим фактором позитивного впливу експорту зерна на підвищення рентабельності зерновиробництва. Дослідження, проведені Олефіром В.К., показали, що внутрішня ціна пшениці в Україні значною мірою залежить від світової ціни, і цей фактор набагато сильніше впливає на ефективність зерновиробництва в Україні, ніж обсяги експортних поставок [4].

При оцінці економічної ефективності зерновиробництва головним критерієм є не ціна C (грн./ц), а рентабельність R , яка задається співвідношенням

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

Тут P - дохід (грн./га); Y - врожайність (ц/га); Z - затрати (грн./га) [3]. Проведені нами статистичні дослідження показали, що рентабельність зерновиробництва знаходиться у тісному зв'язку із врожайністю зернових. Точніше кажучи, рівень рентабельності зерновиробництва у поточному році визначається сумою валових зборів зерна за два останніх роки (коефіцієнт кореляції $R = -0.55$ на інтервалі 2001 – 2012 роки).

Таблиця 2

СВІТОВІ ЦІНИ НА ЗЕРНОВІ КУЛЬТУРИ ЗА 2004-2013 РОКИ*

Рік	Середня світова ціна (\$/т)					Зважена світова ціна зернових**, (грн./т)	Зважена світова ціна зернових**, (грн./т) (3)	Внутрішня ціна зернових, (грн./т)
	Кукурудза	Пшениця US SRW	Пшениця US HRW	Рис	Ячмінь			
2004	111.80	144.44	156.88	225.43	98.99	826.85	656.24	453.1
2005	98.67	135.72	152.35	265.38	95.08	821.12	582.49	417.8
2006	121.85	158.97	192.04	277.12	116.62	919.48	701.63	515.2
2007	163.66	238.59	255.21	306.50	172.38	1152.03	960.75	833.5
2008	223.12	271.52	326.03	566.00	200.52	1878.32	1348.86	778.6
2009	165.51	185.95	224.07	458.07	128.32	2045.31	1385.01	799.0
2010	185.91	229.68	223.58	441.51	158.39	2160.83	1577.26	1120.9
2011	291.68	285.91	316.26	506.04	207.20	2828.73	2305.15	1374.2
2012	298.42	295.37	313.24	543.80	240.28	2971.17	2384.72	1547.1
2013	259.39	276.73	312.25	472.96	202.18	2642.43	2136.52	1299.8

* - за даними світового банку

** - розраховано автором

Підходи до оцінювання середньорічного значення ціни зерна. Перейдемо до оцінки впливу ціни зерна на значення рентабельності. Кореляційний аналіз, проведений нами, підтвердив існування помітного кореляційного зв'язку між ціною пшениці на зовнішніх ринках (табл. 2) та рентабельністю зерновиробництва. Особливо сильним цей зв'язок стає з 2004 року (коефіцієнт кореляції між ціною пшениці та рентабельністю зерновиробництва на інтервалі 2004 – 2012 роки становить $R = 0.56$). Однак, починаючи з 2011 року, найбільшу частку зернового експорту України займає кукурудза. Тому, при розрахунках рентабельності зерновиробництва слід враховувати ціни всіх зернових культур, які експортує Україна. Світовий банк рекомендує використовувати для розрахунку середньозваженої ціни зернових на світовому ринку наступну формулу [6]

$$C_z = 0.302C_1 + 0.253C_2 + 0.408C_3 + 0.037C_4. \quad (2)$$

Тут C_z - середньозважена світова ціна зернових культур, C_1 - світова ціна рису, C_2 - світова ціна пшениці, C_3 - світова ціна кукурудзи, C_4 - світова ціна ячменю.

За нашими розрахунками коефіцієнт кореляції між зваженою ціною зернових (2) та рентабельністю зерновиробництва на інтервалі 2004 – 2012 роки становить $R = 0.34$. Невисоке значення кореляції можна пояснити невідповідністю між структурою зернового експорту України та формулою (2). Очевидно, що при оцінюванні рентабельності зерновиробництва в Україні середньозважену ціну зерна слід визначати за формулою, яка відповідає структурі зернового експорту України. Така формула, згідно з рис.1, буде мати вигляд

$$C_z = 0.015C_1 + 0.284C_2 + 0.609C_3 + 0.092C_4. \quad (3)$$

Коефіцієнт кореляції між зваженою ціною зернових, визначеною за формулою (3) та рентабельністю зерновиробництва на інтервалі 2004 – 2012 роки становить $R = 0.47$. Коефіцієнт кореляції між зваженою світовою ціною зернових, визначеною за формулою (3) та внутрішньою ціною зерна в Україні (наведені в табл. 2) на інтервалі 2004 – 2012 роки становить $R = 0.97$. Це підтверджує тезу Олефіра В.К. про визначальний вплив світової ціни зерна на внутрішню ціну зерна в Україні. Коефіцієнт кореляції між обсягом експорту зернових та рівнем рентабельності зерновиробництва за цей же період 2004 – 2012 роки є близьким до нуля. Це свідчить про те, що обсяг експорту не може самостійно визначати рентабельність зерновиробництва. Лише поєднання валового збору та обсягу експорту, як інструмента розвантаження внутрішнього ринку зерна, впливає на рівень рентабельності. Цей результат також підтверджує висновки, отримані в роботі [4]. Таким чином, найбільш важливими факторами, які впливають на рівень рентабельності зерновиробництва, є двохрічна сума валових зборів зерна та ціна зерна на світових ринках.

Побудова моделей. Опираючись на проведений вище кореляційний аналіз, ми побудували декілька економіко-математичних моделей рентабельності зерновиробництва в Україні на основі статистичних даних за період 2004-2012

роки. Найпростіша регресійна модель враховує залежність рентабельності від суми валових зборів за два останні роки і має наступний вигляд

$$R_i = a_0 + a_1 \cdot (W_i + W_{i-1}). \quad (4)$$

Тут R_i - рівень рентабельності зернових за поточний рік, W_{i-1} і W_i - валові збори зернових за два останні роки. Однак рівень адекватності моделі (4) до статистичних даних є невисоким – коефіцієнт детермінації становить $R^2 = 0.40$. Більш повна модель враховує залежність рентабельності від суми валових зборів за два останні роки та ціни зерна на світових ринках. Вона має вигляд

$$R_i = a_0 + a_1 \cdot (W_i + W_{i-1}) + a_2 \cdot C_i. \quad (5)$$

Тут C_i - середньорічна ціна пшениці на зовнішніх ринках, a_0, a_1, a_2 - коефіцієнти, які визначаються за методом найменших квадратів. Конкретний вигляд моделі є наступним:

$$R = 65.989 - 0.975 \cdot x_1 + 0.017 \cdot x_2, \quad (6)$$

де x_1 - сума валових зборів зернових за два останні роки, x_2 - середньорічна ціна зерна на зовнішніх ринках, отримана за формулою (2) і виражена у гривнях.

Перед практичним застосуванням отриманої моделі необхідно провести її верифікацію, яка складається з двох етапів. На першому етапі здійснюється статистична оцінка моделі у цілому та її коефіцієнтів зокрема. Перейдемо до оцінювання статистичних характеристик регресійної моделі, отриманої вище. Коефіцієнт детермінації моделі (6) становить $R^2 = 0.80$, коефіцієнт Фішера $F = 11.68$ при критичному значенні $F_{кр} = 5.14$ на рівні надійності 95%, що підтверджує високу адекватність моделі до статистичних даних. Значення t -критеріїв для коефіцієнтів регресії становлять $t_{a_0} = 5.34$; $t_{a_1} = 4.65$; $t_{a_2} = 4.68$ при критичному значенні $t_{кр} = 2.45$. Отже коефіцієнти регресійної моделі є статистично значущими.

А тепер розглянемо модель, яка описує залежність рентабельності зерновиробництва від дворічної суми валових зборів зерна та середньозваженої ціни зерна на світових ринках, яка відображає структуру зернового експорту України (формула 3). Модель має наступний вигляд:

$$R = 66.808 - 0.993 \cdot x_1 + 0.018 \cdot x_2. \quad (7)$$

Коефіцієнт детермінації моделі становить $R^2 = 0.81$, коефіцієнт Фішера $F = 12.55$, що свідчить про адекватність моделі до статистичних даних. Значення t -критеріїв для коефіцієнтів регресії становлять $t_{a_0} = 5.53$; $t_{a_1} = 4.82$; $t_{a_2} = 4.85$. Отже всі коефіцієнти регресійної моделі є статистично значущими.

Порівняння побудованих нами статистичних моделей (6) і (7) показує їх високу адекватність до фактичних даних та практичну ідентичність між собою (рис.3).

Це означає, що фактор валового збору зернових чинить набагато більший вплив на рентабельність зерновиробництва, ніж ціна зерна на світових ринках.

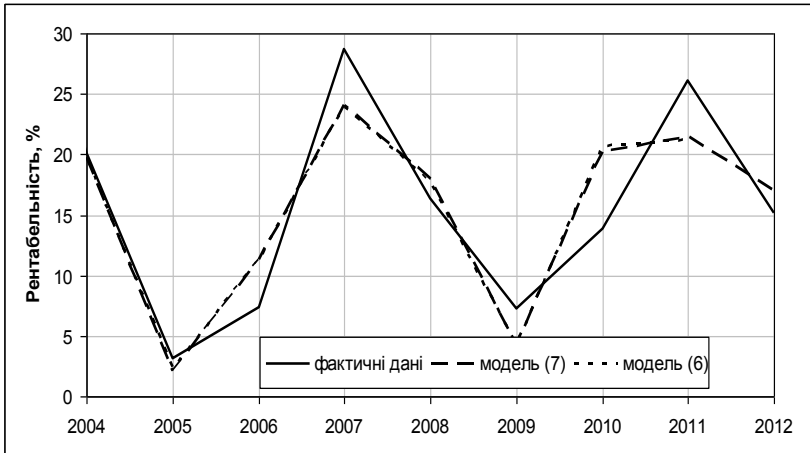


Рис.3. Динаміка рентабельності зерновиробництва в Україні

Верифікація моделей. Другий етап верифікації передбачає перевірку прогнозних якостей моделі. Важливим критерієм якості прогнозної моделі є її точність. Для оцінювання точності зазвичай використовують методичку ретроспективної кросс-валідації прогнозних моделей за критерієм середньої похибки [3]. Кросс-валідація моделі здійснюється шляхом побудови однорічного прогнозу з горизонтом 1 рік і поступовим переміщенням базової ділянки по часовій осі. Для прийняття інвестиційних рішень у зерновиробництві (як і в інших галузях бізнесу) важливо вміти правильно оцінити зміни, які настануть в короткостроковій перспективі. Для зерновиробництва необхідно правильно оцінити майбутню зміну валового збору (приріст чи спад) та пов'язану з цим зміну рентабельності. Тому часто для оцінки якості прогнозу у зерновиробництві використовують не відносну похибку прогнозу, а критерій якості моделі, який називають критерієм справджуваності. Цей критерій оцінює прогнозу якість моделі через відсоток правильно передбачених знаків приростів врожайності на деякому часовому відрізку.

Виконаємо перевірку прогнозної точності моделей (6) та (7). Результати прогнозування рентабельності на 2013 рік на основі представлених вище моделей представлені в табл. 3. При побудові прогнозів було враховане відоме значення валового збору зернових у 2013 році (63.05 млн. тонн) та середньозважене значення ціни зернових, визначене за формулами (2), (3) представлене в останньому рядку табл. 2.

Згідно із статистичними даними (табл. 1) рівень рентабельності зернових в 2013 році становив 1,5%. Як бачимо з таблиці, прогнозна точність обох моделей є приблизно однаковою. На перший погляд може здатися, що

отримана точність прогнозування рентабельності є низькою. Однак таке враження є помилковим і виникає лише через низьке значення фактичної рентабельності. Коли ми оцінимо прогноз зміни рентабельності в межах інтервалу 2012 – 2013 роки, то побачимо, що він є достатньо точним. Знак зміни рентабельності передбачено правильно і числове значення прогнозу (-10.26%) є близьким до фактичного (-13.5%).

Таблиця 3

РЕТРОСПЕКТИВНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ РЕНТАБЕЛЬНОСТІ ЗЕРНОВИРОБНИЦТВА В УКРАЇНІ НА 2013 РІК

	Ціна зернових на світових ринках (модель 6)	Ціна зернових на світових ринках (модель 7)
Прогнозована рентабельність 2013 рік (%)	4.93	4.94
Фактична рентабельність 2013 рік (%)	1.5	1.5
Прогнозована зміна рентабельності (%)	-10.27	-10.26
Фактична зміна рентабельності (%)	-13.7	-13.7

Аналіз підходів до прогнозування рентабельності на 2014 рік. Для отримання більш надійних висновків щодо якості представлених моделей рентабельності необхідно виконати прогнозування на інших часових інтервалах, та порівняти отримані результати з фактичними значеннями рентабельності. Проведемо реконструкцію моделі (7) шляхом включення нових статистичних даних за 2013 рік (табл.1). Регресійна модель рентабельності зерновиробництва, побудована за даними 2004-2013 років має наступний вигляд

$$R = 70.316 - 1.050 \cdot x_1 + 0.018 \cdot x_2, \quad (8)$$

де x_1 - сума валових зборів зернових за два останні роки, x_2 - середньорічна зважена ціна зернових на світовому ринку, розрахована за формулою (3). Адекватність моделі підтверджується значенням коефіцієнта детермінації $R^2 = 0.841$ та коефіцієнта Фішера $F = 18.495$. Розрахунок значення t - критерію підтвердив статистичну значущість всіх коефіцієнтів регресії (8). Рівняння (8) дозволяє отримати прогноз рівня рентабельності зерновиробництва на 2014 рік. Однак, для цього необхідно знати розмір валового збору зернових у 2014 році та середнє значення світової ціни зернових за 2014 рік. Згідно з оцінками експертів, валовий збір зернових у 2014 році повинен становити приблизно 58 млн. тонн. Важче оцінити середньорічне значення ціни зернових на світовому ринку. Слід зазначити, що ціна зерна у 2014 році має тенденцію до зниження у зв'язку з високим прогнозом врожаю для більшості зерновиробляючих регіонів. Оскільки більш-менш точну прогнозну оцінку рентабельності зробити важко, зазначимо лише, що згідно з моделлю (8) при

значенні середньорічної ціни зернових нижче від 3120 грн./т значення рентабельності буде негативним. Враховуючи тенденції цінових трендів 2014 року (рис. 4) такий прогноз можна вважати достатньо ймовірним.



Рис 4. Динаміка середньосвітової ціни зерна за 2013 – 2014 роки. На нижній осі нанесені номери місяців, починаючи з січня 2013 року. Штрихова лінія – прогнозна оцінка авторів.

Висновки. В даній роботі авторами виконано аналіз факторів, які визначають рентабельність зерновиробництва в Україні. Показано, що вирішальний вплив на формування рентабельності здійснює фактор валового збору зернових в розрахунку за два останніх роки. Іншим, менш впливаючим, але важливим фактором формування значення рентабельності є середньорічна ціна зерна на світових ринках. Побудовані регресійні моделі залежності рентабельності зерновиробництва від вказаних факторів дозволяють виконувати прогнольні оцінки рентабельності з горизонтом упередження 1 рік. Такі прогнози відіграють важливе значення для прийняття інвестиційно-управлінських рішень у зерновиробництві та для прогнозної оцінки динаміки рівня інфляції в Україні.

Література:

1. Програма «Зерно України -2015». -К.: ДІА, 2011. –С.1.
2. «Стратегічні напрями розвитку сільського господарства України на період до 2020 року» /за ред. Ю.О. Лупенка, В.Я. Месель-Веселяка. – К. : ННЦ “ІАЕ”, 2012. – 182 с.
3. Грицюк П.М. Аналіз, моделювання та прогнозування динаміки врожайності озимої пшениці в розрізі областей України: Монографія.– Рівне: НУВГП, 2010.– 350 с.
4. Олєфір В.К. Вплив зовнішніх факторів на кон’юктуру внутрішнього ринку агропродовольчих товарів//Економіка і прогнозування. –2012. –№1. –С.143-155.
5. <http://www.ukrstat.gov.ua/>
6. <http://www.econ.worldbank.org/>