

ЛОГІКО-ІМОВІРНІСНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКУ ВТРАТ УРОЖАЮ ОЗИМИХ ЗЕРНОВИХ, ЗУМОВЛЕНИХ НЕСПРИЯТЛИВИМИ ПОГОДНИМИ УМОВАМИ

Технологічний процес вирощування озимих зернових розглядається як система чотирьох послідовних подій (сезонів). Використовуючи методику Байєса, показана відмінність між апріорними та нормованими в рамках повної групи подій апостеріорними ймовірностями реалізації несприятливих погодно-кліматичних станів, які призводять до втрат врожаю на кожному з етапів вегетаційного циклу. Виконана оцінка ризиків втрат врожаю, зумовлених несприятливими погодними умовами з врахуванням «ваги» реалізації несприятливих погодно-кліматичних станів в межах різних етапів вегетаційного циклу.

The technological process of growing of winter crops is examined as a serial system of four sequential events (seasons). Using Bayesian approach the difference between prior probabilities and normalized in the framework of divisible group of events posteriori probabilities of unfavorable climate states resulting in harvest losses at every step of vegetative cycle was demonstrated. The estimation of risks of harvest losses due to unfavorable climate conditions on each of the stages of vegetation cycle taking into account their "weight" was made.

Ключові слова: вегетаційний цикл, втрати врожаю, ризик втрат, апріорна ймовірність, повна група подій, апостеріорна ймовірність.

Постановка проблеми. Сільськогосподарське виробництво завжди було високоризиковим завдяки своїй залежності від погодного фактора. Несприятливі погодні умови прямо впливають на врожайність сільськогосподарських культур, а отже і на розмір прибутку та рентабельність. Статистика показує, що коливання врожайності досягають 30-50% її середньорічного рівня [1]. Складність оцінки погодного фактору в аграрному виробництві полягає в його багатофакторній ймовірнісній природі і тому, здебільшого, при оцінці погодних ризиків використовують експертні оцінки. При цьому експерти можуть достатньо об'єктивно оцінювати ймовірності повторення несприятливих погодних умов, використовуючи статистичні моделі, тоді як оцінки можливих втрат, пов'язаних з погодним фактором мають менш об'єктивне обґрунтування. Це пояснюється тим, що важко "вичленити" погодні складову ризику з групи інших факторів, від яких залежать втрати врожаю (агрономічних, економічних, політичних тощо).

Аналіз останніх досліджень чи публікацій. Дослідженню ризиків аграрного сектору економіки значну увагу приділяють українські економісти: В.В. Вітлінський, С.І. Наконечний, А.В. Скрипник, – та зарубіжні дослідники: Е.М. Крилатих, А.П. Задков. В роботі [2] наведена така класифікація аграрних ризиків: ризик урожайності (зменшення врожайності внаслідок несприятливих погодних умов), ціновий ризик (зумовлений високою волатильністю цін на продукцію аграрного сектору), фінансовий ризик (визначається непередбачуваною зміною умов кредитування агровиробництва), інституціональний ризик (відображає вплив регуляторних заходів уряду), прибутковий ризик (зменшення прибутку внаслідок дії перших чотирьох видів ризику). Однак таку класифікацію можна вважати умовною, оскільки між наведеними видами ризику є тісний зв'язок. Наприклад, зменшення врожайності зернових в межах країни чи крупного регіону веде до підвищення ціни на зерно (закон попиту і пропозиції) та може спричинити обмеження експорту зерна, що, в свою чергу, призведе до цінових змін на зерновому ринку. Дана робота присвячена дослідженню ризиків зерновиробництва, спричинених погодним фактором. Методика досліджень ґрунтується на логіко-ймовірнісному аналізі об'єкта досліджень, методика якого розвинута в роботах [3, 4].

Постановка завдання. Поставимо задачу моделювання ризику втрат врожаю озимих зернових культур, зумовленого власне природним фактором за умови, що вплив інших факторів може бути керованим. Технологічний процес вирощування озимих зернових культур умовно розділяється на чотири основних періоди.

Посівний. Для різних регіонів України цей період попадає в інтервал від 01.09 до 30.09.

Зимовий. Наступає після першого вегетаційного періоду, середня тривалість якого для різних регіонів становить від 40 до 50 діб. Середньодобова температура опускається нижче критичної відмітки (ефективна вегетаційна температура є вищою від 5°C за умови достатнього вологозабезпечення), настає перерва у вегетації. Середня тривалість перерви вегетації становить 150 діб (приблизно від 1 листопада до 1 квітня).

Весняний. Середньодобова температура піднімається вище критичної відмітки. Відновлюється вегетація. Середня тривалість другого вегетаційного періоду для різних регіонів триває від 90 до 110 діб.

Літній. Відбувається дозрівання зернових та їх збирання. В різних регіонах України жнива проходять у липні та серпні.

Для кожного з періодів властиві характерні погодні ризики, які можуть призвести до втрат врожаю. Для першого (посівного) етапу найважливішим несприятливим фактором є недостатня кількість вологи в ґрунті. Для зимового етапу найбільшу небезпеку становлять довготривалі відлиги, які змінюються морозами. Найбільш небезпечним погодним фактором третього (весняного) етапу є недостатня кількість вологи в ґрунті, яка може бути викликана відсутністю дощів у квітні та травні. На четвертому етапі (переджнив'я і жнива) найбільшу небезпеку становлять затяжні дощі (тиждень і більше).

Апріорні та апостеріорні ймовірності реалізації негативних погодно-кліматичних станів. Перераховані вище погодні ризики можуть розглядатися як події, що виникають у певній послідовній системі, в якій її елементи (сезони) строго впорядковані (рис. 1) [4].

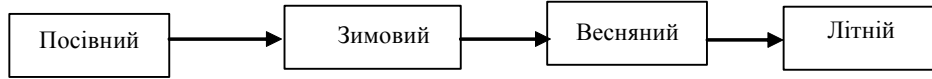


Рис. 1. Технологічна схема вирощування озимих зернових

Позначимо технологічні періоди (сезони) через S_1, S_2, S_3, S_4 . Послідовність чергування сезонів є жорстко фіксованою. Нехай кожен з сезонів характеризується несприятливими погодними умовами (небезпеками) H_1, H_2, H_3, H_4 , з якими пов'язані можливі втрати $L(H_1), L(H_2), L(H_3), L(H_4)$. Середньостатистичні ймовірності повторення несприятливих погодних умов позначимо $P(H_1), P(H_2), P(H_3), P(H_4)$. Сезонні втрати врожаю $L(H_1), L(H_2), L(H_3), L(H_4)$ не можуть бути компенсовані і оцінюються безпосередньо після завершення несприятливої події.

В першому наближенні технологію вирощування озимих можна представити у вигляді логічної системи з чотирьох послідовно з'єднаних елементів, «відмови» яких є незалежними сумісними подіями. Розглянемо подію A , яка полягає в реалізації однієї з незалежних подій H_1, H_2, H_3, H_4 . Тоді

$$P(A) = 1 - \prod_{i=1}^4 (1 - P(H_i)). \quad (1)$$

Формула (1) визначає верхню границю (sup) повної ймовірності того, що протягом вегетаційного сезону відбудеться одна з несприятливих подій. Однак для визначення ризику втрати урожаю необхідно знати ймовірності реалізації кожної з подій H_1, H_2, H_3, H_4 як несумісних подій, за умови, що подія A відбудеться. Це пояснюється тим, що, по-перше, з подіями H_1, H_2, H_3, H_4 пов'язані різні втрати $L(H_1), L(H_2), L(H_3), L(H_4)$, по-друге, формула (1) не враховує жорстку впорядкованість сезонів $S_1 \succ S_2 \succ S_3 \succ S_4$.

Визначимо нормовані в рамках повної групи подій ймовірності реалізації кожної з подій H_1, H_2, H_3, H_4 за умови, що подія A на множині H_1, H_2, H_3, H_4 відбулася як апостеріорні ймовірності, і дамо їм нові позначення $P(H_1, A), P(H_2, A), P(H_3, A), P(H_4, A)$. Тоді ризик, пов'язаний з настанням кожної з несумісних подій H_i на множині $\{H_i\}, i = \overline{1, 4}$ визначається як добуток відповідної ймовірності $P(H_i, A)$ та величини втрати врожаю $L(H_i)$. Повний ризик як сума i -х ризиків буде:

$$R_H = \sum_{i=1}^4 P(H_i, A) L(H_i). \quad (2)$$

Якщо ймовірність події A відома або її, наприклад, наближено можна підрахувати за формулою (1), то

$$P(H_i, A) = P(A) \cdot P(H_i | A), \quad (3)$$

де $P(A)$ – ймовірність реалізації події A ; $P(H_i | A)$ – умовна (байєсівська) ймовірність реалізації події H_i за умови, що відбулася подія A :

$$P(H_i | A) = \frac{P(H_i) P(A | H_i)}{\sum_{i=1}^n P(H_i) P(A | H_i)}, \quad (4)$$

де n – загальна кількість несумісних «гіпотез» або ж подій $\{H_i\}, i = \overline{1,4}$, які формують повну групу подій; $P(H_i)$ – апіорна імовірність настання події H_i , яка визначається до того, як настала подія A (до експерименту); $P(A|H_i)$ – умовна імовірність реалізації події A , якщо справедлива гіпотеза H_i .

Оцінимо ймовірність $P(A|H_i)$ як «вагу» $P(H_i)$ на $\{H_i\}, i = \overline{1,4}$:

$$P(A|H_i) = \frac{P(H_i)}{\sum_{i=1}^n P(H_i)}, \quad (5)$$

де n – загальна кількість гіпотез і $\sum_{i=1}^n P(A|H_i) = 1$. Використання імовірнісної міри стосовно цих «ваг»

виправдовується тим, що будь-яка нормалізована система невід’ємних ваг підпорядковується аксіомам теорії ймовірностей.

Для апробації методики використаємо імовірності повторень несприятливих погодних умов, підраховані на базі статистичних даних українського Гідрометеоцентру за період 1971 – 2003 рр. [5]. Ці імовірності (апіорні) наведені у третьому стовпці табл. 1.

Таблиця 1

Апіорні та апостеріорні (нормовані в повній групі) ймовірності реалізації несприятливих погодних умов

№	Назва періоду	Апіорні імовірності [2]	Апостеріорні імовірності	Втрати врожаю, зумовлені погодними умовами, ц / га [2]	Повні втрати врожаю, ц / га
1	Посівний	0.05	0.01	7	12,5
2	Зимовий	0.25	0.21	6	10,7
3	Весняний	0.29	0.28	7	12,5
4	Літній	0.15	0.07	4	7,1

Згідно з формулою (1) виконаємо оцінку апіорної імовірності настання несприятливої події A , яка полягає в реалізації однієї з подій H_1, H_2, H_3, H_4 як незалежних сумісних подій в системі:

$$P(A) = 1 - (1 - 0.05) \cdot (1 - 0.25) \cdot (1 - 0.29) \cdot (1 - 0.15) = 0.57.$$

Тепер згідно з (3) обчислюємо апостеріорні (нормовані) ймовірності реалізації негативних подій H_1, H_2, H_3, H_4 як несумісних подій в повній групі (четвертий стовпець табл. 1). Повна імовірність несприятливої події A оцінена як сума апостеріорних ймовірностей несумісних незалежних подій, при цьому не змінилася: $0.01 + 0.21 + 0.28 + 0.07 = 0.57$. Однак за рахунок “перенормування” ймовірностей подій змінилися імовірності реалізації несприятливих погодних умов у посівний, зимовий та літній періоди, вже як несумісних подій.

Розрахунок ризиків втрат урожайності озимих зернових. При відомих апіорних ймовірностях $P(H_1), P(H_2), P(H_3), P(H_4)$ можна визначити безумовні апостеріорні імовірності потенційних втрат врожаю, спричинених природними факторами на кожному з послідовних етапів вегетації і оцінити відповідні ризики втрат. При цьому необхідно врахувати і ситуацію, при якій жодна з подій H_1, H_2, H_3, H_4 не відбудеться. Відштовхуючись від послідовної схеми реалізації подій, отримаємо наступну схему обчислення ризиків на кожному з несумісних етапів вегетації (рис. 2).

Повна імовірність настання події A в цьому випадку (визначена нами як апостеріорна ймовірність) буде:

$$P(A_{1-4}) = P(H_1, A) + (1 - P(H_1, A)) \cdot P(H_2, A) + (1 - P(H_2, A)) \cdot P(H_3, A) + (1 - P(H_3, A)) \cdot P(H_4, A). \quad (6)$$

Отримаємо уточнене значення повної імовірності реалізації будь-якого з несприятливих погоднокліматичних станів протягом вегетації (апостеріорну ймовірність події A за умови несумісності і строгої впорядкованості подій). За даних, наведених в табл. 1, ця ймовірність склала 0.525, тобто виявилася меншою ймовірності 0.57 реалізації однієї з подій H_1, H_2, H_3, H_4 , отриманої як для незалежних сумісних подій в системі.

Для оцінки ймовірних фізичних втрат врожаю (ризик втрат) необхідно знати імовірності настання несприятливих погодних умов та значення втрат потенційного врожаю на кожному з етапів вегетаційного процесу. Розміри втрат (за даними Гідрометеоцентру) наведені у п’ятому стовпці табл. 1. Середній рівень

річних втрат врожаю, розрахований за схемою рис. 2 з використанням оцінок ризику виду $R_i = P(H_i, A) * L(H_i)$, становить 3.1 ц / га. Згідно з даними таблиці, максимально можлива втрата врожайності становить 24 ц / га і відповідає ситуації, при якій реалізовані всі чотири несприятливі події. Однак імовірність настання такої події є дуже малою – 1 раз на 2000 років. Подія, яка полягає у реалізації несприятливих подій на другому, третьому та четвертому етапах вегетаційної схеми може статися 1 раз на 90 років і характеризується втратою 17 ц / га. Одночасна реалізація втрат у зимовий та весняний періоди може трапитися 1 раз на 14 років і характеризується втратою врожайності – 13 ц / га.

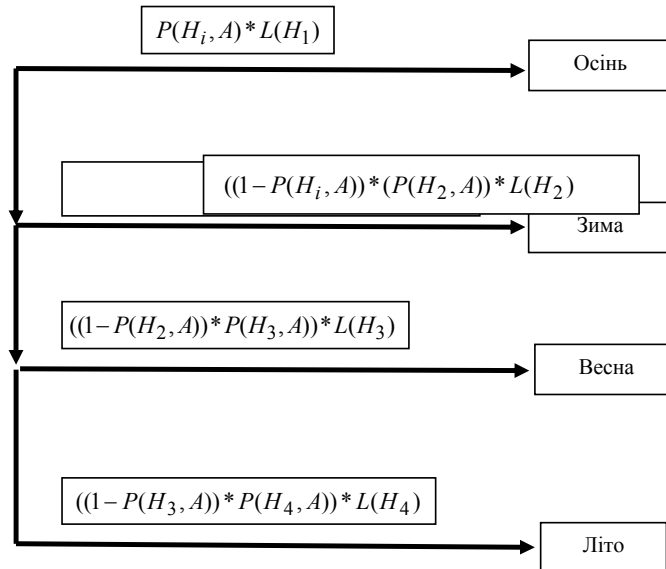


Рис. 2. Схема обчислення ризиків на етапах вегетаційного процесу

Статистичний аналіз ряду врожайності зернових для України за період 1970 – 2009 роки (рис. 3) дав наступні результати. Мінімальна врожайність – 18.2 ц / га, максимальна врожайність – 35.1 ц / га, середня врожайність – 25.45 ц / га, максимальні втрати – 16.9 ц / га, середньорічні втрати – 9.7 ц / га. Отже, на проміжку у 40 років була зафіксована втрата врожаю 17 ц / га, яка теоретично повинна з'являтися 1 раз на 90 років. Це можна пояснити тим, що розмір втрат врожаю, наведених у 5-му стовпці табл. 1, є дещо заниженим, оскільки погодний фактор є головним, але не єдиним при оцінці втрат.

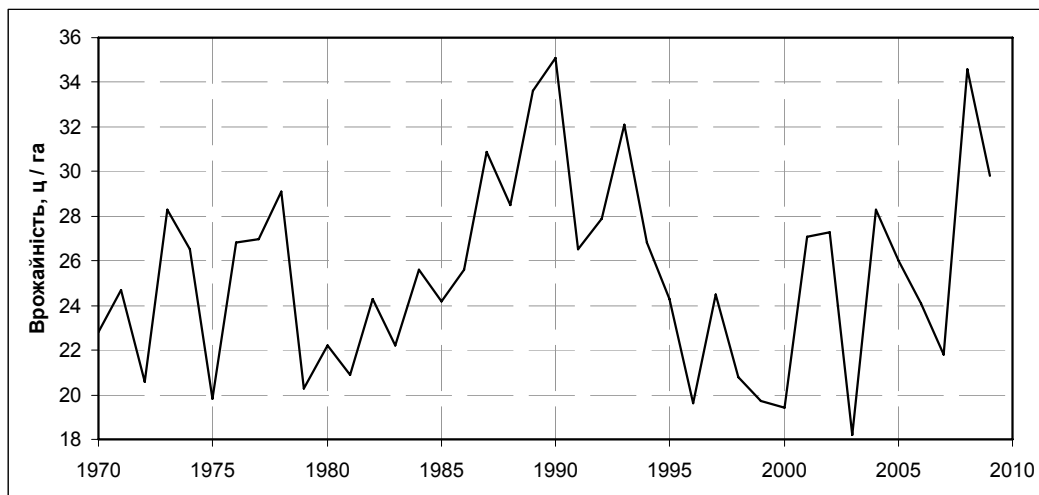


Рис. 3. Динаміка врожайності зернових в Україні за період 1970 – 2009 рр.

Згідно з офіційними статистичними даними (офіційний сайт Міністерства аграрної політики www.minagro.gov.ua) роль кліматично-погодного фактора у втратах врожаю можна оцінити часткою 56%, роль шкідників – часткою 33%, роль інших факторів – часткою 11%. Використовуючи статистичний аналіз ряду врожайності зернових, виконаний вище, отримуємо оцінку середньорічних втрат урожаю, зумовлених погодним фактором: $9.7 \cdot 0.56 = 5.4$ ц / га. З іншого боку, якщо втрати врожаю, наведені у п'ятій колонці табл. 1, відповідають частці 56%, то повні втрати на кожному з етапів вегетаційного періоду можна оцінити

наступним чином. Повні втрати, зумовлені посухою та іншими факторами, що її супроводжують, у період посівної та період весняної вегетації становлять $7 / 0.56 = 12.5$ ц / га. Повні втрати у зимовий період становлять $6 / 0.56 = 10.7$ ц / га. Повні втрати у літній період становлять $4 / 0.56 = 7.1$ ц / га. Середній рівень річних втрат врожаю, розрахований за схемою рис. 2 при нових значеннях максимально можливих втрат, дав результат 5.5 ц / га, що співпадає із виконаною вище статистичною оцінкою.

Таким чином, ми виконали оцінку імовірності втрат врожаю, зумовлених погодними ризиками на різних етапах вегетаційної схеми вирощування зернових та фізичних втрат врожаю, що їм відповідають. Економічну оцінку даних втрат виконати набагато складніше, оскільки при цьому слід враховувати ряд інших чинників. Перший з них – це динаміка середньої врожайності зернових в Україні. Статистичний аналіз врожайності зернових в Україні та рентабельності зерновиробництва за останнє десятиріччя показує, що рентабельність визначається сумою валових зборів зерна за два останніх роки [6]. При цьому, збільшення валового збору веде до зменшення рентабельності. Другим фактором, який чинить помітний позитивний вплив на рентабельність, є експорт зерна. Експортні поставки зерна розвантажують внутрішній ринок і зменшують його пропозицію при стабільному попиті. Рівень рентабельності зерновиробництва у конкретному регіоні визначається врожайністю зернових у даному регіоні та її співвідношенням із середнім значенням врожайності для України. При цьому, чим вищою є врожайність зернових у регіоні, тим вищою є рентабельність зерновиробництва у цьому регіоні і навпаки. Отже, рентабельність зерновиробництва можна розглядати у двох аспектах: часовому і просторовому. В часовому розрізі зменшення врожайності зернових в масштабах України, зумовлене погодним та іншими факторами, призводить до збільшення рентабельності для поточного року і навпаки. У просторовому розрізі значення врожайності зернових у деякому регіоні визначає рентабельність зерновиробництва у цьому регіоні.

Висновки. У роботі запропоновано логіко-імовірнісний підхід до моделювання і оцінки погоднокліматичних ризиків при вирощуванні озимих зернових культур. Показана важливість врахування несумісності реалізації несприятливих погоднокліматичних станів, які призводять до втрат врожаю на кожному з етапів вегетаційного циклу. Виконана оцінка повних втрат врожаю зернових для кожного з етапів вегетаційного циклу, зумовлених як погодним, так і іншими факторами. Економічною оцінкою ефекту втрат врожайності є зміна рентабельності зерновиробництва, яка складним чином залежить від співвідношення середньої врожайності зернових в Україні та врожайності у даному регіоні.

Література

1. Крылатых Э.Н. Проблема экономических рисков в агропромышленном комплексе / Э.Н. Крылатых // Проблемы прогнозирования. – 1999. – № 5. – С. 81–90.
2. Скрипник А.В. Экспортный потенциал та ризики аграрного сектору України / А.В. Скрипник, Т. Зінчук // Економіст. – 2009. – № 11. – С. 16–20.
3. Рябинин И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем / Рябинин И.А. – СПб. : Изд-во СПбГУ, 2007. – 276 с.
4. Стефанишин Д.В. Вибрані задачі оцінки ризику та прийняття рішень за умов стохастичної невизначеності / Стефанишин Д.В. – К. : Азимут-Україна, 2009. – 104 с.
5. Адаменко Т. Проект аграрного маркетингу. 11.11.2004. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.lol.org.ua/ukr/>
6. Грицюк П.М. Аналіз, моделювання та прогнозування динаміки врожайності озимої пшениці в розрізі областей України / Грицюк П.М. – Рівне : НУВГП, 2010. – 350 с.

Надійшла 15.10.2010

336.027(4/9)

Н. М. ТЮРІНА, О. В. НІКІТІНА
Хмельницький національний університет

СВІТОВА ФІНАНСОВА КРИЗА — ПОЗИТИВНІ ЗДОБУТКИ

Дана стаття містить альтернативні визначення кризи та нестандартні пропозиції забезпечення населення від негативних наслідків її прояву. У статті запропоновано до застосування ряд способів, які покладені на збагачення досвіду як науковців, так і простих громадян у боротьбі з кризою.

This article contains alternative determinations of crisis and non-standard suggestions of protection of population from the negative consequences of her display. The row of methods, which are fixed on enriching of experience, both scientists and simple citizens on a fight against a crisis, is offered in the article to application

Ключові слова: фінансова криза, наслідки.

Вступ. Як відомо, у кожному негативному явищі можна знайти свої позитивні віхи. Одним із корисних моментів фінансової кризи можна назвати альтернативні, а часто й доволі несподівані, шляхи її