НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД «КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВАДИМА ГЕТЬМАНА»
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

БАБИЧ ТЕТЯНА ЮРІЇВНА

УДК 519.86 : 338.314] : [338.43 : 633.1]] (477)(043.3)

ДИСЕРТАЦІЯ

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗЕРНОВИРОБНИЦТВА В УКРАЇНІ

спеціальність 08.00.11 – математичні методи,
моделі та інформаційні технології в економіці

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____**Т. Ю. БАБИЧ**

Науковий керівник: **ГРИЦЮК Петро Михайлович**, доктор економічних наук, професор

Київ – 2018

АНОТАЦІЯ

Бабич Т. Ю. Математичне моделювання економічної ефективності зерновиробництва в Україні. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук за спеціальністю 08.00.11 – «Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці» – ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана», Київ, 2018.

Зерновиробництво є ключовою галуззю аграрного виробництва, основою продовольчої, економічної та соціальної стабільності держави. У дисертаційній роботі проведено аналіз системи зерновиробництва України, її структури та сучасного стану моделювання економічної ефективності зерновиробництва. Пошук шляхів підвищення економічної ефективності зерновиробництва та відповідних інструментів їх реалізації належить до найбільш актуальних завдань української економічної науки.

У дисертації побудовано концептуальну модель економічної ефективності зерновиробництва, яка має за мету її підвищення і ґрунтується на таких засадах:

– основним технологічним інструментом підвищення економічної ефективності зерновиробництва є підвищення врожайності зернових культур;

– технологічним інструментом підвищення економічної ефективності зерновиробництва є синергетична взаємодія рослинницької та тваринницької галузей аграрної галузі України;

– економічним інструментом підвищення економічної ефективності зерновиробництва є оптимізація структури посівних площ. Здійснюючи

перерозподіл посівних площ між різними культурами можна мінімізувати виробничі витрати або максимізувати сукупну дохідність;

– економічним інструментом підвищення ефективності системи зерновиробництва є оптимізаційне планування системи елеваторів та зерносховищ, метою якого є мінімізація витрат на перевезення зерна;

– для підвищення економічної ефективності зерновиробництва необхідне правильне оцінювання супутніх ризиків та ефективне управління з метою мінімізації їх впливу.

Визначено, що основним показником економічної ефективності зерновиробництва є його рентабельність. Іншими показниками та інструментами економічної ефективності є питомі витрати на вирощування зерна, його сушку, зберігання та транспортування; оптимальні обсяги та структура посівних площ; планування регіонального розміщення різних зернових культур; зміна асортименту та обсягів виробництва різних культур у відповідності до потреб продовольчого споживання населення України.

Для ключових показників зерновиробництва на території України властивий феномен циклічності, пов’язаний з циклічністю погодно-кліматичних умов. Коливання врожайності, ціни зерна і витрат на зерновиробництво в рівних пропорціях обумовлюють коливання рентабельності зерновиробництва в Україні.

Встановлено, що значний вплив на зміну рентабельності зерновиробництва мають інфляційні зміни зазначених вище чинників. Показано, що темпи зростання ціни зерна перевищують темпи офіційної інфляції в Україні. Високі темпи зростання витрат на зерновиробництво пояснюються синергетичним впливом зростання цін на зерно, паливно-мастильні матеріали, мінеральні добрива та засоби захисту від шкідників.

На основі авторської концептуальної моделі досліджень у дисертації розроблено систему моделей і методів аналізу, прогнозування показників зерновиробництва, вказано шляхи оптимізації структури та організаційних

механізмів зерновиробництва, що дає змогу підвищити економічну ефективність зернової галузі.

У дисертації виконано аналіз чинників, що визначають рентабельність зерновиробництва в Україні, та запропоновано два підходи до оцінювання рентабельності зерновиробництва. Кореляційно-регресійний аналіз дав змогу зробити висновок про вирішальний вплив на формування рентабельності таких чинників як:

- валовий збір зернових в розрахунку за два останніх роки,
- ціна пшениці на світових ринках,
- внутрішня ціна зерна,
- витрати зерновиробництва.

Ці чинники були покладені в основу моделі множинної лінійної регресії для рентабельності зерновиробництва.

Другий підхід передбачає моделювання змін рентабельності засобами нечіткої логіки, шо відповідає кореляційному характеру дії виявлених чинників. Це дає змогу врахувати нечіткість вхідної інформації та нелінійний характер впливу чинників. Результати прогнозування рентабельності зерновиробництва, отримані з використанням різних моделей, характеризуються хорошою точністю та є близькими між собою. Побудовані моделі дають змогу виконувати прогнозне оцінювання рентабельності з горизонтом упередження 1 рік. Урахування впливу передісторії виробничого процесу було покладено в основу авторегресійної моделі рентабельності другого порядку, яка володіє високою точністю прогнозування завдяки врахуванню ефектів реверсивності та циклічності.

У роботі виконано порівняльний аналіз витрат виробництва зерна у різних регіонах України. Побудовано математичні моделі, які враховують регіональні відмінності у витратах. Введено поняття регіонального коефіцієнта витрат, який є співвідношенням витрат на виробництво зерна у регіоні до середніх витрат по Україні. Для визначення середнього значення регіонального коефіцієнта витрат, що відображає вплив незмінного

комплексу кліматичних умов, проведено усереднення по часу регіональних коефіцієнтів витрат за допомогою шести різних методів. Виконані дослідження показали, що витрати виробництва зерна у східних регіонах нижчі, ніж у західних. Причиною цього є сприятливі кліматичні умови та менш подрібнена структура посівних площ. Найвищий рівень витрат на виробництво зерна спостерігається у центральних областях України. На основі отриманих результатів було побудовано математичні моделі, що дають змогу досягти зменшення загального рівня витрат на виробництво зерна та збільшення загального рівня рентабельності в межах держави. Урахування витрат на вирощування зернових в різних регіонах при плануванні структури посівів є одним з інструментів підвищення економічної ефективності зернової галузі України.

Авторський аналіз показав, що для підвищення зернового експортного потенціалу України необхідно добудувати елеваторні комплекси загальною потужністю 3.6 млн т зерна у степовому регіоні, найбільш наближеному до портів. У дисертаційній роботі розроблено модель, яка дає змогу встановити оптимальну конфігурацію зерносховищ, що дозволяє мінімізувати витрати на перевезення зерна. З використанням оптимізаційної моделі було розв’язано задачі про оптимальну локалізацію для випадків 1-го, 2-х та 3-х елеваторних комплексів. Зменшення загальних транспортних витрат на перевезення зерна є інструментом підвищення економічної ефективності зерновиробництва.

Важливою умовою стабілізації виробництва зерна є забезпечення рослинництва добривами, в тому числі органічними. Цю проблему вирішує поєднання рослинницької та тваринницької підсистем в межах одного господарства. У дисертації побудовано динамічну еволюційну модель взаємодії рослинницької та тваринницької підсистем аграрного господарства, яка дає змогу оцінити синергетичний ефект підвищення ефективності виробництва та визначити умови стійкості систем подібного типу. При коректному врахуванні всіх взаємодій та правильному виборі початкових умов, які відображають відповідні фінансові потоки, система є стійкою, що

забезпечує стабільний дохід для всього комплексу. Автором показано, що стійкість системи забезпечується завдяки врахуванню додаткового впливу постачання кормів для підвищення надоїв. Проведені дослідження підтверджують тезу про те, що аграрне господарство отримує необхідну стійкість лише при синергетичній взаємодії рослинницької та тваринницької підсистем. При ефективному плануванні та при підтримці держави взаємодія рослинництва і тваринництва може стати запорукою стабільного розвитку обох галузей.

У дисертаційній роботі запропоновано концепцію оцінювання синергетичного впливу економічного та погодно-кліматичного ризиків на економічну ефективність зерновиробництва. Ці ризики можуть підсилювати дію один одного у випадку однакової спрямованості, або ж послаблюватись у випадку різної спрямованості. Для оцінювання погодно-кліматичного ризику було використано статистичні дані щодо втрат посівних площ зернових культур. Економічний ризик визначається коливанням рентабельності зерновиробництва. При оцінюванні ступеня економічного ризику було використано методологію квантильної оцінки ризику. Ключовим моментом при оцінюванні ступеня економічного ризику є ідентифікація закону розподілу значень рентабельності. Дослідження об’єднаної вибірки, побудованої за даними рентабельності восьми районів Рівненської області, призвело до відхилення гіпотези про нормальний розподіл рентабельності. Основною причиною відхилення від нормального закону розподілу є наявність «важких хвостів» у розподілі рентабельності. Комп’ютерні експерименти показали, що рентабельність зерновиробництва з хорошою точністю описується логнормальним законом розподілу.

В основу методики оцінювання ступеня економічного ризику зерновиробництва було покладено квантильну методику визначення межі зони ризику та оцінку ризику як різницю між найбільш очікуваним значенням рентабельності та межею зони ризику. Для визначення межі зони ризику було апробовано декілька методів оцінювання ризику із врахуванням

відхилення закону розподілу рентабельності від нормального, зокрема: метод «2σ», метод семіваріації, а також квантильні методи VaR та CVaR. Оцінки економічного ризику, отримані з використанням цих підходів, дають змогу виділити можливий спектр значень даного чинника.

Розроблена методика оцінювання економічного ризику дала змогу побудувати моделі типу Марковіца та вказати шляхи оптимізації структури зернової галузі на прикладі Рівненської області. Роль активів у цих моделях відіграють посівні площі під зерновими, у ролі дохідності активу виступає рентабельність зерновиробництва на даній площі, мірою ризику виступають оцінки, отримані з використанням квантильних методів та ідентифікованого автором закону розподілу рентабельності.

Ключові слова: зерновиробництво, валовий збір, економічна ефективність, рентабельність, регіональний коефіцієнт витрат, еволюційна динамічна модель, оптимізаційна модель, портфель посівних площ, ризик зерновиробництва, квантильні оцінки, Value at Risk.

ABSTRACT

Babych T. Y. Mathematical modeling of grain production economic efficiency in Ukraine. – Manuscript.

The thesis presented for the degree of Candidate of Economics Sciences under specialty 08.00.11 – Mathematical methods, models and information technologies in economics. – SHEE «Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman», Kyiv, 2018.

Grain production is a key branch of agrarian production, the basis of food, economic and social stability of the state. In the dissertation the analysis of the Ukrainian grain production system, its structure and the current state of grain

production economic efficiency modeling is carried out. The search for ways of grain production economic efficiency increasing and the corresponding tools for their realization is one of the most urgent tasks of Ukrainian economic science.

Conceptual model of grain production economic efficiency is built in the dissertation. It is aimed at raising it and is based on the following principles:

– the main technological tool for increasing the economic efficiency of grain production is to increase the grain crops yield;

– the technological tool for grain production economic efficiency increasing is the synergetic interaction of the crop and livestock sectors of the agrarian sector of Ukraine;

– an economic tool for improving the grain production economic efficiency is the optimization of the sown areas structure. Redistributing crop areas between different crops you can minimize production costs or maximize cumulative returns;

– an economic tool for improving the grain production system efficiency is the optimization of the elevators and granaries system, which aims to minimize the grain transportation cost;

– to improve the grain production economic efficiency, proper assessment of the associated risks and effective management are needed to minimize their impact.

It is determined that the main indicator of grain production economic efficiency is its profitability. Other indicators and tools of economic efficiency are the specific costs of growing, drying, storing and transporting grain; optimal volumes and structure of sown areas; planning of various grain crops regional placement; change in assortment and volumes of different crops production in accordance with the needs to the food consumption of the population of Ukraine.

The key indicators of grain production in Ukraine are characterized by cyclical phenomena associated with cyclical weather and climatic conditions. Fluctuations in yield, grain prices and grain production costs in equal proportions cause fluctuations in the grain production profitability in Ukraine.

It was established that the inflationary changes of the above factors have a significant impact on the change in the grain production profitability. It was shown that the grain prices growth rates exceed the official inflation rate in Ukraine. The high growth grain production rates costs are due to the synergistic effect of rising grain prices, fuel and lubricants, fertilizers and pest protection.

In the dissertation on the basis of the author's conceptual research model, a system of models and methods of analysis, forecasting of grain production indicators is developed, ways of optimizing the structure and organizational mechanisms of grain production are given, which enables to increase the grain industry economic efficiency.

The thesis analyzes the factors that determine the grain production profitability in Ukraine. Two approaches to assessing the grain production profitability are proposed. Correlation-regression analysis made it possible to conclude on the decisive influence on the profitability formation of such factors as:

- the grain gross harvest in the past two years,
- the wheat price in world markets,
- the internal grain price,
- the grain production cost.

These factors were the basis of the model of multiple linear regression for the grain production profitability.

The second approach involves modeling the changes in profitability by means of fuzzy logic, which corresponds to the correlation of the identified factors actions. This allows for the fuzziness of the input information and the non-linear nature of the influence factors to be taken into account. The results of forecasting the grain production profitability, obtained using the different models, are characterized by good precision and are close to each other. The constructed models make it possible to carry out a prognostic estimation of profitability with a horizon of 1 year bias. Taking into account the influence of the production process history was the basis of the second-order profitability auto regression model, which

has high accuracy of prediction due to the consideration of the reversibility and cyclic effects.

In this work a comparative analysis of grain production costs in different regions of Ukraine was performed. Mathematical models have been constructed that take into account regional differences in costs. The regional coefficient of costs concept, which is the ratio of grain production costs in the region to average costs in Ukraine, is introduced. In order to determine the average regional cost coefficient, reflecting the influence of the climatic conditions unchanged complex, averaging over time of regional cost ratios was performed using six different methods. Existing studies have shown that grain production costs in the eastern regions are lower than in western ones. The reason for this are the favorable climatic conditions and a less sown area fragmented structure. The highest level of grain production costs is observed in the central regions of Ukraine. On the basis of the obtained results, mathematical models were developed that allow to achieve a decrease in the general level of costs for grain production and increase of the general level of profitability within the state. Taking account of the growing crops costs in different regions in planning the crop structure is one of the tools to increase the grain industry economic efficiency in Ukraine.

The author's analysis showed that in order to increase the grain export potential of Ukraine, elevator complexes with a total capacity of 3.6 million tons of grain in the steppe region that is closest to ports should be completed. In the dissertation the model, which allows to establish the optimal configuration of granaries, has been developed. This one allows you to minimize the cost of grain transportation. Using an optimization model the problems of optimal localization for cases of 1, 2 and 3 elevator complexes was solved. Reducing the overall transport costs of grain transportation is an instrument for increasing the grain production economic efficiency.

An important condition for the grain production stabilization is the provision of crop fertilizers, including organic ones. This problem is solved by a combination of crop and livestock subsystems within a single farm. In the dissertation, a

dynamic evolutionary model of interaction between crop and livestock subsystems of the agrarian economy is constructed, which describes the synergetic effect of increasing the efficiency of production and allows us to determine the conditions of this type systems stability. When correctly taking into account all interactions and the correct choice of initial conditions that reflect the corresponding financial flows, the system is sustainable, which provides a stable income for the entire complex. Author have shown that the stability of the system is ensured by taking into account the additional economic effect of supplying feed to increase doses. The conducted research confirms the thesis that agrarian economy obtains the necessary stability only with synergistic interaction of crop and livestock subsystems. In effective planning and with the support of the state, the interaction of crop and livestock can be a guarantee of the stable development of both industries.

In the dissertation the concept of economic and weather-climatic risks synergistic influence estimation on grain production economic efficiency is offered. These risks can increase the effect of each other in the case of the same direction, or weaken in the case of different orientations. To assess the weather-climatic risk, statistical data on the losses of crop area were used. Economic risk is determined by fluctuations in the grain production profitability. In assessing economic risk, the quantitative risk assessment methodology was used. The key to economic risk assessment is to identify the law of profitability values distribution. Investigation of the combined sample, built on the profitability of Rivne Region eight districts, led to a rejection of the hypothesis of a profitability normal distribution. The main reason for the deviation from the normal distribution law is the presence of "heavy tails" in the profitability distribution. Computer experiments have shown that the grain production profitability with good accuracy is described by lognormal distribution law.

The basis of the methodology for assessing crop production the economic risk was the determination of the boundary of the risk zone and risk assessment as the difference between the profitability most expected value and the risk zone

margin. Several risk assessment methods have been tested to determine the risk area, taking into account the rejection of the profitability distribution law from normal, in particular the method "2σ", the method of semiavariation, as well as quantitative methods VaR and CVaR. Evaluations of economic risk, obtained using these approaches, give an idea of a possible range of this factor values.

The developed method for estimating economic risk enabled to construct Markowitz type models and to indicate ways of optimizing the grain industry structure on the Rivne region example. The role of assets in these models is played by the crop area under the grain, in the role of the asset profitability is the grain production profitability in this area. The measure of risk are the estimates obtained using quantitative methods and the author identified the profitability law distribution.

Keywords: grain production, yield, economic efficiency, profitability, regional cost coefficient, evolutionary dynamic model, optimization model, portfolio of crops, risk of grain production, quantitative estimates, Value at Risk.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

У наукових фахових виданнях України:

1. Бабич Т. Ю. Економіко-математичне моделювання рентабельності зерновиробництва в Україні / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Збірник наукових праць. Серія: Економіка, м. Рівне. – 2014. – Випуск 2(66). – С. 62–70. (0,5 д.а., особисто автору – 0,3 д.а., досліджено вплив ціни зерна, сформованої на основі структури експортного кошику України, на рентабельність зерновиробництва);

2. Бабич Т. Оптимізація структури рослинної галузі Рівненської області із врахуванням ризику / П. Грицюк, Т. Бабич // Формування ринкової

економіки в Україні. – 2017. – Випуск 38. – С. 52–63. (0,7 д.а., особисто автору – 0,4 д.а., розв’язано задачу Марковіца для оптимізації рослинної галузі регіону);

3. Бабич Т. Ю. Концептуальні засади оцінювання економічного ризику зерновиробництва / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Збірник наукових праць. Економічні науки. – 2017. – Випуск 4(80). – С. 170–179. (0,5 д.а., особисто автору – 0,3 д.а., розраховано рівень ризику за методикою VaR згідно з встановленим законом розподілу рентабельності);

у наукових фахових виданнях України, які зареєстровані в міжнародних наукометричних базах:

4. Бабич Т. Ю. Оптимальне планування елеваторної мережі України / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Вісник Запорізького національного університету. Економічні науки (Google Scholar). – 2015. – № 3(27). – С. 50–57. (0,6 д.а., особисто автору – 0,3 д.а., реалізовано модель оптимізації розміщення елеваторних комплексів);

5. Бабич Т. Ю. Дослідження стійкості аграрного комплексу / Т. Ю. Бабич // Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія: Економіка (Index Copernicus, EBSCO Publishing Inc., DOI, РІНЦ, Google Scholar). – 2018. – № 8(36). – С. 100–105. (0,5 д.а.);

у науковому виданні України, яке зареєстровано в міжнародних наукометричних базах:

6. Бабич Т. Ю. Економіко-математичний аналіз витратності вирощування зернових в розрізі регіонів України / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки (Index Copernicus, Google Scholar, Polish Scholarly). – 2015. – № 2, том 1. – С. 218–223. (0,5 д.а., особисто автору – 0,2 д.а., розглянуто та проаналізовано моделі, що відображають різний рівень витратності зерновиробництва в регіонах);

у наукових періодичних виданнях інших держав:

7. Бабич Т. Ю. Моделирование рентабельности зернопроизводства с использованием нечеткой логики / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // International Journal of New Economics and Social Sciences (Index Copernicus). – 2016. – № 2 (4). – С. 42–52. (0,6 д.а., особисто автору – 0,3 д.а., реалізовано нечітку модель рентабельності);

8. Babych T. Y. Mathematical modeling of grain production profitability in Ukraine taking into account risks / P. M. Hrytsiuk, T. Y. Babych // International Journal of Risk Assessment and Management (Scopus (Elsevier), Academic OneFile (Gale), Biology Digest (Plexus Publishing), Business Source Premier (EBSCO), cnpLINKer (CNPIEC), Google Scholar). – 2017. – Vol. 20, No. 4. – P. 307–321. (0,9 д.а., особисто автору – 0,5 д.а., побудовано та верифіковано регресійну та нечітку моделі рентабельності);

в інших виданнях:

9. Бабич Т. Ю. Загальні підходи до моделювання рентабельності зерновиробництва в Україні / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Стратегічні рішення інформаційного розвитку економіки, суспільства та бізнесу : тези доповідей III Міжнародної науково-практичної конференції, Рівне, 12–14 лютого 2014 р. – Рівне : НУВГП, 2014. – С. 223–224. (0,15 д.а., особисто автору – 0,1 д.а., побудовано та верифіковано регресійну модель рентабельності);

10. Бабич Т. Ю. Економетричне моделювання рентабельності зерновиробництва в Україні / Т. Ю. Бабич // Проблеми моделювання структури і процесів економічних систем : збірник тез доповідей учасників міжнародної науково-практичної конференції, Черкаси, 17–18 квітня 2014 р. – Черкаси : Східноєвропейський університет економіки та менеджменту, 2014. – С. 15–17. (0,1 д.а.);

11. Бабич Т. Ю. Методологічні підходи до моделювання рентабельності зерновиробництва в Україні / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Проблеми і механізми відтворення ресурсного потенціалу України в контексті євроінтеграції : тези учасників VI Міжнародної науково-практичної конференції, Рівне, 16–17 жовтня 2014 р. – Рівне : НУВГП, 2014. – С. 385–388. (0,15 д.а., особисто автору – 0,1 д.а., досліджено регресійну модель, яка враховує вплив на рентабельність зерновиробництва середньорічної ціни зерна на світових ринках);

12. Бабич Т. Ю. Мінімізуючий алгоритм розміщення споживачів на транспортній мережі / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Сучасні проблеми математичного моделювання та обчислювальних методів : матеріали Міжнародної наукової конференції, Рівне, 19–22 лютого 2015 р. – Рівне : РВВ РДГУ, 2015. – С. 61–62. (0,15 д.а., особисто автору – 0,1 д.а., запропоновано модифікацію моделі оптимізації розміщення елеваторних комплексів);

13. Бабич Т. Ю. Аналіз затратності вирощування зернових в розрізі регіонів України / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Моделювання та прогнозування соціально-економічних процесів : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, Львів, 27-28 лютого 2015 р. / ГО «Львівська економічна фундація». У 2-х ч. – Львів : ЛЕФ, 2015. – Ч. 2. – С. 102–106. (0,15 д.а., особисто автору – 0,1 д.а., розглянуто гіпотези впливу комплексу чинників на рівень витратності зерновиробництва в регіонах);

14. Бабич Т. Ю. Рентабельность производства зерна в Украине: факторы риска / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах : труды Международной Научной Школы МАБР – 2015, г. Санкт-Петербург, Россия, 17–19 ноября, 2015 г. / Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем машиноведения Российской академии наук (Санкт-Петербург). – С. 243–248. (0,3 д.а., особисто автору – 0,2 д.а., виконано аналіз вкладу чинників до коливань рентабельності зерновиробництва);

15. Бабич Т. Ю. Математична модель рентабельності зерновиробництва в Україні / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Економіка, наука, освіта: інтеграція

та синергія : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, м. Братислава, Словаччина, 18–21 січня 2016 р. : у 3-х т. – Т. 1. – Київ : Вид-во «Центр навчальної літератури», 2016. – С. 44–45. (0,15 д.а., особисто автору – 0,1 д.а., виконано прогнозування рентабельності зерновиробництва на 2014 та 2015 рр.);

16. Бабич Т. Ю. Оптимізація структури посівних площ зернових культур з врахуванням ризиків / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Актуальні проблеми теорії і практики менеджменту в контексті євроінтеграції : збірник тез VI Міжнародної науково-практичної конференції молодих науковців, аспірантів та студентів, м. Рівне, 27 квітня 2017 року. – Рівне : НУВГП, 2017. Ч.1. – С. 222–224. (0,15 д.а., особисто автору – 0,1 д.а., адаптовано та застосовано до зернової галузі модель Марковіца);

17. Бабич Т. Ю. Визначення ступеня випадковості системи зерновиробництва з використанням фрактального аналізу / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці : матеріали V Міжнародної науково-методичної конференції, м. Чернівці, 18–19 травня 2017 року. – Чернівці : Друк Арт, 2017. – С. 69–70. (0,15 д.а., особисто автору – 0,1 д.а., досліджено часові ряди урожайності зернових у регіонах України);

18. Бабич Т. Ю. Оптимізація структури рослинної галузі регіону із врахуванням ризику / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Моделювання економіки: проблеми, тенденції, досвід : матеріали VIII Міжнародної науково-методичної конференції-форуму молодих економістів-кібернетиків, м. Львів, 28–29 вересня 2017 року. – Львів : Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2017. – С. 23–25. (0,15 д.а., особисто автору – 0,1 д.а., розв’язано задачу Марковіца для оптимізації рослинної галузі регіону);

19. Tetiana Babych. Optimization of crop industry structure in Ukrane taking into account risks / Petro Hrytsiuk, Tetiana Babych // Sustainable Development Goals of Ukraine : monograph / Olena Kotykova, Valentyna Tokareva, Dmytro Adamov, Olha Balueva, Mykhailo Yukhnenko, Petro Hrytsiuk,

Tetiana Babych, Mykola Babych, Iryna Sievidova, Vitalii Liashenko, Oksana Yaroshevska, Oleksii Albeshchenko, Anna Kovalenko, Tetyana Oliynyk. – London : Published by Sciemcee Publishing, 2017. – P. 63–78. (0,7 д.а., особисто автору – 0,4 д.а., розраховано величину погодно-кліматичного та економічного ризиків для рослинної галузі України).

ЗМІСТ

ВСТУП 19
РОЗДІЛ 1. МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗЕРНОВИРОБНИЦТВА В УКРАЇНІ 28
1.1. Зерновиробництво як основа аграрної галузі України 28
1.2. Аналіз наявних методів і моделей оцінювання економічної ефективності зерновиробництва 48
1.3. Концептуальна модель економічної ефективності зерновиробництва . 67
Висновки до розділу 1 89
РОЗДІЛ 2. СИСТЕМА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗЕРНОВИРОБНИЦТВА 93
2.1. Дослідження рентабельності зерновиробництва на основі кореляційно-регресійного аналізу та нечіткої логіки 93
2.2. Економіко-математичний аналіз витрат виробництва зерна в регіонах України 112
2.3. Модель планування елеваторної мережі степового регіону України . 125
2.4. Моделювання взаємодії зернової та м'ясо-молочної підсистем аграрного господарства 139
Висновки до розділу 2 148
РОЗДІЛ 3. ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ ЗЕРНОВОЇ ГАЛУЗІ З УРАХУВАННЯМ РИЗИКІВ 152
3.1. Методологія оцінювання ризику зерновиробництва 152
3.2. Оцінювання економічного ризику зерновиробництва з використанням квантильних методів 174
3.3. Оптимізація портфеля посівних площ зернових культур районів Рівненської області на основі моделей типу Марковіца 186
Висновки до розділу 3 201
ВИСНОВКИ 204
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 207
ДОДАТКИ 230

ВСТУП

Актуальність теми. Україна є аграрною державою й має значний потенціал для подальшого розвитку та зміцнення аграрного сектору економіки. Зернове господарство України – це стратегічна, одна з найбільш ефективних підгалузей сільського господарства. Зерно є основою продовольчої безпеки держави, забезпечує кормову базу для тварин та сировину для промислового сектору. Крім того, через свою здатність до тривалого зберігання та високу транспортабельність зерно надзвичайно зручне для експортування за кордон. В умовах світової продовольчої та енергетичної кризи посилюється попит на зерно. За останні роки Україна впевнено увійшла в групу країн-найбільших експортерів зерна у світі. Так, за підсумками трьох маркетингових років поспіль (2013–2016) Україна посідала третє, а за підсумками 2016–2017 маркетингового року – друге місце в світі з постачання зерна на зовнішні ринки. Таким чином, Україна є невід'ємною складовою світового ринку зерна й одним з лідерів у поставці зернових на світовий ринок.

У «Стратегічних напрямах розвитку сільського господарства України на період до 2020 року» визначено 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. Протягом останніх десяти років спостерігається стабільна тенденція зростання обсягів виробництва зернових. Якщо в 2010 році було зібрано 39.3 млн т, то в 2013 р. було зібрано вже 63 млн т, а в 2016 р. – 66.1 млн т. Однак, останній показник становить лише 93% від запланованого в державній програмі «Зерно України-2015». Індикатор експорту 2015 року був перевиконаний, а індикатор з виробництва – недовиконаний. Перед економістами стоїть завдання виявити причини цього

дисбалансу та невідповідності реальної динаміки зерновиробництва до планових показників.

Іншим дисбалансом є невідповідність між зростаючими обсягами виробництва зерна та потужністю приміщень для його зберігання. Сукупні потужності для зберігання та переробки збіжжя станом на 2016 рік становили лише 49.4 млн т. Основною перешкодою досягнення рекордного обсягу експорту зернових з України в 2016–2017 маркетингових років була логістична складова. Недостатня потужність підприємств, які займаються переробкою зерна, нестача вагонів-зерновозів поряд із недосконалістю портової інфраструктури є актуальними проблемами агропромислового сектору України.

Важливе теоретичне та практичне значення для вирішення проблем зерновиробництва мають дослідження таких науковців, як В. І. Бойко, П. І. Гайдуцький, В. Я. Месель-Веселяк, С. І. Наконечний, Б. Й. Пасхавер, П. Т. Саблук, О. М. Шпичак, В. В. Юрчишин, що присвячені аналізу динаміки та технології виробництва зерна та питанням управління зерновиробничим комплексом. Методологічним та практичним питанням моделювання формування рентабельності зерновиробництва, проблемам стійкого економічного розвитку аграрної сфери приділено увагу в роботах Н. К. Васильєвої, П. М. Грицюка, Т. Н. Мизнікової, М. В. Негрей та А. Л. Пустуєва. Аналізом урожайності, експорту зерна та цін на зерно займаються Ю. О. Лупенко, В. К. Олефір. Ризики аграрного виробництва досліджено в роботах В. В. Вітлінського, І. Б. Загайтова, А. В. Скрипника. Інноваційні процеси у переробній галузі агровиробництва вивчали В. О. Бабенко, Ю. В. Ігнатова.

Високо оцінюючи вклад вищезгаданих науковців у розроблення методологічних основ функціонування системи зерновиробництва, можна констатувати, що залишаються не повною мірою дослідженими питання щодо впливу основних чинників зерновиробництва на його економічну ефективність, розроблення математичних моделей оптимізації структури зерновиробництва в умовах зростаючих ризиків, породжених економічними

та погодно-кліматичними факторами, надійних і точних прогнозних моделей рентабельності зерновиробництва. Необхідність поглибленого розгляду і вирішення згаданих проблем та їх актуальність зумовили вибір теми дисертаційної роботи, визначили її мету, основні завдання, структуру та зміст.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тематика наукового дослідження відповідає основним науковим напрямам та найважливішим проблемам фундаментальних досліджень на 2014–2018 рр., затвердженим постановою Президії Національної академії наук України від 20.12.2013 р. № 179. Дисертаційну роботу виконано у контексті «Стратегії розвитку аграрного сектору економіки на період до 2020 року» та «Стратегії розвитку Рівненської області на період до 2020 року».

Тема та зміст дисертації відповідають тематиці науково-дослідницьких робіт Національного університету водного господарства та природокористування, зокрема тематиці кафедри економічної кібернетики «Моделювання динаміки та економічної ефективності процесів зерновиробництва в Україні», № державної реєстрації 0114U001140. Особисто автором в рамках теми виконано розроблення системи економіко-математичних моделей оптимізації структури посівних площ зернових культур регіону із врахуванням супутніх ризиків зерновиробництва, удосконалення оптимізаційного алгоритму розміщення майбутніх елеваторних комплексів на логістичних мережах регіону.

Мета і завдання дослідження. *Метою роботи* є розробка концептуальних положень та відповідного інструментарію математичного моделювання економічної ефективності процесів зерновиробництва в Україні. Для досягнення основної мети були сформульовані та виконані такі *основні завдання*:

– проаналізувати сучасний стан системи зерновиробництва України, її структуру та динаміку розвитку відповідно до державних програм і завдань продовольчої безпеки України;

– охарактеризувати й порівняти наявні підходи щодо моделювання економічних аспектів зерновиробництва, розкрити їх переваги та недоліки;

– сформулювати концептуальні положення математичного моделювання економічної ефективності зерновиробництва;

– виконати кореляційно-регресійний аналіз залежності економічних показників зерновиробництва від ключових чинників, дослідження рентабельності зерновиробництва засобами нечіткої логіки;

– провести порівняльний аналіз середніх витрат зерновиробництва в Україні та витрат зерновиробництва в її окремих регіонах і побудувати математичні моделі, які описують взаємозв’язок та відмінності між ними;

– побудувати математичні моделі оптимізації розміщення елеваторних комплексів у степовому регіоні України та розв’язати відповідні задачі;

– побудувати еволюційну динамічну модель взаємодії рослинницької та тваринницької підсистем аграрного господарства;

– розробити методологічні положення оцінювання економічного та погодно-кліматичного ризиків зерновиробництва з використанням методу квантильних зон;

– із урахуванням отриманих оцінок економічного ризику реалізувати підходи до оптимізації структури зернової галузі Рівненської області на основі моделей типу Марковіца.

Об'єктом дослідження є процеси виробництва зерна в Україні.

Предметом дослідження є концептуальні положення та інструментарій математичного моделювання економічної ефективності процесів зерновиробництва в Україні.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених завдань використано такі загальнонаукові методи, як діалектичний, дедукції та індукції, аналізу та синтезу, абстрагування, моделювання. Також застосовано спеціальні методи економічного дослідження: статистичний – для збирання, зведення та аналізу статистичних даних; кореляційного аналізу – для

встановлення характеру й щільності зв'язку між рентабельністю зерновиробництва та ключовими чинниками, що на нього впливають (розділ 1). Для прогнозування рентабельності зерновиробництва було використано економетричні методи дослідження часових рядів, теорію нечітких множин та нечіткі штучні нейронні мережі; для визначення місця розташування елеваторних потужностей – теорію графів та мереж; для побудови математичних моделей реальних економічних систем – системний аналіз та синтез (розділ 2); для оптимізації структури зернової галузі з урахуванням ризиків (розділ 3) – теорію економічного ризику та методи економіко-математичного моделювання.

Реалізацію розроблених математичних моделей виконано з використанням середовища Microsoft Excel, блоку інструментарію Fuzzy Logic Toolbox середовища MATLAB, програм Statistica, MapInfo.

Інформаційну базу дослідження становили законодавчі та нормативно-правові акти України, державні та регіональні програми. Використано офіційні статистичні дані Державної служби статистики України та Головного управління статистики у Рівненській області, наукову літературу з досліджуваної проблематики, інформаційні дані мережі Інтернет, власні спостереження автора.

Наукова новизна одержаних результатів дослідження полягає в розробці й обґрунтуванні концептуальних положень та системи відповідних математичних моделей оцінювання економічної ефективності виробництва зерна в Україні. Отримано такі наукові результати:

вперше:

– сформульовано концептуальні положення та розроблено моделі оцінювання ступеня економічного ризику у зерновиробництві, які ґрунтуються на квантильних оцінках, здійснених з використанням ідентифікованого автором закону розподілу рентабельності зерновиробництва;

удосконалено:

– концепцію оцінювання ризику зерновиробництва, яка спирається на авторську методику визначення погодно-кліматичного ризику й оцінку синергетичної взаємодії економічного та погодно-кліматичного ризиків із урахуванням ступеня їх синфазності, що дає змогу більш повно оцінити ризики зерновиробництва;

– концептуальні аспекти оптимізації структури посівних площ зернових культур регіону, які, на відміну від наявних, використовують оцінки ступеня економічного ризику зерновиробництва, отримані методами семіваріації, VaR та CVaR, з використанням гіпотези про логнормальний розподіл рентабельності;

– комплекс економетричних моделей для оцінювання витрат зерновиробництва, які, на відміну від наявних, враховують регіональні відмінності у витратах та визначають концептуальні підходи до мінімізації загальних витрат зерновиробництва на рівні держави;

– моделі оптимізації розміщення об’єктів зберігання зерна на логістичних мережах степового регіону, використання яких дає змогу встановити оптимальну локалізацію майбутніх елеваторних комплексів та забезпечити мінімальні витрати на перевезення зерна;

– динамічні еволюційні моделі діяльності аграрного підприємства, які враховують взаємодію рослинницької та тваринницької підсистем, описують синергетичний ефект підвищення ефективності виробництва, дають змогу встановити умови економічної стійкості підприємства;

набули подальшого розвитку:

– концептуальні підходи до формулювання суті економічної ефективності зерновиробництва, які знайшли відображення в авторському визначенні цієї категорії, та система концептуальних положень математичного моделювання аспектів економічної ефективності зерновиробництва, що дає змогу визначити шляхи її підвищення;

– концептуальні положення застосування кореляційно-регресійного аналізу та побудова на його основі економіко-математичних моделей середньострокового прогнозування економічних показників зерновиробництва в Україні, які, на відміну від наявних, дають змогу обґрунтувати значні міжрічні коливання рентабельності зерновиробництва; економіко-математичні моделі формування рентабельності зерновиробництва, побудовані із застосуванням інструментарію нечіткої логіки, які, на відміну від наявних, дають змогу врахувати нечіткість вхідної інформації та нелінійний характер впливу ключових чинників.

Практичне значення одержаних результатів дисертаційної роботи полягає в тому, що запропоновані концептуальні підходи та розроблений економіко-математичний інструментарій дають змогу проаналізувати економічні аспекти функціонування зернової галузі України та на підставі цього аналізу запропонувати заходи, інструменти та моделі підвищення ефективності її діяльності.

Отримані результати проведеного наукового дослідження використано Департаментом агропромислового розвитку Рівненської обласної державної адміністрації (довідка № 02/1-619 від 10.05.2018 р.) у плануванні структури рослинницької галузі області, впроваджено в діяльність підприємств ТОВ «Сільськогосподарське підприємство імені Воловікова» (довідка № 2-18 від 14.03.2018 р.), ТОВ «САД-XII» (довідка № 51 від 04.04.2018 р.) та Інституту сільського господарства Західного Полісся НААН України (акт № 162 від 27.03.2018 р.). Розроблені автором математичні моделі та їх програмна реалізація використовуються цими підприємствами у плануванні розвитку зерновиробництва регіону; для моделювання підтримання стійкості функціонування підприємств аграрного сектору, шо поєднують рослинницьку та тваринницьку підсистеми; для прогнозування та регулювання рівня рентабельності рослинницької галузі шляхом оптимального розподілу посівних площ регіону з урахуванням супутніх ризиків.

Окремі результати дослідження використано в процесі викладання дисципліни «Економічна кібернетика», у виконанні курсових та бакалаврських робіт на кафедрі економічної кібернетики Національного університету водного господарства та природокористування (довідка № 011/2-НП від 19.12.2017 р.).

Особистий внесок здобувача. Всі представлені в дисертаційній роботі наукові результати отримано автором самостійно. З робіт, що написано у співавторстві, у дисертацію увійшли результати, отримані особисто автором.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на 10 міжнародних конференціях, зокрема на III Міжнародній науково-практичній конференції «Стратегічні рішення інформаційного розвитку економіки, суспільства та бізнесу» (лютий 2014 року, м. Рівне); Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми моделювання структури і процесів економічних систем» (квітень 2014 р., м. Черкаси), VI Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми і механізми відтворення ресурсного потенціалу України в контексті євроінтеграції» (жовтень 2014 р., м. Рівне), Міжнародній науковій конференції «Сучасні проблеми математичного моделювання та обчислювальних методів» (лютий 2015 р., м. Рівне), Міжнародній науково-практичній конференції «Моделювання та прогнозування соціально-економічних процесів» (лютий 2015 р., м. Львів), Міжнародній науковій школі «Моделювання та аналіз безпеки та ризику у складних системах (МА БР – 2015)» (листопад, 2015 р., Росія, м. Санкт-Петербург), Міжнародній науково-практичній конференції «Економіка, наука, освіта: інтеграція та синергія» (січень 2016 р., Словаччина, м. Братислава), VI Міжнародній науково-практичній конференції молодих науковців, аспірантів та студентів «Актуальні проблеми теорії і практики менеджменту в контексті євроінтеграції» (квітень 2017 р., м. Рівне), V Міжнародній науково-методичній конференції «Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці» (травень 2017 р., м. Чернівці), VIII Міжнародній

науково-методичній конференції-форумі молодих економістів-кібернетиків «Моделювання економіки: проблеми, тенденції, досвід» (вересень 2017 р., м. Львів).

Публікації. Основні положення та результати дисертації опубліковано у 19 наукових працях загальним обсягом 7,1 д.а., з них: 3 статті – у наукових фахових виданнях України, 2 статті – у наукових фахових виданнях України, які зареєстровані в міжнародних наукометричних базах, 1 стаття – у науковому виданні України, яке зареєстровано в міжнародних наукометричних базах, 2 – у зарубіжних виданнях, 11 – в інших виданнях.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи складає 184 сторінки основного тексту. Робота містить 38 таблиць на 22 сторінках, 61 рисунок на 27 сторінках, 5 додатків на 17 сторінках. Список використаних джерел налічує 215 найменувань.

РОЗДІЛ 1

МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗЕРНОВИРОБНИЦТВА В УКРАЇНІ

1.1. Зерновиробництво як основа аграрної галузі України

Рослинництво є основною галуззю українського агропромислового комплексу. Зернові та зернобобові культури займають особливе місце в цій галузі. Зернова галузь є базою та джерелом сталого розвитку більшості галузей агропромислового комплексу та основою аграрного експорту України. Зерно – це сировина не лише для хлібобулочної, кондитерської та круп'яної промисловості, але й для спиртової, пивоварної та медичної галузей. Від ефективності зерновиробництва залежить також і стан та рівень розвитку тваринництва. Разом з тим, у масштабі економічного розвитку країни та її експортного потенціалу зернове господарство визначає конкурентоспроможність українського аграрного сектору на світовому ринку. Виробництво і реалізація зерна для сільського господарства України мають особливе значення тому, що зернова галузь є провідною для абсолютної більшості сільськогосподарських підприємств. Національна продовольча безпека також залежить в першу чергу від розвитку зернопродуктового комплексу.

Законом України «Про зерно та ринок зерна в Україні» визначено, що «держава визнає пріоритетність ринку зерна, сприяє його розвитку та стабільному функціонуванню» [136]. Законом України «Про основні засади державної аграрної політики на період до 2015 року» [137] визначалося гарантування продовольчої безпеки держави та розвиток аграрного виробництва з метою підвищення його ефективності та

конкурентоспроможності на внутрішньому та зовнішньому ринках. Міністерством аграрної політики України і Українською академією аграрних наук було розроблено комплексну галузеву програму «Розвиток зерновиробництва в Україні до 2015 року» та «Зерно України – 2015». Концепція розвитку зернового господарства України на період до 2015 року передбачала відчутне зростання валового виробництва зерна (до 70 млн т) за рахунок підвищення урожайності культур (43–45 ц/га), структурної перебудови зернового господарства з метою забезпечення внутрішніх потреб у зернових та перетворення України в повноцінного учасника світового ринку зерна. Прогнозне значення рентабельності зерновиробництва задекларовано на рівні 42%.

Природно-кліматичні умови та родючі землі України сприяють вирощуванню всіх зернових культур і дають змогу отримувати високоякісне продовольче зерно в обсягах, достатніх для забезпечення внутрішніх потреб і формування експортного потенціалу. Разом із тим, подальший розвиток галузі вимагає ґрунтовного економічного оцінювання, перегляду цілого ряду позицій щодо технічно-технологічних, організаційно-економічних та ринкових умов функціонування всього комплексу [139].

Процеси функціонування, наявні у зерновиробництві, разом із супутніми внутрішніми зв’язками, подано на рис. 1.1. До них відносяться:

- виробництво, а саме вирощування та збирання продуктів зернових культур;
- реалізація продукції, а саме переробка, зберігання, транспортування та експорт.

Варто зауважити що, незважаючи на нестабільну політичну та соціально-економічну ситуацію в Україні, в 2015 році рівень врожайності досягнув значення 41.1 ц/га, рівень рентабельності зерновиробництва склав 43.1%, що добре узгоджується з прогнозами програми «Зерно – 2015».

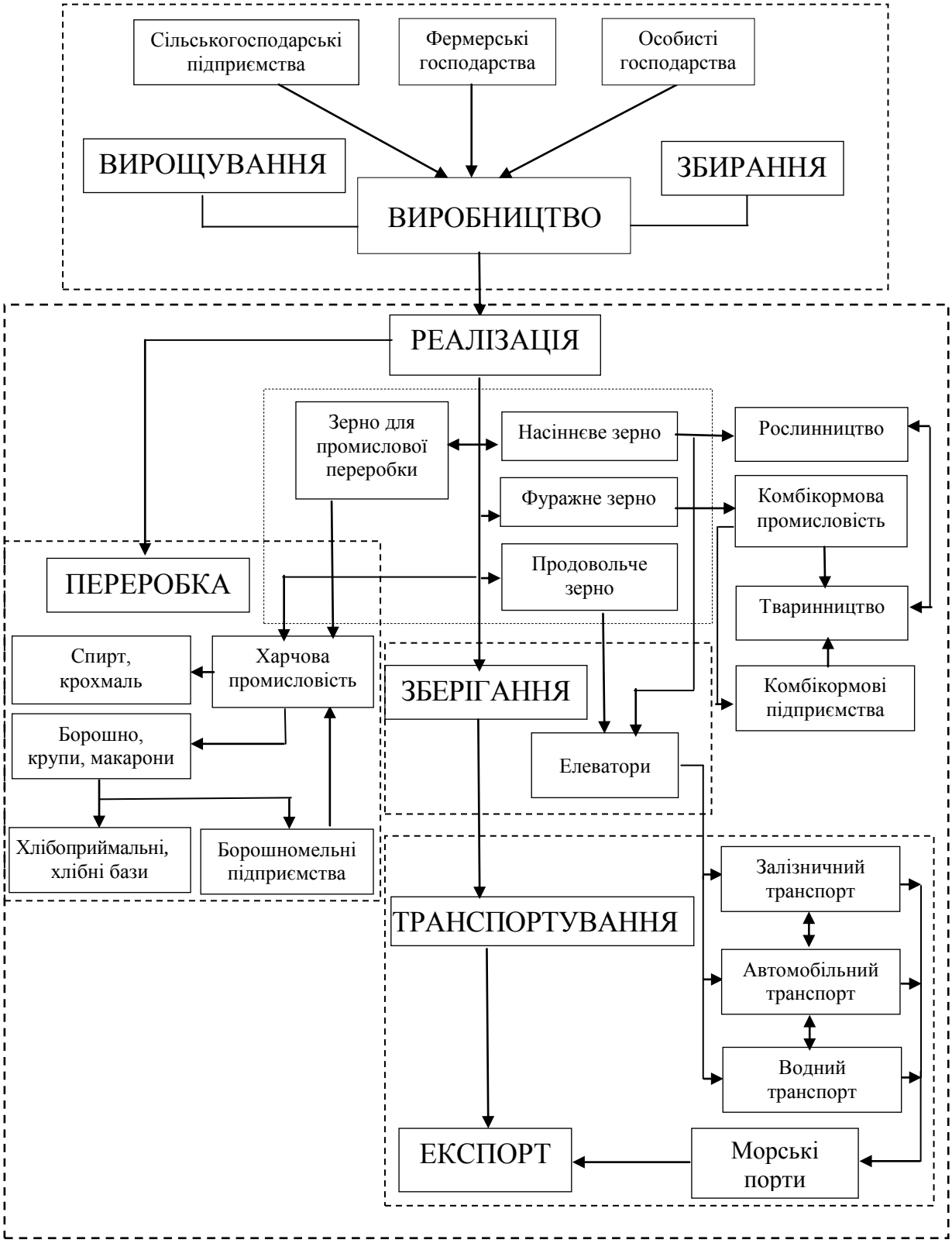

Рис. 1.1. Процеси виробництва зерна

Джерело: розроблено автором

Водночас аналіз динаміки врожайності зернових за останні п’ять років (середнє значення 40.4 ц/га) та рентабельності (середнє значення 24.74%) показує, що дані показники залишаються мінливими та недостатньо високими відносно прогнозних значень [139]. Недостатнє збільшення посівних площ (до 14.74 млн га проти прогнозованих 16.2 млн га) та помітно нижчий рівень валового збору зернових (60 млн т проти прогнозних 70 млн т) можна пояснити анексією Криму та складним становищем і практично неможливістю проведення посівів та зборів врожаїв в зоні проведення АТО.

Параметри зерновиробництва. Основними фізичними параметрами, які описують динаміку зерновиробництва є посівна площа, валовий збір і врожайність. Основними економічними показниками зерновиробництва є ціна зерна та рентабельність зерновиробництва. Упродовж вегетаційного періоду відбуваються зміни у посівній площі, зайнятій певною культурою, які, насамперед, пов’язані з втратами врожаю внаслідок несприятливих погодно-кліматичних умов. Тому розрізняють декілька категорій посівних площ: *засіяна площа, площа, зайнята під посів (весняна продуктивна площа) і фактично зібрана площа*. Іншими важливими показниками зерновиробництва є *валовий збір* і *врожайність*. До 1992 року у вітчизняній статистиці врожайність вираховувалася на 1 га весняної продуктивної площі. Після переходу вітчизняної статистики на міжнародні стандарти розрахунок врожайності здійснюється на підставі фактично зібраної площі [169].

Основою моделювання та прогнозування економічної ефективності зерновиробництва є статистичні дані. Використані у дослідженні статистичні дані показників зернової галузі було отримано за даними Держкомстат України, статистичних щорічників України [125], з сайтів Міністерства аграрної політики України [126], Української зернової асоціації [160], Світового банку [148], американського науково-дослідницького інституту “Food and agricultural policy research institute (FAPRI)” [191], продовольчої і сільськогосподарської організації ООН “Food and agriculture organization (FAO)” [140].

Структура та основні показники системи зерновиробництва. В Україні на початку 90-х років XX століття при переході до ринкових відносин для усіх галузей економіки було створено умови вільного ціноутворення, а для сільського господарства запроваджено орієнтовні ціни, які зростали значно нижчими темпами, ніж ціни на товари та послуги, які споживаються сільським господарством, що спричинило диспаритет цін не на користь аграріїв. Ця колізія, а також розпад системи колективного господарювання, негативно вплинули на розвиток сільського господарства в цілому, і на виробництво зерна зокрема. Якщо в 1990 р. валове виробництво зернових та зернобобових культур в Україні становило 51.0 млн т, то в 2000 р. – тільки 24.5 млн т. На початку 2000-х років у сільському господарстві України завершилася структурна перебудова [59], завдяки чому стало можливим відродження зерновиробництва у попередніх обсягах та подальше його зростання.

Динаміка врожайності та валового збору. Після зникнення колгоспів і радгоспів вітчизняний аграрний ринок став відкритим для сучасних західних технологій і капіталів, у зерновиробництві стали активно використовувати високопродуктивні закордонні сорти пшениці та сучасні технології. Завдяки цьому крупні агрофірми, агропромислові підприємства досягли значного збільшення та стабілізації обсягів зерновиробництва.

Починаючи з 2000 року розпочалось стабільне динамічне зростання виробництва зерна (крім неврожайного 2003 р.), з 39.7 млн т в 2001 р. до максимального значення 66.0 млн т в 2016 р. (рис. 1.2.). Однак, в останні 5 років намітилася тенденція до стабілізації валового збору зернових на рівні 65 млн т. Завдяки додержанню технології вирощування сільсько-господарських культур, а саме новим сортам зерна, живленню рослин та їх захисту від шкідників, хвороб та бур’янів, а також ґрунтово-кліматичним умовам України врожайність зернових культур підвищилась з 19.4 ц /га в 2000 році до 46.1 ц /га в 2016 році (рис. 1.2.).

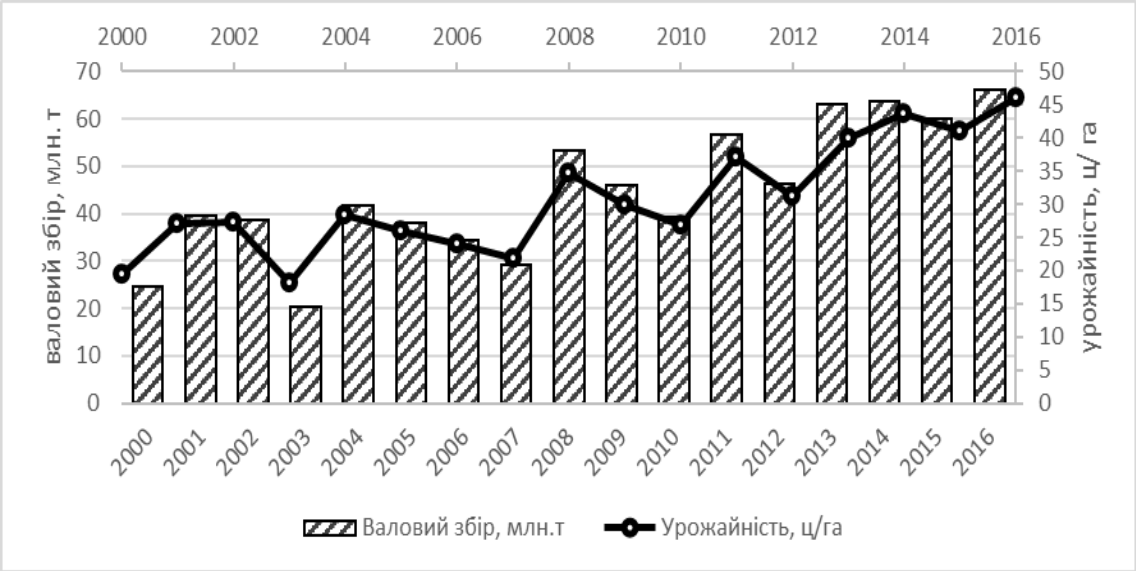

Рис. 1.2. Динаміка валового збору та врожайності зернових та зернобобових культур в Україні (2000-2016 рр.)

Джерело: побудовано автором за даними [125]

Аналіз рис. 1.2. показує, що показникам урожайності та валового збору зерна в Україні властиві різкі коливання. Це пов’язано із значним впливом на врожайність кліматичних умов та підтверджує наявну наукову гіпотезу про циклічний характер змін врожайності на деякій обмеженій території. Дослідженню явища циклічності врожайності в різні роки приділяло увагу багато відомих вчених. Одним з перших, хто пов’язав коливання врожайності зернових з особливостями взаємодії «ґрунт – рослина» був К. Маркс [107, с. 128]. Гіпотеза Маркса (гіпотеза «двох малих циклів») інтегрує численні впливи на розвиток рослин грунтових умов, метеофакторів, також певною мірою і динаміку економічних умов виробництва. Дана гіпотеза знайшла своє підтвердження у роботах сучасних дослідників [120; 39].

Зростання врожайності пшениці у різних країнах. Головним ф чинником, який визначає загальну ситуацію на світовому ринку зерна, є зібраний урожай пшениці. Згідно даних [178] в історичній перспективі за останні 55 років збір врожаїв пшениці в світі виріс у 3 рази. Перш за все, це зростання було забезпечене зростанням врожайності, в той час як посівні площі під пшеницею в період з 1960 по 2016 роки змінилися незначно.

Україна не залишається осторонь: валові збори пшениці за аналогічний період зросли майже вчетверо – з 6.65 млн т до 26.0 млн т, врожайність пшениці зросла у 2.5 рази (16.8 ц/га – 42.1 ц/га). Значне зростання врожайності пшениці є ключовою довгостроковою тенденцією в світовому виробництві зернових. Лідерство по врожайності пшениці тримає Європейський Союз (57.3 ц/га).

Динаміка посівних та зібраних площ. Обсяг посівних площ зернових та зернобобових культур в Україні залишається стабільним протягом останніх 20 років. Аналіз різниці між посівною та зібраною площею показує, що втрати урожаю по природно-кліматичному фактору зменшились (дод. рис. А.1.). Починаючи з 2008 року вони тримаються на низькому рівні та майже непомітні протягом останніх трьох років.

Структура та динаміка виробництва зерна в розрізі культур. Основними культурами зернового сектору, які культивують в Україні, є пшениця, жито, ячмінь, овес, просо, гречка, рис, кукурудза, зернобобові. Продовольчу безпеку країни забезпечують озимі та ярі сорти пшениці та жита, рис, просо, гречка, квасоля. До зернофуражних культур відносяться ячмінь (озимий та ярий), кукурудза, овес, зернобобові та сорго. Дані культури призначені для підтримки тваринництва. Структуру та динаміку виробництва зерна в розрізі культур наведено в дод. табл. А.1.

Практично єдиною культурою, під якою спостерігається помітне збільшення посівної площі та валового збору в порівнянні результатів 2010 та 2016 рр. (11.81% та 12.04% відповідно), є кукурудза. Вочевидь, це пояснюється зростанням ролі кукурудзи як культури експортного спрямування. Для інших культур зменшились і посівні площі, і валові збори. Особливо це помітно для ячменю, зменшення посівної площі та валового збору якого склало 9.94% та 7.33% відповідно.

Значну частку посівних площ і, відповідно, валових зборів зернових, складають пшениця, кукурудза та ячмінь (більше 90%). Дані культури вирощують значно більше обсягу внутрішнього споживання, в зв’язку із

призначенням на експорт. Найбільш прибутковими культурами протягом 2014–2016 рр. були гречка (середня рентабельність виробництва 72.33%), рис (62.87%) та горох (54.1%). Втім обсяги валового збору цих культур показують, що їх вирощування в Україні в силу різних причин немає особливого розвитку. Гречка є культурою, яку вживають у їжу на обмеженій території. В основному, це країни колишнього Радянського Союза. Відповідно, експорт цієї культури не є перспективним напрямом. Рис вимагає при вирощуванні особливих умов, великої кількості води. Такі умови на території країни наявні лише у Одеській області, експорт є вкрай обмеженим. До того ж Україна імпортує багато рису. Зростає попит на український горох з боку Індії, Туреччини та Європейського Союзу. Ця культура є перспективною для експортування, але обсяги її виробництва не є порівняними з основними експортними зерновими культурами.

Розподіл культур по кліматичних зонах України. Виробництвом зерна займаються господарства на всій території України. Однак, спостерігаються певні закономірності зональної спеціалізації зернового господарства. Рівнинна частина України розташована в трьох ландшафтних зонах: Полісся (19% території країни), Лісостеп (34% території) та Степ (40%) [175]. Зона найсприятливіших природно-кліматичних умов для зернових проходить на межі Лісостепу і Степу. Так, за підсумками 2016 р. згідно [125] у степовій зоні України найбільші валові збори показали такі культури, як ячмінь, просо та зернобобові. У зоні Лісостепу найкраще себе проявили кукурудза та гречка. На Поліссі було зібрано найбільший урожай жита. Пшениці – у степовій та лісостеповій зонах України.

Споживання зерна. За даними [125], споживання зернових та зернобобових (включаючи продукти переробки зерна в перерахунку на зерно) в Україні у 2016 році склало 22.7 млн т (проти 27.3 млн т у 2010 р.), у тому числі, продовольче споживання – 5.7 млн т (2010 – 6.8 млн т), витрачено на корм 12.3 млн т (14.8 млн т), витрачено на посів – 2.3 млн т (3.2 млн т), 2.4 млн т (2.5 млн т) – на інші потреби. Помітне зменшення обсягів

споживання продуктів зерновиробництва обумовлено скороченням кількості населення України та занепадом тваринницької галузі. Ці негативні процеси створили сприятливі умови для зростання експорту зерна. Так, у 2016 р. було направлено зерна на експорт в 2.9 рази більше, ніж у 2010 р.

Рентабельність зерновиробництва. Основним показником економічної ефективності зернового господарства є його рентабельність. Рентабельність визначається, як відношення прибутку від виробництва зерна до витрат на його виробництво [36]. На думку фахівців, для здійснення ефективного зерновиробництва мінімальна рентабельність виробництва зерна має становити 20%, а раціональна (в умовах України) – щонайменше 40% [139]. Динаміка рентабельності зерновиробництва в Україні подана на рис. 1.3.

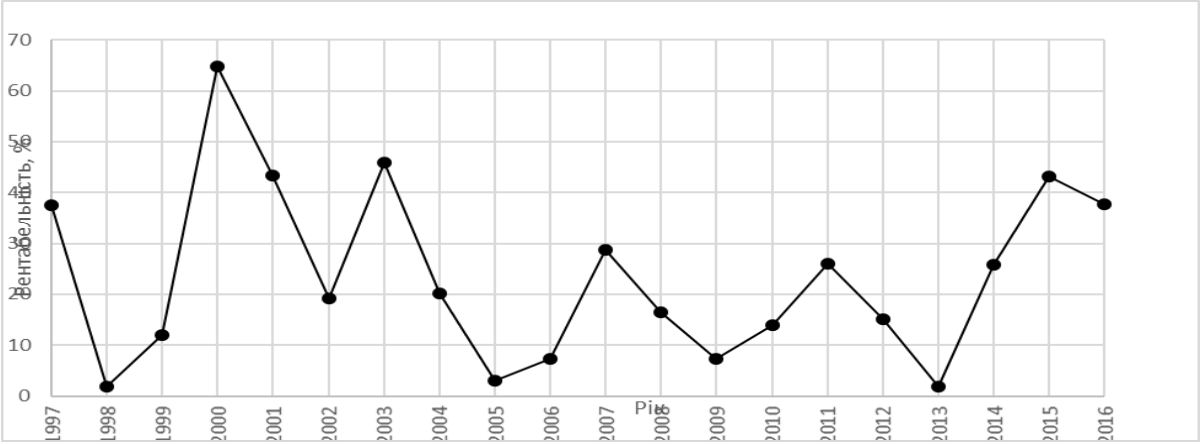

Рис. 1.3. Динаміка рентабельності зерновиробництва в Україні (1997 – 2016 рр.)

Джерело: побудовано автором за даними [125]

Рентабельність виробництва зернових вирішальним чином залежить від обсягу врожаю і зазнає коливань. Найнижчий рівень рентабельності виробництва зернових в історії незалежної України зафіксовано в 2013 р. – 1.8%, хоча обсяг валового збору зерна того ж року був одним з найвищих (63.05 млн т). Відповідно, згідно закону попиту і пропозиції, ціна на зерно знизилась. Така картина є характерною при суто внутрішньому споживанні зерна.

Максимальний же рівень рентабельності після 2004 р. становив 43.1% у 2015 р. Це пояснюється тим, що з початку 2000-х років в Україні була сформована нова система зерновиробництва, основу якої становлять аграрні холдинги. Значно зросли обсяги експорту зерна, який став відігравати значну роль у підвищенні ефективності зерновиробництва. У даній дисертаційній роботі проведені дослідження опираються на статистичні показники зерновиробництва за період 2000–2016 рр. Причини змін та чинники впливу на рентабельність зерновиробництва в Україні більш детально висвітлено в параграфі 1.3.

Ціна зерна. Рентабельність зерновиробництва безпосередньо залежить від ціни зерна, яка є ключовим показником, що визначає економічну доцільність вирощування тієї чи іншої культури. Питання ціни на зерно давно перестало бути соціально-політичним. Тепер рівень цін на зерно в Україні залежить від ціни зерна у світі, що формується на міжнародних зернових біржах і залежить більшою мірою від світового обсягу виробництва та формується на міжнародних зернових біржах. На рис. 1.4. зображено динаміку міжнародних цін на головні експортні зернові культури.

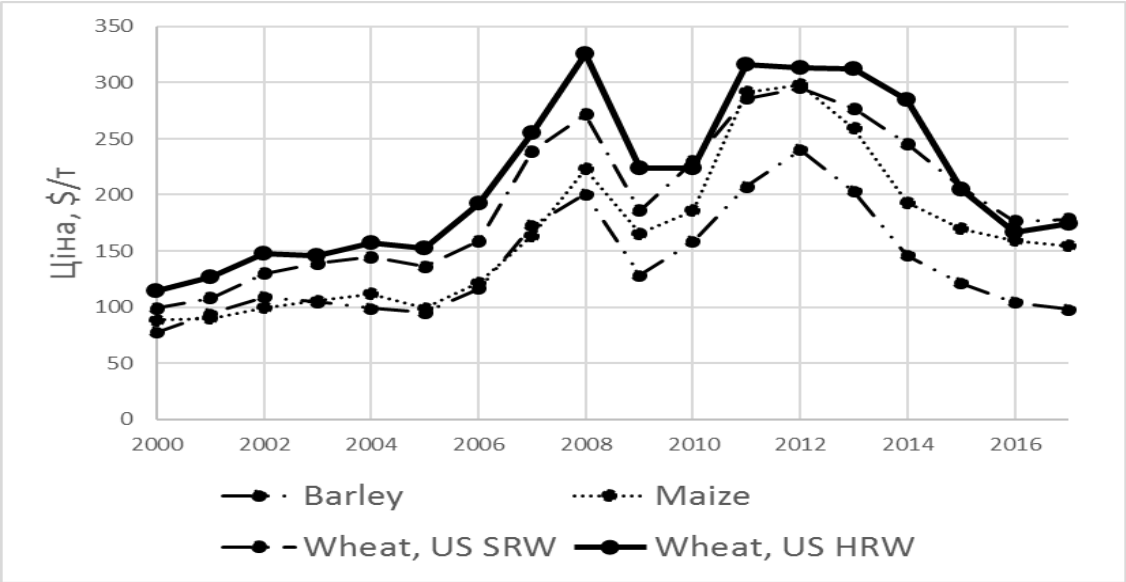

Рис. 1.4. Динаміка світової номінальної ціни на зернові культури, що експортують з України

Джерело: побудовано автором за даними [148]

Аналіз рис. 1.5. дає змогу зробити такі висновки. Ціна на пшеницю на світовому ринку продовжує зменшуватися шостий рік поспіль. Станом на 2017 рік вартість 1 т пшениці твердих сортів становила $ 174.2, тоді як у 2012 році були всі $ 316.26, а в 2008-му вона досягнула історичного максимуму – $ 326.03. Схожа цінова ситуація спостерігається і на ринку кукурудзи: після історичного максимуму ціни на цю культуру у 2012 р. ($ 298.42) вартість 1 т її поступово знижується та становить $ 154.53 станом на 2017 р. Ціна ячменю теж зменшується ($ 97.64 в 2017 р.), хоча за останні 10 років вартість цього злаку двічі сягала рекорду: вперше у 2008 р., коли за тонну ячменю пропонували $ 200.52, вдруге у 2012 р. – $ 240.28.

Державне регулювання ринку зерна залишається необхідним для контролю над продовольчими запасами, а також для стратегічного стимулювання експортної діяльності з метою забезпечення надійних валютних надходжень до бюджету країни.

Внутрішня ціна зерна в Україні розраховується як середньозважена за даними про ціну зерна окремих культур. На рис. 1.5. зображено зростання внутрішньо-української ціни на зерно протягом 2006–2016 років.

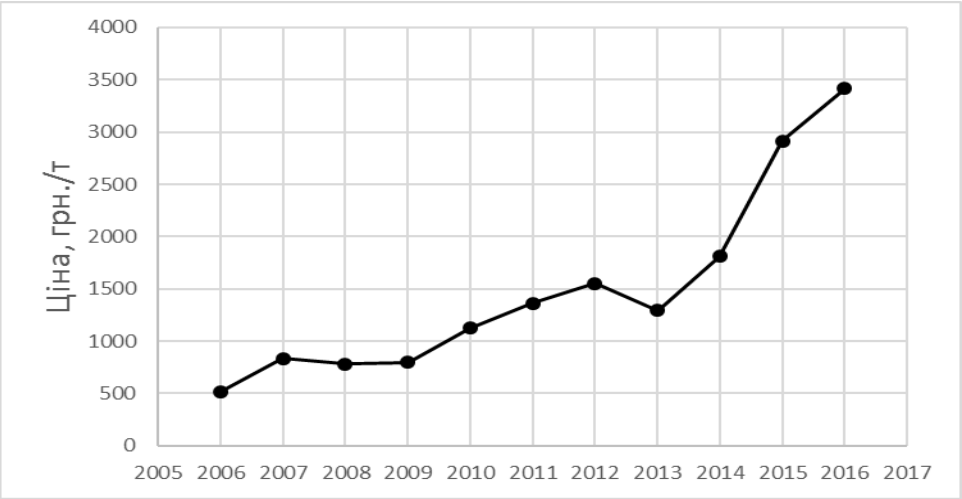

Рис. 1.5. Динаміка внутрішньої ціни зерна в Україні (2006–2016 рр.)

Джерело: побудовано автором за даними [125]

Дослідження, проведені Олефіром В. К. [121], 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.

Експорт зерна. Україна – аграрна країна, яка має 27% світових чорноземів. Площа зернових в Україні приблизно становить 15 млн га (56% посівних площ). Із врахуванням того фактору, що загальний рівень внутрішнього споживання зерна зменшується, а середній рівень валового виробництва зерна за останні 5 років становить 60 млн т, український зерновий експорт має позитивні перспективи. Гроші, отримані від експорту зерна, формують доходи виробників та експортерів зерна, інших учасників зернового ринку. Держава отримує податкові надходження.

Завдяки зростаючому попиту на продовольство та сприятливій міжнародній кон'юнктурі в останні роки зернова галузь стала основою економічної стабільності країни. За прогнозами [140] щорічний світовий попит на такі культури як пшениця, кукурудза та рис до 2050 року становитиме близько 3.3 млрд т, що на 800 млн т перевищує сукупний врожай 2014 року. Це відкриває нові можливості та ставить нові задачі перед українським зерновиробництвом.

За останні роки Україна увійшла до чільної групи світових експортерів зерна. Обсяги зернового експорту стабільно зростають. Якщо в 2010 році з України було експортовано 14.24 млн т зерна, у 2014 році – 33.42 млн т, то в 2016 році вже 41.45 млн т [125]. Середній обсяг експорту зернових протягом останніх п’яти років (2012–2016 рр.) вже перевищує 33 млн т, а середнє значення доходу від експорту українського зерна за вказаний період становить $ 6.4 млрд. За підсумками 2016–2017 маркетингових років Україна входить в ТОП-10 виробників зернових в світі (66.1 млн т), випереджуючи Канаду (57.3 млн т) та Австралію (52.6 млн т). Лідерами рейтингу є Китай (501.1 млн т) та США (472.6 млн т) [2].

За останні вісім років значно змінилася структура експорту України. Зменшився експорт чорних металів ($ 14.6 млрд – 2010 р., $ 8.1 млрд – 2016 р.), другий пріоритет змістився з експорту енергетичних матеріалів

($ 3.7 млрд – 2010 р., $ 0.5 млрд – 2016 р.) на зерно ($ 2.5 млрд – 2010 р., $ 6.1 млрд – 2016 р.). Це пов'язано із стабільним зростанням світового попиту на продовольство, зокрема зерно. Частка аграрного сектору у валютній експортній виручці зросла більш ніж вдвічі, з 19% до 41% (рис. 1.6.).

Рис. 1.6. Динаміка зростання аграрного експорту (2010 – 2017 рр.)

Джерело: побудовано автором за даними [125]

З аграрної продукції з України найбільше експортується зернових культур, жирів та олій рослинного та тваринного походження, насіння і плодів олійних рослин. У порівнянні з 2010 роком структура аграрного експорту в 2016 році змінилася: значно збільшився експорт як зернових культур (15% – 2010 р., 40% – 2016 р.), так і жирів (з 15% до 26%) та насіння олійних культур (6% – 10%). Частка експорту м'яса та їстівних субпродуктів збільшується, але залишається дуже низькою (1% – 2010 р., 2% – 2016 р.), що повязано із низьким рівнем розвитку тваринництва в Україні.

Валютна виручка від експорту зерна значно переважає над іншими товарними групами, зокрема готових продуктів із зерна, продукції борошномельно-круп'яної промисловості, а також мяса, молока тощо (рис. 1.7.).

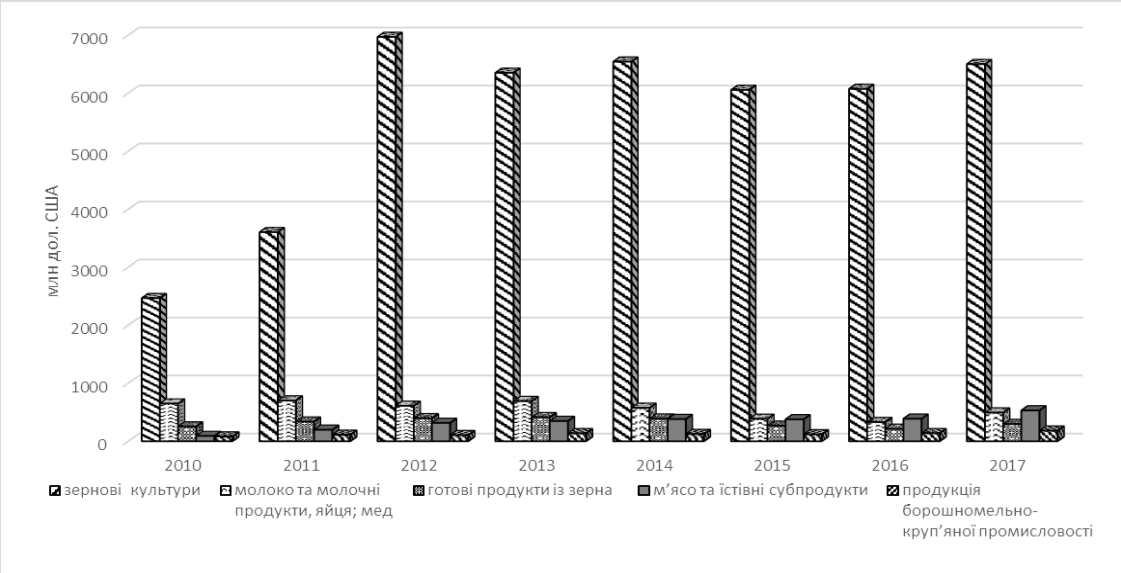

Рис. 1.7. Товарна структура експорту України

Джерело: побудовано автором за даними [125]

Хоча по всім розглядуваним групам за 2017 рік спостерігалось зростання експорту (від +31% по продукції борошномельно-круп'яної промисловості до +50% по групі молоко та молочні продукти, яйця, мед), обсяг експорту зерна (в $ млн) залишається поза конкуренцією. Це є свідченням того, що Україна на світовому ринку позиціонується як сировинна держава.

Структура експорту по культурах. Основними зерновими культурами, які направляються на експорт, є кукурудза, пшениця та ячмінь. Найбільшим попитом в світі користується українська кукурудза. Структурні зміни експорту зернових (рис. 1.8.–1.9.) показують, що в порівнянні з 2010 р. у 2016 р. за рахунок експортної частки ячменю значно збільшилась частка кукурудзи та незначно – частка пшениці.

Постачання українського зерна здійснюються як до країн, що розвиваються, так і до цілком фінансово успішних держав. Найбільше купують зерно з України у країнах Азії (Китай, Індія тощо), Африки (Єгипет) та Європи (Іспанія, Нідерланди, Італія). Прогноз зростання доходів від зернового експорту на декілька найближчих років показує, що вартість зернового експорту може зрости від $ 6 млрд у 2015 р. до $ 12 млрд у 2023 р.

[43]. Значне зростання експортних доходів може дати також орієнтація на продукти переробки аграрної сировини. Якщо тонна зерна коштує близько $ 200, то тонна борошна – близько $ 350. В Україні існує низка проблем, що перешкоджає подальшому росту доходів зернової галузі: слабка інфраструктура, посушливий клімат, відставання переробної промисловості тощо. Експортна інфраструктура України вже сьогодні технологічно здатна відправити на експорт понад 30 млн т зерна, що пов'язано з потужними інвестиціями, зокрема іноземними, в цю галузь протягом останніх років.

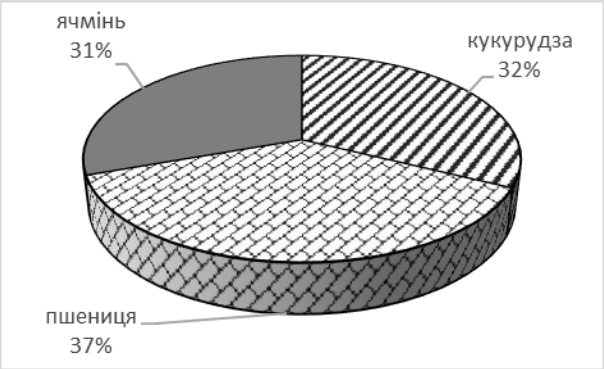

Рис. 1.8. Структура експорту зернових культур України (2010 р.)

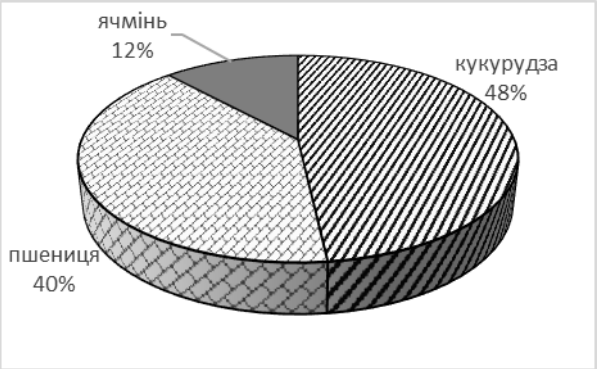

Рис. 1.9. Структура експорту зернових культур України (2016 р.)

Джерело: побудовано автором за даними [125]

Імпорт. Імпортується в Україну набагато менше аграрної продукції, ніж експортується. Починаючи з 2013 р. обсяг аграрного імпорту коливається в межах 10% від загального імпорту (рис. 1.10.). Основну частину імпорту становлять техніка, енергоносії та добрива.

У структурі імпорту серед товарних груп, що були розглянуті вище, до 2013 р. переважав імпорт м'яса та їстівних субпродуктів, а ось з 2014 р. відмічається зменшення імпорту цієї групи, та перше місце у структурі імпорту належить зерновим культурам (рис та тверді сорти пшениці) (рис. 1.11.).

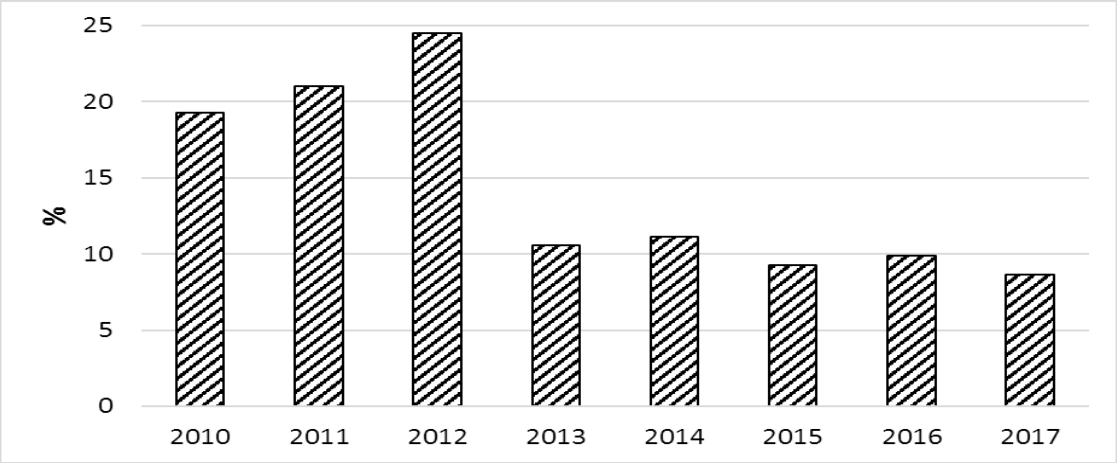

Рис. 1.10. Динаміка аграрного імпорту (2010 – 2017 рр.)

Джерело: побудовано автором за даними [125]

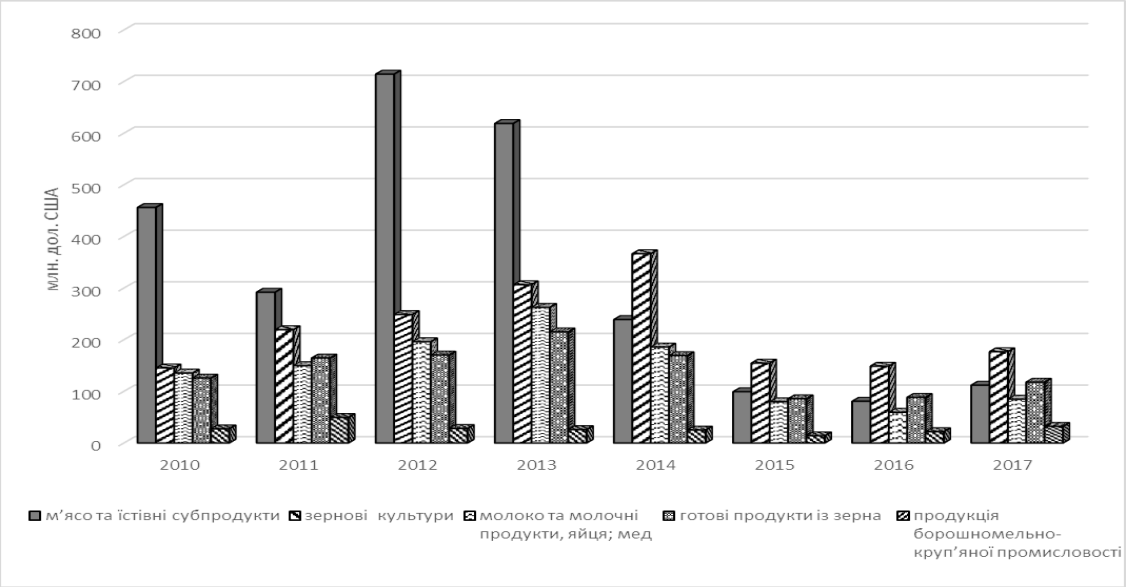

Рис. 1.11. Товарна структура імпорту України

Джерело: побудовано автором за даними [125]

Зернова інфраструктура. Ефективність експорту забезпечує ефективна робота всіх складових логістичного ланцюга поставки зерна від виробників до пунктів перевалки (морських портів). Система пунктів зберігання зерна в районах виробництва є важливою частиною цього ланцюга. В Україні за різними оцінками налічується від 800 до 1200 елеваторів різного типу [1; 82; 158], сукупні потужності яких становлять 48 млн т. Більша частина зернових складів була побудована ще під час Радянського Союзу, вони є зношеними та технологічно застарілими. Цей

фактор призводить до суттєвих втрат зерна при його збереженні, та, як наслідок, до високої собівартості експортованого зерна. З 2004 р. Законом України «Про зерно та ринок зерна» було введено обов'язкову сертифікацію зерносховищ. Однак, у 2014 р. її було скасовано. За оцінками експертів умовно сертифікованими можна вважати лише 832 зерносховища ємністю 35 млн т. Дефіцит нормальних потужностей для зберігання зерна сягає 30 млн т, а незадоволені потреби у цивілізованих елеваторах – ще вище. Варто зауважити, що протягом останніх 10 років ємність елеваторів в Україні зросла на 10–12 млн т. Завдяки активному інвестуванню ведеться будівництво не лише лінійних елеваторів, також проводиться модернізація сучасних і будівництво нових морських і річкових терміналів.

На сьогоднішній день набуває поширення новий заготівельник – великі трейдери, які монополізували просування зерна до переробних підприємств і на експорт. При цьому вони формують цінову політику на ринку зерна. Безумовно, основна частина прибутків концентрується у посередників, тоді як товаровиробникам не вистачає коштів навіть для простого відтворення виробництва. Так, за даними дослідження американських експертів проекту USAID, прибутки зернотрейдерів в Україні становлять близько 19% на тонні, тоді як на розвинених ринках Північної Америки та Європи – близько 1% [179].

Елеваторів потребують представники малого та середнього бізнесу для зберігання власного врожаю перед продажем його великим трейдерам. Аграрії, які змогли притримати зерно до весни, мають змогу отримати за нього набагато більше грошей. Але в Україні, яка щороку вирощує все більші обсяги зерна, не вистачає елеваторів. Водночас в сезоні 2016–2017 маркетингових років тарифи українських елеваторів на зберігання зерна зросли на 10% в порівнянні з попереднім сезоном.

У роботі Р. В. Вернігори [24] на основі проведеного аналізу наявних елеваторних потужностей показано, що найбільші ємності зберігання зосереджені в Полтавській (4 млн т), Одеській (3.9 млн т), Кіровоградській (3.2 млн т), Миколаївській (2.8 млн т) та Вінницькій (2.8 млн т) областях.

Рівень забезпеченості елеваторними потужностями в цілому по Україні складає 64%. Загальні дані по Україні по наявності та потужності елеваторів при зібраному врожаї зерна по регіонах України за підсумками 2016 року зображені у дод. рис. А.2., аналіз якого підтверджує висновки експертів про те, що найбільш благополучна ситуація щодо співвідношення обсягу виробництва зерна до ємностей зерносховищ спостерігається в Одеській, Житомирській, Миколаївській, Полтавській і Херсонській областях. Хоча дефіцит потужностей зі зберігання зерна спостерігається в усіх регіонах, найменш забезпеченими є Донецька, Закарпатська, Івано-Франківська та Львівська області [1]. У нашому дослідженні на підставі проведеного аналізу визначено загальний дефіцит елеваторних потужностей у степовій зоні України. У параграфі 2 розділу 2 поставлено і розв’язано задачі про локалізацію центрів, які є економічно оптимальними для розміщення нових елеваторних комплексів.

Для забезпечення збору, зберігання і переробки зернових культур, крім збільшення потужностей для зберігання зерна, необхідно сформувати ефективну логістичну систему. Одним із головних чинників впливу на ефективність експорту зерна є високі логістичні витрати. Так, частка логістичних витрат у вартості вітчизняного зерна становить приблизно 35%, в той час як в країнах ЄС вона тримається на рівні 12–16%, а в США – 9% [88]. Завдяки неефективній логістиці доставки зерна від виробників до споживачів, в першу чергу, до портів на експорт, втрати українських аграріїв оцінюються на рівні $ 20 на кожній тонні зерна, що призводить до недоотримання доходів, які за оцінками Всесвітнього банку становлять від $ 0.6 до $ 1.6 млрд на рік [144].

Попит на потужності зі зберігання зерна в центральній і східній частині країни формується за рахунок агровиробників, які безпосередньо займаються вирощуванням зерна, в західній частині України цей попит створюють підприємства харчової промисловості і ті, що займаються переробкою, а на Півдні – агротрейдери і порти. Більш як 90% українського експорту зернових

відвантажується через морські порти. Загальний об’єм перевалки зерна через порти України в 2016 році склав 40.3 млн т.

Вантажоперевезення зерна по Україні здійснюється трьома видами транспорту: залізничний, автомобільний та водний (кораблі та баржі). Залізничний транспорт залишається основним засобом доставки зерна в порти в Україні, його частка становить близько 61% від загального обсягу вантажоперевезень цієї продукції. Проблемою є гостра нестача та зношеність наявних вагонів-зерновозів. Решта зерна надходить в порти автотранспортом – близько 36%, та річковими баржами – 3%. Питання вантажоперевезень в пік збирання зернових і подальшого їх експортування особливо гостро постає за умов зростання вартості автоперевезень, обмеження навантажень на дороги (жорсткий контроль перевантаження) та їхній незадовільний стан.

Для підвищення економічної ефективності зернової галузі потрібно розвивати водні види транспорту, це дасть змогу значно скоротити витрати на перевезення та водночас призведе до екологічного ефекту завдяки зменшенню шкидливих викидів у повітря. Потрібно будувати елеватори з перевантажувальними терміналами на берегах Дніпра, що вимагає додаткових інвестицій у поглиблення дна річок. Побудова нових елеваторів в місцях, що є науково обгрунтованими, призведе до зменшення загальних витрат на перевезення зерна та підвищення економічної ефективності галузі.

Тваринництво. Основними галузями аграрного виробництва є рослинництво та тваринництво. Рослинницька галузь є більш рентабельною та інвестиційно привабливою, оскільки такі культури як пшениця, ячмінь, кукурудза, соняшник, соя, ріпак в основному вирощуються з метою експортування. Водночас поголів’я худоби і птиці скорочується, обсяги виробництва у тваринництві знижуються, незважаючи на те, що населення України споживає молока, м’яса, яєць та інших продуктів тваринництва нижче фізіологічної потреби. Наявні перспективи експортування молочної продукції недостатнім чином стимулюють інвесторів займатися вирощуванням великої рогатої худоби для виробництва молока. Крупні аграрні корпорації віддають

перевагу рослинницькій галузі як більш перспективній в плані швидкого отримання прибутку (рис. 1.12.) [125]. Поголів'я великої рогатої худоби в Україні за 2017 р. скоротилося на 4%. Якщо рівень рентабельності рослинницької галузі України у 2016 році становив 44.3%, то рентабельність тваринницької галузі – лише 7.7%.

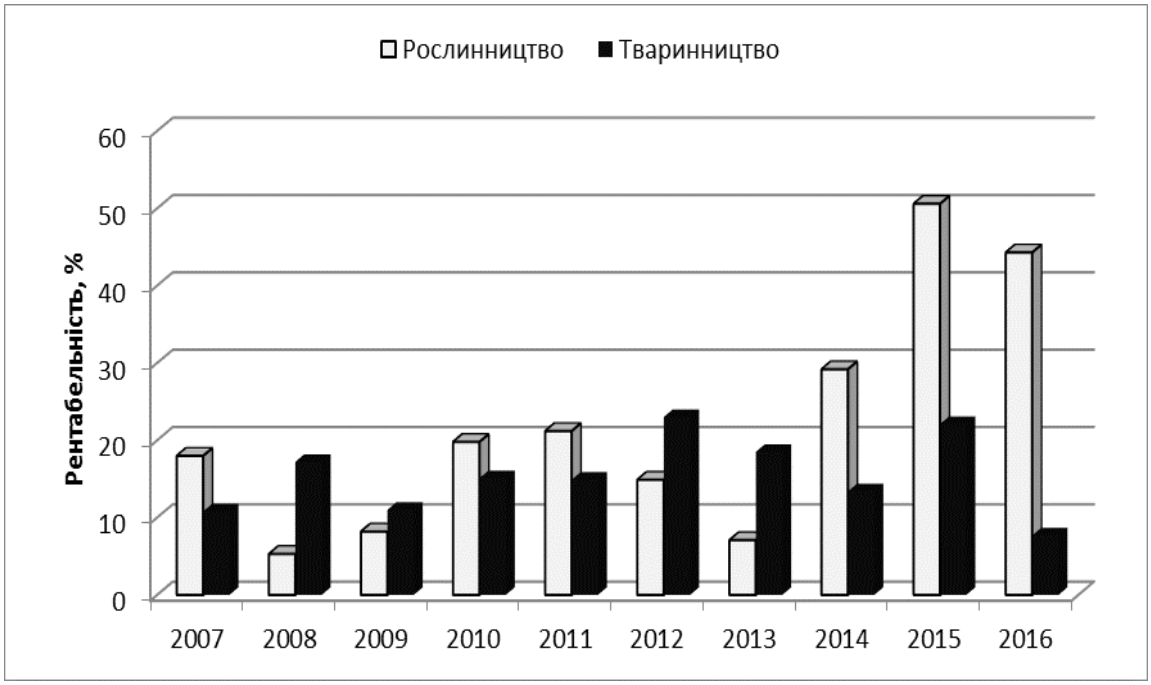

Рис. 1.12. Динаміка рентабельності галузей рослинництва і тваринництва в Україні (2007–2016 рр.)

Джерело: побудовано автором згідно [125]

Тому завданням держави є підтримка тваринницької галузі з метою забезпечення стабільного розвитку рослинницько-тваринницького комплексу. Така підтримка сприятиме підвищенню рівня економічної ефективності як рослинницької так і тваринницької галузі. У 2018 р. найбільшу суму з усіх програм державної підтримки аграрного виробництва (4 млрд грн) направлено на створення основи для зростання галузі тваринництва. Завдяки фінансуванню згідно розпорядження Кабінету Міністрів України за програмою «Державна підтримка галузі тваринництва» зростатиме поголів'я ВРХ, свиней та інших видів тварин, стимулюватиметься будівництво тваринницьких комплексів. Це дасть змогу

генерувати продукцію з високою доданою вартістю, що призведе до підвищення економічної ефективності тваринництва.

До переваг тваринництва в порівнянні з рослинництвом можна віднести меншу залежність від природно-кліматичних умов та більш слабко виражену сезонність виробництва. Протягом року в тваринництві рівномірніше використовуються основні та оборотні засоби виробництва, робоча сила, виручка від реалізації продукції теж поступає більш рівномірно. Тому ті господарства, в яких раціонально поєднуються галузі рослинництва і тваринництва, є більш стійкими в економічному відношенні та ефективніше використовують свій ресурсний потенціал. Головна проблема полягає у тому, щоб правильно визначити пропорції рослинницької та тваринницької підсистем, які забезпечать ефективне виробництво та стабільність підприємства. Розв’язуванню цією проблеми присвячений 4 параграф 2 розділу даної дисертації.

1.2. Аналіз наявних методів і моделей оцінювання економічної ефективності зерновиробництва

В основі економічного прогресу будь-якого суспільства лежить підвищення ефективності суспільного виробництва. Специфічний зміст ефективності виробництва в кожній системі господарювання визначається:

- суспільною формою виробництва;
- цільовою спрямованістю виробництва;
- різноманітністю притаманних даній системі господарювання факторів та результатів виробництва.

Найвищим критерієм ефективності є повне задоволення суспільних та особистих потреб при раціональному використанні наявних ресурсів [32].

Термін «ефективність» є похідним від терміну «ефект». Виходячи з цього, «ефективність» можна інтерпретувати як дієздатність, результативність витрачених ресурсів у певну діяльність з позиції отриманих результатів (ефекту). Економічний ефект слід розуміти як форму вияву кінцевих результатів діяльності аграрного господарства, як ступінь досягнення мети сільськогосподарського виробництва. Однакові результати можуть бути досягнуті за різного обсягу ресурсів, і, навпаки, за однакового обсягу ресурсів можна отримати різний ефект. Тобто поняття «ефект» має результативний характер, а ефективність – порівняльно-продуктивний.

В економічній енциклопедії поняття «економічна ефективність» розглядається як складна, багатогранна та багатовимірна категорія ринкової економіки, яку визначають як: відношення між витратами ресурсів і обсягом товарів та послуг, які виробляються з цих ресурсів; максимальний обсяг виробництва товарів і послуг з використанням мінімальної вартості ресурсів; виробництво товарів певної вартості за найменших витрат ресурсів; отримання максимуму з доступних для людини обмежених ресурсів; відношення цінності результату до цінності витрат тощо [176].

Вирішення продовольчої проблеми та підвищення добробуту населення України значною мірою залежать від розвитку сільського господарства, зростання його ефективності.

Ефективність виробництва – складна економічна категорія, в якій відображується дія об’єктивних економічних законів і висвітлюється одна з найважливіших сторін суспільного виробництва – результативність [122]. Розрізняють ефективність виробництва як суто економічну, так і соціально-економічну. Соціально-економічна ефективність являє собою сукупність задоволення потреб населення за рахунок створюваного продукту, спрямована на підвищення життєвого рівня населення, покращення умов праці, збільшення вільного часу людини [91].

Згідно думки, наведеної в роботі [78], «економічна сутність ефективності полягає в тому, щоб на кожну одиницю використовуваних

ресурсів домагатися істотного збільшення обсягу виробництва продукції. У кінцевому підсумку це означає підвищення продуктивності суспільної праці, що і є критерієм підвищення ефективності виробництва».

Існує багато точок зору та визначень понять «результативність», «ефективність» та «економічна ефективність» різними авторами (табл. 1.1). Ефективність оцінює одночасно не тільки результат будь-якої діяльності, але й витрати, які були понесені для досягнення цього результату (ефекту). В роботі [177] відмічено таке протиріччя: з одного боку, основною метою діяльності є максимізація результату (ефекту); з іншого боку, при обмеженості ресурсів та високої їх вартості необхідно домагатися раціонального зменшення їх використання. Оскільки досягнення високих результатів при зменшенні всіх видів витрат є неможливим, автор вважає першочерговою умовою отримання позитивного результату (ефекту) оптимізацію структури застосовуваних ресурсів у розрізі співвідношення постійних і змінних витрат.

Аналіз таблиці 1.1 показує, що більшість авторів під економічною ефективністю розуміють співвідношення досягнутого результату і виробничих витрат. Ми погоджуємося з таким визначенням, і в нашому дослідженні пропонуємо таке формулювання для економічної ефективності зерновиробництва.

Економічна ефективність зерновиробництва – кількісне відображення переваг, отриманих у результаті удосконалення структури посівних площ, розбудови логістичної структури галузі та синергетичної взаємодії галузі зерновиробництва та тваринницької галузі.

У сільськогосподарському виробництві для оцінювання економічної ефективності використовують як натуральні, так і вартісні показники. До натуральних показників відносять: урожайність сільськогосподарських культур, продуктивність худоби. Вони слугують основою для розрахунку вартісних показників: валової і товарної продукції, валового та чистого

доходу, прибутку й рентабельності виробництва. Всі ці показники є вихідними для вимірювання рівня економічної ефективності виробництва [162].

Таблиця 1.1

Визначення категорії «ефективність»

Джерело	Трактування визначення
1	2
Райзберг Б. А., Лозовский Л. Ш., Стародубцева Е. Б. [143]	Ефективність – відносний ефект, результативність процесу, операції, проекту, визначувані як відношення ефекту, результату до витрат, витрат, що зумовили, забезпечили його отримання Економічна ефективність – результативність економічної діяльності, економічних програм і заходів, що характеризується відношенням отриманого економічного ефекту, результату до витрат факторів, ресурсів, який зумовив отримання цього результату; досягнення найбільшого обсягу виробництва із застосуванням ресурсів певної вартості.
Буряк П. Ю., Гупало О. Г., Стасюк І. В. [21]	Ефективність, за Парето, – рівень організації економіки, при якому: – вже неможливо здійснити які-небудь зміни на користь однієї особи або групи осіб, не погіршивши положення іншої особи або групи осіб; – вхідні ресурси використовуються найефективніше (ефективність виробництва), а результат забезпечує максимально можливу корисність для споживачів (ефективність розподілу ресурсів)
Андрійчук В. Г. [7; 9]	***Ефективність*** … відображає співвідношення між одержаними результатами і витраченими на їх досягнення ресурсами. Враховуючи специфіку сільськогосподарського виробництва, автор вважає доцільним розрізняти технологічну, економічну і соціальну ефективності.
Савенко Н. В. [146]	Економічна ефективність – результат виробничої діяльності, що виражається у вигляді співвідношення між підсумками господарської діяльності та витратами ресурсів.
Охріменко І. В. [127]	Економічна ефективність свідчить про співставлення ефекту із витратами на його одержання, дає змогу визначити, якою ціною він досягнутий, та оцінити доцільність проведених заходів.
Ніколенко Ю. В. [118]	Розрізняє соціальну та економічну ефективність. Соціальна ефективність виражає ступінь вдоволення особистих потреб суспільства. Економічна ефективність виражає результативність суспільного виробництва шляхом зіставлення затрат і одержаного результату.

Продовження табл. 1.1

1	2
Загородній А. Г. та Вознюк Г. Л. [75]	Економічна ефективність визначається як результативність економічної діяльності реалізації економічних програм та заходів, що характеризується відношенням отриманого економічного ефекту (результату) до витрат ресурсів, які зумовили отримання цього результату.
Павленко І. Г. [129]	Ефективність розглядає як комплексну оцінку кінцевих результатів використання трудових, матеріальних, інформаційних та фінансових ресурсів підприємства у виробництві товарів та наданні послуг за певний термін. … кінцева мета ефективності – не лише результати діяльності, а й неперервність виробничого процесу, який пов'язаний із задоволенням потреб як окремих суб'єктів, так і суспільства загалом.
Беннет Р. [16]	Економічна ефективність – результативність виробництва, співвідношення між результатами господарської діяльності та витратами праці. У масштабах суспільства показник економічної ефективності – частка національного доходу в сукупному суспільному продукті.
Блейк Р. [17]	Ефективність економічна – результативність економічної діяльності, економічних програм і заходів, що характеризується відношенням отриманого економічного ефекту, результату до витрат чинників, ресурсів, що зумовило отримання цього результату, досягнення найбільшого обсягу виробництва із застосуванням ресурсів певної вартості.

Джерело: узагальнено автором на основі [14]

Економічна ефективність передбачає досягнення максимального ефекту від господарської діяльності підприємств за мінімальних витрат ресурсів. При цьому вона відображає вплив сукупності факторів, що формують її рівень і зумовлюють тенденції розвитку галузі [37]. При оцінюванні економічної ефективності виробництва зерна в підприємствах необхідно правильно визначити систему взаємопов'язаних показників, які повинні найбільш об'єктивно відображати її рівень.

В. Г. Андрійчук виділяє макроекономічні, мікроекономічні та мезоекономічні чинники ефективності діяльності аграрних підприємств. До *макроекономічних* чинників він відносить: інфляцію, платоспроможний попит, обмінний курс національної валюти, відсоткові ставки, динаміку цін, урядові видатки та дефіцит держбюджету, безробіття, обсяги інвестицій

тощо. До *мікроекономічних* чинників належать чинники внутрішнього середовища підприємства. Серед найбільш важливих мезоекономічних чинників такі як внутрішня будова ринку сільгосппродукції та продовольства, а також характер формування агропромислових інтеграційних зв'язків [8, с. 206].

За класифікацією Андрійчука В. Г. до системи показників економічної ефективності виробництва зерна першого порядку відносять декілька показників, серед яких урожайність є найважливішим результативним. Рівень урожайності відображає вплив економічних і природних умов, а також якість організаційно-господарської діяльності при вирощуванні сільсько-господарських культур.

Головним напрямком майбутнього зростання зернового комплексу є інтенсифікація зерна. У її основі лежить внесення оптимальної кількості мінеральних та органічних, добрив, збільшення посівів високоврожайних сортів і гібридів, запровадження комплексної механізації, інтенсивних та індустріальних технологій, використання прогресивних форм організації і оплати праці з урахуванням результату який отримаємо в кінці.

Одним із напрямів підвищення економічної ефективності виробництва зерна є комплексне оцінювання ефективності *сівозмін*. Тому поряд з економічним та агротехнічним слід проводити енергетичне оцінювання, яке допомагає виявити резерви зростання ефективності враховуючи енергозбереження.

Інтенсифікація виробництва зерна є не можливою без *комплексної механізації*. Вона є основою для впровадження інтенсивних технологій вирощування зернових культур і сприяє збільшенню продуктивності праці при виробництві зерна. Забезпеченість господарства надійною системою машин дає змогу якісно і в оптимальні строки виконувати всі види робіт, що сприяє підвищенню врожайності зернових культур і значно зменшує втрати зерна.

Важливим напрямком підвищення економічної ефективності зернового виробництва є *поліпшення якості зерна*, особливо за рахунок сильних і

твердих сортів пшениці з високим вмістом білка (15–17%) і клейковини (28–36%). Якість зернових культур має важливе значення, оскільки закупівельні ціни на зерно встановлюються з урахуванням його якості. Збільшення виробництва і поліпшення якості зерна сприяють підвищенню дохідності зернового господарства, а отже, і зміцненню економіки сільськогосподарських підприємств.

Рентабельність виробництва і методика визначення її показників. Важливою й актуальною проблемою функціонування аграрних підприємств є підвищення економічної ефективності господарської діяльності. Для характеристики діяльності аграрного підприємства загалом і ефективності виробництва окремих видів продукції використовують такі показники [36].

Валовий продукт (валова продукція) – сільськогосподарська продукція в натуральному або грошовому виразі, яка створена за певний період в аграрному підприємстві.

Валовий дохід визначається як різниця між вартістю валової продукції і спожитими матеріальними витратами.

Для визначення *прибутку* розраховують різницю між виручкою від реалізації продукції та її повною собівартістю.

Узагальнювальним показником ефективності діяльності аграрного підприємства є *рівень рентабельності*. Його розраховують як відсоткове відношення прибутку до повної собівартості продукції.

Рентабельність – поняття, що характеризує економічну ефективність виробництва, за якої підприємство за рахунок грошової виручки від реалізації продукції (робіт, послуг) повністю відшкодовує витрати на її виробництво й одержує прибуток як головне джерело розширеного відтворення.

Для кількісного виміру рентабельності в цілому по підприємству доцільно використовувати чотири групи показників: рівня рентабельності; рентабельності капіталу; рентабельності продажу і питомої прибутковості

виробництва. Показники рівня рентабельності визначаються як в цілому по підприємству, так і для окремих видів продукції або галузі.

На нашу думку, при оцінюванні економічної ефективності найважливіше значення має четверта група показників рентабельності – показники питомої прибутковості виробництва (приведена маса прибутку) для аграрних підприємств (рис. 1.13.).

Рис. 1.13. Показники економічної ефективності аграрного виробництва

Джерело: розроблено автором

Огляд наявних моделей економічної ефективності зерновиробництва. Проблеми економічної ефективності сільського господарського виробництва висвітлені у працях В. Г. Андрійчука, Б. Й. Пасхавера, П. Т. Саблука, Л. М. Худолій, О. М. Шпичака. Дослідження щодо наявних проблем підвищення рентабельності зерновиробництва в Україні відображені в роботах Л. В. Забуранної [71], А. М. Кравцової [94],

М. М. Паламарчука [130], О. Ю. Шумейко [174]. Однак у вище вказаних роботах дослідження проводяться з точки зору статистичного аналізу і лише для окремо взятих регіонів України. Питанням аналізу та моделювання формування рентабельності зерновиробництва присвячені роботи В. В. Вітлінського, П. М. Грицюка. Але і до сьогодні цей напрям економіко-математичного моделювання залишається недостатньо розробленим. Це можна пояснити декількома причинами: зміною кліматичних умов на території України на протязі останніх десятирічь, 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.

Розглядаючи проблему моделювання економічної ефективності, слід виділити два аспекти: технологічний та математичний. При технологічному підході до моделювання економічної ефективності зерновиробництва особливої уваги приділено питанню підвищення врожайності.

Так, у роботі [81] прогнозування обсягів виробництва та економічної ефективності виробництва кукурудзи в Україні на 2015 р. здійснюється на основі статистичного аналізу за категоріями товаровиробників у розрізі зони розміщення та за рівнями забезпеченості ресурсами. Автори проводять моделювання ринку зерна кукурудзи економіко-математичними методами шляхом побудови ліній попиту та кривих пропозиції. Пропонується збільшити посівні площі під кукурудзою за рахунок менш прибуткових культур, а для підвищення врожайності застосовувати пріоритетні гібриди кукурудзи для різних зон вирощування за групою стиглості.

Один з варіантів математичного підходу до моделювання часового ряду врожайності описано в роботі [67]. Автором розроблено поліноміальну модель четвертого порядку, яка описує рівень урожайності зернових та зернобобових культур в Україні за період з 1913 по 2012 рр. та передбачає збільшення урожайності цих культур на перспективу. Основні напрями

підвищення адаптованості виробництва зернових культур в сучасних умовах автор бачить у: розміщенні посівів сільськогосподарських культур в сприятливих ґрунтово-кліматичних умовах, створенні адаптованих сортів і гібридів до природних умов України, переведенні зернової галузі на постіндустріальні моделі розвитку, забезпеченні сировинної бази для розвитку біоенергетики, створенні кормової бази для тваринництва, розвитку органічного виробництва, структуризації зернового ринку. Для удосконалення структури виробництва зернових культур необхідно забезпечити виробництво продукції, яка користується підвищеним попитом на світовому ринку – пшениця, кукурудза, ячмінь, а також оптимізувати площі посіву кукурудзи на силос і багаторічних трав – для забезпечення потреб тваринництва необхідною кормовою базою.

Одним з найбільш важливих чинників підвищення врожайності є відтворення родючості грунтів. Цю тему розкриває О. В. Ткач, пропонуючи в своїх роботах економіко-математичні моделі відтворення родючості ґрунтів у результаті хімічної меліорації з використанням критерію максимізації рентабельності виробництва із врахуванням інвестицій [155; 156]. Експертами Канадсько-українського зернового проекту-ІІ [112] на підставі світової та вітчизняної практики вказано на необхідність переходу на мінімальний обробіток ґрунту, що поряд з енергозбереженням дасть змогу значно підвищити врожайність і знизити собівартість вирощеної продукції.

Л. В. Забуранна в роботі [71] вказує на те, що по урожайності зернових культур наявна велика залежність від кліматичних умов, в той час як виробничі витрати вирощування зернових з часом зростають. Проведене автором дослідження показує, що основними факторами, які позитивно впливають на економічну ефективність виробництва зерна, є збільшення площі посіву, тобто концентрація та підвищення урожайності.

У роботі [168] досліджується вплив зниження собівартості продукції та зростання урожайності на економічну ефективність зернової галузі. Крім того, пропонується групування організаційно-економічних чинників

ефективного розвитку зернового господарства. Серед зовнішніх чинників автор виділяє інфляційні процеси, вартість виробничих ресурсів, інвестиційну привабливість галузі, рівень розвитку інфраструктури АПК тощо. На думку автора, до внутрішніх чинників можна віднести стан організації виробництва і праці; розміщення, спеціалізацію та концентрацію; рівень кадрового забезпечення; досконалість системи управління тощо.

На нашу думку, більшість цих чинників не може бути виміряною кількісно і тому не підлягає використанню в якості чинників впливу для економіко-математичного моделювання.

Деякі спроби застосування методів економіко-математичного моделювання зміни обсягу прибутку розглянуто в [68]. Розроблено кореляційно-регресійну модель залежності рівня прибутку на 1 га пшениці від факторів виробництва, а саме: урожайність пшениці, ц/га; витрати на насіння на 1 га посіву пшениці, грн; витрати на добрива на 1 га посіву, грн; ціна реалізації 1 ц пшениці, грн. На нашу думку, недостатня кількість спостережень (9 років) не дає змоги побудувати якісну та адекватну кореляційно-регресійну модель із 4 факторами. Відповідно, автори прийшли до відомого вже висновку про урожайність як найвагоміший фактор впливу на прибуток.

У роботі [61] застосовано дещо інший підхід до трендового моделювання динаміки врожайності для областей України. Автори відзначають, що тренд зерновиробництва в Україні є неоднорідним і має складний характер. Виділено три часових проміжки за період спостережень (1955–2015 рр.): 1955–1990 рр., 1990–2000 рр., 2001–2015 рр. Доведено адекватність побудованої полілінійної моделі тренду та виконано прогнозування урожайності на подальші часові періоди.

Н. К. Васильєва вважає, що для підвищення конкурентоспроможності виробництва у галузі рослинництва необхідно адекватно прогнозувати ціни на продукцію, що вирощується [22]. Це стає можливим завдяки використанню економіко-математичних моделей у вигляді нейронних мереж, оскільки вони дають результати кращі, ніж лінійні економетричні моделі. Застосування

інтелектуальних моделей для моделювання та прогнозування рентабельності зерновиробництва дістало подальшого розвитку і в наших дослідженнях [54; 194]. Більш детально цей аспект моделювання висвітлено в п. 2.1.

Глибокий аналіз системи зерновиробництва України проведено в монографії П. М. Грицюка [39]. Зокрема, автором розроблено прогнозну модель оцінювання рентабельності зерновиробництва в Україні, яка враховує залежність рентабельності від валового збору зернових за два поточних роки та обсягу експортних поставок; модель оцінювання рентабельності зерновиробництва в окремому регіоні України, в основу якої покладено співвідношення між врожайністю у даному регіоні та середнім рівнем врожайності в Україні. Однак, через недостатню кількість статистичних даних, статистичні характеристики даної моделі виявилися недостатньо високими для підтвердження її адекватності. Використання цих моделей є підґрунтям для прийняття управлінських рішень, спрямованих на зростання ефективності та зниження ступеня ризику системи зерновиробництва України.

Наші дослідження більшою мірою опираються на результати, отримані в [39]. Одержаний дохід від виробництва зерна прямо пропорційно залежить від його ціни. У свою чергу базовим чинником впливу на ціну зерна є величина валового збору (або урожайність). Ми вважаємо, що оцінювання рентабельності зерновиробництва базується на співвідношенні

$$R = \frac{P - Z}{Z} = \frac{P}{Z} - 1 = \frac{Y * C}{Z} - 1, \qquad (1.1)$$

де P - дохід (грн/га),

Y - врожайність (ц/га),

Z - виробничі витрати (грн/га),

C - ціна зерна (грн/ц).

При моделюванні визначення рентабельності зерновиробництва виділено найбільш важливі внутрішні та зовнішні чинники впливу на неї, зокрема сукупний валовий збір зернових культур за два роки, ціна зерна

всередині країни, світова ціна на зерно тощо. Більш докладно результати дослідження викладено в п. 2.1.

Інший підхід до аналізу залежності рентабельності зерновиробництва від пояснюючих чинників полягає у використанні нечіткої логіки. Перевагою цього підходу є можливість моделювання нелінійних залежностей рентабельності від чинників впливу. Нечітке моделювання є особливо ефективним, коли в описанні економічних процесів присутня невизначеність, яка ускладнює застосування точних кількісних методів та підходів. Нечітка логіка, яка є основою для реалізації методів нечіткого аналізу, більш природньо відображає хід людського мислення, ніж традиційні формально-логічні системи.

Теорія нечіткої логіки (fuzzy logic) – це новий підхід до оцінювання результатів економічної діяльності з урахуванням ризику, що динамічно розвивається. Останнім часом нечітке моделювання є одним з найбільш перспективних напрямків прикладних досліджень в галузі управління та прийняття рішень. Серед українських та зарубіжних науковців, які активно використовують нечітку логіку у своїх дослідженнях, зокрема в галузі економіки та фінансів, В. П. Бочарніков [20], Н. К. Васильєва [22], А. В. Матвійчук [110].

Першим етапом нечіткого аналізу вхідної інформації є фазифікація (fuzzification) вхідних змінних. У процесі фазифікації відбувається лінгвістичне відображення вхідних факторів – будуються лінгвістичні змінні. Кожна лінгвістична змінна визначається таким набором характеристик [92; 215]

$$\langle \beta, P, X, G, M \rangle, \tag{1.2}$$

де β – назва лінгвістичної змінної,

P – множина значень лінгвістичної змінної (терм-множина),

X – універсальна множина,

G – синтаксичне правило, на основі якого генерується терм-множина значень P,

M – семантична процедура, відповідно до якої кожному новому терму, згенерованому на основі правила G, ставиться у відповідність нечітка множина, задана на універсальній множині X.

Ступінь відповідності між значеннями впливаючих факторів та термами лінгвістичних змінних описується за допомогою функції належності. Існує багато типів функції належності: трикутна, трапецієподібна, гаусова, дзвоноподібна. Вид функції належності визначається властивостями об'єкта моделювання. На думку багатьох дослідників, для лінгвістичного описання економічних процесів, які в переважній більшості мають нелінійний характер, однією з найбільш адекватних є дзвоноподібна функція належності. Функція такого виду є неперервною та опуклою на всій області визначення.

Аналітична форма запису дзвоноподібної функції належності є такою

$$\mu(u) = \frac{1}{1 + \left(\frac{u-b}{c}\right)^2}, \tag{1.3}$$

де c – коефіцієнт стиснення-розтягування,

b – координата максимуму функції $\mu(b) = 1$.

На основні переваги дзвоноподібної функції належності вказує А. В. Матвійчук [110, с.107]:

– простота, оскільки вона визначається лише двома параметрами;

– зручність налаштування цих параметрів, оскільки функція належності має досить прості похідні.

Крім цього, дана функція не спадає до нуля на границях терм-множини, а лише асимптотично наближається до нього. Це дуже важливо при аналізі та прогнозуванні нестаціонарних процесів, параметри яких часто виходять за межі навчальної множини значень.

Алгоритм функціонування нечіткої системи прийняття рішень визначається такими кроками [207]:

1) перетворення чітких вхідних змінних на нечіткі, тобто визначення ступеня відповідності входів кожній із нечітких множин (фазифікація);

2) обчислення правил на основі використання нечітких операторів та застосування імплікації для отримання вихідних значень правил;

3) агрегування нечітких виходів правил у загальне вихідне значення;

4) перетворення нечіткого виходу правил на чітке значення (дефазифікація).

Структуру системи з нечіткою логікою зображено на рис. 1.14. Систему побудовано за схемою багатошарової штучної нейромережі, яка складається з вхідного, двох прихованих та вихідного шару. Перший шар зображає входи системи, другий шар – нечіткі лінгвістичні змінні, третій шар – правила дій над нечіткими змінними, четвертий шар – виходи правил. Ваги усіх шарів, крім останнього, дорівнюють 1. Ваги зв’язків між шаром правил та вихідним шаром визначаються алгоритмом навчання.

Система логічного виведення з використанням правил $R_i, i = 1..N$ перевіряє значення кожної лінгвістичної змінної на основі правил нечіткої логіки та перетворює вхідний набір у вихідну результуючу змінну r. Кожне із правил є нечіткою імплікацією, яка визначає вихідне значення залежно від рівня істинності лівої частини правила. Завершальним кроком нечіткого логічного виведення є агрегування виходів правил. При нечіткому виведенні паралельно опрацьовують велику кількість правил з подальшим їх агрегуванням у завершальне рішення. Правила можуть будуватися на основі досвіду та знань експертів, створенням моделі дій оператора або методом навчання.

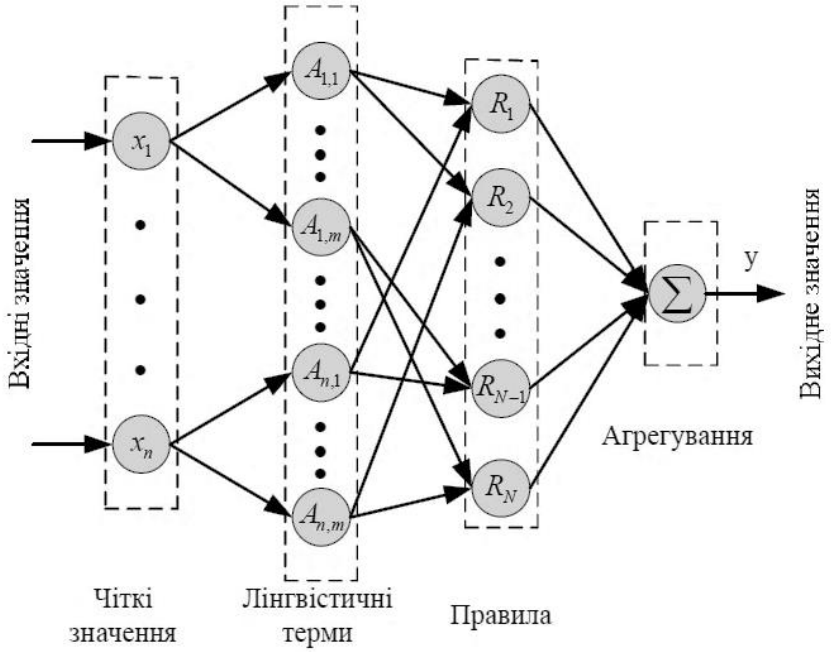

Рис. 1.14. Структура системи нечіткого логічного виведення

Джерело: запозичено в [93]

У методі нечіткого логічного виведення Сугено пояснюючі змінні в умовній частині правил прийняття рішень мають лінгвістичне подання, а проектування вихідних змінних здійснюється у вигляді функціональної залежності від кількісних значень вхідних показників. У базі знань Сугено відсутні вагові коефіцієнти правил, так як вони вже є складовими функцій розрахунку результуючої змінної.

Наявні проблеми підвищення рентабельності зерновиробництва в Україні регулярно аналізуються в роботах українських вчених. Відомими з економічної теорії шляхами підвищення ефективності виробництва є: збільшення обсягів виробництва при фіксованих витратах і зниження рівня витрат за фіксованого рівня виробництва [113]. Однак, Л. В. Забуранна влучно зауважує, що в зерновому виробництві жоден з цих шляхів не простежується [71]. Автор стверджує, що основним фактором, який позитивно впливає на економічну ефективність зерна, є збільшення площі посіву, та пропонує застосовувати нові технології підвищення врожайності зернових культур.

Віддаючи належну повагу проведеним дослідженням, вважаємо за потрібне відзначити, що, в основному, дослідження проводяться з точки зору

статистичного аналізу і лише для окремо взятих регіонів України. Так, у роботі А. М. Кравцової [94] увагу автора зосереджено на показниках ефективності виробництва зерна у сільськогосподарських підприємствах лише Вінницької області. О. Ю. Шумейко [174] прослідковує зв'язок витрат на 1 га з урожайністю зернових культур та визначає основні напрямки інтенсифікації виробництва зернових культур у Полтавській області. М. М. Паламарчук [130] пов'язує виробничі витрати на 1 га та рівень врожайності окремих зернових культур у сільськогосподарських підприємствах Київської області. На нашу думку, в даній галузі досліджень відчувається дефіцит досліджень загальноукраїнського масштабу, а також таких, що пов'язані з виявленням тенденцій в ефективності ведення зернового господарства шляхом економіко-математичного моделювання.

Дослідження залежності рентабельності зерновиробництва від врожайності зернових висвітлюється в працях П. М. Грицюка [39; 40]. Автором побудовані моделі, які дають змогу виконувати прогнозне оцінювання рентабельності зерновиробництва для окремих регіонів та України в цілому з періодом упередження один рік і більше.

Дослідженням динаміки виробництва та експорту зерна були присвячені праці таких науковців, як В. І. Бойко, П. І. Гайдуцький, П. М. Грицюк, Ю. В. Ігнатова, В. Я. Месель-Веселяк, С. І. Наконечний, Б. Й. Пасхавер, О. М. Шпичак, П. Т. Саблук, В. В. Юрчишин та інші. Автори вказаних досліджень зауважують невідповідність наявної інфраструктури зернопереробної галузі зростаючим обсягам виробництва зерна в Україні. Для збільшення експорту зерна необхідно збудувати нові елеваторні та припортові комплекси, розширити та оновити парк вагонів-зерновозів, ширше використовувати спеціалізований автомобільний транспорт для місцевих перевезень. Постановка та методи розв'язування задачі оптимального розміщення об'єктів на мережах розглянуті в роботах Б. Кумвала [198], Дж. Крарупа [199] та П. Мірчандані [204]. У даній дисертації запропоновано новий підхід до оптимального планування

розміщення об’єктів (елеваторних комплексів) на графі, який моделює виробництво зерна в Україні в регіональному розрізі (параграф 3 розділу 2).

Основною метою соціально-економічної політики будь-якої країни є забезпечення стійкості економічної діяльності. Кожна економічна система діє в умовах невизначеності зовнішнього середовища. Стабільності існування та розвитку промислових підприємств та галузей народного господарства загрожують наявна фінансово-політична нестабільність, жорстка конкуренція тощо. Теорія стійкості систем на сьогодні є достатньо розвиненою в загальному вигляді та представлена роботами таких вчених, як В. І. Арнольд, О. Г. Івахненко, М. Месарович, М. Моісєєв, М. Морішима та ін. Дослідженням питань стійкості економічних систем у своїх працях займались такі науковці як В. Благодатний, В. Бровко, В. В. Вітлінський, С. Глівенко, В. Геєць, Ю. В. Коляда, І. Лук’яненко, О. М. Ляпунов, М. Соколов, О. Теліженко, М. А. Павловський, М. Фоміна, Т. Шовгенов та інші. Проблеми забезпечення стійкого економічного розвитку аграрної сфери піднімаються у працях таких російських вчених як Т. Н. Мизнікова [114] та А. Л. Пустуєв [142]. Значну увагу приділено дослідженню чинників впливу на економічну стійкість аграрного підприємства, виокремленню її видів із метою побудови моделі забезпечення стійкості у довгостроковій перспективі. Для моделювання динамічних процесів в екології та економіці широко використовується еволюційна модель типу «хижак-жертва» (модель Лоткі-Вольтерра) [33]. При моделюванні економічних систем використовують різноманітні модифікації цієї моделі [10; 42; 85; 86; 89; 90; 111; 135; 196]. Новий сучасний підхід до еволюційного моделювання розвитку економічної системи на прикладі підприємств молочної промисловості продемонстровано у роботі Б. О. А. Далайіна [63], в якій розглядається еволюційна концепція розвитку систем популяцій. Запропоновано еволюційний підхід до оцінки синергетичного ефекту.

Водночас, незважаючи на достатню кількість наукових досліджень, недостатньо вивченою залишається проблема дослідження стійкості

підприємств аграрної галузі, в яких ведеться господарювання за декількома пов'язаними напрямками. Для вироблення єдиного підходу до аналізу стійкості аграрних підприємств, які поєднують рослинницьку та тваринницьку галузі виробництва потрібно проаналізувати умови стійкості такого аграрного комплексу. З цією метою у параграфі 4 розділу 2 даної роботи використано підходи еволюційної економіки, еволюційні моделі економічних систем типу Лоткі-Вольтерра та методику дослідження стійкості динамічних систем О. М. Ляпунова [104].

На нестабільність обсягів виробництва зернових мають неабиякий вплив значні коливання урожайності, а також не менший вплив справляє відсутність чіткого планування обсягів та структури посівних площ. Якщо коливання урожайності зернових мало залежить від виробників, оскільки більшою мірою зумовлено змінами погоди, то грамотне планування структури посівних площ зернових культур може взяти на себе господарник.

Питання оптимального планування структури посівних площ зернових культур класично вирішуються за допомогою задачі лінійного програмування, де функцією мети виступає загальна максимізація прибутковості галузі. Проблема оптимізації структури посівів сільськогосподарських культур в розрізі адміністративних районів у відповідності до їх прибутковості піднімається в роботі П. М. Грицюка [41]. У статті розглянута система аграрного виробництва із зворотним зв'язком на прикладі рослинної галузі Рівненської області. Реалізація запропонованої ітераційної процедури оптимізації структури посівних площ, що враховує залежність рентабельності від посівної площі, дала змогу визначити оптимальну структуру посівних площ, якій відповідає максимальний очікуваний прибуток.

Дослідження, що були проведені протягом останніх років, охоплюють невід'ємну частину діяльності будь-якого суб'єкта господарювання – ризик. Для аграрного виробництва виконується загальне економічне співвідношення відносно існування прямої залежності між прибутковістю та ступенем

ризику. Одним із варіантів розв’язку оптимізаційної задачі на максимізацію прибутку за допомогою пошуку оптимального співвідношення площі посівних культур С. І. Ус вбачає обмеження дисперсії прибутку сільськогосподарських підприємств [162].

Ми погоджуємося з таким підходом автора до оптимізації рослинницької галузі та пропонуємо свій погляд на проблему оптимізації структури посівних площ сільськогосподарських культур із врахуванням ризику. Докладно цей підхід буде викладено в розділі 3.

Результати представлених досліджень призначено для прийняття управлінських рішень, в ухваленні яких суттєву роль відіграють засоби відображення, просторового аналізу та моделювання можливого розвитку ситуацій із використанням геоінформаційних систем (ГІС). Саме геоінформаційні системи інтегрують на просторових засадах різноманітні дані, необхідні в процесі прийняття рішень, та забезпечують візуальне зображення багатовимірної економічної інформації. У дисертації для наочного подання результатів було використано ГІС-пакет MapInfo Professional.

1.3. Концептуальна модель економічної ефективності зерновиробництва

Основним показником економічної ефективності зерновиробництва є рентабельність зерновиробництва. Іншими показниками та інструментами економічної ефективності є питомі витрати на вирощування зерна, його сушку, зберігання та транспортування; оптимальні обсяги та структура посівних площ; ефективність регіонального планування розміщення різних зернових культур; відповідність асортименту та обсягів виробництва різних культур до потреб продовольчого споживання населення України.

Розбудована у даній роботі концептуальна модель економічної ефективності зерновиробництва має за мету її підвищення і ґрунтується на таких засадах (рис. 1.15.).

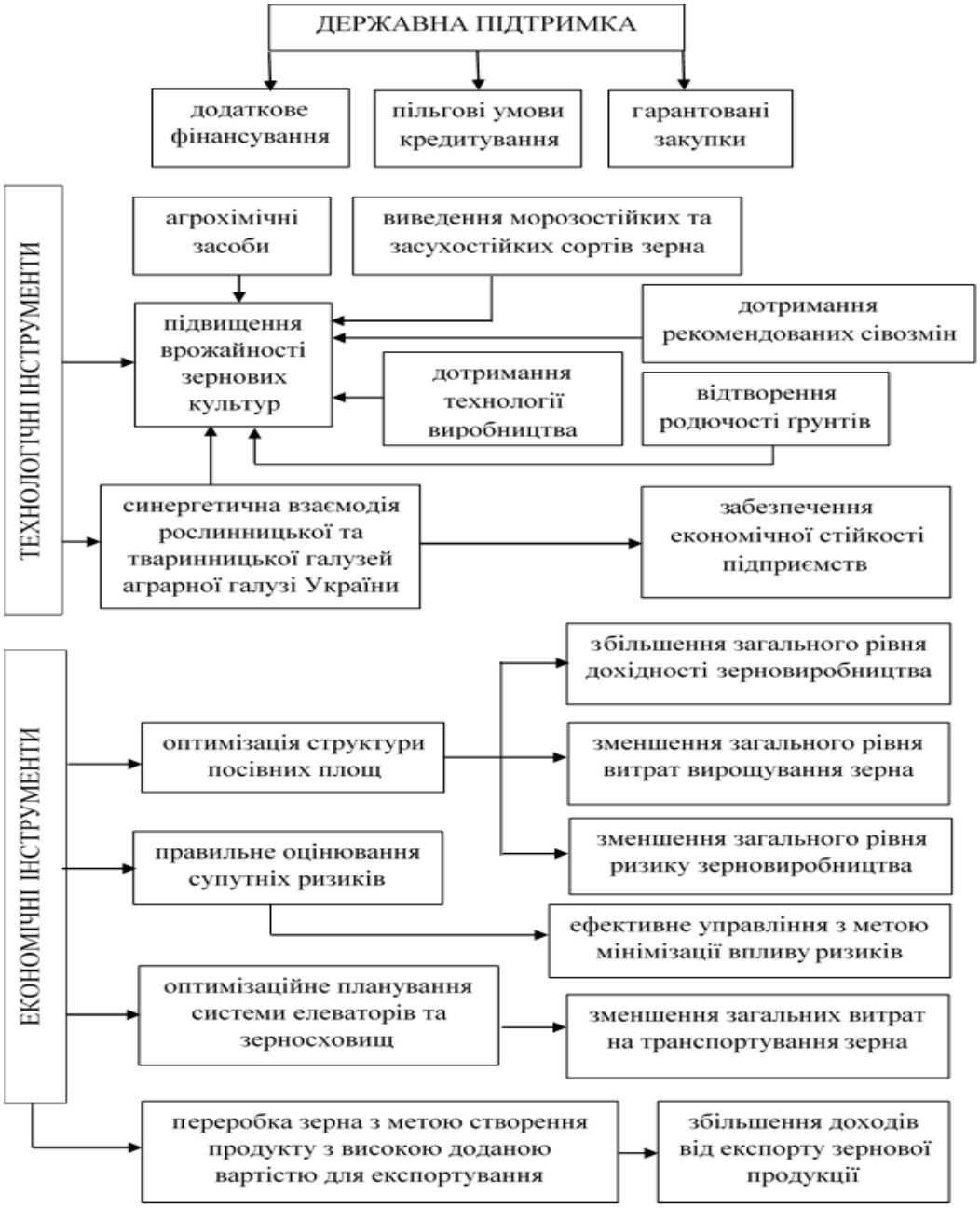

Рис. 1.15. Концептуальні засади підвищення економічної ефективності зерновиробництва

Джерело: розроблено автором

Моделі, які адекватно описують процеси, наявні 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 дають змогу здійснювати середньострокове прогнозування рентабельності зерновиробництва. Середньострокові прогнози з періодом упередження 1 рік і більше дають змогу 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 оцінювання рентабельності зерновиробництва, яка б давала можливість робити прогнозне оцінювання рентабельності.

У Проекті Закону України «Про стимулювання розвитку агропромислового комплексу України» підкреслюється важлива роль прогнозування: «Основними цілями державної підтримки агропромислового комплексу є: …забезпечення прогнозованості розвитку аграрного сектору економіки» [141]. Перед побудовою прогнозних моделей потрібно провести передпрогнозний аналіз часових рядів. Він дає змогу підібрати адекватні методи побудови прогнозних моделей. Основними методами передпрогнозного аналізу є: базовий статистичний вибірковий аналіз, ідентифікація закону розподілу, визначення ступеня випадковості часових рядів, фрактальний аналіз, R/S – аналіз, стохастичний кластерний аналіз. Останні три методи більшою мірою застосовуються при аналізі динаміки фінансових інструментів. Досить малу кількість робіт, які демонструють застосування вказаних методів до аналізу сільськогосподарського виробництва можна пояснити недостатньо великими обсягами інформації, адже для статистики сільськогосподарського виробництва є характерним щорічний зріз даних, в той час застосування фрактального аналізу передбачає наявність великих масивів даних порядку 10^3 і вище.

У роботі було поставлене завдання побудувати економіко-математичні моделі формування рентабельності зерновиробництва в Україні, які можуть

бути використані для однокрокового прогнозування з горизонтом прогнозування 1 рік.

Для математичного моделювання формування рентабельності зерновиробництва України було застосовано кореляційно-регресійний аналіз. При моделюванні економічної ефективності процесів зерновиробництва України в дослідженні були побудовані різнопланові економіко-математичні моделі (рис. 1.16.).

Рис. 1.16. База моделей дисертації

Джерело: розроблено автором

Рис. 1.17. Концептуальна схема моделювання та прогнозування економічної ефективності зерновиробництва

Джерело: розроблено автором

Авторську концептуальну схему моделювання та прогнозування економічної ефективності зерновиробництва наведено на рис. 1.17. Основні концептуальні положення моделювання та прогнозування економічної ефективності зерновиробництва визначають схему та всебічність розв'язання наукової задачі: розроблення нових, вдосконалення та адаптація наявних методів моделювання та прогнозування економічної ефективності зерновиробництва України.

На рентабельність зерновиробництва впливають як внутрішні, так і зовнішні чинники (рис. 1.18.). Головним внутрішнім чинником 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 зерна. 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.

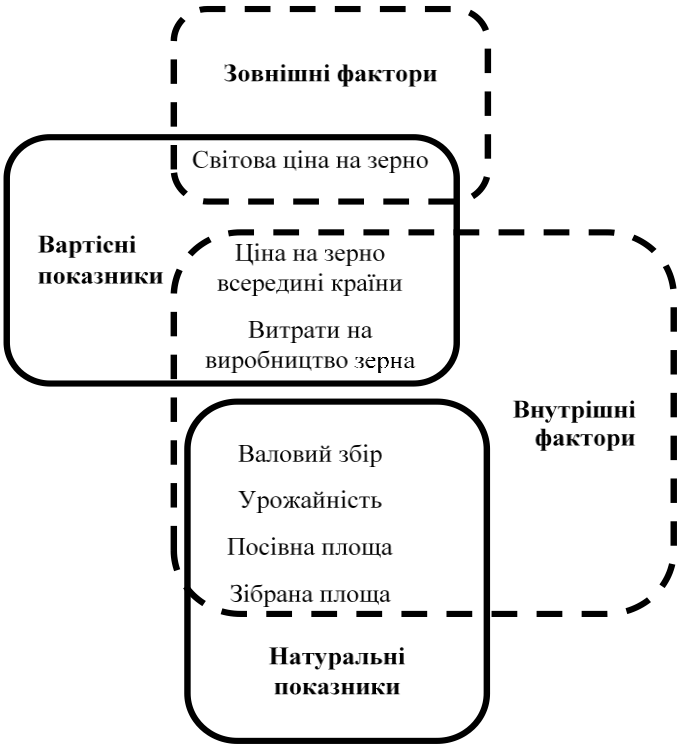

Рис. 1.18. Класифікація чинників впливу на рентабельність зерновиробництва

Джерело: розроблено автором

Аналіз зерновиробництва за останні роки показує, що високі врожаї зернових в Україні не призводять 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.

Високий врожай зернових згідно із законом залежності ціни від пропозиції спричиняє спад ціни на зерно та рентабельності виробництва і навпаки (рис. 1.19.). 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 [140]. Враховуючи той факт, що річний обсяг внутрішнього споживання зерна в Україні становить приблизно 27 млн т, розмір річного перехідного запасу зерна повинен становити приблизно 4.5 млн т. Фактичний розмір річного перехідного запасу змінюється рік від року і значною мірою залежить від розміру минулорічного валового збору.

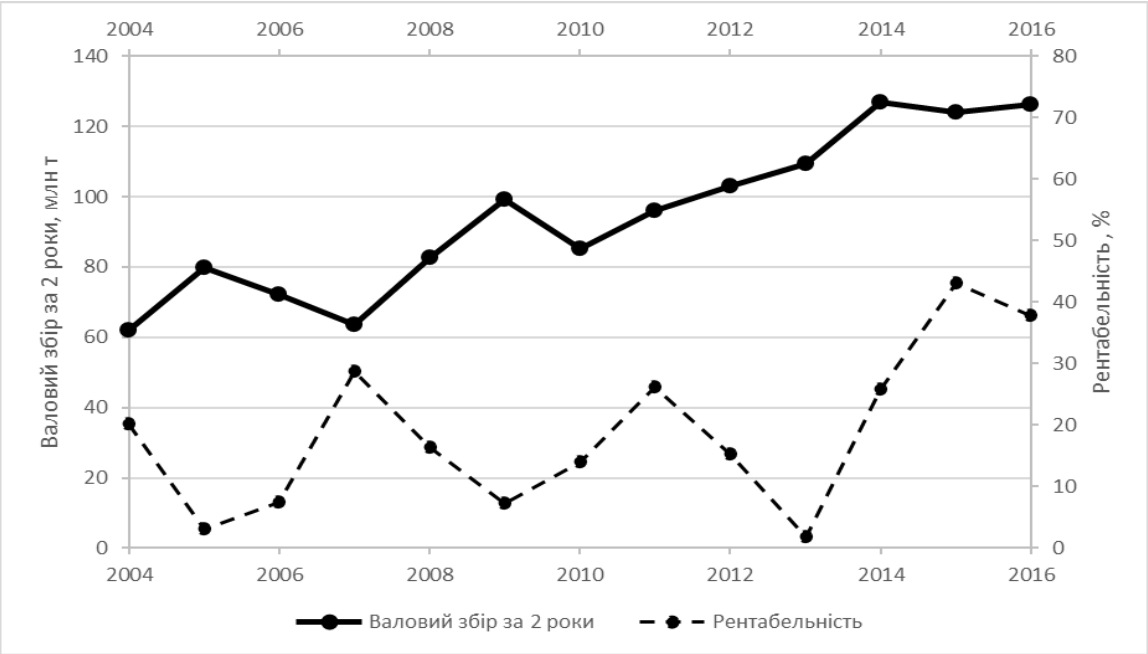

Рис. 1.19. Залежність рентабельності зерновиробництва в Україні від валового збору зерна за два останні роки

Джерело: побудовано автором згідно [125]

У монографії П. М. Грицюка [39] показано, що рентабельність зерновиробництва знаходиться у тісному зв'язку із валовим збором зернових. Автором доведено на основі статистичних досліджень, що рівень рентабельності зерновиробництва у поточному році визначається сумою валових зборів зерна за два останніх роки та описується залежністю

$$R_i = a_0 + a_1 \cdot (W_i + W_{i-1}), \tag{1.4}$$

де R_i – рівень рентабельності зернових за поточний рік,

W_{i-1} і W_i – валові збори зернових за два останні роки,

a_0, a_1 – параметри моделі, які визначаються за методом найменших квадратів.

Проведені у роботі статистичні дослідження на інтервалі 2001–2012 роки показали, що наявний рівень кореляції між рівнем рентабельності зернових за поточний рік та загальним валовим збором зернових за два останні роки є помітним ($R = -0.55$). Однак рівень адекватності моделі (1.1) до статистичних даних є невисоким – коефіцієнт детермінації становить $R^2 = 0.40$. Отже, модель (1.4) потребує покращення.

Ще одним внутрішнім чинником, 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 оцінювання впливу ціни зерна на рентабельність зерновиробництва в Україні слід використовувати усереднене значення ціни зерна як по регіонах, так і по місяцях року.

Серед зовнішніх чинників, що впливають на внутрішні товарні ринки, можна виділити два найбільш вагомих: зовнішній попит і ціна зерна на світовому ринку. Зовнішній попит на зернові залежить більшою мірою від врожаю зернових у країнах – основних світових експортерах зерна (США, Китай, ЄС, Росія, Австралія, Канада, Бразилія тощо). При високому обсязі світових валових зборів зерна попит зменшується, і навпаки. Зростання зовнішнього попиту призводить до збільшення експорту і зменшення

пропозиції на внутрішньому ринку. Це розвантажує внутрішній ринок зерна і позитивно впливає на зростання рентабельності. Ціна зерна на світових ринках значно перевищує внутрішні ціни та виступає додатковим чинником позитивного впливу експорту зерна на підвищення рентабельності зерновиробництва.

У системі зерновиробництва переплітаються різноманітні фактори: економічні, політичні, господарські, природні. Як і в будь-який інший складній системі, її функціонування пов'язане з невизначеністю стану зовнішнього середовища. Наявність невизначеності обумовлює виникнення ризиків зерновиробництва. Під ризиком в економічній теорії розуміють ймовірність настання події, яка пов'язана з можливими фінансовими втратами або іншими негативними наслідками для діяльності підприємства (компанії) [6]. За визначенням В. В. Вітлінського «економічний ризик – об'єктивно-суб'єктивна категорія діяльності суб'єктів господарювання, яка пов'язана з подоланням конфліктності і невизначеності в ситуації неминучого вибору. Вона відображає ступінь відхилення від цілей, від очікуваного результату, міру невдачі (збитків) з урахуванням впливу контрольованих (керованих) і неконтрольованих (некерованих) чинників, прямих зворотних зв’язків щодо об'єкта управління» [28]. Важливо відзначити два аспекти ризику: ймовірність настання небажаної події та матеріальні втрати, пов'язані з цим.

Аграрне виробництво відбувається в умовах невизначеності та ризику. Згідно з визначенням класика економіки Френка Найта [115; 192], під невизначеністю часто розуміють ситуацію, яка має багато сценаріїв розвитку, ймовірність реалізації яких невідома. Під ризиком розуміють:

- ситуацію з багатьма варіантами розвитку, кожен з яких має певну ймовірність реалізації;
- можливість появи обставин, які обумовлюють невпевненість або неможливість отримання очікуваних результатів;
- ймовірність втрат або ймовірність отримати результат, який відрізняється від очікуваного.

Для зерновиробництва є характерними різні види ризиків. Вони пов’язані як з погодно-кліматичними умовами виробництва, так і з управлінсько-економічними обставинами, котрі супроводжують цей процес. У роботі [151] наведено таку класифікацію аграрних ризиків:

- ризик врожайності (ризик зменшення врожайності внаслідок несприятливих погодних умов);
- ціновий ризик (ризик, зумовлений високою волатильністю цін на продукцію аграрного сектору);
- фінансовий ризик (визначається непередбачуваною зміною умов кредитування агровиробництва);
- інституціональний ризик (відображає непередбачуваний вплив регуляторних заходів уряду).

Ми погоджуємося деякою мірою з наведеною класифікацією, але на нашу думку, таку класифікацію можна вважати достатньо умовною, оскільки між наведеними видами ризику є тісний зв’язок. Наприклад, зменшення врожайності зернових у 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, приведе до цінових змін на зерновому ринку. У системі зерновиробництва необхідно враховувати вплив на об'єкт управління (рентабельність) багатьох чинників, як зовнішніх, так і внутрішніх. Комплексний аналіз ризику містить:

- якісний аналіз ризику, тобто виявлення факторів ризику;
- формування системи кількісних показників рівня ризику;
- кількісний аналіз ризику, тобто числове визначення ступеня окремих ризиків і ризику в цілому;
- управління ризиком з метою зниження його впливу [123].

Зерновиробництво є високоризиковою галуззю економіки, оскільки результат виробництва тут сильно залежить від комплексу постійно змінних умов. Функціонування зернової галузі пов'язано з невизначеністю стану

зовнішнього середовища, що обумовлює виникнення ризиків виробництва різного роду.

У роботі П. А. Лайка [100] наведено іншу класифікацію ризиків аграрного виробництва: природно-кліматичні, виробничо-технічні, фінансово-комерційні, політико-правові. У першу чергу ефективність зернової галузі в значній мірі залежить від кліматичних факторів, які не підлягають управлінню. Погодно-кліматичні ризики пов’язані з настанням несприятливих природних явищ та погодних процесів. Тому правильна стратегія аграрного виробництва полягає у пристосуванні до мінливих погодних умов з метою отримати максимальну економічну вигоду. Оцінкою кліматичного ризику може виступати величина втрат посівної площі внаслідок несприятливих погодних обставин.

Виробничо-технічні ризики можуть включати: нестачу насіннєвого матеріалу; внесення недостатньої кількості добрив; нестачу пально-мастильних матеріалів; недостатню кількість сільськогосподарських машин та пристроїв; недотримання агротехнічних строків. До можливих фінансово-комерційних ризиків належать: неплатоспроможність сільськогосподарського товаровиробника; кредитний ризик; інфляційний ризик; валютний ризик (якщо господарство експортує продукцію, або купує імпортні матеріали); конкурентний ризик; ризик недоодержання прибутку; ціновий ризик; інвестиційний ризик; маркетинговий ризик тощо. Політико-правові ризики включають: зміну законодавчих норм; зміну умов підтримки (субсидії, дотації, пільги); обмеження монопольного рівня ціни; обмеження обсягу експорту тощо.

Значні коливання річних обсягів виробництва призводять до відповідних цінових коливань, і, як наслідок, до економічної нестабільності галузі. Високий урожай відповідно до закону залежності ціни від пропозиції викликає зниження ціни вирощеної продукції та рентабельності виробництва і навпаки. Ми вважаємо, що коливання ціни продукції (рентабельності) є джерелом економічного ризику аграрного виробництва.

Оцінювання ролі факторів, що впливають на економічні ризики зерновиробництва. Оцінка ризику є мірою ступеня невизначеності. У статистиці для оцінювання ризику часто використовують коефіцієнт варіації V. Коефіцієнт варіації V є відношенням середньоквадратичного відхилення випадкової величини до її середнього значення:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}}, \tag{1.5}$$

де σ – середньоквадратичне відхилення випадкової величини x;

$\bar{x}$ - очікуване (середнє) значення випадкової величини x.

Перевагою коефіцієнта варіації є те, що його можна використовувати для порівняння розсіювання різних випадкових величин, що мають різні одиниці виміру, щодо очікуваного значення. Коефіцієнт варіації є відносною мірою ризику, на відміну від дисперсії і середньоквадратичного відхилення, тому дає змогу зіставляти ризик і прибутковість різних активів, які можуть істотно відрізнятися. Оскільки цей показник ув'язує середньоквадратичне відхилення з очікуваною прибутковістю активу, це дає можливість оцінити співвідношення ризик/доходність у відносному вираженні. Коефіцієнт варіації дає змогу оцінити різні активи, які мають різну очікувану прибутковість і різний рівень ризику. Наприклад, одна інвестиція може характеризуватися більш високою очікуваною прибутковістю, а інша більш низьким середньоквадратичним відхиленням.

Для оцінювання рентабельності зерновиробництва будемо користуватися виразом (1.1). Відносна похибка розрахунків, виконаних по співвідношенню (1.1), враховує похибки компонентів Y, C, Z. Іншими словами, варіація рентабельності R залежить від варіації врожайності, ціни і витрат на виробництво зерна. Відповідно до теорії похибок [15] знаходимо вираз для відносної похибки виразу (1.1)

$$\delta R = \delta(Y \cdot C) + \delta Z = \delta Y + \delta C + \delta Z. \tag{1.6}$$

Тут

$$\delta Y = \frac{\Delta Y}{\overline{Y}};\ \delta C = \frac{\Delta C}{\overline{C}};\ \delta Z = \frac{\Delta Z}{\overline{Z}}.$$

Якщо прийняти, що вирази $\Delta Y, \Delta C, \Delta Z$ є середньоквадратичними відхиленнями відповідних величин від їх середніх значень, отримаємо вираз для варіації рентабельності

$$V_R = V_Y + V_C + V_Z. \qquad (1.7)$$

Необхідно підкреслити, що вираз (1.7) дає верхню оцінку варіації рентабельності, тобто її максимально можливе значення, що реалізується при несприятливій комбінації знаків відхилень $\Delta Y, \Delta C, \Delta Z$.

Таблиця 1.2

Економічні показники виробництва зерна в Україні

Рік	Рентабель-ність, %	Урожай-ність, т/га	Середня ціна, грн/т	Ціна (в цінах 2004 р.), грн/т	Витрати, грн/га	Витрати (в цінах 2004 р.), грн/га	Індекс інфляції, %
2004	20.1	2.83	453.1	453.1	1067.7	1067.7	112.3
2005	3.1	2.60	417.8	378.8	1053.6	955.2	110.3
2006	7.4	2.41	515.2	418.5	1156.1	939.2	111.6
2007	28.7	2.18	833.5	580.7	1411.8	983.7	116.6
2008	16.4	3.46	778.6	443.6	2314.4	1318.5	122.3
2009	7.3	2.97	799.0	405.3	2211.6	1121.9	112.3
2010	13.9	2.69	1120.9	521.2	2647.3	1230.9	109.1
2011	26.1	3.70	1374.2	610.9	4032.1	1792.4	104.6
2012	15.2	3.12	1547.1	689.1	4190.1	1866.3	99.8
2013	1.8	4.06	1299.8	576.1	5183.9	2297.5	100.5
2014	25.8	4.36	1801.4	639.2	6243.3	2215.4	124.9
2015	43.1	4.11	2912	721.1	7356.9	1821.7	143.3
2016	37.8	4.61	3414	752.1	9819.3	2163.3	112.4
Для часового проміжку 2004 – 2014 рр.							
Середнє*	15.1	3.13	994.6	519.7	2864.7	1435.3	
Станд. відх.*	9.4	0.69	466.5	105.6	1795.3	513.3	
Варіація*	0.63	0.22	0.47	0.20	0.63	0.36	

*Джерело: згідно [125], * - розраховано автором*

Використовуючи співвідношення (1.7), можна оцінити внесок варіації кожного компонента моделі (1.1) в сумарну варіацію рентабельності зерновиробництва. Статистичні дані, що характеризують економічні показники виробництва зерна в Україні протягом 2004 – 2016 рр., наведено в таблиці 1.2.

При дослідженні чинників, що впливають на рентабельність зерновиробництва, було зроблено висновок про існування на часовому відрізку трендової складової. Розглянемо більш детально часові ряди врожайності зернових культур, ціни зерна та витрат на виробництво.

Тренд врожайності на інтервалі 2004 – 2014 рр. є позитивним і близьким до лінійного (рис. 1.20.). Причиною зростання врожайності є застосування нових технологій і сортів насіннєвого матеріалу. Значні коливання врожайності відносно тренду пояснюються коливанням погодно-кліматичних умов.

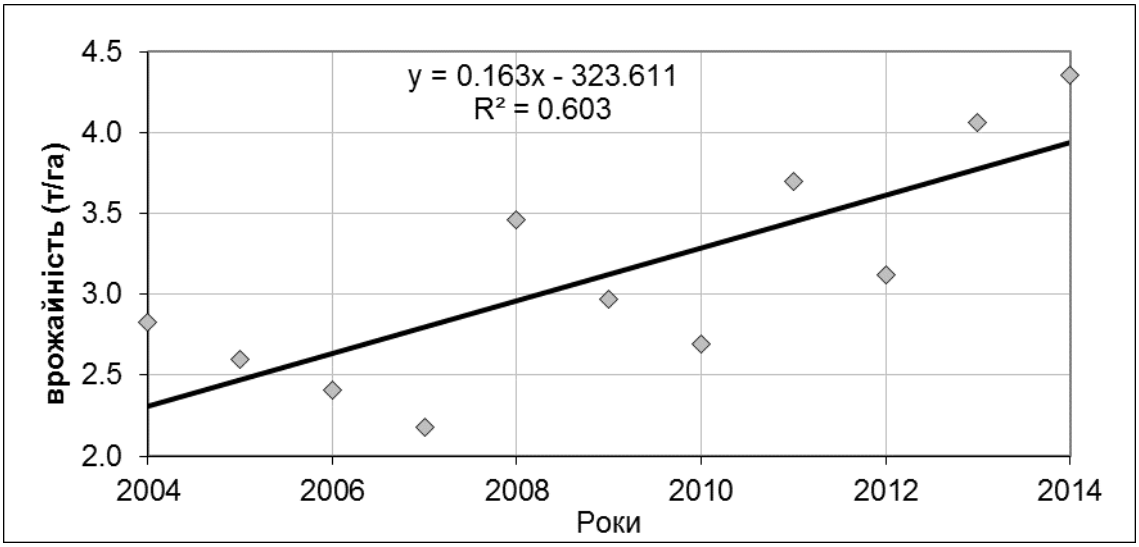

Рис. 1.20. Динаміка врожайності зернових культур в Україні

Джерело: побудовано автором згідно даних [125]

Проведені розрахунки для часового проміжку 2004–2014 рр. дали такі оцінки коефіцієнтів варіації: варіація врожайності $V_Y = 0.22$; варіація ціни зерна $V_C = 0.47$; варіація витрат на виробництво $V_Z = 0.63$. Тоді, згідно із співвідношенням (1.7), верхня оцінка варіації рентабельності становить

$V_R^{sup} = 1.32$, що набагато перевищує фактичне значення варіації рентабельності $V_R = 0.63$. Причина неточної оцінки полягає в тому, що всі чинники впливу (врожайність, ціна зерна і витрати на виробництво) на часовому відрізку мають значні тренди.

Для розрахунку уточненого значення варіації врожайності необхідно вилучити тренд з тимчасового ряду врожайності і розрахувати відповідний ряд залишків. При розрахунках варіації необхідно ділити стандартне відхилення залишків на середнє значення врожайності. Це пов'язано з тим, що середнє значення ряду залишків дорівнює нулю. В результаті було отримано уточнене значення варіації врожайності $V_Y^1 = 0.13$.

Що стосується зростання ціни зерна і витрат на зерновиробництво, то причиною цього явища є інфляційні процеси. Якщо скористатися даними офіційної статистики (табл. 1.2, стовпець 8), то можна привести всі ціни і грошові витрати до рівня цін 2004 року. Результати відповідних розрахунків наведено в табл. 1.2 (стовпці 5 і 7). В результаті були отримані такі значення коефіцієнта варіації для приведених рядів ціни і витрат: варіація приведеної ціни зерна $V_C^1 = 0.20$; варіація приведених витрат на виробництво $V_Z^1 = 0.36$. Використовуючи співвідношення (1.7), знаходимо верхню оцінку варіації рентабельності $V_R^{sup} = 0.69$, що добре узгоджується з фактичним значенням $V_R = 0.63$. Необхідно відзначити, що динаміка рентабельності зерновиробництва позбавлена тренду, тому відповідна оцінка залишається незмінною.

Однак більш глибоке вивчення динаміки зростання ціни зерна і зростання витрат на зерновиробництво (грн/га) показує, що темпи їх зростання перевищують офіційні дані про темпи інфляції, наведені в табл. 1.7. Темпи інфляції, а також темпи зростання ціни на зерно і витрат на зерновиробництво, наведено на рис. 1.21, з якого випливає, що темп зростання ціни зерна перевищує темп зростання офіційної інфляції в Україні.

Динаміка ціни зерна (2004–2014 рр.) добре описується експоненціальним трендом

$$C = 238.683e^{0.146t}. \quad (1.8)$$

Це означає, що середній темп зростання ціни становить 14.6% в рік, тоді як офіційні темпи інфляції на часовому проміжку 2004–2014 роки становлять 11.3% в рік. Коефіцієнт детермінації моделі (1.8) дорівнює $R^2 = 0.925$.

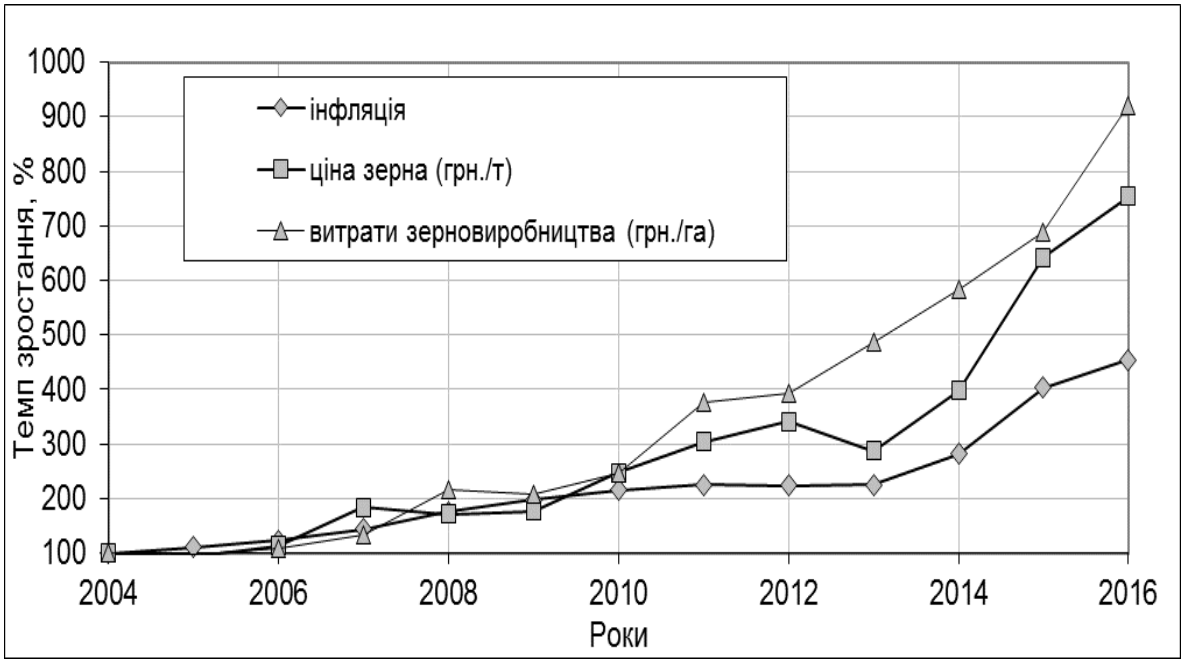

Рис. 1.21. Темпи зростання інфляції, цін на зерно і витрат на зерновиробництво (2004–2016 рр.)

Джерело: розраховано та побудовано автором згідно даних [125]

Динаміка витрат на зерновиробництво (2004–2014 рр.) також описується експоненціальним трендом виду

$$Z = 415.854e^{0.194t}. \quad (1.9)$$

Коефіцієнт детермінації моделі (1.9) дорівнює $R^2 = 0.97$. Як бачимо, середній темп зростання витрат на зерновиробництво становить 19.4% в рік. Більш високі темпи зростання витрат у порівнянні з темпами зростання ціни

на зерно пояснюються тим, що витрати на зерновиробництво відчувають інтегральний ефект від зростання ціни на посівні матеріали, паливно-мастильні матеріали, добрива та засоби хімічного захисту. Якби врожайність зернових залишалася незмінною, то рентабельність зерновиробництва при цьому б монотонно зменшувалася. Але, внаслідок зростання врожайності, рентабельність в середньому залишається на рівні 15% [39]. Значення коефіцієнтів автокореляції для статистичних даних рентабельності зерновиробництва і дворічної суми валового збору зерна за період 2004–2014 рр. показують наявність циклічної компоненти зерновиробництва з періодом 4 роки (рис. 1.22.). Існування відповідного циклу в зерновиробництві України було виявлено в більш ранніх дослідженнях [39].

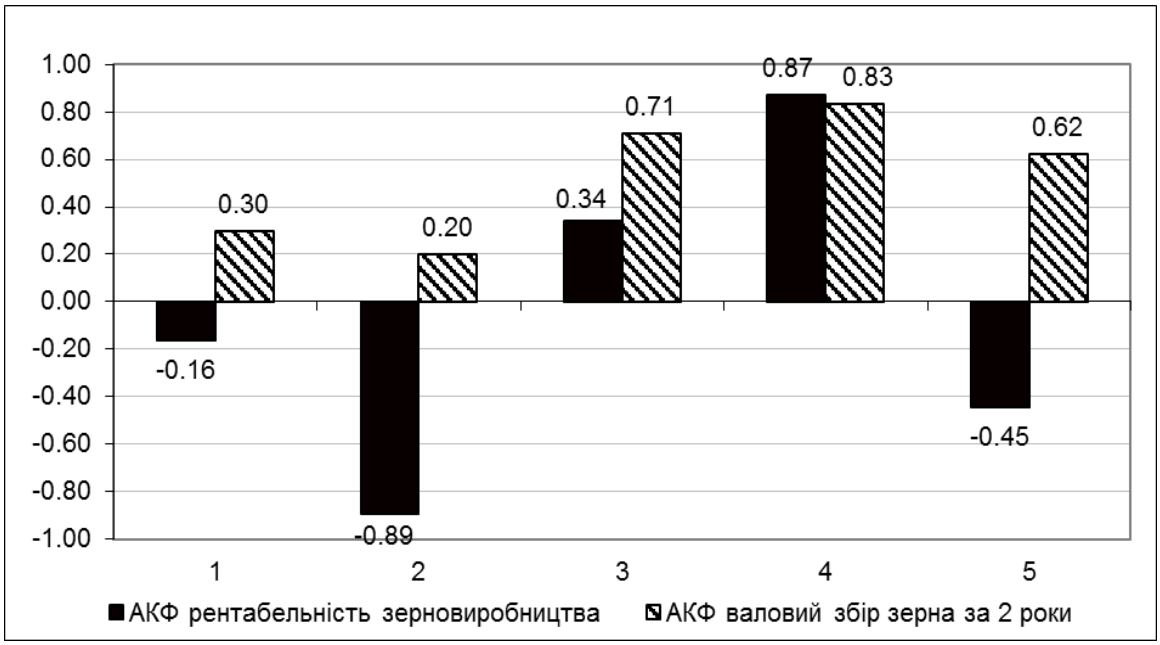

Рис. 1.22. Автокореляційні функції для статистичних даних рентабельності виробництва зерна та дворічної суми валового збору зерна (2004 – 2014 рр.)

Джерело: розраховано та побудовано автором згідно даних [125]

Співвідношення (1.8) і (1.9) можна використовувати для більш точного приведення ціни зерна і витрат на зерновиробництво до рівня цін 2004 року, оскільки попередні оцінки не були повністю очищені від трендової складової. В результаті відповідних розрахунків ми отримали уточнені

значення варіації для ціни зерна і витрат зерновиробництва: варіація приведеної ціни зерна дорівнює $V_C^2 = 0.14$; варіація приведених витрат на виробництво $V_Z^2 = 0.12$. Використовуючи співвідношення (1.6), а також раніше визначене значення варіації врожайності $V_Y^1 = 0.13$, знаходимо верхню оцінку варіації рентабельності $V_R^{sup} = 0.39$, що менше за фактичне значення $V_R = 0.63$. Цей результат можна пояснити тим, що модель оцінювання рентабельності (1.1) є неповною і враховує не всі чинники, які визначають значення рентабельності зерновиробництва. Проте, отриманий результат дає змогу зробити деякі висновки про внесок різних чинників у варіацію рентабельності зерновиробництва.

Диверсифікація як інструмент зниження фінансових та аграрних ризиків. Важливим інструментом зниження ризику є диверсифікація. Вперше методика диверсифікації була використана у галузі фінансів шляхом розподілу інвестованих та позикових грошових капіталів між різними об’єктами вкладення з метою зниження ризику можливих втрат капіталу або доходів від нього [202; 203]. В економічній практиці диверсифікація найчастіше зустрічається в галузі фінансів. Основними показниками якості фінансового портфеля є його сподівана дохідність та ризик. Серед основних концептуальних підходів до формування портфеля розглядаються методи Марковіца, Шарпа та метод «квазі-Шарп» [19; 180; 181; 182; 211]. Однак, принцип диверсифікації можна поширити і на інші галузі економіки. Важливість диверсифікації в агропромисловому секторі, який сьогодні є одним з найважливіших секторів економіки України, описано у роботі [119]. Принцип диверсифікації можна використати також для підвищення економічної ефективності зерновиробництва в Україні

Головними елементами фінансового ринку є фінансові активи. Приймаючи рішення про купівлю того чи іншого активу, інвестор повинен бути впевнений, що через певний проміжок часу ринкова ціна буде більшою, ніж є тепер. Тому необхідно мати певний математичний апарат для

передбачення майбутньої поведінки ринкової ціни фінансового активу [70]. Найчастіше інвестора цікавить не майбутня ціна фінансового активу, а очікувана зміна ціни за майбутній період часу (t, t+1), або лише очікуваний напрям зміни ціни.

Головними елементами системи виробництва зерна є 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.

Основним критерієм економічної ефективності аграрного виробництва є прибуток P, отриманий з одного гектара культури, або рентабельність виробництва культури R, що відображає відношення отриманого прибутку до понесених витрат. Ці величини зв'язані між собою співвідношенням:

$$P = (R+1) \cdot Z, \tag{1.10}$$

де Z – фінансові витрати на 1 гектар вирощуваної культури.

Визначення оптимальних пропорцій між галузями в сільськогосподарських підприємствах відповідно до їх природних та економічних умов забезпечує стійкий розвиток виробництва та підвищення його економічної ефективності. Змінюючи розмір площі під кожною культурою у відповідності до її рентабельності та потреб ринку, можна збільшити загальну прибутковість рослинної галузі в окремому регіоні [41].

Ведення аграрного виробництва вимагає великих територій для посівів, які є обмеженим ресурсом. Тому для більш ефективного ведення аграрного господарства необхідно підвищувати урожайність. Водночас сільському господарству притаманні різноманітні ризики, при цьому ефективність аграрного бізнесу значним чином залежить від кліматичних факторів, які здебільшого не підлягають керуванню. Для підвищення економічної ефективності рослинницької галузі загалом, і зерновиробництва зокрема,

необхідно враховувати ризики різного характеру та адаптувати технологічний процес до цих ризиків.

Види ризиків. Узагальнюючи підходи до класифікації ризиків аграрного виробництва різних авторів, ми виділяємо такі основні їх види (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Ризики аграрного виробництва

Погодно-кліматичний	– ризик зменшення врожайності в результаті настання несприятливих природних явищ та погодних процесів
Економічний	– ризик недоодержання прибутку; – ціновий ризик; – інфляційний ризик; – валютний ризик; – конкурентний ризик
Фінансово-комерційний	– неплатоспроможність сільськогосподарського товаровиробника; – кредитний ризик; – інвестиційний ризик
Виробничо-технічний	– нестача насіннєвого або пально-мастильних матеріалів; – несвоєчасне внесення, або ж внесення недостатньої кількості добрив; – недостатня кількість сільськогосподарської техніки; – недотримання технологічного циклу
Політико-правовий	– зміна законодавчих норм; – зміна умов підтримки виробника; – обмеження монопольного рівня ціни; – обмеження обсягу експорту

Джерело: узагальнено автором згідно [100, 151]

З наведених видів ризиків для зернової галузі передусім характерні такі ризики, як: погодно-кліматичний, економічний та політико-правовий. Погодно-кліматичний ризик зумовлений змінами клімату, які відбуваються на території України [60], непередбачуваними змінами погодних умов, збільшенням частоти погодних аномалій, нехарактерних для даної пори року та зниженням ґрунтового потенціалу степового регіону України. Особливістю погодно-кліматичного ризику є те, що ним практично неможливо управляти.

Економічний ризик зерновиробництва зумовлений значною залежністю ціни зерна від валового збору, ціни зерна на світових ринках та курсу національної валюти. Політико-правовий ризик пов’язаний з недосконалістю податкового законодавства, відсутністю загальнонаціональної системи страхування посівів та намаганням держави контролювати експортні потоки зерна.

Політико-правовий ризик важко моделювати через відсутність відповідних статистичних даних. Тому нашу увагу буде зосереджено на моделюванні погодно-кліматичних та економічних ризиків.

У даній дисертаційній роботі запропоновано методику оцінювання та зменшення двох видів ризиків: погодно-кліматичного та економічного. Величину погодно-кліматичного ризику даної території пропонується оцінювати через відношення величини втрат посівної площі внаслідок несприятливих погодних умов до початкового розміру цієї площі. Мірою економічного ризику ми вважаємо варіацію рентабельності, яка є наслідком високої волатильності цін на продукцію аграрного сектору в Україні.

Економічний ризик зерновиробництва та методика його оцінювання. Наш головний підхід до оцінювання економічного ризику опирається на методологію квантильної оцінки ризику, розроблену у працях економістів київської школи В. В. Вітлінського [23; 30] із врахуванням особливостей розподілу рентабельності зерновиробництва.

Згідно з роботою [23], якщо досліджуваний показник R має позитивний інгредієнт, тобто його прагнуть максимізувати, то його ефективне значення B_m^+ обчислюється за формулою:

$$B_m^+ = m(R) - k\sigma(R). \tag{1.11}$$

Ефективне значення B_m^+ можна тлумачити таким чином: з імовірністю не меншою, ніж $\gamma = 1 - \alpha$ чи з ризиком не більшим, ніж α, можна стверджувати, що значення показника R (наприклад, дохідності деякого фінансового інструменту) буде більшим за величину B_m^+, тобто виконується співвідношення:

$$P\left\{R > B_m^+\right\} \geq 1 - \alpha. \tag{1.12}$$

Іншими словами, величина B_m^+ визначає рівень мінімальної дохідності, яку можна отримати за заданого рівня ризику α. У своїх дослідженнях ми будемо використовувати загальноприйнятий рівень економічного ризику $\alpha = 0.05$, а для ефективного значення рентабельності $B_m^+(\alpha)$ будемо використовувати позначення $L = B_m^+(\alpha)$ і називати цей рівень межею зони економічного ризику зерновиробництва.

Оцінювання ризику з використанням міри VaR. Найвідомішою і найпоширенішою квантильною мірою фінансового ризику є міра *Value-at-Risk* (*VaR*) [166]. В основних рекомендаційних програмах для банків (*Basel II, RiskMetrics, CAD II*) пропонують визначати ризик як втрати з певною ймовірністю. За міру ризику пропонують використовувати *VaR*. Наприклад, для програми *RiskMetrics* рівень довіри становить 95%, а часовий горизонт – 1 день [69]. Оскільки *VaR* є квантильною мірою, тобто вона дорівнює відповідній квантилі функції втрат, то збільшення ймовірності високих прибутків не впливає на значення *VaR*.

З означення VaR можна зробити висновок, що VaR_α є мінімальним рівнем втрат з імовірністю $1-\alpha$, або максимальним рівнем втрат з імовірністю α. Для обчислення точного значення квантилі необхідно знати функцію розподілу рентабельності зерновиробництва району $F_X(x)$. При відомому рівні довіри α для VaR ризик фінансового активу з дохідністю X_t в момент часу t дорівнює [69]

$$VaR_\alpha(X_t) = -sup\{x \in \Re : F_x \le 1-\alpha\}. \qquad (1.13)$$

У своїх оцінках ризику ми використовуємо рівень надійності 95%. При цьому значення VaR_α задає граничне значення випадкової величини x, нижче від якої починається зона ризику із забезпеченістю $\alpha = 0.05$.

Викладені вище підходи до оцінювання економічного ризику зерновиробництва будуть використані нами у розділі 3 даної роботи для оптимізації структури посівних площ регіону з врахуванням супутного економічного ризику.

Висновки до розділу 1

1. Вирішення продовольчої проблеми та підвищення добробуту населення України значною мірою залежать від розвитку сільського господарства та зростання його економічної ефективності. Зерновиробництво є ключовою галуззю аграрного виробництва, основою продовольчої, економічної та соціальної стабільності держави. Пошук шляхів підвищення економічної ефективності зерновиробництва та відповідних інструментів їх реалізації належить до найбільш актуальних завдань української економічної науки.

2. Система зерновиробництва є складним механізмом, у якому переплітаються природні, економічні, політичні та господарські чинники. Основними показниками, які визначають ефективність системи

зерновиробництва є: врожайність, валовий збір, обсяг експортних поставок, річні запаси зерна, витрати виробництва, ціна зерна, рентабельність виробництва. Основними показниками, які визначають економічну ефективність зерновиробництва є: витрати виробництва, ціна зерна, рентабельність виробництва. При розгляді проблеми моделювання економічної ефективності виділяють два аспекти: технологічний та економіко-математичний. При технологічному підході до моделювання економічної ефективності зерновиробництва основна увага приділяється проблемі підвищення врожайності.

3. При економіко-математичному підході до аналізу та моделювання економічної ефективності зерновиробництва здійснюють економічний, технологічний та математичний аналіз наявних статистичних значень таких показників, як врожайність, валовий збір, ціна зерна, рентабельність зерновиробництва, їх взаємної залежності та кореляційних взаємодій.

4. Аналіз сучасного стану моделювання економічної ефективності зерновиробництва в Україні виявив низку невирішених завдань та перспективних напрямків наукових досліджень цієї проблеми. Це стало передумовою для розробки методологічних положень та відповідного інструментарію моделювання економічної ефективності України.

5. У розробленій концептуальній моделі досліджень відображено структуру дисертації: різнопланове математичне моделювання економічної ефективності зерновиробництва здійснюється на різних рівнях: загальнодержавний, регіональний, рівень окремих підприємств. Інструментарій первинного аналізу проблеми включав дослідження рентабельності як основного показника економічної ефективності зернової галузі із застосуванням методів економетрики та нечіткої логіки. Геопросторове моделювання оцінок економічної ефективності зерновиробництва було здійснено з врахуванням регіональних відмінностей витрат на виробництво зерна та проблем зернової інфраструктури,

оптимізація якої є інструментом мінімізації логістичних витрат при постачанні зерна на експорт.

6. Розбудована нами концептуальна модель економічної ефективності зерновиробництва має за мету її підвищення і ґрунтується на таких засадах:

- основним технологічним інструментом підвищення економічної ефективності зерновиробництва є підвищення врожайності зернових культур;
- технологічним інструментом підвищення економічної ефективності зерновиробництва є синергетична взаємодія рослинницької та тваринницької галузей аграрної галузі України. Державна підтримка тваринницької галузі буде мати подвійний ефект і сприятиме зростанню економічної ефективності обох галузей;
- економічним інструментом підвищення економічної ефективності зерновиробництва є оптимізація структури посівних площ. Здійснюючи перерозподіл посівних площ між різними культурами можна мінімізувати виробничі витрати або максимізувати сукупну дохідність;
- економічним інструментом підвищення ефективності системи зерновиробництва є оптимізаційне планування системи елеваторів та зерносховищ, метою якого є мінімізація витрат на перевезення зерна;
- для підвищення економічної ефективності зерновиробництва необхідне правильне оцінювання супутніх ризиків та ефективне управління з метою мінімізації їх впливу.

7. Визначено, що основним показником економічної ефективності зерновиробництва є його рентабельність. Іншими показниками та інструментами економічної ефективності є питомі витрати на вирощування зерна, його сушку, зберігання та транспортування; оптимальні обсяги та структура посівних площ; планування регіонального розміщення різних зернових культур; зміна асортименту та обсягів виробництва різних культур у відповідності до потреб продовольчого споживання населення України.

Для ключових показників зерновиробництва на території України властивий феномен циклічності, пов’язаний з циклічністю погодно-кліматичних умов. Коливання врожайності, ціни зерна і витрат на зерновиробництво вносять приблизно рівний внесок в коливання рентабельності зерновиробництва в Україні.

8. Значний вплив на зміну рентабельності зерновиробництва надають інфляційні зміни зазначених вище чинників. Темпи зростання ціни зерна перевищують темпи офіційної інфляції в Україні. Високі темпи зростання витрат на зерновиробництво пояснюються синергетичним впливом зростання цін на зерно, паливно-мастильні матеріали, мінеральні добрива та засоби захисту від шкідників.

9. На основі авторської концептуальної моделі досліджень у дисертації розроблено систему моделей і методів аналізу, прогнозування показників зерновиробництва, вказано шляхи оптимізації структури та організаційних механізмів зерновиробництва, що дає змогу підвищити економічну ефективність зернової галузі. Результати досліджень можуть стати підґрунтям для прийняття виважених управлінських рішень, спрямованих на вирішення народногосподарської проблеми стосовно зростання ефективності та зниження ступеня ризику системи зерновиробництва України.

Основні результати розділу 1 опубліковано у наукових працях автора [11; 45; 46; 52].

РОЗДІЛ 2
СИСТЕМА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗЕРНОВИРОБНИЦТВА

2.1. Дослідження рентабельності зерновиробництва на основі кореляційно-регресійного аналізу та нечіткої логіки

Одним з основних показників економічної ефективності зерновиробництва є його рентабельність. Згідно [39], в часовому ряді рентабельності зерновиробництва спостерігається реверсивність та циклічність. Аналіз статистичних даних рентабельності показує, що середнє значення тривалості циклу становить 4 роки. Після досягнення на часовому проміжку 2004–2016 рр. найнижчого значення 1.5% в 2013 р. відбувалося зростання рентабельності протягом двох років до максимального значення 43.1% у 2015 р., далі спостерігається спадання рентабельності. Різкі зміни рентабельності пов’язані із коливаннями валового збору зерна, які в свою чергу, пов’язані із циклічними коливаннями погодно-кліматичних факторів. Високі врожаї зернових культур є основою продовольчої безпеки України та джерелом значних валютних надходжень. Однак у зерновій галузі України спостерігається економічна нестабільність, що є наслідком значних цінових коливань, які викликані значними міжрічними коливаннями виробництва зерна.

У дослідженні застосуємо регресійний аналіз (для вирішення питання побудови і оцінювання рівнянь регресії), та кореляційний аналіз (для вирішення питань, які пов'язані із визначенням тісноти зв'язку між результативною і факторною (факторними) ознаками).

Для проведення якісного кореляційного аналізу існує ряд вимог щодо об'єкта дослідження і якості вихідної статистичної інформації, а саме:

– якісна однорідність досліджуваної сукупності, що передбачає близкість формування результативних і факторних ознак;
– досить велике число спостережень, кількість одиниць спостереження повинна в 6–8 разів перевищувати кількість включених у модель факторів;
– випадковість і незалежність окремих одиниць сукупності одна від одної;
– стійкість і незалежність дії окремих факторів;
– сталість дисперсії результативної ознаки при зміні факторних ознак;
– нормальний розподіл ознак [108].

Таблиця 2.1

Прибутковість виробництва зернових в Україні

Рік	Рентабель-ність, %	Валовий збір за 2 роки, млн т	Внутрішня ціна зерна, грн/т	Витрати на 1 т, грн	Експорт зерна, млн т	Ціна пшениці US HRW на зовнішніх ринках, грн/т
2001	43.3	64.16	381.3	252.86	1.33	681.15
2002	19.3	78.51	312.5	289.01	5.6	788.76
2003	45.8	59.03	535.1	330.32	12.26	779.33
2004	20.1	62.04	453.1	377.00	3.94	834.53
2005	3.1	79.83	417.8	403.60	7.79	780.33
2006	7.4	72.28	515.2	479.70	12.65	969.82
2007	28.7	63.56	833.5	647.63	11.17	1288.79
2008	16.4	82.59	778.6	668.90	4.49	1775.64
2009	7.3	99.32	799.0	744.64	16.67	1746.47
2010	13.9	85.3	1120.9	881.30	26.16	1774.07
2011	26.1	96.04	1374.2	876.00	14.24	2515.68
2012	15.2	102.99	1547.1	1213.00	14.83	2503.16
2013	1.7	109.32	1299.8	1062.80	27.8	2495.80
2014	25.8	126.96	1801.4	1193	27.84	3386.40
2015	43.1	123.996	2912.0	1790.00	33.42	4466.15
2016	37.8	126.226	3414.0	2130.00	38.34	4258.18

Джерело: складено автором згідно [125; 148]

Визначимо чинники, які впливають на рентабельність виробництва зерна, та виконаємо дослідження цього впливу. Серед зовнішніх чинників

впливу на рентабельність зерновиробництва виділимо ціну зерна на світовому ринку, серед внутрішніх – валовий збір за два роки, ціну зерна всередині країни та витрати на виробництво 1 т зерна (табл. 2.1) .

Для виявлення зв'язку між рентабельністю зерновиробництва та чинниками впливу, що наведено в табл. 2.1, було побудовано кореляційні матриці для двох часових проміжків: 2001–2010 рр. та 2004–2016 рр. (дод. Б). У таблиці 2.2 наведено коефіцієнти кореляції між рентабельністю та іншими показниками зернового ринку.

Таблиця 2.2

Коефіцієнти кореляції між рентабельністю та іншими показниками зернового ринку

	2001-2010 рр.	2004-2016 рр.
Валовий збір за 2 роки (млн т)	-0.72	0.41
Внутрішня ціна зерна, грн/т	-0.20	0.75
Витрати на 1 т, грн	-0.41	0.67
Експорт зерна, млн т	-0.30	0.46
Ціна пшениці US HRW на зовнішніх ринках, грн/т	-0.40	0.70

Джерело: розраховано автором згідно [125; 148]

Високий врожай зернових згідно із законом залежності ціни від пропозиції спричиняє спад ціни на зерно та рентабельності виробництва і навпаки. При цьому кореляція між показниками валового збору зерна та ціни зерна (рентабельності зерновиробництва) буде від'ємною (табл. 2.2, колонка 2). Але така залежність між валовим збором зерна та його ціною буде лише за умови, що все зерно поступає на внутрішній ринок. Та останнім часом помітно зростає обсяг експорту українського зерна. Ціна зерна на світових ринках значно перевищує внутрішні ціни і є важливим чинником підвищення рентабельності зерновиробництва. Крім того, експортні поставки розвантажують внутрішній ринок і зменшують пропозицію зерна при стабільному попиті, що сприяє підвищенню внутрішньої ціни. В таких умовах кореляція між динамікою валового збору зерна та показниками ціни

зерна (рентабельності зерновиробництва) стає позитивною (табл. 2.2, колонка 3). Зростання експорту в таких умовах також є позитивним чинником рентабельності.

Результати кореляційного аналізу для часового проміжку 2001–2010 рр. підтвердили гіпотезу про те, що рентабельність зерновиробництва знаходиться у тісному зв’язку із валовим збором зернових. Рентабельність у поточному році визначається сумою валових зборів зерна за два останніх роки (коефіцієнт кореляції $R = -0.72$). Для часового проміжку 2004–2016 рр. зв’язок між вище згаданими показниками стає позитивним (коефіцієнт кореляції $R = 0.41$). Водночас, значно збільшився зв'язок між рентабельністю та ціною зерна як в середині країни, так і на світових ринках (коефіцієнти кореляції 0.70 – 0.75). Ціна зерна на міжнародних ринках має сильний вплив на внутрішньоукраїнську ціну (коефіцієнт кореляції $R = 0.98$). Це пояснюється тим фактом, що обсяги експорту українського зерна зрівнялися з обсягами внутрішнього споживання, а в деякі роки і перевищили їх. Отже, ще одним важливим чинником, який визначає рентабельність зерновиробництва, є ціна зерна.

Рис. 2.1. відображає динаміку кореляції між рентабельністю зерновиробництва в Україні та обсягом експорту зерна і валовим збором зерна за два останні роки. Аналіз рис. 2.1. показує, що в період з 2004 по 2013 роки між валовим збором за 2 останні роки та рентабельністю зерновиробництва спостерігалася від’ємна кореляція. За той же період обсяг експорту впливав на рентабельність зерновиробництва незначним чином. Але, починаючи з 2014 року в Україні різко збільшився валовий збір, і відповідно, обсяг експорту зерна, що спричинило позитивну кореляцію між вказаними чинниками та рентабельністю. Експорт зерна виступає інструментом розвантаження внутрішнього ринку, що позитивно впливає на рівень рентабельності. Водночас варто зауважити, що обсяг експорту зерна є другорядним чинником, який значним чином залежить від валового збору

(коефіцієнт кореляції $R = 0.84$), і не впливає вирішальним чином на рентабельність зерновиробництва.

Рис. 2.1. Динаміка кореляції між рентабельністю зерновиробництва в Україні та загальним валовим збором за 2 роки (жирна лінія) та обсягом експорту зерна (штрих-пунктирна лінія)

Джерело: розраховано та побудовано автором згідно [125]

Аналіз впливу експорту зерна на рентабельність зерновиробництва в Україні було нами поглиблено шляхом докладного вивчення структури експорту в розрізі зернових культур. Для розрахунку середньозваженої ціни зернових на світовому ринку застосуємо формулу, яка рекомендована Світовим банком [148]

$$C_z = 0.302C_1 + 0.253C_2 + 0.408C_3 + 0.037C_4. \qquad (2.1)$$

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.

Середньозважена ціна зернових культур, розрахована за співвідношенням (2.1) з урахуванням зміни курсу гривні відносно долара США, наведена у передостанній колонці табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Світові ціни на зернові культури за 2004 – 2017 роки

Рік	Середня світова ціна ($/т)					Курс гривні відносно долара США	Зважена ціна зернових, (грн/т) згідно (2.1)	Зважена ціна зернових, (грн/т) згідно (2.2)
	Куку-рудза	Пшениця US SRW	Пшениця US HRW	Рис	Ячмінь			
2004	111.80	144.44	156.88	225.43	98.99	5.32	826.85	659.74
2005	98.67	135.72	152.35	265.38	95.08	5.12	821.12	584.89
2006	121.85	158.97	192.04	277.12	116.62	5.05	919.48	707.50
2007	163.66	238.59	255.21	306.50	172.38	5.05	1152.03	978.86
2008	223.12	271.52	326.03	566.00	200.52	5.45	1878.32	1346.14
2009	165.51	185.95	224.07	458.07	128.32	7.79	2045.31	1366.04
2010	185.91	229.68	223.58	441.51	158.39	7.93	2160.83	1564.41
2011	291.68	285.91	316.26	506.04	207.20	7.95	2828.73	2272.15
2012	298.42	295.37	313.24	543.80	240.28	7.99	2971.17	2349.86
2013	259.39	276.73	312.25	472.96	202.18	7.99	2642.43	2121.22
2014	192.88	245.21	284.89	382.17	145.90	11.89	3167.78	2532.02
2015	169.75	206.38	204.45	372.58	121.33	21.84	5202.99	3864.64
2016	159.16	176.30	166.63	385.33	103.92	25.55	5838.79	4021.64
2017	154.53	178.18	174.20	384.67	97.64	26.61	6048.81	4146.31

Джерело: розраховано автором згідно [125, 148]

Об’єктом експортних поставок України є головним чином три культури: кукурудза, пшениця та ячмінь. Узагальнена структура експорту зернових з України за період 2011 – 2017 маркетингові роки подана на рис. 2.2. Як бачимо, починаючи з 2011 року, найбільшу частку зернового експорту України займає кукурудза. Зрозуміло, що при оцінюванні рентабельності зерновиробництва в Україні середньозважену світову ціну зерна слід визначати за формулою, яка відповідає структурі зернового експорту України.

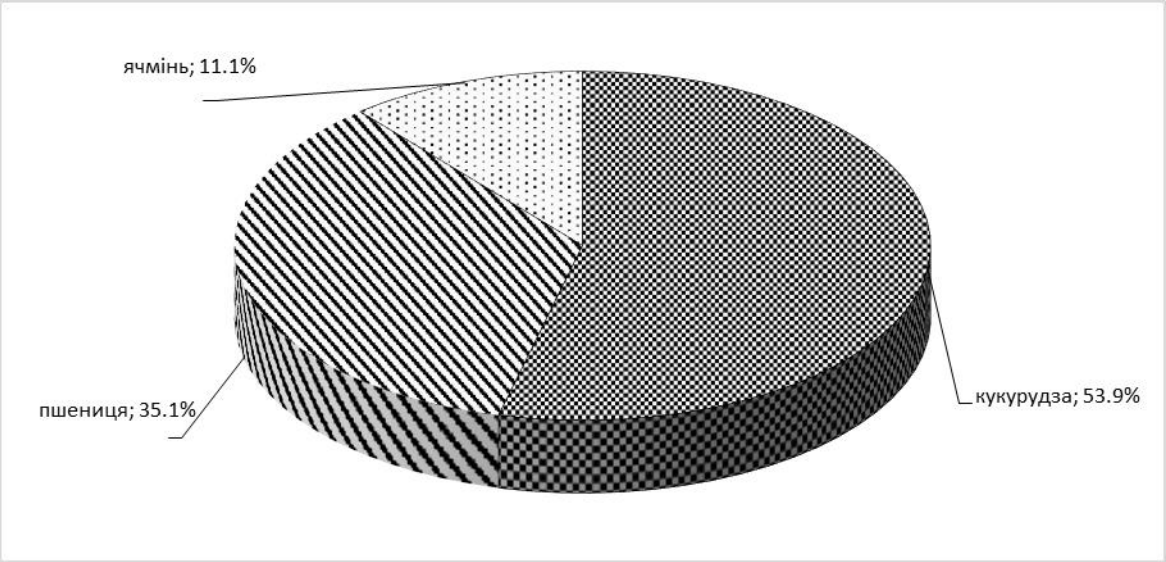

Рис. 2.2. Узагальнена структура експорту зерна з України (2011 – 2017 маркетингові роки)

Джерело: розраховано та побудовано автором згідно з [125]

Формула середньозваженої ціни, згідно з рис. 2.2., матиме вигляд

$$C_{z_Ukr} = 0.351 C_{1_Ukr} + 0.539 C_{2_Ukr} + 0.111 C_{3_Ukr}. \quad (2.2)$$

Тут C_{z_Ukr} – середньозважена ціна зернових культур, яка відповідає структурі експортного кошику України,

C_{1_Ukr} – світова ціна пшениці,

C_{2_Ukr} – світова ціна кукурудзи,

C_{3_Ukr} – світова ціна ячменю.

Співвідношення (2.2), на відміну від формули (2.1), яка рекомендована Світовим банком, враховує у структурі експортного кошику України лише пшеницю, кукурудзу та ячмінь.

Значення середньозваженої ціни зернових культур, розрахованої за співвідношенням (2.2) з урахуванням зміни курсу гривні відносно долара США, наведено в останній колонці табл. 2.3. Коефіцієнт кореляції між зваженою світовою ціною зернових, що визначена за формулою (2.2), та внутрішньою ціною зерна в Україні на інтервалі 2004 – 2016 роки становить $R = 0.98$.

На основі наведених вище міркувань, нами було побудовано декілька регресійних моделей рентабельності зерновиробництва. Перша модель має вигляд

$$R_i = a_0 + a_1 \cdot (W_i + W_{i-1}) + a_2 \cdot C_{z_i}. \qquad (2.3)$$

Тут $W_i + W_{i-1}$ – сумарний валовий збір зерна за останні два роки (млн т);

C_{z_i} – середньозважена ціна зерна на зовнішніх ринках, розрахована за виразом (2.1), грн/т;

a_0, a_1, a_2 – параметри моделі, які визначаються за методом найменших квадратів.

Друга модель виглядає таким чином:

$$R_i = a_0 + a_1 \cdot (W_i + W_{i-1}) + a_2 \cdot C_{z_Ukr_i}. \qquad (2.4)$$

Тут $C_{z_Ukr_i}$ – середньозважена ціна зернових згідно експортного кошику України, розрахована за виразом (2.2), грн/т.

Третя модель описується залежністю

$$R_i = a_0 + a_1 \cdot (W_i + W_{i-1}) + a_2 \cdot C_i. \qquad (2.5)$$

Тут C_i – середньорічна ціна пшениці на зовнішніх ринках (грн/т).

Четверта модель має вигляд

$$R_i = a_0 + a_1 \cdot (W_i + W_{i-1}) + a_2 \cdot C_{Ukr_i}. \qquad (2.6)$$

Тут C_{Ukr_i} – внутрішньоукраїнська ціна зерна (грн /т).

Перед практичним застосуванням побудованих моделей необхідно провести їх верифікацію, яка складається з двох етапів. На першому етапі здійснюється статистичне оцінювання моделей у цілому та їх коефіцієнтів зокрема. Порівняльний аналіз якості моделей (2.3) – (2.6) наведено у табл. 2.4.

В усіх побудованих моделях коефіцієнт детермінації перевищує 0.6, коефіцієнт Фішера перевищує критичне значення $F_{кр} = 4.103$ на рівні надійності 95%. Це підтверджує адекватність моделей до статистичних даних. Значення t-критеріїв для коефіцієнтів регресії перевищують критичне значення $t_{кр} = 2.23$, отже параметри всіх моделей (2.3) – (2.6) є статистично значущими. Модель (2.5) виглядає дещо краще за інші, завдяки більшому значенню R^2.

Таблиця 2.4

Порівняльний аналіз якостей регресійних моделей оцінювання рентабельності зерновиробництва (часовий проміжок 2004 – 2016 рр.)

Номер моделі	Конкретний вигляд моделі, показники якості моделі
(2.3)	$R_i = 36.73 - 0.506 \cdot (W_i + W_{i-1}) + 0.012 \cdot C_{z_i}$
	$R^2 = 0.66, F = 9.76$, $t_{a_0} = 2.54, t_{a_1} = 2.31, t_{a_2} = 3.83$
(2.4)	$R_i = 40.71 - 0.6 \cdot (W_i + W_{i-1}) + 0.019 \cdot C_{z_Ukr_i}$
	$R^2 = 0.72, F = 12.7$, $t_{a_0} = 3.01, t_{a_1} = 2.85, t_{a_2} = 4.42$
(2.5)	$R_i = 52.04 - 0.873 \cdot (W_i + W_{i-1}) + 0.022 \cdot C_i$
	$R^2 = 0.86, F = 30.57$, $t_{a_0} = 5.11, t_{a_1} = 5.11, t_{a_2} = 7.03$
(2.6)	$R_i = 33.27 - 0.42 \cdot (W_i + W_{i-1}) + 0.019 \cdot C_i$
	$R^2 = 0.73, F = 13.29$, $t_{a_0} = 2.75, t_{a_1} = 2.45, t_{a_2} = 4.53$

Джерело: розраховано автором згідно даних [125; 148]

Використаємо побудовані нами моделі, для економічного аналізу впливу різних чинників на рентабельність зерновиробництва. Для прикладу, продемонструємо методику економічного аналізу, здійсненого на основі моделі (2.5). При збільшенні сумарного валового збору зерна за два роки на 1 млн т та незмінному рівні середньорічної ціни пшениці на зовнішніх ринках рівень рентабельності знизиться на 0.873%. Якщо ж середньорічна ціна пшениці на зовнішніх ринках зросте на 1 грн/т, а сумарний валовий збір залишиться на тому ж рівні, то рентабельність зерновиробництва в Україні

зросте на 0.022%. Дана модель підтверджує, що рентабельність зерновиробництва в Україні залежить не лише від обсягу виробництва зерна та від рівня цін на пшеницю на світових ринках, а і значною мірою від курсу національної валюти відносно долара США.

Порівняння результатів розрахунків, отриманих на основі регресійних моделей (2.3) – (2.6) з фактичними даними показує високу адекватність даних моделей та суттєву близькість їх між собою (рис. 2.3.). Це означає, що чинник валового збору зернових чинить набагато більший вплив на рентабельність зерновиробництва в Україні, ніж ціна зерна.

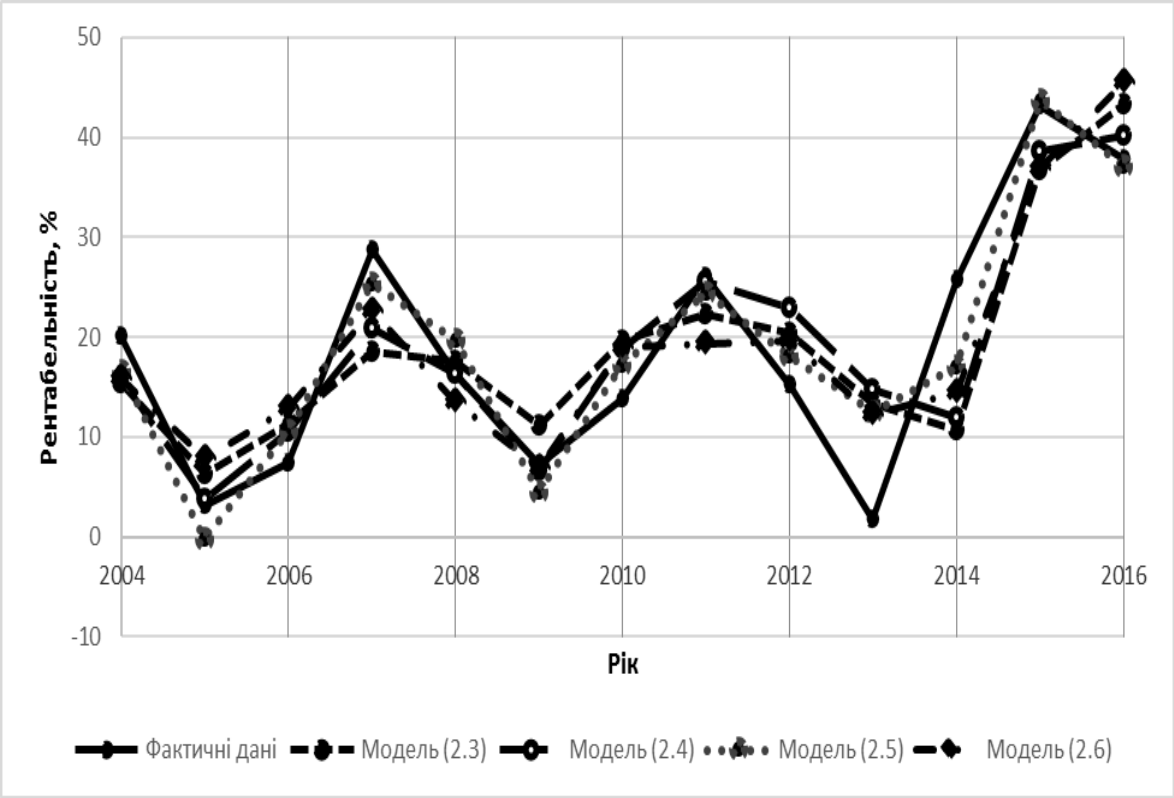

Рис. 2.3. Динаміка рентабельності зерновиробництва в Україні

Джерело: розраховано та побудовано автором згідно [125; 148]

Іншим напрямком застосування регресійних моделей є прогнозування на їх основі. Важливим критерієм якості прогнозної моделі є її точність. Для оцінювання точності прогнозування зазвичай використовують критерій середньої похибки [39]. 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 оцінювання якості прогнозу у зерновиробництві використовують не середню похибку прогнозу, а критерій якості моделі, який називають критерієм справджуваності [74].

Введемо позначення: y_t – фактична рентабельність зерновиробництва у поточному році; y_{t+1} – фактична рентабельність зерновиробництва у наступному році; $\widetilde{y}_{t+1}$ – прогнозна рентабельність зерновиробництва у наступному році. Справджуваність прогнозу визначається за правилом: якщо $(y_{t+1} - y_t)\cdot(\widetilde{y}_{t+1} - y_t) > 0$, то прогноз справдився ($z_t = 1$); якщо ж $(y_{t+1} - y_t)\cdot(\widetilde{y}_{t+1} - y_t) \le 0$, то прогноз не справдився ($z_t = 0$). Справджуваність прогнозу відображає ту важливу якість прогнозної моделі, згідно з якою для прийняття інвестиційного рішення більш важливим є не абсолютне значення похибки прогнозу, а правильне передбачення зміни динаміки рентабельності (зростання чи спадання).

Кожен прогноз – це випадкова подія і його точність (похибка) також є випадковим фактором. Тому, для загальної оцінки справджуваності прогнозної моделі необхідно виконати декілька прогнозів. Потім потрібно розрахувати відсоток правильно передбачених знаків приростів рентабельності на деякому часовому відрізку. При $Z \ge 0.8$ справджуваність вважається високою, якщо $Z \ge 0.6$, справджуваність задовільна, якщо $Z < 0.6$, справджуваність низька.

Порівняння точності та справджуваності побудованих моделей на відновлених даних за період 2004 – 2016 рр. наведено в табл. 2.5. Аналіз останнього рядка табл. 2.5 дає змогу знову виділити модель (2.5) як кращу із побудованих моделей, завдяки найменшому середньому абсолютному відхиленню значень моделі від фактичних значень та 100% справджуваності.

Таблиця 2.5

Оцінювання якості моделей (2.3) – (2.6)

Рік	Факт. рента-бельність, %	Модель рентабельності, %				Абсолютне відхилення				Справджуваність моделі			
		(2.3)	(2.4)	(2.5)	(2.6)	(2.3)	(2.4)	(2.5)	(2.6)	(2.3)	(2.4)	(2.5)	(2.6)
2004	20.1	15.3	15.8	16.6	15.9	4.8	4.3	3.5	4,2	1,0	1,0	1,0	1,0
2005	3.1	6.3	3.8	-0.2	7.8	3.2	0.7	3.3	4,7	1,0	1,0	1,0	1,0
2006	7.4	11.3	10.6	10.6	12.8	3.9	3.2	3.2	5,4	1,0	1,0	1,0	1,0
2007	28.7	18.5	20.9	25.4	22.6	10.2	7.8	3.3	6,1	1,0	1,0	1,0	1,0
2008	16.4	17.6	16.3	19.7	13.5	1.2	0.1	3.3	2,9	1,0	1,0	1,0	1,0
2009	7.3	11.2	6.7	4.4	6.9	3.9	0.6	2.9	0,4	1,0	1,0	1,0	1,0
2010	13.9	19.6	18.8	17.3	18.9	5.7	4.9	3.4	5,0	1,0	1,0	1,0	1,0
2011	26.1	22.3	25.6	24.5	19.3	3.8	0.5	1.6	6,8	1,0	1,0	1,0	1,0
2012	15.2	20.5	22.8	18.1	19.7	5.3	7.6	2.9	4,5	1,0	1,0	1,0	1,0
2013	1.7	13.3	14.8	12.4	12.3	11.6	13.1	10.7	10,6	1,0	1,0	1,0	1,0
2014	25.8	10.7	11.9	17.0	14.5	15.1	13.9	8.8	11,3	1,0	1,0	1,0	1,0
2015	43.1	36.8	38.6	43.7	36.9	6.3	4.5	0.6	6,2	1,0	1,0	1,0	1,0
2016	37.8	43.3	40.2	37.1	45.5	5.5	2.4	0.7	7,7	0,0	1,0	1,0	0,0
Середні показники						6.19	4.89	**3.71**	5.83	0.92	1.0	**1.0**	0.92

Джерело: розраховано автором згідно [125; 148]

Тепер виконаємо перевірку прогнозної точності моделей (2.3) – (2.6). Для побудови прогнозних значень рентабельності зерновиробництва були враховані відомі фактичні значення сумарного валового збору зернових у 2016 та 2017 роках (127.37 млн т), значення ціни пшениці на зовнішніх ринках (4634.68 грн/т), внутрішньоукраїнської ціни зерна (3771.6 грн/т), а також середньозважені значення цін зернових, що були визначені за формулами (2.1) – (2.2) (табл. 2.3). Результати прогнозування рентабельності зерновиробництва на 2017 рік на основі моделей (2.3) – (2.6) наведені у табл. 2.6.

Згідно із новими статистичними даними рівень рентабельності зернових у 2017 році становив 25% [125]. Тобто вище розглянуті моделі (2.3) – (2.6), які показали високу ступінь адекватності та високу справджуваність при відновленні значень рентабельності за період 2004–2016 рр., не змогли передбачити зниження рівня рентабельності у 2017 році. Причина цього

може полягати у недостатньому врахуванні циклічності, яка спостерігається у часовому ряді рентабельності зерновиробництва.

Таблиця 2.6

Ретроспективне прогнозування рентабельності зерновиробництва в Україні на 2017 рік

	Модель (2.3)	Модель (2.4)	Модель (2.5)	Модель (2.6)
Прогнозована рентабельність 2017 рік (%)	45.26	41.80	44.52	51.87
Фактична рентабельність 2017 рік (%)	25.0			
Прогнозована зміна рентабельності (%)	7.46	4.00	6.72	14.07
Фактична зміна рентабельності (%)	-12.8			

Джерело: розраховано та побудовано автором згідно [125; 148]

Дійсно, якщо слідувати гіпотезі про циклічність рентабельності з середнім значенням періоду 4 роки, у 2017 році повинно настати падіння рівня рентабельності. Застосуємо інший підхід до прогнозування рентабельності зерновиробництва, який враховує інформацію виключно про її минулу динаміку. Для реалізації даного підходу необхідно визначити, які саме найближчі попередні спостереження здійснюють найбільш суттєвий вплив на процес (рентабельність), та включити їх до регресійної моделі в якості пояснюючих змінних.

Регресійна модель, яка визначає залежність процесу y_t від його попередніх значень y_{t-1}, y_{t-2}, …, y_{t-p}, носить назву авторегресійна модель порядку p та має вигляд

$$y_t = a_0 + a_1 \cdot y_{t-1} + a_2 \cdot y_{t-2} + ... + a_p \cdot y_{t-p} + \varepsilon_t .$$

Наявність періодичної складової у динаміці рентабельності обумовлює наявність автокореляційних зв’язків у ряді перших різниць (приростів) рентабельності за даними 2001 – 2016 рр. (рис. 2.4.).

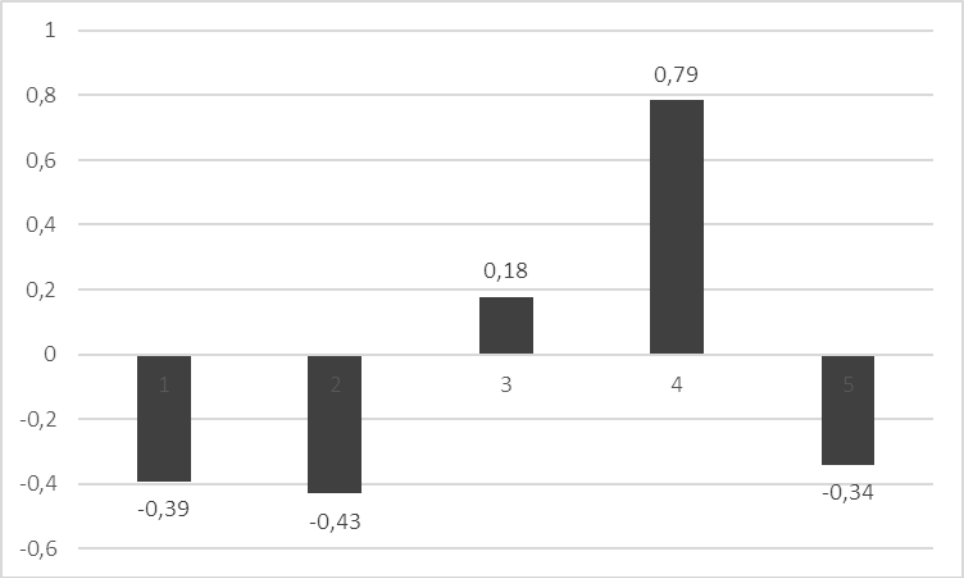

Рис. 2.4. Автокореляційна функція приростів рентабельності

Джерело: розраховано та побудовано автором згідно [125]

Аналіз побудованої автокореляційної функції, що зображена на рис. 2.4., дає змогу зробити висновки про статистичну значущість першого, другого, четвертого та п’ятого коефіцієнтів автокореляції. Від’ємне значення першого коефіцієнта означає реверсивність, найбільше значення четвертого коефіцієнта вказує на періодичність процесу тривалістю 4 роки.

Побудуємо авторегресійну модель рентабельності з врахуванням другого та четвертого лагових змінних (приростів рентабельності зерновиробництва попередніх періодів). Вона матиме вигляд рівняння лінійної множинної регресії

$$y_t = a_0 + a_1 \cdot y_{t-2} + a_2 \cdot y_{t-4}, \tag{2.7}$$

де y_t – майбутній приріст рентабельності,

y_{t-2} – приріст рентабельності у позаминулому році,

y_{t-4} – приріст рентабельності три роки тому.

Дані для формування авторегресійної моделі рентабельності наведені у табл. 2.7.

Враховуючи те, що середнє значення ряду приростів рентабельності є близьким до 0 (-0.37), коефіцієнт a_0 за попереднім оцінюванням не є статистично значущим. Авторегресійна модель набуває вигляду:

$$y_t = a_1 \cdot y_{t-2} + a_2 \cdot y_{t-4}. \tag{2.8}$$

Таблиця 2.7

Прирости рентабельності зерновиробництва

y_t	4.3	21.3	-12.3	-9.1	6.6	12.2	-10.9	-13.5	24.1	17.3	-5.3
y_{t-2}	-25.7	-17	4.3	21.3	-12.3	-9.1	6.6	12.2	-10.9	-13.5	24.1
y_{t-4}	-24	26.5	-25.7	-17	4.3	21.3	-12.3	-9.1	6.6	12.2	-10.9

Джерело: розраховано автором згідно [125]

Коефіцієнти регресії мають такі значення: $a_1 = -0.46$; $a_2 = 0.41$. Адекватність моделі підтверджується значенням коефіцієнта детермінації $R^2 = 0.76$ та коефіцієнта Фішера $F = 14.17$ при критичному значенні 3.63. Розрахунок значення t-критерію підтвердив статистичну значущість всіх коефіцієнтів регресії (2.8) ($t_{a_1} = 2.92, t_{a_2} = 2.82$ при критичному значенні 2.26). Прогноз приросту рентабельності на 2017 рік згідно моделі (2.8) становить -13.53. Отже, прогнозний рівень рентабельності зерновиробництва на 2017 рік можна обчислити як суму фактичної рентабельності за попередній 2016 р. і прогнозного приросту: 37.8 – 13.53 = 24.27 (%), що дуже добре узгоджується із фактичним значенням за 2017 р. (25%).

Прогноз рентабельності зерновиробництва, що був отриманий із використанням авторегресійної моделі, підтверджує потужність часових рядів як надійного інструменту для прогнозування.

Нечітка модель оцінювання рентабельності зерновиробництва. Враховуючи кореляційний характер дії пояснюючих змінних на рентабельність, доцільно використати для моделювання цих впливів інструментарій нечіткої логіки. Оскільки в описі процесів виробництва зерна присутня невизначеність, яка ускладнює або навіть виключає застосування точних кількісних методів,

крім економетричного підходу до моделювання формування рентабельності, в роботі запропоновано використання теорії нечіткої логіки, яка у даному випадку є особливо корисною [102, с. 20]. До того ж, як підкреслює А. В. Матвійчук, застосування нелінійних моделей на основі нечіткої логіки дає змогу «здійснювати розрахунок результативного показника на підставі пояснюючих змінних навіть за умови, коли між ними відсутній значимий кореляційний зв'язок» [110, с. 32].

У нашому дослідженні були використані такі лінгвістичні змінні: «валовий збір», «ціна зерна» та «витрати на виробництво зерна». Терм-множина складається з трьох термів: «низький», «середній» та «високий».

У випадку оцінювання рентабельності нечітка система здійснює вибір варіантів рішень на основі залежності вихідної величини від декількох вхідних величин. Математична модель залежності виходу від входів відсутня і замість неї використовується база експертних правил у вигляді нечітких висловлювань «*if – then*» у термінах лінгвістичних змінних та нечітких множин.

При нечіткому моделюванні оцінки рентабельності входи V (валовий збір), C (ціна зерна на внутрішньому ринку), Z (витрати зерновиробництва) та вихід R (рентабельність) є чіткими величинами. Структура системи нечіткого логічного виведення рентабельності наведена на рис. 2.5. Кожен параметр V,C,Z має нечіткий відповідник у вигляді лінгвістичної змінної v,c,z. Кожна лінгвістична змінна складається з трьох термів («низький», «середній», «високий»), кожен з яких є нечіткою множиною. Фазифікація вхідних значень чинників здійснюється з використанням дзвоноподібної функції належності на основі моделі Сугено [212].

Моделі функцій належності подані: для чинника «валовий збір» – на рис. 2.6., для інших вхідних змінних – дод. рис. В.1. – В.2.

Формування бази правил систем нечіткого виводу для рентабельності зерновиробництва відповідає такому формату:

Правило <#>: **Якщо** «V – низький» і «C – низька» і «Z – низькі» **То** «$R = a_0 + a_1 V + a_2 C + a_3 Z$».

Тут a_0, a_1, a_2, a_3 – деякі дійсні числа.

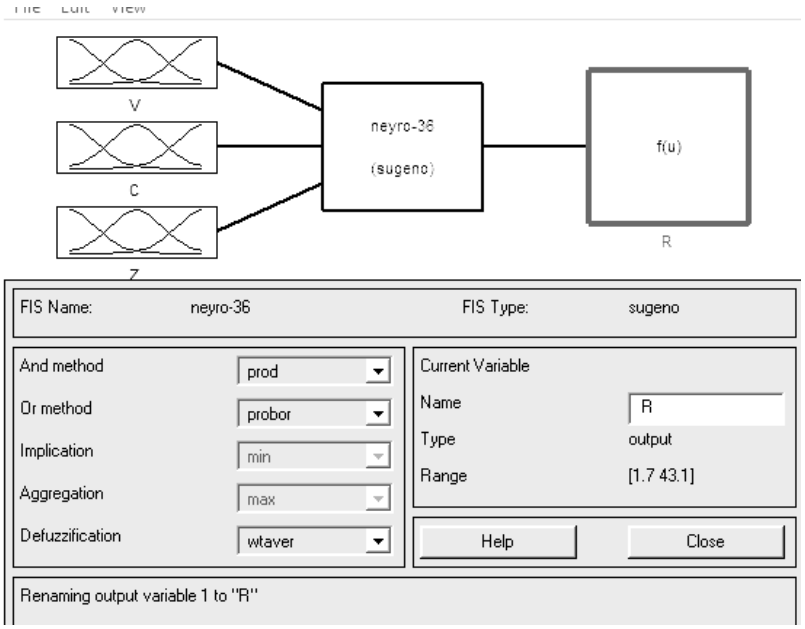

Рис. 2.5. Структура системи нечіткого логічного виведення рентабельності зерновиробництва

Джерело: побудовано автором

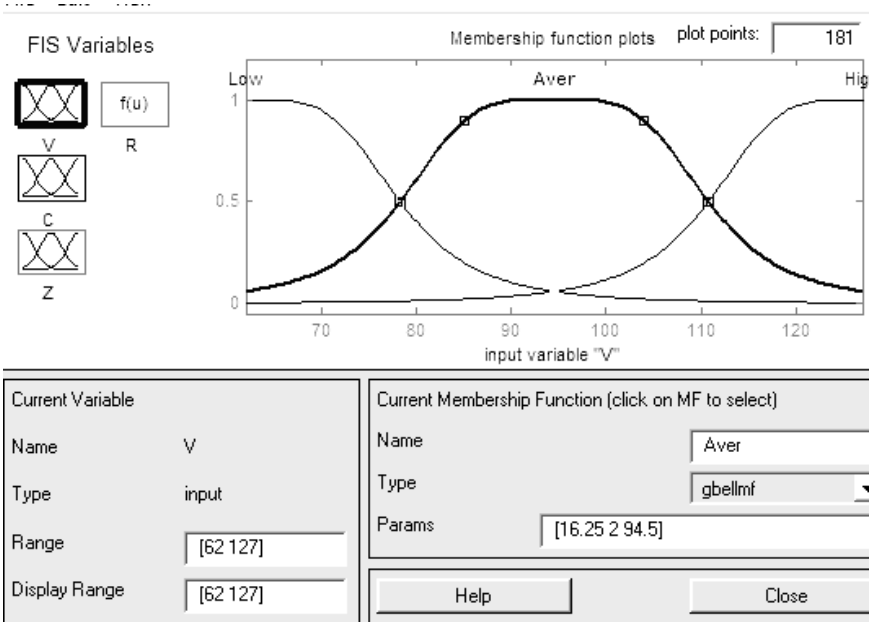

Рис. 2.6. Модель дзвоноподібної функції належності для чинника «валовий збір»

Джерело: побудовано автором

Максимальна кількість правил для даної системи може становити 27. У даному випадку навчання бази правил відбувалося за відомими статистичними даними на часовому проміжку 2004–2016 рр. (табл. 2.1). Навчання полягало у адаптивному підборі параметрів нечітких множин та автоматичному генеруванні правил нечіткого логічного виведення.

Отже, на виході системи буде результуюча змінна «рентабельність», для розрахунку якої сформована база правил загальною кількістю 27 (рис. 2.7.).

1. If (V is Low) and (C is Low) and (Z is Low) then (R is -0.0271V+0.3189C--0.3097Z+0.00128) (1)
2. If (V is Low) and (C is Low) and (Z is Aver) then (R is -0.01212V--0.03485C--0.07342Z--9.566e-005) (1)
3. If (V is Low) and (C is Low) and (Z is High) then (R is -0.0005068V--0.0009406C--0.003411Z--1.252e-006) (1)
4. If (V is Low) and (C is Aver) and (Z is Low) then (R is -0.002305V+0.02361C--0.01854Z+6.128e-005) (1)
5. If (V is Low) and (C is Aver) and (Z is Aver) then (R is -0.002178V--0.0251C--0.02084Z--2.352e-005) (1)
6. If (V is Low) and (C is Aver) and (Z is High) then (R is -3.742e-005V--0.0001432C--0.0002557Z--2.447e-007) (1)
7. If (V is Low) and (C is High) and (Z is Low) then (R is -0.0001545V+0.001237C--0.001386Z+4.227e-006) (1)
8. If (V is Low) and (C is High) and (Z is Aver) then (R is -6.795e-005V--0.0004493C--0.0005131Z--6.601e-007) (1)
9. If (V is Low) and (C is High) and (Z is High) then (R is 1.298e-006V+5.502e-005C+2.162e-005Z+1.981e-008) (1)
10. If (V is Aver) and (C is Low) and (Z is Low) then (R is -0.09098V+0.1209C--0.09999Z--0.001203) (1)
11. If (V is Aver) and (C is Low) and (Z is Aver) then (R is -0.002289V+0.01005C+0.00478Z+2.661e-005) (1)
12. If (V is Aver) and (C is Low) and (Z is High) then (R is -8.465e-005V+0.003408C+0.002097Z--3.665e-007) (1)
13. If (V is Aver) and (C is Aver) and (Z is Low) then (R is 0.0008398V+0.03067C+0.03195Z+2.534e-005) (1)
14. If (V is Aver) and (C is Aver) and (Z is Aver) then (R is -0.00376V--0.001962C+0.01271Z--4.834e-005) (1)
15. If (V is Aver) and (C is Aver) and (Z is High) then (R is 0.0007023V+0.01222C+0.009717Z+6.65e-006) (1)
16. If (V is Aver) and (C is High) and (Z is Low) then (R is -0.0001174V+0.002124C+0.00136Z--1.368e-006) (1)
17. If (V is Aver) and (C is High) and (Z is Aver) then (R is 0.0001278V+0.003608C+0.002892Z+1.076e-006) (1)
18. If (V is Aver) and (C is High) and (Z is High) then (R is 9.282e-005V+0.001726C+0.001102Z+7.972e-007) (1)
19. If (V is High) and (C is Low) and (Z is Low) then (R is -0.007912V--0.04583C--0.04788Z--8.341e-005) (1)
20. If (V is High) and (C is Low) and (Z is Aver) then (R is -0.005761V--0.05473C--0.04795Z--5.445e-005) (1)
21. If (V is High) and (C is Low) and (Z is High) then (R is -0.0001296V--0.000875C--0.000903Z--1.261e-006C-) (1)
22. If (V is High) and (C is Aver) and (Z is Low) then (R is -0.001725V--0.01538C--0.0135Z--1.672e-005) (1)
23. If (V is High) and (C is Aver) and (Z is Aver) then (R is -0.0004931V+0.02129C+0.006878Z_-8.288e-006C) (1)
24. If (V is High) and (C is Aver) and (Z is High) then (R is 0.0006274V+0.0138C+0.008615Z+5.133e-006) (1)
25. If (V is High) and (C is High) and (Z is Low) then (R is -3.267e-005V+7.021e-005C_-9.18e-005Z_-3.715e-007) (1)
26. If (V is High) and (C is High) and (Z is Aver) then (R is 0.0007887V+0.01816C+0.01109Z+6.282e-006) (1)
27. If (V is High) and (C is High) and (Z is High) then (R is 0.0005354V+0.007688C+0.004385Z+4.508e-006) (1)

Рис. 2.7. База правил нечіткого логічного виведення рентабельності зерновиробництва

Джерело: побудовано автором згідно даних [125]

Функції відгуку, які є ілюстрацією роботи системи нечіткої логіки, зображені на рис. 2.8. – 2.10. Результатом роботи системи нечіткої логіки стало прогнозне значення рентабельності зерновиробництва у 2017 році $R = 38.47\%$. Для отримання прогнозу були використані такі значення пояснюючих чинників: валовий збір зерна – 127.4 млн т; внутрішня ціна зерна – 3771.6 грн/т; витрати на виробництво зерна – 2144.2 грн/т. Отриманий прогноз відрізняється дещо нижчим значенням очікуваної рентабельності від прогнозів, отриманих за допомогою регресійних моделей

(2.3) – (2.6), і водночас є ближчим до фактичного значення рентабельності (25%). До того ж, за допомогою системи нечіткої логіки було спрогнозовано значення рентабельності зерновиробництва, близьке до того, яке вдалося отримати як теоретичне значення в моделі (2.8), що була побудована на даних 2004–2017 рр., – 38.16%. Це дає змогу вважати нечітке моделювання доволі ефективним методом для прогнозування рентабельності зерновиробництва.

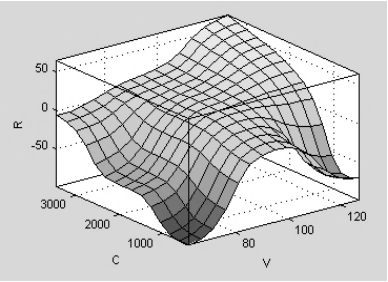

Рис. 2.8. Поверхня відгуку для системи нечіткого виведення рентабельності зерновиробництва (вхідні змінні – «валовий збір» та «ціна зерна»)

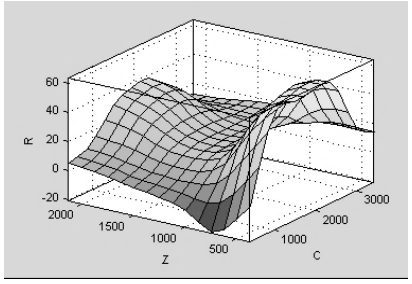

Рис. 2.9. Поверхня відгуку для системи нечіткого виведення рентабельності зерновиробництва (вхідні змінні – «ціна зерна» та «витрати на виробництво зерна»)

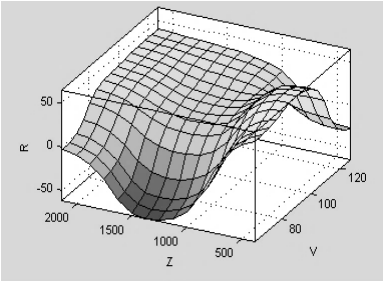

Рис. 2.10. Поверхня відгуку для системи нечіткого виведення рентабельності зерновиробництва (вхідні змінні – «валовий збір» та «витрати на виробництво зерна»)

Джерело: побудовано автором

Таким чином, виконаний нами кореляційний аналіз дав змогу виділити основні чинники, які визначають рівень рентабельності зерновиробництва та динамічну зміну способу та ступеня їхнього впливу на рентабельність зерновиробництва на протязі тривалого часового періоду. Це валовий збір зерна за два останні роки, середньорічна ціна пшениці на світовому ринку, середньозважена ціна зерна, що розрахована згідно структури експортного кошику України, внутрішньоукраїнська ціна зерна, витрати виробництва зерна.

Побудовані регресійні моделі можна використовувати для економічного аналізу залежності рентабельності від чинників, що впливають на неї. Використання даних моделей для прогнозування є обмеженим.

Модель рентабельності, побудована з використанням нечіткої логіки продемонструвала вищі прогнозні якості завдяки врахуванню нелінійної дії впливаючих чинників.

2.2. Економіко-математичний аналіз витрат виробництва зерна в регіонах України

Серед чинників, що впливають на формування рентабельності зерновиробництва в Україні, найбільш вагомим є валовий збір зернових за два останні роки, ціна зерна на світовому ринку, середня (по Україні) ціна на зерно та витрати на виробництво зерна. Потребує відповіді питання: чому в різних регіонах України рентабельність є різною? На нашу думку, можливими причинами можуть бути різні природно-кліматичні умови, різна структура посівних площ та різні ціни на зерно в регіонах, які визначаються різним попитом, та їх географічним розташуванням відносно морських портів.

Для підтвердження висунутих гіпотез було проведено статистичне дослідження часових рядів для областей України: середньої врожайності зернових та зернобобових культур, середніх цін на зернові культури, середніх витрат на вирощування зернових культур та даних про рентабельність зерновиробництва (дод. табл. Д.1 – Д.4) [125].

Для розрахунку рентабельності зерновиробництва 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

$$k_i = \frac{Z_i}{Z_0}, \tag{2.12}$$

де Z_0 – значення виробничих витрат в розрахунку на 1 га для України,

Z_i – значення витрат в розрахунку на 1 га для окремого регіону.

Таким чином, співвідношення (2.11) можна використовувати для оцінювання рентабельності зерновиробництва в окремих регіонах України, опираючись на відомі значення середньоукраїнської рентабельності зерновиробництва та значення регіонального коефіцієнта витрат k_i.

При розрахунках значення регіонального коефіцієнта витрат на виробництво зерна можна використати два гіпотетичних підходи:

1. Ціни на зерно відрізняються в залежності від регіону.
2. Ціни на зерно є однаковими по всій території України.

Розглянемо першу гіпотезу, згідно з якою ціна на зерно є різною в різних регіонах України. З рівняння (2.11) отримуємо вирази для рентабельності зерновиробництва в Україні R_0 та рентабельності зерновиробництва в окремому регіоні R_i

$$R_0 + 1 = \frac{Y_0 C_0}{Z_0}, \quad R_i + 1 = \frac{Y_i C_i}{Z_i}, \tag{2.13}$$

де Y_0, C_0, Z_0 – значення відповідно врожайності, ціни та виробничих витрат для України;

Y_i, C_i, Z_i – значення відповідно врожайності, ціни та виробничих витрат для окремого регіону.

Звідси знаходимо вирази для виробничих витрат

$$Z_0 = \frac{Y_0 C_0}{R_0 + 1}; \quad Z_i = \frac{Y_i C_i}{R_i + 1}. \tag{2.14}$$

Підставляючи (2.14) у (2.12) отримуємо новий вираз для регіонального коефіцієнту витрат

$$k_i = \frac{Y_i C_i}{R_i + 1} \Big/ \frac{Y_0 C_0}{R_0 + 1} = \frac{Y_i C_i}{Y_0 C_0} \cdot \frac{R_0 + 1}{R_i + 1}. \tag{2.15}$$

Використовуючи статистичні дані, які відносяться до часового інтервалу з 2006 по 2016 рр., можна розрахувати значення регіонального коефіцієнта витрат як із співвідношення (2.12), так і з співвідношення (2.15). 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 за формулою (2.12) та за співвідношенням (2.15) показують, що регіональний коефіцієнт витрат змінює своє значення рік від року. Це є наслідком стохастичних змін природно-кліматичних умов та закупівельних цін. Для прогнозування рентабельності зерновиробництва в i-му регіоні необхідно знати деяке усереднене значення регіонального коефіцієнта витрат, яке формується з врахуванням усіх впливаючих чинників: 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 (2.12) або ж на основі виразу (2.15). Якщо прийняти гіпотезу про те, що ціни на зерно у регіонах відрізняються незначним чином, значення регіонального коефіцієнта витрат можна знайти із співвідношення

$$k_i = \frac{Y_i}{Y_0} \cdot \frac{R_0 + 1}{R_i + 1}. \qquad (2.16)$$

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

Розглянемо різні підходи до усереднення регіонального коефіцієнта витрат. Перш за все, для часового усереднення регіонального коефіцієнта витрат можна використати співвідношення, отримане з (2.12)

$$k_i = \frac{1}{\Delta t} \sum_{t=t0}^{t1} \frac{Z_{it}}{Z_{0t}}, \ \Delta t = t_1 - t_0 + 1. \qquad (2.17)$$

Тут $t_0 = 2006$, $t_1 = 2016$ – межі часового інтервалу, для якого відомі статистичні дані.

Якщо робити усереднення регіонального коефіцієнта витрат на основі співвідношення (2.15), то отримаємо

$$k_i = \frac{1}{\Delta t} \sum_{t=t0}^{t1} \frac{Y_{it} C_{it}}{Y_{0t} C_{0t}} \cdot \frac{R_{0t} + 1}{R_{it} + 1}. \tag{2.18}$$

Тепер розглянемо підхід, заснований на другій гіпотезі про однакову ціну на зерно в усіх регіонах України $C_0 = C_i$. При цьому вираз (2.18) дещо спрощується

$$k_i = \frac{1}{\Delta t} \sum_{t=t0}^{t1} \frac{Y_{it}}{Y_{0t}} \cdot \frac{R_{0t} + 1}{R_{it} + 1}. \tag{2.19}$$

Для часового усереднення регіонального коефіцієнта витрат можна застосувати принципово інший підхід, який опирається на звичайний метод найменших квадратів (1МНК) [116, с. 98]. Цей підхід передбачає вибір такого середнього значення регіонального коефіцієнта витрат, для якого сума квадратів відхилень даних часової вибірки буде мінімальною.

Для першого випадку, згідно з принципом найменших квадратів із співвідношення (2.12) отримаємо

$$\sum_{t=t0}^{t1} \left[k_i \cdot Z_{0t} - Z_{it} \right]^2 \to min. \tag{2.20}$$

Візьмемо похідну по k_i від лівої частини (2.20) і прирівняємо її до нуля. При цьому отримуємо

$$\sum_{t=t0}^{t1} Z_{it} Z_{0t} = k_i \sum_{t=t0}^{t1} Z_{0t}^2, \tag{2.21}$$

або

$$k_i = \frac{\sum_{t=t0}^{t1} Z_{it} Z_{0t}}{\sum_{t=t0}^{t1} Z_{0t}^2}. \qquad (2.22)$$

Якщо для усереднення використовувати співвідношення (2.14), то згідно з принципом найменших квадратів отримаємо

$$\sum_{t=t0}^{t1} \left[k_i \cdot \frac{Y_0 C_0}{R_0 + 1} - \frac{Y_i C_i}{R_i + 1} \right]^2 \to min \quad . \qquad (2.23)$$

Взявши похідну по k_i від лівої частини (2.23) і прирівнявши її до нуля, отримуємо

$$k_i \cdot \sum_{t=t0}^{t1} \frac{Y_{0t}^2 C_{0t}^2}{(R_{it} + 1)^2} = \sum_{t=t0}^{t1} \frac{Y_{0t} C_{0t} \cdot Y_{it} C_{it}}{(R_{0t} + 1) \cdot (R_{it} + 1)}, \qquad (2.24)$$

або

$$k_i = \frac{\sum_{t=t0}^{t1} \frac{Y_{0t} C_{0t} \cdot Y_{it} C_{it}}{(R_{0t} + 1) \cdot (R_{it} + 1)}}{\sum_{t=t0}^{t1} \frac{Y_{0t}^2 C_{0t}^2}{(R_{it} + 1)^2}}. \qquad (2.25)$$

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 вираз:

$$k_i = \frac{\sum_{t=t0}^{t1} \frac{Y_{0t} C_{0t}^2 \cdot Y_{it}}{(R_{0t} + 1) \cdot (R_{it} + 1)}}{\sum_{t=t0}^{t1} \frac{Y_{0t}^2 C_{0t}^2}{(R_{it} + 1)^2}}. \qquad (2.26)$$

Таблиця 2.8

Значення регіонального коефіцієнта витрат на виробництво зерна в Україні*

№ з/п	Назва регіону	Мод 1а	Мод 2а	Мод 3а	Мод 1б	Мод 2б	Мод 3б
1.	Вінницька	1.24	1.24	1.24	1.29	1.27	1.25
2.	Волинська	0.90	0.88	0.90	0.84	0.86	0.85
3.	Дніпропетровська	0.76	0.80	0.76	0.69	0.69	0.66
4.	Донецька	0.82	0.86	0.82	0.72	0.68	0.65
5.	Житомирська	1.10	1.09	1.10	1.12	1.10	1.10
6.	Закарпатська	1.36	1.31	1.36	1.00	0.85	0.79
7.	Запорізька	0.71	0.75	0.71	0.62	0.64	0.61
8.	Івано-Франківська	1.23	1.17	1.23	1.09	1.05	1.03
9.	Київська	1.24	1.25	1.24	1.28	1.25	1.22
10.	Кіровоградська	0.92	0.94	0.92	0.94	1.04	1.04
11.	Луганська	0.72	0.78	0.72	0.64	0.66	0.59
12.	Львівська	1.22	1.09	1.22	1.23	0.89	0.91
13.	Миколаївська	0.77	0.75	0.77	0.74	0.69	0.72
14.	Одеська	0.78	0.79	0.78	0.75	0.70	0.69
15.	Полтавська	1.22	1.18	1.22	1.23	1.43	1.52
16.	Рівненська	1.01	1.00	1.01	1.03	1.01	1.00
17.	Сумська	1.11	1.13	1.11	1.22	1.28	1.27
18.	Тернопільська	1.11	1.10	1.11	1.12	1.14	1.08
19.	Харківська	0.96	0.98	0.96	0.96	0.91	0.89
20.	Херсонська	0.81	0.80	0.80	0.73	0.70	0.70
21.	Хмельницька	1.22	1.14	1.21	1.31	1.23	1.28
22.	Черкаська	1.35	1.32	1.35	1.33	1.48	1.52
23.	Чернівецька	1.30	1.35	1.30	1.07	0.89	0.78
24.	Чернігівська	1.16	1.15	1.16	1.36	1.10	1.12
	Середнє значення	**1.04**	**1.03**	**1.04**	**1.01**	**0.98**	**0.97**

Джерело: розраховано автором згідно [125]

** в розрахунках не включено АР Крим через відсутність статистичних даних*

Таким чином, нами було використано такі підходи до визначення усередненого по часу значення коефіцієнтів регіонального коефіцієнта витрат в галузі зерновиробництва:

– звичайне статистичне усереднення по часу співвідношення (2.12) – модель 1а;

– звичайне статистичне усереднення по часу співвідношення (2.16) – модель 2а;
– звичайне статистичне усереднення по часу співвідношення (2.15) – модель 3а;
– знаходження регіонального коефіцієнта витрат з використанням 1МНК на основі співвідношення (2.12) – модель 1б;
– знаходження регіонального коефіцієнта витрат з використанням 1МНК на основі співвідношення (2.16) – модель 2б;
– знаходження регіонального коефіцієнта витрат з використанням 1МНК на основі співвідношення (2.15) – модель 3б.

Результати розрахунків регіонального коефіцієнта витрат різними методами з використанням статистичних даних за період 2006 – 2016 роки наведено в табл. 2.8. Кореляційний аналіз (побудова кореляційних матриць) показав, що як при першому підході (просте усереднення по часу), так і при другому підходу (метод найменших квадратів), отримані результати є достатньо узгодженими (табл. 2.9).

Таблиця 2.9

Кореляційні матриці узгодження моделей коефіцієнта регіональних витрат на виробництво зерна в Україні

	Модель 1а	Модель 2а	Модель 3а		Модель 1б	Модель 2б	Модель 3б
Модель 1а	1.00	0.98	1.00	Модель 1б	1.00	0.89	0.88
Модель 2а	0.98	1.00	0.98	Модель 2б	0.89	1.00	0.99
Модель 3а	1.00	0.98	1.00	Модель 3б	0.88	0.99	1.00

Джерело: розраховано автором

Результати розрахунків, отримані з використанням моделей 1а і 3а, є повністю ідентичними. Це пояснюється тим, що для формування даних по виробничих витратах на 1 га використовується вираз (2.14), оскільки у статистичних даних, що надаються Державною службою статистики України, передбачено лише показник «витрати на виробництво 1 т зерна».

Варто зауважити, що, починаючи з 2016 року, в статистичних збірниках відсутні дані про витрати на виробництво 1 т зерна.

Середні значення коефіцієнтів, розраховані для масиву всіх областей України, є близькими до одиниці, що свідчить про незміщеність отриманих оцінок коефіцієнтів. На нашу думку, більшої довіри заслуговує другий підхід до знаходження коефіцієнтів регіональних витрат (метод найменших квадратів).

Для практичного застосування нами рекомендовано модель 2б (метод найменших квадратів на основі співвідношення (2.16)). Даний висновок ґрунтується на таких міркуваннях. Використання цієї моделі для прогнозування регіональної рентабельності зерновиробництва є простішим, оскільки вимагає попереднього прогнозу лише трьох чинників: рентабельності зерновиробництва в Україні, врожайності зернових в Україні та врожайності зернових у вибраній області. Для використання моделей 1б і 3б потрібно ще прогнозувати ціну на зерно у даній області та в середньому по Україні.

Виконавши сортування значень коефіцієнта регіональних витрат (модель 2б) за зростанням, ми отримали перелік областей за напрямом схід – захід – центр (рис. 2.11.).

Підсумовуючи, можна зробити висновок про вирішальний вплив природно-кліматичних умов на рівень витрат на виробництво зерна в Україні. Як видно з рис. 2.12., найнижчий рівень витрат на виробництво зерна є характерним для південних і східних областей. Найвищий рівень витрат на виробництво зерна спостерігається в групі центральних областей (Київська, Черкаська, Сумська, Полтавська, Вінницька) та двох південно-західних областях (Хмельницька і Тернопільська). Можливою причиною менших витрат у східних областях у порівнянні з витратами у центральних областях є кліматичні фактори та структура посівних площ. Ділянки з більшою площею вимагають менше витрат для свого обробітку у розрахунку на 1 гектар площі у порівнянні з ділянками, які мають подрібнену структуру з фрагментами малої площі.

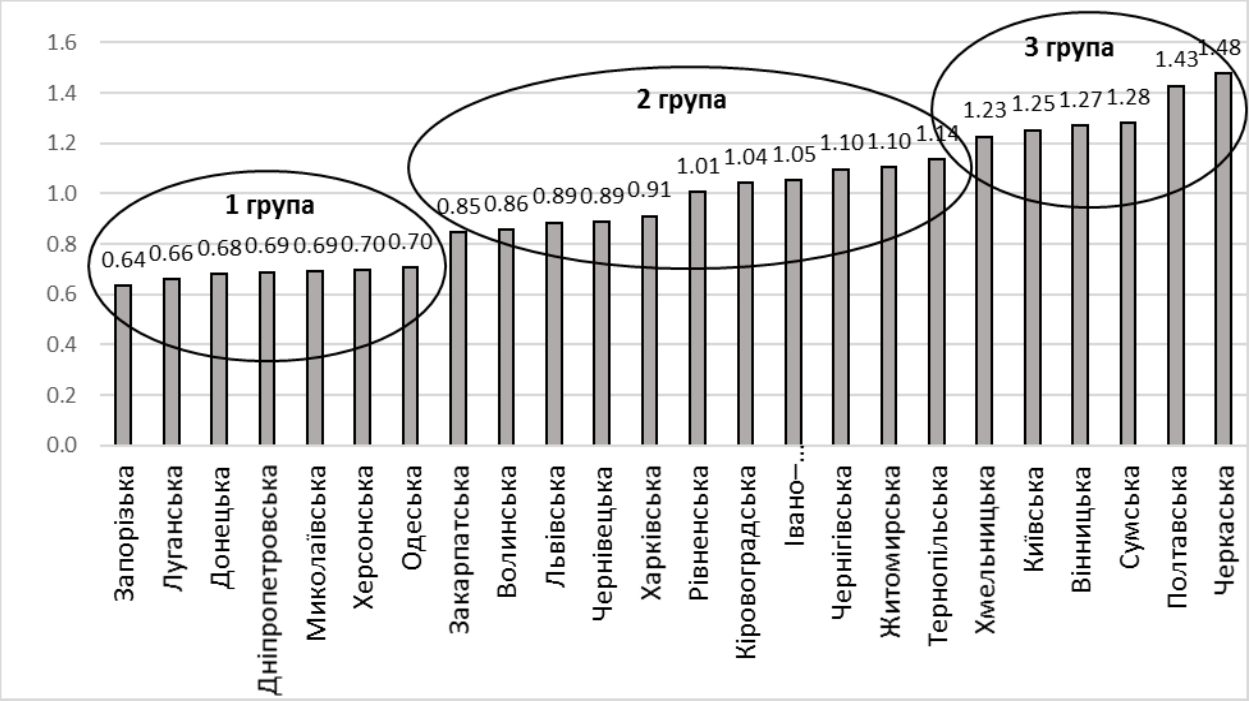

Рис. 2.11. Коефіцієнт регіональних витрат (модель 2б) відсортований за зростанням

Джерело: розраховано та побудовано автором згідно [125]

Рис. 2.12. Географічна структура рівня витрат зерновиробництва (модель 2б)

Джерело: розраховано та побудовано автором за методикою, описаною в [44]

Таким чином, проведений аналіз дає змогу виділити регіони з високим та регіони з низьким ступенем витрат на виробництво зерна. Побудовані моделі дають змогу виконувати прогнозування рентабельності зерновиробництва в регіонах України і можуть бути використані при плануванні інвестицій в зернову галузь України.

Продемонструємо один з підходів до оцінювання регіональної рентабельності зерновиробництва на основі значень коефіцієнтів регіональних витрат, отриманих нами попередньо (табл. 2.10).

При оцінюванні регіональної рентабельності ми використовували значення регіональної урожайності та значення урожайності і рентабельності для України в цілому. Із виразу (2.16) було отримано таке співвідношення для визначення оцінки регіональної рентабельності

$$R_i = \frac{Y_i}{Y_0} \cdot \frac{R_0 + 1}{k_i} - 1. \qquad (2.27)$$

Тут k_i – коефіцієнт витрат зерновиробництва в i-ому регіону, розрахований згідно моделі (2б).

Для більшості регіонів отримані оцінки рентабельності є близькими до фактичних значень. Неточні оцінки були отримані лише для Дніпропетровської, Івано-Франківської, Львівської та Рівненської областей. Середнє абсолютне відхилення оціночних значень від фактичних значень рентабельності зерновиробництва у регіонах України становить 5.66%, і знаходиться у межах варіації рентабельності. Середнє квадратичне відхилення рентабельності для досліджуваної вибірки становить 7.57%.

Розглянуті вище підходи до моделювання рівня витрат зерновиробництва у регіонах можна використати для оптимізації структури зернового виробництва України. Одним з варіантів оптимізації є задача про зменшення загального обсягу витрат зерновиробництва по Україні шляхом реструктуризації посівних площ.

Таблиця 2.10

Оцінювання регіональної рентабельності зерновиробництва на 2017 рік*

№ з/п	Показники / Регіон	Фактичні значення 2017		Коефіцієнт витрат згідно моделі (2б)	Оцінка рентабельності, %	Абсолютне відхилення, %
		Рентабельність,%	Урожайність, ц/га			
	Україна	**25**	**42.5**			
1	Вінницька	24.9	57.3	1.270	26.59	1.69
2	Волинська	32.3	40.1	0.857	27.61	4.69
3	Дніпропетровська	16.5	31.9	0.689	27.34	10.84
4	Донецька	33.2	34.7	0.679	30.25	2.95
5	Житомирська	24.5	47.3	1.104	25.22	0.72
6	Закарпатська	38.1	44.4	0.846	31.11	6.99
7	Запорізька	36.2	30.6	0.635	28.47	7.73
8	Івано–Франківська	10.5	51.9	1.054	29.13	18.63
9	Київська	11.5	45.6	1.252	21.28	9.78
10	Кіровоградська	22.3	35.2	1.042	19.67	2.63
11	Луганська	24.7	32.9	0.658	29.59	4.89
12	Львівська	13.6	47.9	0.885	32.10	18.50
13	Миколаївська	25.7	30.6	0.692	26.07	0.37
14	Одеська	30.7	35.9	0.705	30.16	0.54
15	Полтавська	23	45.1	1.428	18.33	4.67
16	Рівненська	11.5	45.7	1.008	26.74	15.24
17	Сумська	26.2	60.1	1.281	27.71	1.51
18	Тернопільська	27.7	57.5	1.137	29.94	2.24
19	Харківська	24.3	39.1	0.911	25.26	0.96
20	Херсонська	32	34.5	0.696	29.31	2.69
21	Хмельницька	27.8	62.2	1.227	30.02	2.22
22	Черкаська	22.4	46.3	1.477	18.18	4.22
23	Чернівецька	25.1	48.6	0.886	32.57	7.47
24	Чернігівська	28.2	58.8	1.097	31.80	3.60
					Середнє	**5.66**

Джерело: складено та розраховано автором згідно [125]

** без врахування АР Крим*

Побудуємо структурну математичну модель задачі зменшення загальних витрат виробництва зерна в Україні. Введемо умовні позначення:

w_{i0} – частка посівної площі зернових i-го регіону в загальній площі зернових в Україні, усереднена за період 2015–2017 рр.,

w_i – шукана частка посівної площі зернових i-го регіону в загальній площі зернових в Україні,

k_i – коефіцієнт витрат зерновиробництва в i-му регіоні, розрахований згідно моделі (2б).

Z – загальні витрати на виробництво зерна в Україні.

У звязку із важливістю зернової галузі для продовольчого забезпечення населення країни, потрібно ввести обмеження на дозволені межі змін посівних площ. Навіть при високому рівні витрат на виробництво зерна посівні площі не можна зменшувати нижче деякого мінімального значення. З іншого боку їх не можна і надмірно збільшувати, оскільки вільних площ є небагато.

Тоді математична модель виглядатиме таким чином:

$$Z = \sum_{i=1}^{n} k_i \cdot w_i \to min$$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{n} w_i = 1, \\ w_i \geq 0.5 \cdot w_{i_0}, \\ w_i \leq 1.1 \cdot w_{i_0}, \\ i = \overline{1,n}. \end{cases} \qquad (2.28)$$

Тут цільова функція Z означає, що загальні витрати на виробництво зерна в Україні повинні бути мінімізовані.

Перше обмеження системи (2.28) означає незмінність загальної площі зернових в Україні, друге та третє обмеження введені для уникнення різких змін площ зернових у регіонах.

Задача, описана математичною моделллю (2.28), належить до класу задач лінійного програмування та може бути розв’язана за допомогою

симплекс-методу. Виконаємо оптимізаційні розрахунки у середовищі MS Excel з використанням інструмента «Поиск решений» [97].

Вихідні дані та результати розвязування задачі (2.28) відображено в табл. 2.11.

Таблиця 2.11

Дані та результати розвязування задачі (2.28)

№ з/п	Показники / Регіон	Факт		Рента-бельність, %	Коефіцієнт витрат модель (2б)	Після оптимізації	
		Посівні площі, тис. га	Частка посівних площ,%			Частка посівних площ,%	Зміна, %
	Україна	**14512.8**	**100**	**25**		100	0
1	Вінницька	846.6	5.83	24.9	1.270	5.61	-0.22
2	Волинська	285.0	1.96	32.3	0.857	2.16	0.20
3	Дніпропетровська	1133.3	7.81	16.5	0.689	8.59	0.78
4	Донецька	543.8	3.75	33.2	0.679	4.12	0.37
5	Житомирська	387.3	2.67	24.5	1.104	2.94	0.27
6	Закарпатська	89.5	0.62	38.1	0.846	0.68	0.06
7	Запорізька	925.2	6.38	36.2	0.635	7.01	0.64
8	Івано–Франківська	149.7	1.03	10.5	1.054	1.13	0.10
9	Київська	565.1	3.89	11.5	1.252	4.28	0.39
10	Кіровоградська	809.9	5.58	22.3	1.042	6.14	0.56
11	Луганська	387.8	2.67	24.7	0.658	2.94	0.27
12	Львівська	300.0	2.07	13.6	0.885	2.27	0.21
13	Миколаївська	885.8	6.10	25.7	0.692	6.71	0.61
14	Одеська	1192.6	8.22	30.7	0.705	9.04	0.82
15	Полтавська	936.5	6.45	23	1.428	3.23	-3.23
16	Рівненська	259.7	1.79	11.5	1.008	1.97	0.18
17	Сумська	642.2	4.43	26.2	1.281	2.21	-2.21
18	Тернопільська	454.9	3.13	27.7	1.137	3.45	0.31
19	Харківська	1011.0	6.97	24.3	0.911	7.66	0.70
20	Херсонська	727.5	5.01	32	0.696	5.51	0.50
21	Хмельницька	537.3	3.70	27.8	1.227	4.07	0.37
22	Черкаська	645.5	4.45	22.4	1.477	2.22	-2.22
23	Чернівецька	121.2	0.83	25.1	0.886	0.92	0.08
24	Чернігівська	675.4	4.65	28.2	1.097	5.12	0.47

Джерело: складено та розраховано автором згідно [125]

Таким чином, нами запропоновано підходи до оцінювання середніх значень рівня витрат зерновиробництва в різних регіонах України. Аналіз отриманих результатів дає змогу стверджувати про чітку географічну диференціацію рівня витрат на виробництво зерна. Найменші витрати зерновиробництва є характерними для південно-східних областей України (степовий регіон). Однак, слід мати на увазі, що динаміка росту врожайності зернових для цих регіонів є найнижчою в Україні. Причиною цього є значна деградація ґрунтів, викликана їх засоленням та виснаженням у результаті недотримання оптимального режиму сівозмін. Отримані нами результати можуть служити підґрунтям для оптимізації структури посівних площ зернових культур у розрізі регіонів України.

2.3. Модель планування елеваторної мережі степового регіону України

За останні десять років спостерігається чітка тенденція зростання обсягів виробництва зернових (з 38.0 млн т у 2005 р. до 63.8 млн т у 2014 р.). Оскільки внутрішнє споживання зерна в Україні становить приблизно 27 млн т, збільшення врожайності зернових створює сприятливі можливості для збільшення експорту надлишків зерна. Експорт зерна є одним з головних джерел валютних надходжень. За останні десять років частка валютної експортної виручки України від аграрного сектору зросла вдвічі, з 13.3% до 25.9% [125]. Проте, подальше розширення експортних можливостей стримує недостатня ємність зернопереробних підприємств – обсяг потужностей для зберігання та переробки зерна становить лише 31 млн т [139; 158].

Для збільшення обсягу експорту зерна необхідно розширити мережу елеваторних потужностей України, що дасть змогу зробити експортний трафік більш гнучким та економічно ефективним. Тому актуальною є задача

локалізації центрів, які є економічно оптимальними для розміщення нових елеваторних комплексів.

При плануванні будівництва елеваторних потужностей слід враховувати, що фінансування цього проекту буде поетапним, враховуючи великі обсяги коштів, необхідні для будівництва. Тому актуальною є задача визначення територій для першочергового фінансування розбудови системи нових елеваторних потужностей.

Оскільки перевезення зерна здійснюється різними видами транспорту, можна зробити висновок, що адекватними моделями, які можуть описати роботу цих підприємств є математичні моделі, що базуються на теорії оптимізації функціонування транспортних мереж.

Для моделювання роботи елеваторної мережі України використаємо теорію графів [106], а саме методи розв’язування класу задач територіального розміщення об’єктів. Задачі розміщення об’єктів є дуже поширеними, логічну класифікацію їх наведено в [83]. Автори вважають, що для задач розміщення одними з найважливіших класифікаційних ознак є: простір розміщення об’єктів, кількість об’єктів розміщення, вид об’єктів розміщення. Відповідно до класифікації задач розміщення можна підібрати метод для їх розв’язування. Так, якщо задачі розміщення точкових об’єктів зазвичай торкаються розміщення одного об’єкта, прийнятними будуть методи Лаундхарта та метод потенціалів. Задача розміщення лінійного об’єкта потребує підходу, що пов’язаний з вивченням рельєфу поверхні та інших особливостей місцевості. Натомість розміщення площинних об’єктів призводить до задач про оптимальне покриття. Розв’язання задачі просторового аналізу дає змогу за відомими економічними та соціальними характеристиками території визначити умови розміщення. Крім того, за допомогою просторового моделювання можна подати візуальні моделі в картографічній формі.

Задачі розміщення на графах є одними з найбільш досліджених, якщо відома кількість об’єктів, і зводяться до пошуку центра (центрів).

Розміщення з невідомою кількістю об’єктів веде до сумісного використання методів знаходження центрів графа з методами кластеризації.

Задача про планування мережі зернових елеваторів є прикладом транспортної задачі з невстановленим розташуванням споживачів на транспортній мережі. Це розташування повинен визначити дослідник, взявши за мету мінімізацію транспортних витрат.

Таблиця 2.12

Валове виробництво зернових в степових областях України (млн т)

	Херсонська	Запорізька	Миколаївська	Одеська	Донецька	Луганська	Харківська	Кіровоградська	Дніпропетровська
2004	1.94	1.84	2.70	3.65	2.05	1.13	2.15	2.68	3.06
2005	1.54	1.81	1.76	2.67	1.91	1.31	2.41	2.48	2.91
2006	1.47	1.76	1.95	2.81	1.65	0.85	1.72	2.41	2.64
2007	0.81	1.24	0.64	1.26	1.19	0.80	2.16	1.28	1.67
2008	2.17	2.73	2.46	3.51	2.32	1.67	3.77	2.83	3.61
2009	1.77	2.13	2.47	2.84	1.72	1.06	2.53	2.53	2.82
2010	1.51	1.91	2.20	2.93	1.80	0.81	1.27	2.37	2.71
2011	2.48	2.19	2.63	3.19	2.29	1.27	3.47	3.46	3.46
2012	1.06	1.20	1.28	1.88	1.64	1.29	2.72	2.34	1.55
2013	1.68	2.11	2.80	3.67	2.21	1.29	4.20	3.78	3.71
2014	2.16	2.42	2.86	3.67	2.35	1.23	4.47	3.46	3.32
2015	2.62	2.73	2.90	3.49	1.54	0.99	4.21	3.31	3.87
2016	2.26	2.62	2.73	4.40	1.79	1.27	4.32	3.73	3.48
2017	2.55	2.91	2.68	4.27	1.91	1.28	3.86	2.86	3.58
Середній валовий збір (2004-2013 рр.)*									
	1.64	1.89	2.09	2.84	1.88	1.15	2.64	2.62	2.81
Елеваторні потужності									
	1.30	1.37	2.00	2.74	1.19	0.89	2.14	1.88	2.27
Дефіцит елеваторних потужностей*									
	0.34	0.52	0.09	0.10	0.69	0.26	0.95	0.74	0.54

*Джерело: складено автором згідно даних [125; 158], * - розраховано автором*

Найбільш перспективними місцями розташування нових елеваторів є південно-східні степові області України, шо мають значні надлишки зерна і

знаходяться найближче до основних морських портів. Проаналізуємо співвідношення між валовим виробництвом зерна в степових областях України [125] та потужністю елеваторних комплексів у цих областях [158] (табл. 2.12).

Задача про оптимальне розміщення одного елеваторного комплексу. Загальний дефіцит елеваторних потужностей у степовій зоні України становить 3.6 млн т (табл. 2.12, дані станом на 2014 р.). Представляє практичний інтерес задача планування розміщення нових елеваторних потужностей у даному регіоні. Критерієм повинна бути економічна ефективність.

Оскільки більшість міжобласних перевезень у регіоні здійснюється з використанням автомобільного транспорту, то в ролі чинника, що оптимізується, слід вибрати мінімум затрат на міжобласні перевезення зерна з метою доставки його до елеватора. Метод розв'язування задачі залежить від її постановки. З точки зору математичного моделювання найпростіший підхід полягає у тому, що дефіцит елеваторних потужностей може буде ліквідовано шляхом побудови одного великого елеваторного комплексу поблизу одного з обласних центрів.

Для спрощення вважається, що всі міжобласні перевезення зерна здійснюються від одного обласного центру до іншого автомобільним транспортом. Один автомобіль-зерновоз перевозить приблизно 10 т зерна. При виконанні розрахунків нами була використана експертна оцінка тарифу на перевезення зерна =0.7 грн/(т·км). Таким чином, вартість зерна, перевезеного одним автомобілем на 1 км, становить 7 грн. Це є одиничний квант оцінки перевезень. Загальна вартість перевезень складається з суми таких квантів із врахуванням кількості автомобілів та відстаней, пройдених ними. Отримуємо лінійну цільову функцію, яка залежить від кількості автомобілів та відстані. Витрати на перевезення залежать від відстані до елеватора та кількості перевезеного зерна.

В основу розв'язування задачі кладеться такий принцип: сума добутків відстані, пройденої автомобілем на обсяг перевезеного зерна повинна бути мінімальною. Цільова функція такої задачі матиме вигляд

$$F = \min_{j} \sum_{i=1}^{n} d_{ij} x_i, \quad j = \overline{1,n}, \tag{2.30}$$

де d_{ij} – відстань між обласними центрами i та j,

$x_i > 0$ – надлишок зерна в i-му регіоні,

j – індекс обласного центру, біля якого буде розміщено елеваторний комплекс,

$n = 9$ – кількість областей, які включені до аналізованого регіону.

Задачі такого типу називають мінісумними [95, с. 127]. При побудові цільової функції необхідно також врахувати обсяг перевезень всередині області для i-го регіону, для оцінювання якого використано вираз

$$F_{0i} = R_i x_i / 2. \tag{2.31}$$

Тут R_i – умовний радіус області, визначений з виразу $S_i = 4\pi R_i^2$, де S_i – площа даної області.

Уточнене значення цільової функції буде мати вигляд

$$F = \min_{j} \left(\sum_{i=1}^{n} d_{ij} x_i + R_i x_i / 2 \right), \quad j = \overline{1,n}. \tag{2.32}$$

Оптимальне місце розташування елеваторного комплексу визначається з рівності

$$j_0 = \arg\min_{j} F, \quad j = \overline{1,n}, \tag{2.33}$$

де j_0 - індекс обласного центру, вибраного для розміщення елеваторного комплексу на основі викладених вище міркувань.

Матрицю відстаней між обласними центрами степової зони України подано у табл. 2.13.

Таблиця 2.13

Відстані між обласними центрами степової зони України (км)

	Херсон	Запоріжжя	Миколаїв	Одеса	Донецьк	Луганськ	Харків	Кіровоград	Дніпропетровськ
Херсон	0	297	51	171	560	806	576	225	376
Запоріжжя	297	0	337	497	217	365	287	303	81
Миколаїв	51	337	0	120	611	857	556	174	343
Одеса	171	497	120	0	713	977	831	294	376
Донецьк	560	217	611	713	0	148	335	520	252
Луганськ	806	365	857	977	148	0	333	668	394
Харків	576	287	556	831	335	333	0	387	213
Кіровоград	225	303	174	294	520	668	387	0	294
Дніпропетровськ	376	81	343	376	252	394	213	294	0
Дефіцит елеваторних потужностей (млн т)	0.3	0.5	0.1	0.1	0.7	0.25	0.45	0.7	0.5
Витрати на перевезення (млн грн)	1368.9	797.4	1381.3	1822.9	1086.7	1525.8	1150.2	1118.0	801.8
Умовний радіус області (км)	47.6	46.5	44.2	51.5	45.9	46.1	50	44.2	50.4
Обсяг внутрішньо обласних перевезень (млн т)	14.28	23.3	4.4	5.2	32.1	11.5	22.5	30.944	25.2
Уточнені витрати на перевезення (млн грн)	1383.2	820.7	1385.7	1828.1	1118.8	1537.3	1172.7	1148.9	827.0

Джерело: складено та розраховано автором згідно [125; 158]

У нижньому рядку таблиці наведено значення виразів (2.32) для всіх областей розглянутого регіону. Умові мінімальних витрат задовільняє

Запорізька область. Отже, якщо розміщувати елеваторний комплекс в одному місті, то оптимальним місцем розташування буде місто Запоріжжя. Обсяг витрат при цьому становить 820.65 млн грн (j_0 - індекс Запорізької області). При виконанні розрахунків була використана експертна оцінка тарифу на перевезення зерна $c = 0.7$ грн/(т·км). Слід зауважити, що варіант, розглянутий вище, не є економічно оптимальним, оскільки при локалізації елеваторного комплексу в одному місті доведеться виконувати перевезення зерна на великі відстані. Зокрема, відстань від Запоріжжя до Одеси становить 497 км, відстань від Запоріжжя до Луганська – 365 км тощо.

Задача про оптимальне розміщення двох елеваторних комплексів. Для мінімізації транспортних витрат може бути доцільним побудувати декілька елеваторних комплексів меншої потужності. Очевидно, що недоцільно будувати елеваторні комплекси у Миколаївській та Одеській областях, оскільки у цих областях дефіцит елеваторів незначний (табл. 2.13).

Поставимо задачу про вибір оптимального місця розташування двох елеваторних комплексів сумарною потужністю 3.6 млн т. Розв’язування задачі складається з двох етапів. На першому етапі відбувається розбиття всіх областей степової зони на два кластери. Критерієм розбиття є вилучення найбільш затратних маршрутів. На другому етапі визначаються центри отриманих кластерів, виходячи з мети мінімальних загальних затрат на перевезення. Побудуємо допоміжну матрицю зважених відстаней V, кожен елемент якої визначається за співвідношенням

$$v_{ij} = d_{ij} \cdot min(x_i, x_j). \tag{2.34}$$

Тут d_{ij} – відстань між обласних центрами з індексами i та j,

v_{ij} – зважена відстань між обласних центрами з індексами i та j,

x_i – дефіцит елеваторних потужностей у i-му обласному центрі,

x_j – дефіцит елеваторних потужностей у j-му обласному центрі.

Ідея виразу (2.34) полягає у тому, що вибираючи місце локалізації елеваторного комплексу з двох обласних центрів слід віддати перевагу області з більшим дефіцитом елеваторних потужностей. Розглянемо для прикладу маршрут перевезень Харків – Кіровоград. Якщо вибирати, у якому з цих міст розташовувати елеватор, то, виходячи з принципу мінімуму затрат, вирішуємо, що краще розмістити елеватор у Кіровограді, оскільки, при цьому доведеться перевозити 0.45 млн т зерна. Якщо ж розташувати елеватор у Харкові, то доведеться перевозити 0.70 млн т зерна. Тому, при розрахунку зваженої відстані слід звичайну відстань перемножити на менший із елеваторних дефіцитів, які відповідають даним містам. Значення елементів матриці (зважені відстані), що розраховані за (2.34), наведено в табл. 2.14. Вони відображають оптимізовані затрати на перевезення між двома відповідними обласними центрами.

Перший етап. Алгоритм кластеризації має такий вигляд.

Визначаємо найбільший елемент матриці $max_1 = V_{ij}$. Умовно позначаємо рядок i, до якого належить даний елемент матриці як «червоний» рядок, стовпець j, до якого належить найбільший елемент як «синій» стовпець. Області A_i та A_j відносимо до різних кластерів, які позначаємо як «червоний» та «синій».

Визначаємо наступний у порядку спадання елемент матриці $max_2 = V_{pq}$. Якщо $p = i$, то q-а область буде віднесена до «синього» регіону; якщо $q = j$, то p-а область буде віднесена до «червоного» регіону.

Якщо для вибраного елемента $max_2 = V_{pq}$ виконується умова $(p \neq i) \wedge (q \neq j)$, то за умови $d_{pi} < d_{pj}$ p-а область буде віднесена до «червоного» регіону; якщо ж $d_{pi} \geq d_{pj}$, то p-а область буде віднесена до «синього» регіону; якщо $d_{iq} < d_{jq}$, то q-а область буде віднесена до «червоного» регіону; якщо $d_{iq} \geq d_{jq}$, то q-а область буде віднесена до «синього» регіону.

Таблиця 2.14

Зважені відстані між обласними центрами степової зони України (км)

Обласні центри	Херсон	Запоріжжя	Миколаїв	Одеса	Донецьк	Луганськ	Харків	Кіровоград	Дніпропетровськ
Херсон	0	89	5	17	168	202	173	68	113
Запоріжжя	89	0	34	50	109	91	129	152	41
Миколаїв	5	34	0	12	61	86	56	17	34
Одеса	17	50	12	0	71	98	83	29	38
Донецьк	168	109	61	71	0	37	151	364	126
Луганськ	202	91	86	98	37	0	83	167	99
Харків	173	129	56	83	151	83	0	174	96
Кіровоград	68	152	17	29	364	167	174	0	147
Дніпропетровськ	113	41	34	38	126	99	96	147	0
Дефіцит елеваторних потужностей (млн т)	**0.3**	**0.5**	**0.1**	**0.1**	**0.7**	**0.25**	**0.45**	**0.7**	**0.5**

Джерело: розраховано автором згідно [125; 158]

Пункти 2–3 виконуємо до того часу, поки всю множину об’єктів не буде класифіковано.

Другий етап: визначення центрів кластерів – вузлів, у яких доцільно розмістити елеватори. Цей етап виконується для кожного кластера за мінісумним принципом (2.32) – (2.33).

Перейдемо до описання алгоритму кластеризації початкової множини областей. Як видно з матриці зважених відстаней (табл. 2.14), найбільші витрати (максимальний елемент матриці V) відповідають маршруту Донецьк – Кіровоград. Отже, ці міста повинні належати до різних кластерів. Назвемо один кластер «червоним» (нехай це буде кластер, який містить Донецьк), а другий – «синім» (Кіровоград). Дефіцит елеваторних потужностей в обох містах є однаковим, тому розташовувати елеватор можна у будь-якому з цих міст.

Наступним по величині у порядку спадання буде елемент матриці V, який відповідає маршруту Херсон – Луганськ. Якщо вибирати, у якому з цих

міст розташувати елеватор, то, виходячи з принципу мінімуму витрат, вирішуємо, що краще розмістити елеватор у Херсоні, оскільки, при цьому доведеться перевозити 0.25 млн т зерна. Якщо ж розташувати елеватор у Луганську, то доведеться перевозити 0.30 млн т зерна. Міста Херсон і Луганськ повинні належати до різних кластерів.

Таблиця 2.15

Відстані між обласними центрами (км) – «синій» кластер

№ з/п	Обласні центри	Херсон	Миколаїв	Одеса	Кіровоград
1	Херсон	0	51	171	225
2	Миколаїв	51	0	120	174
3	Одеса	171	120	0	294
4	Кіровоград	225	174	294	0
Дефіцит елеваторних потужностей (млн т)		0.3	0.1	0.1	0.7
Витрати на перевезення (млн грн)		179.7	149.1	269.1	114.3
Радіус області (км)		47.6	44.2	51.5	44.2
Обсяг внутрішньо обласних перевезень (млн т)		14.28	4.42	5.15	30.94
Уточнені витрати на перевезення (млн грн)		193.98	153.52	274.25	**145.24**

Джерело: складено та розраховано автором згідно [125; 158]

Для визначення приналежності до одного із започаткованих вище кластерів, слід порівняти зважені відстані від даних двох міст до Донецька та Кіровограда. Із табл. 2.14 можна побачити, що Луганськ є «ближчим» до Донецька і, отже, він належить до «червоного» кластера. Херсон є «ближчим» до Кіровограда і належить до «синього» кластера.

Наступним по величині у порядку спадання буде елемент матриці V, який відповідає маршруту Харків – Кіровоград. Оскільки Кіровоград належить до «синього» кластера, то Харків повинен належати до «червоного» кластера. Продовжуючи описані міркування, отримуємо остаточне розбиття у такому вигляді: «синій» кластер утворюють Херсон, Миколаїв, Одеса, Кіровоград (табл. 2.15); «червоний» кластер утворюють Донецьк, Луганськ, Запоріжжя, Дніпропетровськ, Харків (табл. 2.16).

Для визначення центрів кластерів виконуємо розрахунки за співвідношенням (2.32) для обох утворених кластерів.

Таблиця 2.16

Відстані між обласними центрами (км) – «червоний» кластер

№ з/п	Обласні центри	Запоріжжя	Донецьк	Луганськ	Харків	Дніпро-петровськ
1	Запоріжжя	0	217	365	287	81
2	Донецьк	217	0	148	335	252
3	Луганськ	365	148	0	333	394
4	Харків	287	335	333	0	213
5	Дніпропетровськ	81	252	394	213	0
Дефіцит елеваторних потужностей (млн т)		0.5	0.7	0.25	0.45	0.5
Витрати на перевезення (млн грн)		412.8	422.25	632.95	567.75	411.25
Радіус області (км)		46.5	45.9	46.1	50	50.4
Обсяг нутрішньообласних перевезень (млн т)		23.25	32.13	11.53	22.5	25.2
Уточнені витрати на перевезення (млн грн)		436.05	454.38	644.48	590.25	436.45

Джерело: складено та розраховано автором згідно [125; 158]

У нижніх рядках таблиць 2.15 та 2.16 наведено значення виразів (2.32) для всіх областей відповідних кластерів. Аналіз таблиць 2.15 – 2.16 показує, що сумарні витрати на перевезення зерна у випадку побудови елеваторних комплексів у Кіровограді (центр «синього» кластеру) і Запоріжжі (центр «червоного» кластеру) становитимуть 145.24 + 436.05 = 581.29 млн грн (рис. 2.13.). Це у 1.41 рази менше від вартості перевезень у випадку побудови одного елеваторного комплексу. Але для оцінювання загального економічного ефекту слід порівняти витрати на побудову одного елеваторного комплексу у Запоріжжі та двох елеваторних комплексів у Кіровограді та Запоріжжі.

Рис. 2.13. Географічне відображення розбиття степового регіону на два кластери

Джерело: розраховано та побудовано автором за методикою, описаною в [44]

Аналогічно можна поставити і розв’язати задачі про розміщення більшої кількості елеваторних комплексів у вибраному регіоні. Для розбиття регіону на 3 кластери вибираємо той з отриманих вище двох кластерів, для якого функція вартості перевезень є більшою (табл. 2.16), і розбиваємо його на два підкластери за описаним вище алгоритмом.

Таблиця 2.17

Відстані між обласними центрами (км)

№ з/п	Обласні центри	Запоріжжя	Донецьк	Луганськ
1	Запоріжжя	0	217	365
2	Донецьк	217	0	148
3	Луганськ	365	148	0
Дефіцит елеваторних потужностей (млн т)		0.5	0.7	0.25
Витрати на перевезення (млн грн)		243.15	145.5	286.1
Обсяг внутрішньообласних перевезень (млн т)		23.25	32.13	11.525
Уточнені витрати на перевезення (млн грн)		266.4	177.63	297.63

Джерело: складено та розраховано автором згідно [125; 158]

У результаті визначаються такі місця побудови трьох елеваторних комплексів: Кіровоград, Дніпропетровськ і Донецьк (рис. 2.14.). Сумарні витрати на перевезення зерна у даному випадку становитимуть 145.24+121.05+177.63=443.92 млн грн (табл. 2.17 – 2.18).

Рис. 2.14. Географічне відображення розбиття степового регіону на три кластери

Джерело: розраховано та побудовано автором за методикою, описаною в [44]

Аналогічно здійснюється розбиття на 4, 5 і більше кластерів. Розбиття припиняється тоді, коли для всіх кластерів буде виконана деяка, наперед задана, умова, наприклад $\sum_{i=1}^{n} d_{ij} x_i < f_0$.

Таблиця 2.18

Відстані між обласними центрами (км)

№ з/п	Обласні центри	Харків	Дніпропетровськ
4	Харків	0	213
5	Дніпропетровськ	213	0
Дефіцит елеваторних потужностей (млн т)		0.45	0.5
Витрати на перевезення (млн. грн)		106.5	95.85
Обсяг внутрішньообласних перевезень (млн т)		22.5	25.2
Уточнені витрати на перевезення (млн грн)		129	121.05

Джерело: складено та розраховано автором згідно [125; 158]

Таким чином, нами отримано уточнені витрати на перевезення зерна для випадків розбиття степової зони України на 1, 2 та 3 кластери (табл. 2.19). Ці витрати на 31% менші від витрат перевезення у випадку побудови двох елеваторних комплексів і на 54% менші від витрат перевезення для випадку побудови одного елеватора.

Таблиця 2.19

Аналіз уточнених витрат на перевезення зерна

	Центр кластеру	Уточнені витрати на перевезення зерна (млн грн)
I кластер	Запоріжжя	820.7
II кластери	Запоріжжя	581.29
	Кіровоград	
III кластери	Кіровоград	443.92
	Донецьк	
	Дніпропетровськ	

Джерело: розраховано автором

Потребує відповіді питання: чи не вплинуло на точність розв’язку прийнята нами гіпотеза про перевезення зерна між обласними центрами. Оцінимо похибку, пов’язану із цим припущенням. Розглянемо геометричну модель сусідніх областей у вигляді дотичних кругів з радіусами R_i та R_j (рис. 2.15.).

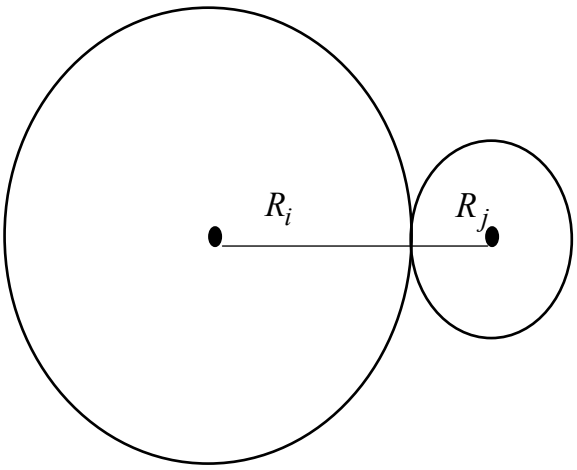

Рис. 2.15. Геометрична модель сусідніх областей

Джерело: побудовано автором

Якщо елеватор розміщений у i-му обласному центрі, то середнє значення відстані, яку долають автомобілі від довільної точки j-ої області до i-го обласного центру можна оцінити виразом

$$\overline{d_{ij}} = d_{ij} + 4R_j / 3\pi \,. \qquad (2.35)$$

Тепер можна знайти уточнений розв’язок задачі з використанням несиметричної матриці усереднених відстаней (2.35). Але, оскільки значення модельних радіусів R_i для областей України є близькими, то поправка (2.35) вплине на отриманий раніше розв’язок задачі незначним чином.

2.4. Моделювання взаємодії зернової та м'ясо-молочної підсистем аграрного господарства

Україна є аграрною країною, в якій аграрний сектор забезпечує понад 40% валютних надходжень. Тому особливо актуальним є підтримання стійкості функціонування підприємств аграрного сектору. Багаторічний досвід ведення сільського господарства в Україні дає змогу стверджувати, що аграрне господарство є економічно стійким при наявності у його складі як рослинницької, так і тваринницької підсистем. Здійснюючи взаємовигідний обмін ресурсами, ці підсистеми створюють синергетичний ефект, який забезпечує стійкість та зростання економічної ефективності такого комплексного аграрного господарства. Тваринницька галузь є залежною від рослинництва, оскільки ефективність її роботи багато в чому визначається станом кормової бази. З іншого боку, тваринництво забезпечує постачання у рослинницьку галузь органічних добрив, які є необхідною умовою підтримання родючості ґрунтів. Високий рівень врожайності культур та інтенсивності землеробства служить підґрунтям збільшення виробництва

тваринницької продукції в господарстві. Із загальної кількості продукції рослинництва, отриманої на полях і природних угіддях, приблизно 75% не може бути безпосередньо використано для харчування людини. Цю частину врожаю можна перетворити на повноцінну продукцію, тільки використовуючи як корм для тварин, або ж як удобрення для ґрунту.

Основною метою соціально-економічної політики будь-якої країни є забезпечення стійкості економічної діяльності. Кожна економічна система діє в умовах невизначеності зовнішнього середовища. Стабільності існування та розвитку промислових підприємств та галузей народного господарства загрожують наявна фінансово-політична нестабільність, жорстка конкуренція тощо. У середовищі виникають різнопланові збурення, які викликають відхилення системи від рівноважного стану. Важливою задачею української економіки є підтримання стійкості функціонування підприємств аграрного сектору.

Рівень рентабельності рослинницької галузі Рівненської галузі стабільно зростає на протязі останнього десятиріччя. Рентабельність тваринницької галузі помітно виросла в останні два роки, досягнувши рівня 10%.

Розглянемо аграрне підприємство як систему, основними об’єктами якої є підсистеми рослинництва і тваринництва (рис. 2.16.). Система рослинництва розвивається завдяки власним доходам та надходженням від тваринницької галузі у вигляді безкоштовних органічних добрив.

Рис. 2.16. Схема діяльності рослинницько-тваринницького аграрного підприємства

Джерело: побудовано автором

Для отримання високих врожаїв потрібно підтримувати у ґрунті необхідний баланс гумусу. Ґрунт без органічних речовин виснажується, врожаї зменшуються. Втрата 0.1% гумусу в ґрунті зменшує врожайність зерна на 0.5 ц/га [173]. Для повного відтворення запасів гумусу слід приорювати на гектар ріллі по 10–12 т органіки. У Рівненській області поступово зростає обсяг внесених органічних добрив під посіви сільськогосподарських культур (з 0.7 т/га в 2013 році до 1.1 т/га в 2016 році), але ця кількість далека від потрібної. Раніше підтримка цього балансу покладалася на вітчизняне тваринництво. Проте поголів'я худоби в Україні швидко скорочується, що підтверджується даними [125]: на 15 липня 2017 року у країні нараховувалося 3682.3 тис. голів великої рогатої худоби, що менше за показники на аналогічну дату 2016 року на 1.8%, а за 2 роки поголів'я зменшилося на 5.2%. Кількість корів в Україні теж зменшується. Так, станом на 1 липня 2017 року нараховувалося 2108.9 тис. голів, що менше за показники на аналогічну дату 2016 року на 2.7%, в порівнянні ж з аналогічним показником 2015 року поголів'я зменшилося на 6.8%. Найбільше скорочення спостерігається в Донецькій (-10%), Львівській (-6.5%), Луганській та Черкаській (-6%) областях. Причина цього явища полягає в нерентабельності вирощування худоби через низькі ціни на молоко. Щодо Рівненської області, можна сказати, що темпи зниження кількості корів дещо уповільнилися (-11% у 2015 р., -7% у 2016 р. та -2% у 2017 р.).

Система тваринництва розвивається завдяки власним доходам та надходженням від рослинницької галузі у вигляді безкоштовних кормів. Надходження кормів у тваринницьку підсистему має подвійний ефект. По-перше, це дає змогу не витрачати додаткові кошти на закупівлю кормів. По-друге, збільшення продукції рослинництва веде до збільшення надоїв молока, що є вторинним економічним ефектом позитивного впливу рослинницької галузі.

Побудуємо математичну модель описаної вище аграрної системи та проведемо дослідження її на стійкість. При побудові моделі будемо

опиратися на статистичні дані аграрного виробництва в Рівненській області. Одним з провідних аграрних підприємств Рівненської області, які поєднують рослинницьку і тваринницьку галузі, є ТОВ СГП «Імені Воловікова». Підприємство є одним із основних виробників молока в Західному регіоні України. Разом з надсучасним тваринницьким комплексом, де утримують біля 2000 корів, підприємство також займається вирощуванням зернових, технічних культур та овочів, та є одним з найбільших платників податків в бюджет області.

Для побудови математичної моделі економічної діяльності підприємства введемо умовні позначення:

x_1 – економічний ефект (прибуток) рослинницької підсистеми (млн грн);

x_2 – економічний ефект (прибуток) тваринницької підсистеми (млн грн).

Згідно з даними [125], за 2016 рік середня закупівельна ціна зерна становить 3250 грн/т, середня врожайність зернових – 4 т/га. При посівній площі господарства 5500 га очікуваний дохід складе

$$3250 \text{ x } 4 \text{ x } 5500 = 71.5 \text{ (млн грн).}$$

Середня рентабельність зернової галузі становить 30%. Але, прибуток у цій галузі ділиться між виробником, трейдером та логістичними структурами. Тому «чиста» рентабельність виробника буде дещо нижчою від офіційних показників. У наших дослідженнях ми будемо приймати рівень рентабельності виробника зерна на рівні 15%. Очікуваний прибуток складе

$$71.5*0.15 / (1 + 0.15) = 9.33 \text{ (млн грн)}$$

Середня закупівельна ціна молока становить 6.28 грн/кг, середній річний удій – 4000 кг [125]. Тоді для господарства на 1800 голів річний дохід складе

$$6.28 \text{ x } 4000 \text{ x } 1800 = 45.22 \text{ (млн грн)}$$

З врахуванням середньої рентабельності тваринницької галузі 10% очікуваний річний прибуток становитиме

$$45.22*0.1 / (1 + 0.1) = 4.11 \text{ (млн грн)}$$

Умовою ефективного господарювання є виділення частини щорічного прибутку на підтримання та розширення виробництва. При побудові моделі вважається, що рослинницька підсистема виділяє 10% від свого прибутку на свою підтримку та розширення; тваринницька підсистема виділяє 30% від свого прибутку на свою підтримку та розширення.

Представимо економічний ріст рослинницької підсистеми у вигляді доданка kx_1 (описує ефект самофінансування) та доданка bx_1x_2 (описує ефект внесення органіки). Значення коефіцієнтів приймемо рівними $k = 0.10; b = 0.10$. Значення останнього коефіцієнта відображає той факт, що отриманої органіки не вистачає для удобрення всіх посівних площ.

Водночас слід врахувати ефект виснаження сільськогосподарських земель. Високий врожай виснажує ґрунт і, при недостатньому внесенні органічних та мінеральних добрив, врожай наступного року дещо знижується. Опишемо цей ефект, який за оцінками експертів може досягати 25%, за допомогою доданка $-\bar{a}x_1$ ($\bar{a} = 0.25$).

Економічний ріст тваринницької підсистеми, який визначається самоінвестуванням, представимо за допомогою доданка cx_2 ($c = 0.30$). Частина продукції тваринницької підсистеми переходить до рослинницької підсистеми у вигляді органічних добрив. Логічно вважати, що дана частина збільшується пропорційно до кількості тварин та обсягу рослинницького виробництва. Представимо цю частину у вигляді доданка $-dx_1x_2$ ($d = 0.088$). Значення коефіцієнта було визначено з умови динамічної рівноваги системи «рослинництво – тваринництво».

Таким чином, взаємодію двох основних компонентів схеми, зображеної на рис. 2.16., можна представити у вигляді системи двох диференціальних рівнянь

$$\begin{cases} \dfrac{dx_1}{dt} = kx_1 - \bar{a}x_1 + bx_1x_2; \\ \dfrac{dx_2}{dt} = cx_2 - dx_1x_2. \end{cases} \qquad (2.36)$$

Якщо ввести позначення $a = \bar{a} - k$, то систему (2.36) можна буде представити у вигляді

$$\begin{cases} \dfrac{dx_1}{dt} = -ax_1 + bx_1x_2; \\ \dfrac{dx_2}{dt} = cx_2 - dx_1x_2. \end{cases} \tag{2.37}$$

Всі коефіцієнти системи (2.37) a,b,c,d є додатними.

Система (2.37) є еволюційною математичною моделлю синергетичної взаємодії двох об’єктів [33; 63]. Система має стаціонарну точку

$$x_{1c} = c/d; \quad x_{2c} = a/b. \tag{2.38}$$

Для розв'язування системи рівнянь (2.38) використаємо метод Рунге-Кутта четвертого порядку [15]. Аналіз розв’язку (рис. 2.17.) показує, що прибуток рослинницької та тваринницької підсистем буде циклічно змінюватися з періодом близько 30 років, злегка відхиляючись від своїх стаціонарних значень $x_1 = 9.33$, $x_2 = 4.11$.

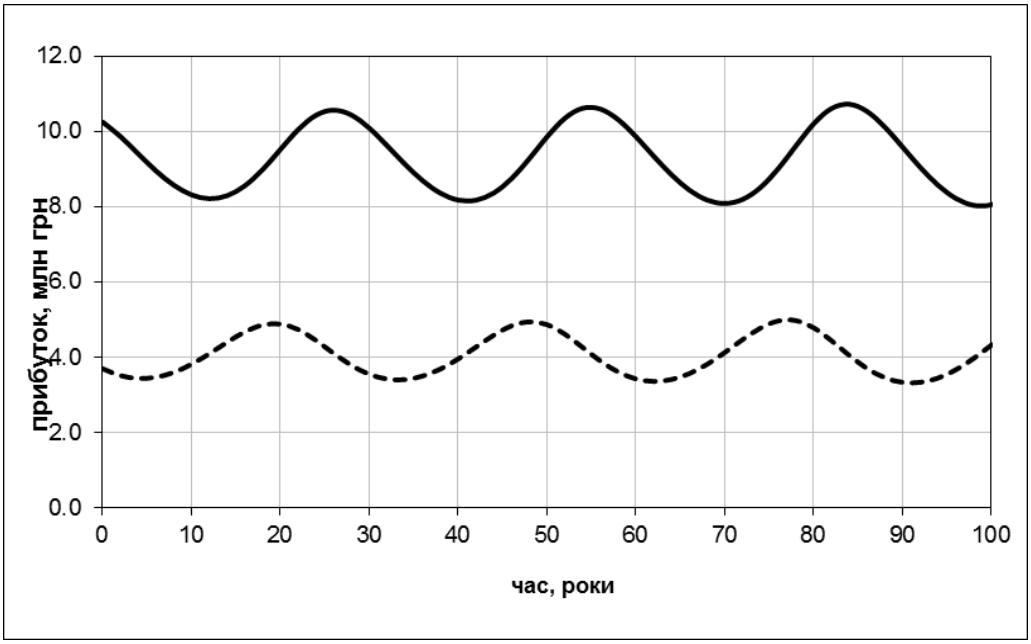

Рис. 2.17. Динаміка прибутку тваринницької (штрихова лінія) та рослинницької (суцільна лінія) підсистем

Джерело: розраховано та побудовано автором

Оскільки побудована нами модель є аналогом системи «хижак-жертва», вона є нестійкою [33; 105]. Фазовий портрет системи (рис. 2.18.) підтверджує цей висновок (розбіжність фазової траєкторії). Причина нестійкості моделі (2.37) може полягати в недостатньо точному врахуванні впливу постачання кормів на систему тваринництва. Постачання кормів не лише покращує фінансове становище тваринницької підсистеми (економія ресурсів), але й підвищує її продуктивність збільшуючи надої молока.

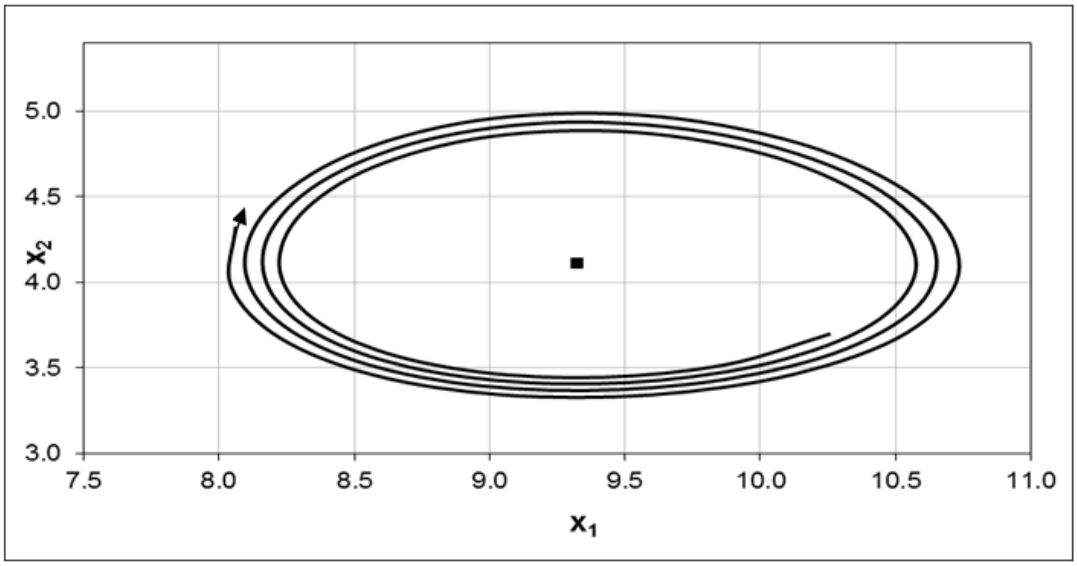

Рис. 2.18. Фазовий портрет системи рослинницько-тваринницького аграрного комплексу

Джерело: розраховано та побудовано автором

Для врахування цього додаткового ефекту додамо до правої частини другого рівняння системи (2.37) доданок $+ex_1$. Коефіцієнт e є додатнім. Тоді отримаємо математичну модель такого вигляду

$$\begin{cases} \dfrac{dx_1}{dt} = -ax_1 + bx_1x_2; \\ \dfrac{dx_2}{dt} = cx_2 + ex_1 - dx_1x_2. \end{cases} \tag{2.39}$$

У моделі (2.39) значення коефіцієнтів a,b,c є такими ж, як і в моделі (2.37). Для інших коефіцієнтів приймаємо $d = 0.10$; $e = 0.018$. Система (2.39) має дві стаціонарні точки. Розв’язок, який має економічний зміст, буде таким

$$\begin{cases} x_{10} = \dfrac{ac}{ad - be}, \\ x_{20} = \dfrac{a}{b}. \end{cases} \tag{2.40}$$

Для того, щоб точка мала економічний зміст, необхідно виконання умови

$$ad > be. \tag{2.41}$$

Для побудови лінеаризованої системи обчислимо матрицю частинних похідних вихідної системи в точці (x_{10}, x_{20}).

$$\frac{\partial f_1}{\partial x_1} = -a + bx_2; \frac{\partial f_1}{\partial x_2} = bx_1; \frac{\partial f_2}{\partial x_1} = e - dx_2; \frac{\partial f_2}{\partial x_2} = c - dx_1. \tag{2.42}$$

Для знаходження власних чисел лінеаризованої системи розв’язуємо характеристичне квадратне рівняння

$$\begin{vmatrix} -a + bx_2 - \lambda & bx_1 \\ e - dx_2 & c - dx_1 - \lambda \end{vmatrix} = 0. \tag{2.43}$$

Враховуючи співвідношення (2.40), отримуємо рівняння у вигляді

$$\lambda^2 + \lambda \frac{bce}{ad - be} + ac = 0. \tag{2.44}$$

Для стійкості системи, яка описується характеристичним рівнянням (2.44), необхідно виконання таких умов [105]

$$S = a_{11} + a_{22} < 0; \quad D = a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21} > 0, \tag{2.45}$$

де $a_{11} = -a + bx_2 - \lambda$,
$a_{12} = bx_1$,
$a_{21} = e - dx_2$,
$a_{22} = c - dx_1 - \lambda$.

Враховуючи (2.43), ці умови запишуться так:

$$\frac{bce}{ad-be} > 0; \quad ac > 0. \tag{2.46}$$

Оскільки згідно з (2.41) маємо $ad > be$ і, крім того, всі коефіцієнти моделі a,b,c,d,e є додатними, то обидві умови (2.46) виконуються. Отже, побудована модель є стійкою. Графічну ілюстрацію розв'язку системи (2.39) наведено на рис. 2.19.

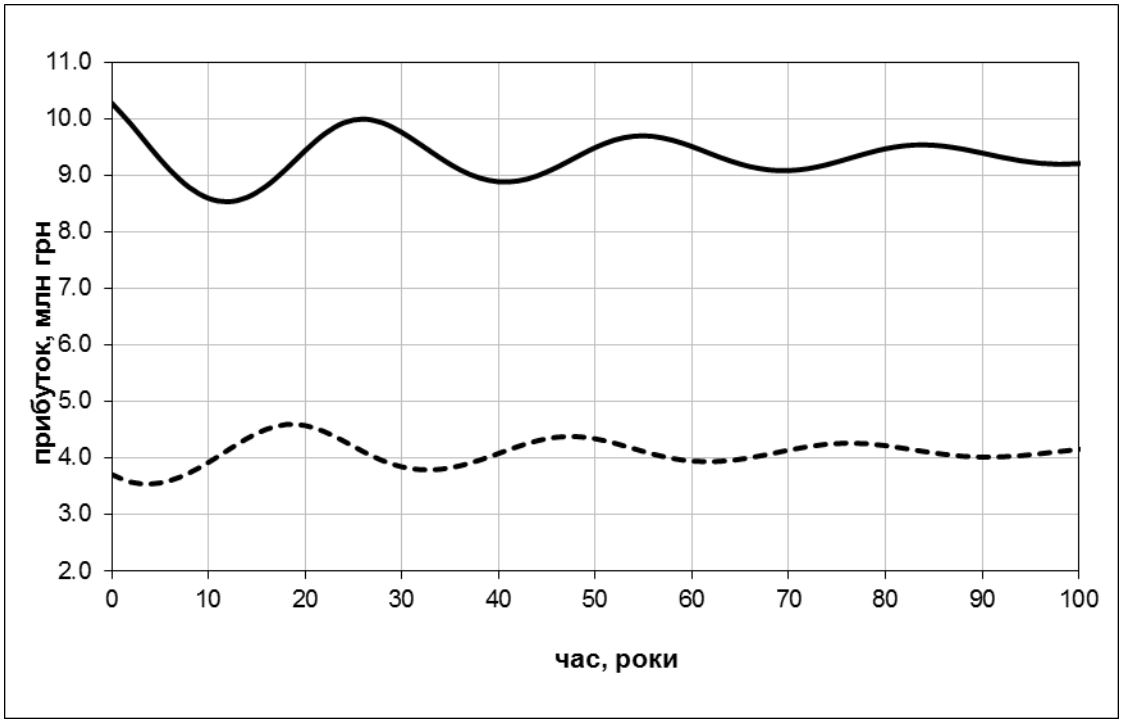

Рис. 2.19. Зміна з часом економічного потенціалу тваринницької (штрихова лінія) та рослинницької (суцільна лінія) підсистем

Джерело: розраховано та побудовано автором

Фазовий портрет системи (2.39) зображено на рис. 2.20. Отриманий розв'язок відноситься до типу «стійкий фокус» – фазова траєкторія збігається до стаціонарної точки. Обидва графіки підтверджують стабілізацію системи з бігом часу. Таким чином, врахувавши позитивний ефект впливу рослинницької підсистеми на розвиток тваринництва, нами побудовано математичну модель взаємодії рослинницької та тваринницької підсистем, яка є стійкою.

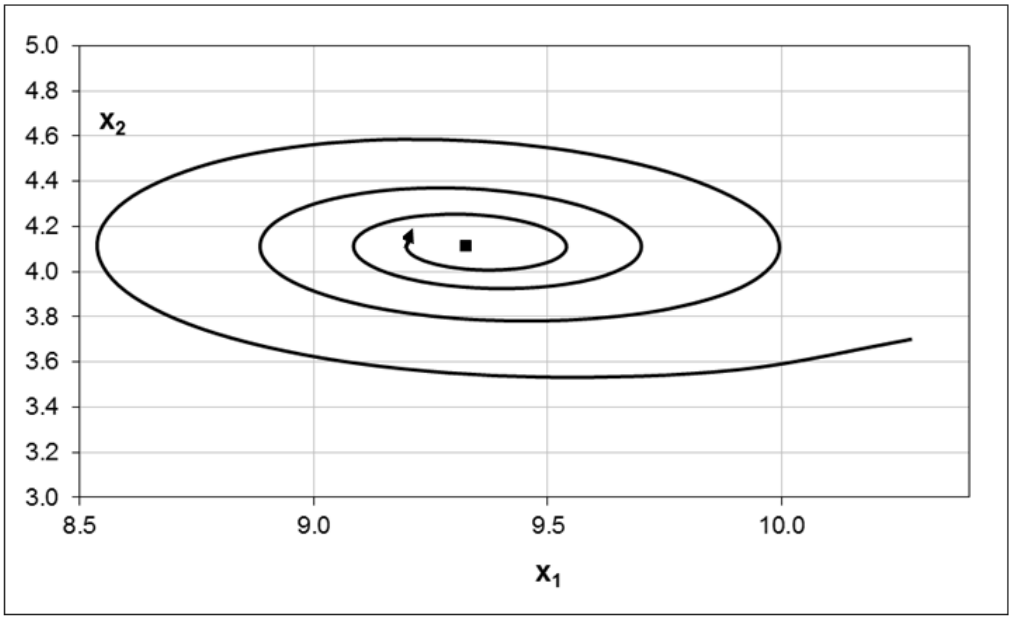

Рис. 2.20. Фазовий портрет взаємодії рослинницької та тваринницької підсистем аграрного комплексу

Джерело: розраховано та побудовано автором

Аналіз отриманих результатів дає змогу підтвердити гіпотезу про позитивну синергетичну взаємодію рослинницької та тваринницької галузей аграрного господарства та про необхідність їх комплексного розвитку.

Висновки до розділу 2

1. У розділі виконано аналіз чинників, що визначають рентабельність зерновиробництва в Україні. Нами запропоновано два підходи до оцінювання рентабельності зерновиробництва. Кореляційно-регресійний аналіз дав змогу зробити висновок про вирішальний вплив на формування рентабельності чинника валового збору зернових в розрахунку за два останніх роки. Іншим важливим чинником формування значення рентабельності є ціна пшениці на світових ринках. Виявлено також залежність рентабельності від внутрішньої ціни зерна та витрат зерновиробництва. Ці чинники було покладено в основу моделі множинної лінійної регресії для рентабельності зерновиробництва.

2. Урахування впливу передісторії виробничого процесу було покладено в основу авторегресійної моделі другого порядку, що дало змогу ефективно застосувати побудовану модель для прогнозування рентабельності зерновиробництва на наступний період.

3. Враховуючи кореляційний характер дії чинників впливу на рентабельність, є доцільним моделювання змін рентабельності засобами нечіткої логіки. Перевагою цього підходу є можливість врахування нечіткість вхідної інформації та нелінійний характер впливу чинників.

4. Результати прогнозування рентабельності зерновиробництва, отримані з використанням різних моделей, характеризуються хорошою точністю та є близькими між собою. Побудовані моделі дають змогу виконувати прогнозне оцінювання рентабельності з горизонтом упередження 1 рік. Такі прогнози відіграють важливе значення для планування структури посівів, прийняття інвестиційно-управлінських рішень у зерновиробництві та для прогнозного оцінювання динаміки рівня інфляції в Україні.

5. У роботі виконано порівняльний аналіз витрат на виробництва зерна в різних регіонах України. Введено поняття регіонального коефіцієнта витрат, який є співвідношенням витрат на виробництво зерна в регіоні до середніх витрат по Україні. При постійних кліматичних умовах і при постійному рівні цін на зерно для різних регіонів коефіцієнти витрат на виробництво зерна не повинні змінюватися за різні роки спостереження. Проте аналіз статистичних даних показує, що ці коефіцієнти змінюються з року в рік. Це є наслідком випадкових змін кліматичних умов та співвідношення закупівельних цін. Для прогнозного оцінювання рентабельності виробництва зерна в регіоні необхідно знати середнє значення регіонального коефіцієнта витрат, що відображає вплив незмінного комплексу кліматичних умов. Для цього проведено усереднення по часу регіональних коефіцієнтів витрат за допомогою шести різних методів. Кращу модель, шо рекомендована для практичного використання, було підібрано за критеріями мінімальної похибки та незміщених статистичних оцінок.

Виконані дослідження показали, що витрати на виробництво зерна в східних регіонах нижчі, ніж у західних. Причиною цього є сприятливі кліматичні умови та менш подрібнена структура посівних площ. Найвищий рівень витрат на виробництво зерна спостерігається у центральних областях України. Урахування витрат на вирощування зернових в різних регіонах при плануванні структури посівів є одним з інструментів підвищення економічної ефективності зернової галузі України. Запропоновано математичні моделі для зменшення загального рівня витрат на виробництво зерна та підвищення загального рівня рентабельності.

6. Ще одним інструментом підвищення ефективності зернової галузі є оптимальне планування розміщення зерносховищ та елеваторів. У країні спостерігається гостра нестача зерносховищ. Проведений авторський аналіз показав, що для підвищення зернового експортного потенціалу України необхідно добудувати елеваторні комплекси загальною потужністю 3.6 млн т зерна у степовому регіоні України, найбільш наближеному до портів. У дисертаційній роботі розроблено модель, яка дає змогу встановити оптимальну конфігурацію зерносховищ, що дозволяє мінімізувати витрати на перевезення зерна. З використанням оптимізаційної моделі було розв’язано задачі про оптимальну локалізацію для випадків 1-го, 2-х та 3-х елеваторних комплексів. Зменшення загальних транспортних витрат на перевезення зерна є інструментом підвищення економічної ефективності зерновиробництва.

7. Однією з проблем системи зерновиробництва є зниження якості ґрунту і, зокрема, зниження вмісту гумусу у ґрунті. Важливою умовою стабілізації виробництва зерна є забезпечення рослинництва добривами, в тому числі органічними. Для цього необхідна взаємодія рослинницької та тваринницької галузей. Для визначення умов стійкості системи аграрного комплексу, який поєднує рослинницьку та тваринницьку підсистеми, в дисертаційній роботі було побудовано нелінійну динамічну модель взаємодії даних підсистем. При коректному врахуванні всіх взаємодій та правильному виборі початкових умов, які відображають відповідні фінансові потоки,

система буде стійкою і забезпечуватиме стійкий дохід для всього комплексу. Автором показано, що врахування додаткового ефекту постачання кормів для підвищення надоїв забезпечує стабільність системи. Проведені дослідження підтверджують тезу про те, що аграрне господарство отримує необхідну стійкість лише при синергічній взаємодії рослинницької та тваринницької підсистем. При ефективному плануванні та при підтримці держави взаємодія рослинництва і тваринництва може стати запорукою стабільного розвитку обох галузей.

Основні результати розділу 2 опубліковано у наукових працях автора [12; 47; 48; 49; 50; 51; 53; 54; 56; 194].

РОЗДІЛ 3
ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ ЗЕРНОВОЇ ГАЛУЗІ З УРАХУВАННЯМ РИЗИКІВ

3.1. Методологія оцінювання ризику зерновиробництва

Рентабельність зерновиробництва, як вже було сказано вище, є основним показником, що характеризує економічну ефективність зернової галузі. Цей показник відрізняється мінливістю та схильний до циклічних коливань. За період з 2011–2016 рр. середній рівень рентабельності виробництва зерна в Україні склав 24.87%. Геопросторовий розподіл регіональної рентабельності зображено на рис. 3.1.

До групи з високим рівнем рентабельності можна віднести області центрального регіону (Кіровоградська, Київська, Полтавська, Сумська та Черкаська) і Волинську область. Низька рентабельність спостерігається у Донецькій, Закарпатській, Львівській та Чернігівській областях. Рентабельність зерновиробництва у решті областей України тримається на середньому рівні.

Виконаємо оцінювання погодно-кліматичного та економічного ризиків для системи зерновиробництва Рівненської області.

Рівненська область є інвестиційно привабливим регіоном України завдяки своєму географічно вигідному розташуванню. Виробництво зерна у Рівненській області за останні 10 років збільшилося у 2.5 рази (від 500 тис. т до 1.3 млн т). Це стало можливим як завдяки змінам клімату (потепління, зменшення кількості опадів), так і завдяки впровадженню нових технологій та сортів зерна, максимально адаптованих до місцевих умов. Рівненська

область за поданою класифікацією (рис. 3.1.) відноситься до областей із середнім рівнем рентабельності виробництва зерна.

Рис. 3.1. Рентабельність зерновиробництва у регіонах України (середня за період 2011 – 2016 рр.)

Джерело: побудовано автором за даними [125]

Специфічною особливістю Рівненської області є те, що значна частина території області покрита лісами та болотами, а отже є непридатною для вирощування зернових, технічних та кормових культур. Тому для Рівненської області є актуальною задача оптимального розподілу посівних площ зернових культур між районами області з врахуванням умов вирощування, потреб ринку, економічної ефективності зерновиробництва та властивих йому ризиків.

Оцінювання погодно-кліматичного ризику. Для оцінювання річної величини погодно-кліматичного ризику ми пропонуємо використати відношення втрати посівної площі j-ого району внаслідок несприятливих умов впродовж i-го періоду вегетації до її початкового значення

$$V_{kij} = \frac{S_{0ij} - S_{1ij}}{S_{0ij}} * 100\%, \qquad (3.1)$$

де V_k – погодно-кліматичний ризик,

S_0 – засіяна площа,

S_1 – зібрана площа,

i – номер року.

Структуру посівних площ основних культур аграрного сектора Рівненщини подано на рис. 3.2. Основними сільськогосподарськими культурами Рівненської області є зернові та зернобобові культури (57% посівних площ), технічні культури (37%), а також картопля, овочі та кормові культури (6%).

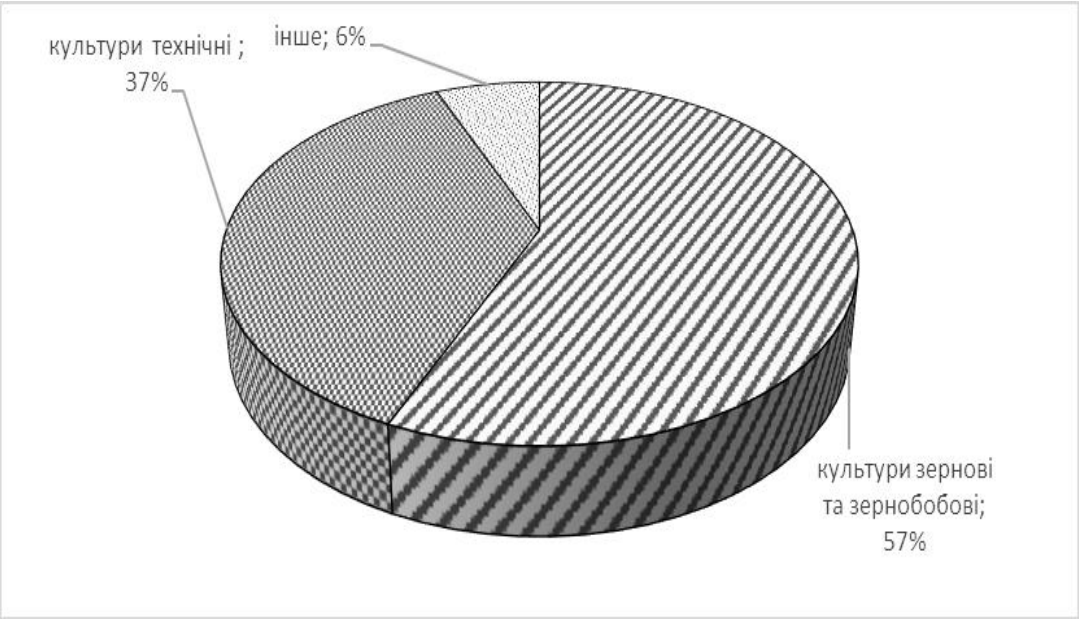

Рис. 3.2. Структура посівних площ у Рівненській області у 2016 році

Джерело: побудовано автором за даними [124]

Сприятливі умови для вирощування зернових культур спостерігаються лише у південних та центральних районах Рівненської області, оскільки ґрунти північної частини є дуже бідними (рис. 3.3.).

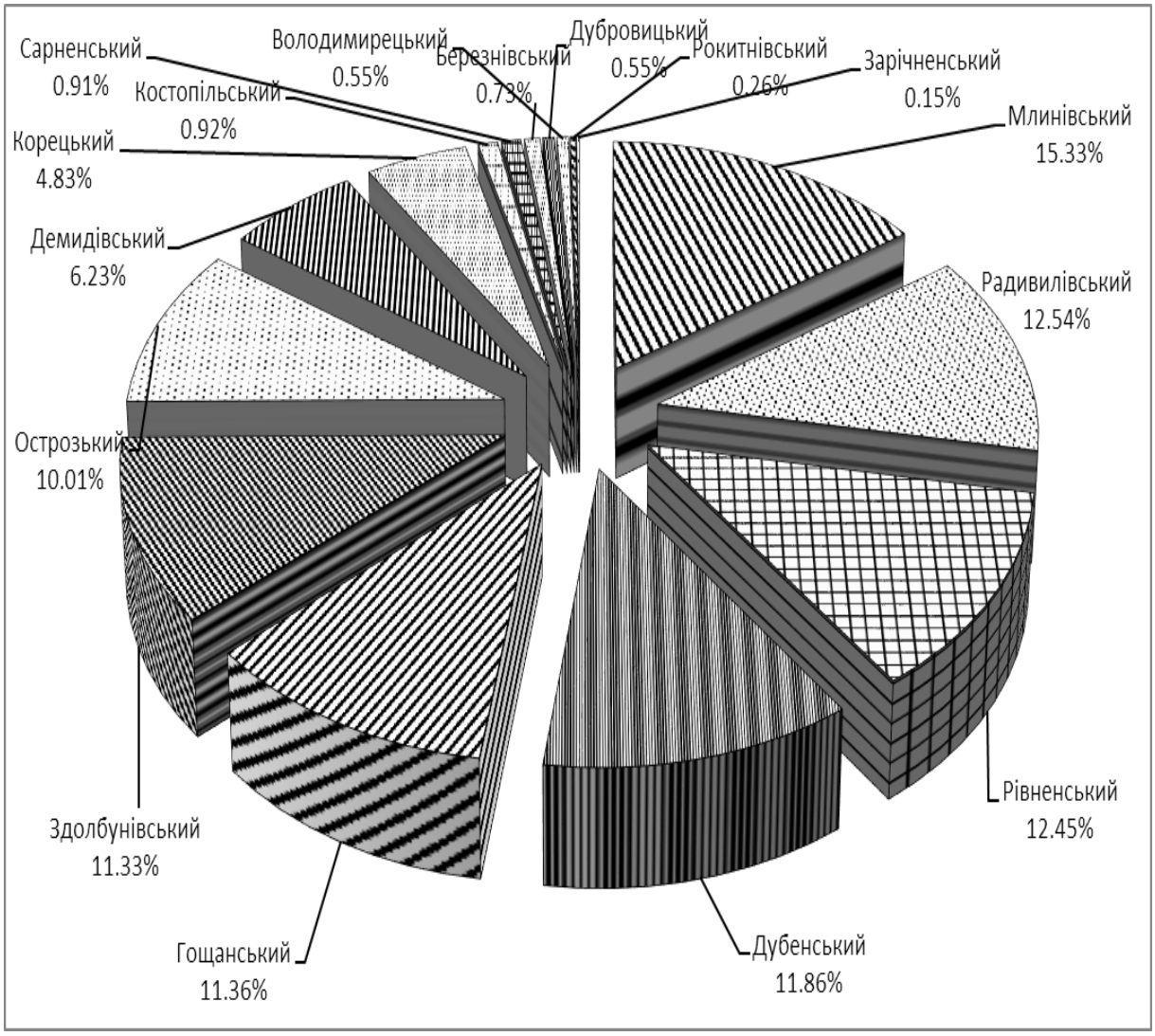

Рис. 3.3. Валові збори зернових культур по районах Рівненської області (усереднені за період 2005-2016 рр.)

Джерело: побудовано автором згідно [124]

Головними елементами системи виробництва зерна є посівні площі, засіяні тими чи іншими зерновими культурами. Враховуючи обмеженість земельних ресурсів, підвищення ефективності виробництва в основному необхідно забезпечити шляхом перерозподілу наявних посівних площ. Такий перерозподіл повинен бути обґрунтованим шляхом оптимізаційного

економіко-математичного моделювання. Для оптимізації структури зерновиробництва було обрано 8 районів Рівненської області, в яких спостерігаються найбільш високі валові збори зерна (рис. 3.4.).

Рис. 3.4. Райони Рівненської області з найбільш високими валовими зборами зерна (виділено сірим фоном)

Джерело: побудовано автором згідно [124]

Необхідні для розрахунку величини погодно-кліматичного ризику статистичні дані щодо обсягу засіяних та зібраних площ у

сільськогосподарських підприємствах 8 районів Рівненської області за період 2000–2016 рр. подано в таблицях 3.1, 3.2.

Середні значення рівня погодно-кліматичного ризику зерновиробництва для різних районів, розраховані у роботі з використанням наявних статистичних даних за 2000–2016 рр. на підставі співвідношення (3.1), наведені у табл. 3.3.

Таблиця 3.1

Посівні площі зернових в районах Рівненської області, тис. га (2000–2016 рр.)

Район / Рік	Гощанський	Демидівський	Дубенський	Здолбунівський	Млинівський	Острозький	Радивилівський	Рівненський
2000	19.78	12.59	29.63	16.66	25.72	17.49	22.09	27.80
2001	21.15	12.96	31.58	17.28	33.89	17.18	25.14	30.70
2002	19.71	11.21	27.70	15.55	28.85	18.28	21.01	31.19
2003	16.44	9.48	22.95	13.12	25.11	13.89	16.51	24.32
2004	21.76	10.66	26.50	14.72	31.36	14.12	21.13	29.63
2005	24.77	11.24	26.05	14.37	29.55	16.66	22.38	29.99
2006	21.76	10.73	24.38	15.81	28.94	17.07	21.05	27.10
2007	22.29	11.87	24.05	14.35	28.59	15.76	20.81	27.26
2008	21.87	13.39	28.47	15.41	29.29	16.54	27.07	30.94
2009	18.67	13.94	28.55	15.68	31.12	16.77	24.89	26.82
2010	19.85	13.66	25.60	16.28	30.36	15.99	24.19	27.29
2011	20.30	14.06	28.56	16.97	31.46	14.47	23.04	27.27
2012	21.83	13.07	30.89	19.38	30.64	15.43	26.22	30.37
2013	23.34	15.18	32.71	20.40	33.75	18.55	23.58	31.66
2014	21.25	14.38	28.49	22.53	30.62	20.14	23.03	28.21
2015	19.31	14.54	31.66	19.25	29.38	16.96	20.80	25.75
2016	16.45	7.28	15.19	15.46	20.40	11.73	19.58	22.57

Джерело: згідно [124]

Згідно виконаних розрахунків (табл. 3.3) найбільш високий рівень погодно-кліматичного ризику зерновиробництва в зерносіючих районах Рівненській області спостерігається у Демидівському районі (5.66%), найменший – у Дубенському районі (2.96%).

Таблиця 3.2

Зібрані площі зернових в районах Рівненської області, тис. га (2000–2016 рр.)

Район / Рік	Гощанський	Демидівський	Дубенський	Здолбунівський	Млинівський	Острозький	Радивилівський	Рівненський
2000	17.11	10.26	24.65	15.65	20.19	14.54	20.13	22.96
2001	19.00	11.36	26.29	15.58	26.13	14.66	20.46	25.64
2002	17.41	10.11	26.68	14.97	26.42	15.54	19.05	26.92
2003	15.67	9.48	22.42	11.97	24.40	13.30	15.44	23.76
2004	20.10	10.35	25.68	12.16	28.94	12.27	20.81	29.36
2005	24.20	10.58	25.96	14.25	29.22	16.31	22.05	29.69
2006	20.05	9.81	23.71	15.47	28.53	16.57	20.45	26.73
2007	21.45	11.03	23.96	14.29	28.01	14.88	20.80	26.94
2008	21.55	12.86	28.08	15.31	29.25	16.54	26.40	30.80
2009	18.62	13.76	28.43	15.60	31.11	16.25	24.33	26.48
2010	19.71	13.12	25.31	16.20	30.32	15.26	23.85	26.75
2011	19.91	13.43	28.56	16.79	31.46	14.25	22.99	27.21
2012	21.19	12.71	30.79	19.38	30.51	15.43	26.21	30.18
2013	22.81	14.13	32.63	20.28	33.60	18.53	23.57	30.17
2014	20.20	13.44	28.33	22.53	30.54	20.14	22.99	28.19
2015	19.31	14.54	31.63	19.23	28.60	16.71	20.80	25.42
2016	16.45	7.20	15.28	15.23	20.38	11.73	19.58	22.45

Джерело: згідно [124]

Для оцінювання річної величини загального погодно-кліматичного ризику для портфеля декількох районів Рівненської області було використано співвідношення

$$V_{ki} = \frac{\sum_{j=1}^{k} V_{kij} S_{0ij}}{\sum_{j=1}^{k} S_{0ij}}. \qquad (3.2)$$

Тут V_k – загальний погодно-кліматичний ризик,

V_{kj} – погодно-кліматичний ризик j-ого району Рівненської області.

Таблиця 3.3

Значення погодно-кліматичного ризику зерновиробництва в основних зерносіючих районах Рівненській області, %

Гощанський	4.47	Млинівський	4.24
Демидівський	5.66	Острозький	5.02
Дубенський	2.96	Радивилівський	3.29
Здолбунівський	3.19	Рівненський	3.85

Джерело: розраховано автором згідно [124]

Результати розрахунку загального погодно-кліматичного ризику з використанням співвідношення (3.2) подано на рис. 3.5., аналіз якого дає змогу зробити висновок про зниження рівня погодно-кліматичного ризику в Рівненській області, що особливо чітко прослідковується починаючи з 2006 року. Тенденція зниження погодно-кліматичного ризику пов’язана з використанням нових засухостійких сортів насіння та удосконаленням технології аграрного виробництва.

Для оцінювання величини сукупного ризику, який враховує погодно-кліматичну і економічну складові, потрібно використати співвідношення, що враховує як величину окремих ризиків так і кореляцію між ними

$$V = \sqrt{V_k^2 + V_e^2 + 2V_k V_e \rho_{ke}}, \qquad (3.3)$$

де V – сукупний ризик,

V_e – економічний ризик,

V_k – погодно-кліматичний ризик,

ρ_{ke} – коефіцієнт кореляції між погодно-кліматичним та економічним ризиком.

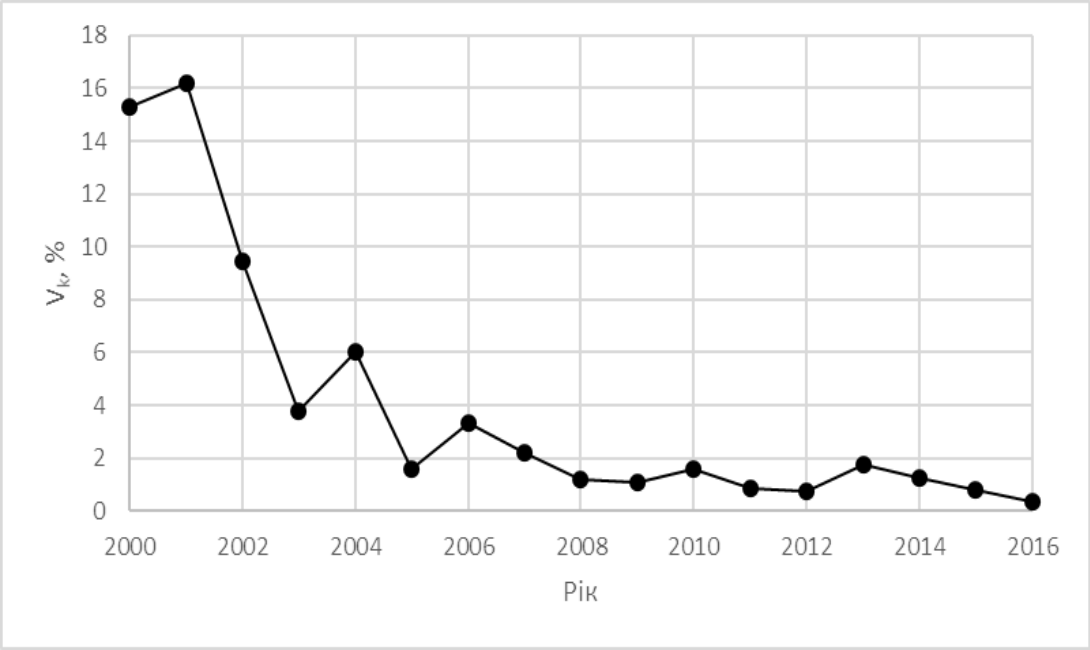

Рис. 3.5. Динаміка рівня погодно-кліматичного ризику в Рівненській області

Джерело: розраховано та побудовано автором згідно [124]

Із співвідношення (3.3) випливає, що різні ризики можуть підсилювати дію один одного у випадку однакової спрямованості, або ж послаблювати дію один одного у випадку різної спрямованості. Є підстави вважати, що погодно-кліматичний та економічний ризики будуть антикорельованими. Дійсно, втрата частини врожаю внаслідок несприятливих погодно-кліматичних умов призводить до зростання ціни на відповідний продукт, що в свою чергу, веде до зростання рентабельності виробництва. Однак, для окремих культур кореляція ризиків може бути як додатною, так і від'ємною, що залежить від порівняльної сили ефектів втрати частини врожаю та збільшення закупівельної ціни.

Економічний ризик зерновиробництва та методика його оцінювання. Під економічним ризиком зерновиробництва будемо розуміти різницю між найбільш очікуваним значенням рентабельності виробництва та 5% квантилем (п'ятим процентилем) рентабельності, визначеним за відповідним законом розподілу рентабельності. Якщо портфель складається з m активів, ризик V_j для j-го активу ($j = \overline{1..m}$) можна оцінити за виразом

$$V_j = \bar{x}_j - L_j. \tag{3.4}$$

Тут $\bar{x}_j$ – математичне сподівання рентабельності (середнє арифметичне значення) j-ї вибірки,

L_j – межа зони ризику j-ї вибірки (5% квантиль рентабельності), $j = \overline{1..m}$.

У дисертації пропонується така методика оцінювання економічного ризику зерновиробництва.

Головною передумовою оцінювання економічного ризику з використанням методики квантильних зон є ідентифікація закону розподілу значень рентабельності.

Якщо значення рентабельності підкоряються нормальному закону розподілу, найбільш очікуване значення рентабельності співпадає із значенням вибіркового середнього та із значенням медіани. Для вибірок із важкими хвостами, у яких є декілька аномально великих (аномально малих) значень, середнє вибіркове значення завжди буде більшим (меншим) у порівнянні з медіаною. Це пояснюється тим, що медіана нечутлива до аномальних значень сукупності, тобто вона є більш стійкою і коректною оцінкою положення центру розподілу. Тому для оцінювання найбільш очікуваного значення вибірки з несиметричним законом розподілу (важкі хвости тощо) найчастіше використовують саме медіану, а не середнє вибіркове значення.

У випадку, коли період спостережень і розміри вибірок для окремих активів є невеликими, закон розподілу рентабельності для окремої вибірки встановити важко. Якщо портфель складається з m активів, причому для вибіркових значень дохідності цих активів виконується властивість однорідності, всі вибірки можна об'єднати і досліджувати властивості об'єднаної вибірки. Перед об'єднанням вибірок необхідно перевірити гіпотезу про їх однорідність, тобто про належність до одної генеральної сукупності. Якщо є підстави вважати, що закон розподілу є відмінним від нормального, для перевірки слід використати непараметричний критерій Краскела-Уолліса [101]. Критерій використовують для перевірки гіпотези про те, що декілька (k) вибірок мають однакові розподіли, а, отже, середні значення цих вибірок рівні. Сформулюємо основну та альтернативну гіпотези.

Нульова гіпотеза: всі k вибірок мають однаковий розподіл. Альтернативна гіпотеза: нульова гіпотеза невірна. Необхідною умовою застосування критерію є вимога: всі випадкові величини взаємно незалежні. Алгоритм методу має такий вигляд.

Всі вибірки об'єднують в одну. Для об'єднаної вибірки всі спостереження замінюють рангами. Визначають критеріальне значення за формулою:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^{k} \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1), \qquad (3.5)$$

де N – загальна кількість спостережень,

n_i – кількість спостережень у кожній вибірці,

R_i – сума рангів по кожній вибірці,

k – кількість вибірок.

Виконуємо порівняння розрахункового значення критерію з критичним. Якщо розрахункове значення критерію більше від критичного, нульова гіпотеза відхиляється, і не можна вважати, що середні значення рівні

між собою. При малій кількості дослідів ($N < 15$) використовують спеціальні таблиці розподілу Краскела-Уолліса. Якщо загальна кількість дослідів більше від вказаної величини, в якості критичної використовують верхню 5% точку розподілу χ^2 з $k-1$ числом ступенів свободи.

Якщо декілька вибірок об'єднуються в одну, нижню межу рентабельності слід розрахувати для кожної з вибірок та для об'єднаної вибірки. Крім цього для кожної вибірки та для об'єднаної вибірки розраховують середнє вибіркове значення.

Розглянемо різні підходи до оцінювання економічного ризику зерновиробництва.

Нормальний закон розподілу. Нехай аналіз розподілу випадкових значень рентабельності x_i дає змогу прийняти гіпотезу про нормальний розподіл вибіркових значень. Тоді, згідно з моделлю Марковіца, оцінкою ризику виступає середньоквадратичне відхилення

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(x_i - \bar{x}\right)^2} . \qquad (3.6)$$

Для оцінювання ступеня ризику необхідно знати нижню межу рентабельності L, яку з імовірністю 5% відсотків може перетнути випадкове значення рентабельності. У відповідності до властивостей нормального закону розподілу маємо

$$L(5\%) = \bar{x} - 2\sigma . \qquad (3.7)$$

Тоді значення ризику, згідно з наведеним вище означенням дорівнює

$$V = \bar{x} - L = \bar{x} - \left(\bar{x} - 2\sigma\right) = 2\sigma . \qquad (3.8)$$

У випадку портфеля, який складається з k активів, ризик V_j для j-го активу можна оцінити за виразом

$$V_j = \overline{x_j} - L_j = 2\sigma_j . \qquad (3.9)$$

Семіваріація. При класичному визначенні міри ризику у моделі Марковіца однаково трактуються як додатні, так і від'ємні відхилення дохідності від сподіваної величини. Такий підхід не відповідає означенню ризику, як можливості настання несприятливої події. Якщо випадкова величина $x = \{x_1, x_2, \ldots, x_n\}$ відображає дохідність і значення $x_i < M(x)$, то це справді є ознакою несприятливої ситуації. В той же час додатне відхилення $x_i > M(x)$ вказує на те, що реалізація випадкової величини (дохідність) є більшою, ніж сподівана величина, і це для інвестора є сприятливою ситуацією [27]. У неокласичній теорії економічного ризику виходять з того, що ризик пов'язаний лише з несприятливими для інвестора ефектами, і тому для його оцінювання беруть лише несприятливі відхилення від сподіваної величини.

Тому часто в якості покращеної міри ризику використовується семіваріація, яка для симетричного закону розподілу обчислюється за формулою:

$$SV(x) = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n} d_i^2} . \qquad (3.10)$$

Тут $d_i = \begin{cases} \bar{x} - x_i, & \text{якщо } x_i < \bar{x}, \\ 0, & \text{якщо } x_i \geq \bar{x}. \end{cases}$

Тоді нижню межу рентабельності L оцінюють за співвідношенням

$$L = \bar{x} - 2 \cdot SV(x) . \qquad (3.11)$$

Значення ризику, згідно з наведеним вище означенням дорівнює

$$V = \bar{x} - L = \bar{x} - \left(\bar{x} - 2 \cdot SV(x)\right) = 2 \cdot SV(x) . \qquad (3.12)$$

У випадку портфеля ризик V_j для j-го активу можна оцінити за виразом

$$V_j = \bar{x}_j - L_j = \bar{x}_j - \left(\bar{x}_j - 2 \cdot SV_j\right) = 2 \cdot SV_j. \qquad (3.13)$$

Для несиметричного закону розподілу середнє вибіркове $\bar{x}$ у співвідношеннях (3.11) – (3.13) слід заміняти медіаною *Me*.

Метод статистичного ранжування. Якщо аналітичний вираз функції розподілу рентабельності невідомий, для оцінювання економічного ризику можна використати метод статистичного ранжування. Об'єднана вибірка ранжується за зростанням елементів і для кожного i-го елемента відсортованої вибірки розраховується статистична забезпеченість p_i за співвідношенням

$$p_i = \frac{i}{n+1} \cdot 100\%. \qquad (3.14)$$

Тут n – обсяг вибірки. Нижній межі рентабельності L відповідає елемент відсортованої вибірки, для якого виконується співвідношення $p_i = 5\%$. Якщо жоден з елементів не має точної забезпеченості на рівні 5%, шукане значення межі L визначають методом лінійної інтерполяції за співвідношенням

$$\frac{L - x_i}{5 - p_i} = \frac{x_{i+1} - L}{p_{i+1} - 5}. \qquad (3.15)$$

Тут x_i - елемент відсортованої вибірки із забезпеченістю $p_i < 5\%$.

При цьому $p_{i+1} > 5\%$. Якщо всі значення забезпеченості перевищують значення 5%, значення межі L визначають за співвідношенням

$$\frac{x_1 - L}{p_1 - 5} = \frac{x_2 - L}{p_2 - 5}. \qquad (3.16)$$

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

$$V_j = \bar{x} - L_j \tag{3.17}$$

для симетричного закону розподілу, та за співвідношенням

$$V_j = Me - L_j \tag{3.18}$$

для несиметричного закону розподілу.

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*) [166]. VaR_α є мінімальний рівень втрат з імовірністю $1-\alpha$, або максимальний рівень втрат з імовірністю α. Для обчислення точного значення квантилі необхідно знати функцію розподілу дохідності фінансового активу $F_X(x)$. При відомому рівні довіри α для *VaR* ризик фінансового активу з дохідністю x_t дорівнює [69]

$$VaR_\alpha(X_t) = sup\{x \in \Re : F_x \le \alpha\}. \tag{3.19}$$

Наприклад, для нормального закону розподілу, значення $VaR_{0.05}$ можна визначити із співвідношення

$$F_{x0} = \alpha. \tag{3.20}$$

Тут $F_x = F(x, \bar{x}, \sigma)$ – інтегральна функція нормального закону розподілу, $\alpha = 0.05$. Тоді, для межі зони ризику, маємо співвідношення

$$L = Var_{0.05} = x_0. \tag{3.21}$$

Значення VaR_α задає граничне значення випадкової величини x, нижче від якої починається зона ризику із забезпеченістю $\alpha = 0.05$. Значення ризику, згідно з наведеним вище означенням дорівнює

$$V = \bar{x} - L. \tag{3.22}$$

У випадку портфеля ризик V_j для j-го активу можна оцінити за співвідношеннями (3.17) – (3.18).

До недоліків *VaR* відносять його залежність від припущення щодо розподілу дохідності. Також він не вказує на найгірші втрати, в такому випадку можна зменшувати ймовірність та розглядати низку *VaR* для оцінювання амплітуди втрат. Якщо ми хочемо вказати на сподівані втрати з заданою ймовірністю, то замість звичайного *VaR* можна використовувати умовний *VaR,* або *CVaR (conditional VaR)* [167, с. 31].

CVaR. Міра ризику *VaR* має той недолік, що не є субадитивною. *Міра ризику є субадитивною,* якщо *ризик* суми часток портфелю менший чи рівний від суми їх індивідуальних ризиків [166]. Тому часто використовують удосконалений варіант *VaR* – так зване умовне *VaR* (*CVaR*). $CVaR_\alpha(x_t)$ відображає середні втрати з імовірністю α. Якщо функція щільності розподілу $f(x)$ дохідності фінансового активу відома, *CVaR* при рівні довіри $1-\alpha$ можна обчислити за співвідношенням

$$CVaR_\alpha = \frac{\int_0^{VaR_\alpha} xf(x)dx}{\int_0^{VaR_\alpha} f(x)dx}. \tag{3.23}$$

Значення другого інтеграла дорівнює площі затемненої фігури на рис. 3.6.

Застосуємо методологічні підходи оцінювання ступеня ризику для оцінювання ступеня економічного ризику зерновиробництва у районах Рівненської області. Для проведення дослідження було використано 8

вибірок, кожна з яких містить 17 значень річної рентабельності зерновиробництва за період 2000–2016 роки (табл. 3.4).

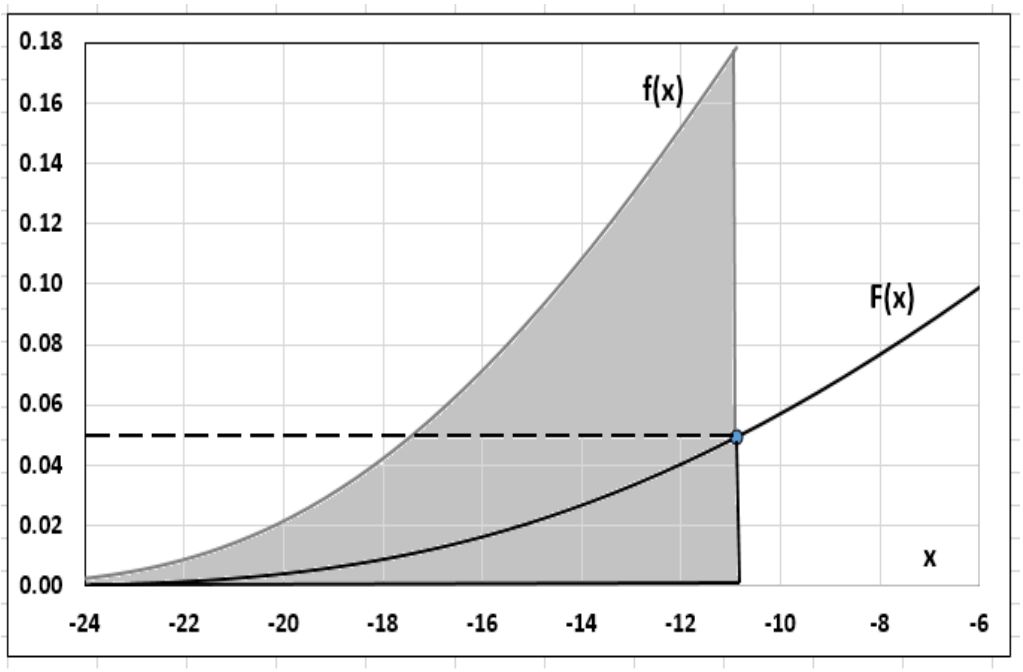

Рис. 3.6. Розрахунок міри ризику $CVaR_{\alpha}$

Джерело: побудовано автором

Перевірка вибірки на однорідність. Ключовим моментом при оцінюванні економічного ризику є ідентифікація закону розподілу значень рентабельності. Обсяг наявних статистичних даних однієї вибірки є недостатньо великим для ідентифікації закону розподілу (17 значень), тому необхідно об’єднати 8 вибірок в єдину узагальнену вибірку. Для легітимності такої операції необхідно перевірити гіпотезу про однорідність початкових вибірок, тобто про належність їх до однієї генеральної сукупності. Оскільки є підстави вважати, що закон розподілу є відмінним від нормального, для перевірки нами було використано непараметричний критерій Краскела-Уолліса [101].

Для об’єднаної вибірки було проведено заміну всіх спостережень їх рангами. Розрахункове критеріальне значення ми обчислили за співвідношенням (3.5).

Таблиця 3.4

Рентабельність зерновиробництва у районах Рівненській області за 2000–2016 рр. (%)

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

Джерело: згідно [124]

У результаті розрахунків було отримано значення критерію $H = 7.75$. Порівняння розрахункової статистики з пороговим значенням $\chi^2(0.05;7) = 14.07$, дало змогу прийняти гіпотезу про рівність середніх значень і про однорідність досліджуваних вибірок. Таким чином, це дає нам право ідентифікувати закон розподілу, використовуючи об’єднану вибірку, яка містить 17 х 8 = 136 значень рентабельності.

Ідентифікація закону розподілу. Результати попереднього статистичного аналізу об’єднаної вибірки подано в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Результати попереднього статистичного аналізу об'єднаної вибірки

Середнє значення	27.046	Асиметрія	0.735
Медіана	21.15	Дисперсія асиметрії	0.205
Мінімальне значення	-30.8	Загостреність	0.264
Максимальне значення	123.5	Дисперсія загостреності	0.4
Стандартне відхилення	30.545		

Джерело: розраховано автором згідно [124]

Помітна відмінність середнього вибіркового від медіани та велика асиметрія дають змогу висловити сумнів щодо нормального закону розподілу рентабельності зерновиробництва.

Перевірка на нормальний закон розподілу. Для перевірки гіпотези про відповідність значень рентабельності нормальному закону розподілу застосуємо декілька критеріїв: критерій згоди Пірсона, критерій Колмогорова-Смірнова та критерій Шапіро-Уілка [101].

Для застосування критерію згоди Пірсона необхідно обчислити статистику за співвідношенням

$$Q^2 = \sum_{i=1}^{N} \frac{(n_i - m_i)^2}{m_i}, \tag{3.24}$$

та порівняти її з табличним значенням $\chi^2_{кр}(\alpha, k-3)$.

Тут k – кількість інтервалів, на які ми розбиваємо вибірку,
$\alpha = 0.05$ – рівень значущості тесту.

У нашому випадку $\chi_{кр}{}^2(0.05;9-3) = 12.59$, $Q^2 = 14.27$. Оскільки $Q^2 > \chi^2_{кр}$, гіпотеза про нормальний розподіл відхиляється. До цього ж висновку ми приходимо, використовуючи критерій Колмогорова-Смірнова (рис. 3.7.). Оскільки $p < 0.20$, гіпотеза про нормальний розподіл відхиляється. Цей же висновок отримано і за критерієм Шапіро-Уілка ($p < 0.05$).

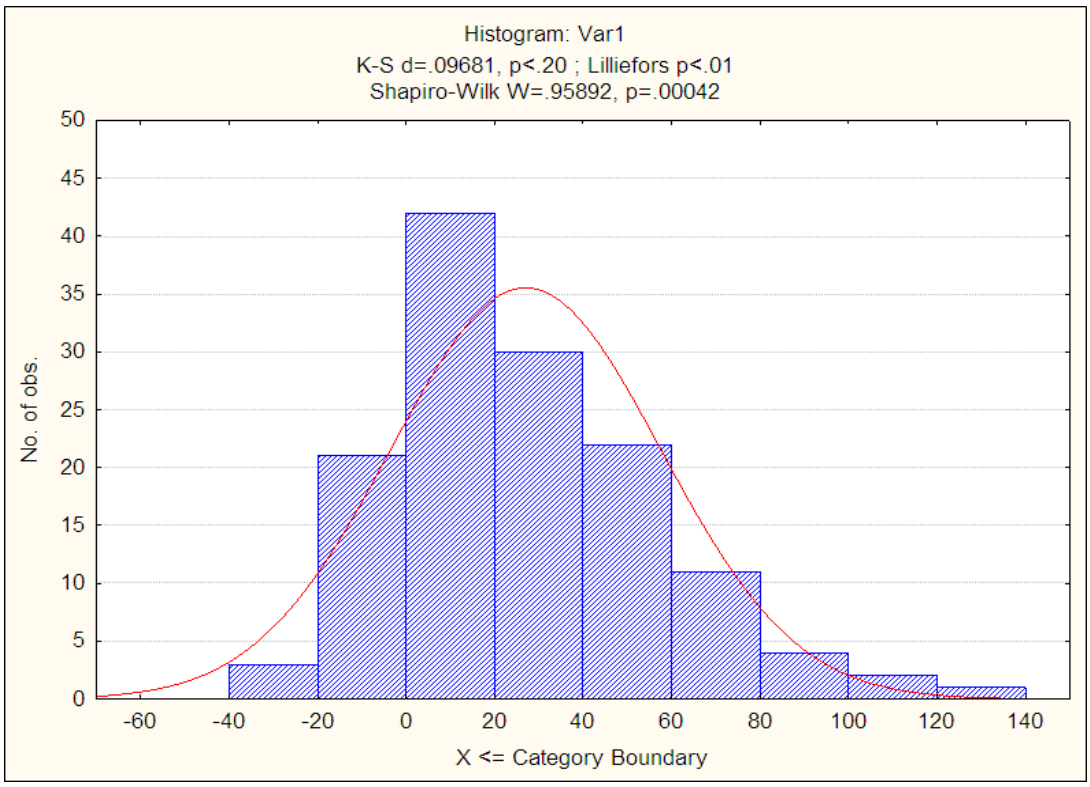

Рис. 3.7. Перевірка гіпотези про нормальний розподіл рентабельностей

Джерело: побудовано автором з використанням програми Statistica

Поряд з кількісними статистичними критеріями визначення типу розподілу за вибірковими даними з цією ж метою часто використовують графічні експрес-методи. Відомо, що пробіт-графік від теоретичної нормальної функції розподілу представляє собою пряму, а пробіт-графік емпіричної функції розподілу є тим ближчим до прямої, чим ближчою є ця функція до нормальної. Згідно пробіт-графіку об’єднаної вибірки (рис. 3.8.) закону розподілу відхиляється від нормального.

На основі проведених досліджень, можна остаточно відхилити гіпотезу про нормальний закон розподілу рентабельності зерновиробництва у районах Рівненської області. Основною причиною відхилення від нормального закону розподілу є наявність «важких хвостів» у розподілі рентабельності. Це означає, що ймовірність настання екстремальних (дуже великих або дуже малих) значень рентабельності є набагато вищою, ніж це передбачає

нормальний закон розподілу. Отже, ми не можемо застосувати класичну модель Марковіца до оптимізації портфеля посівних площ.

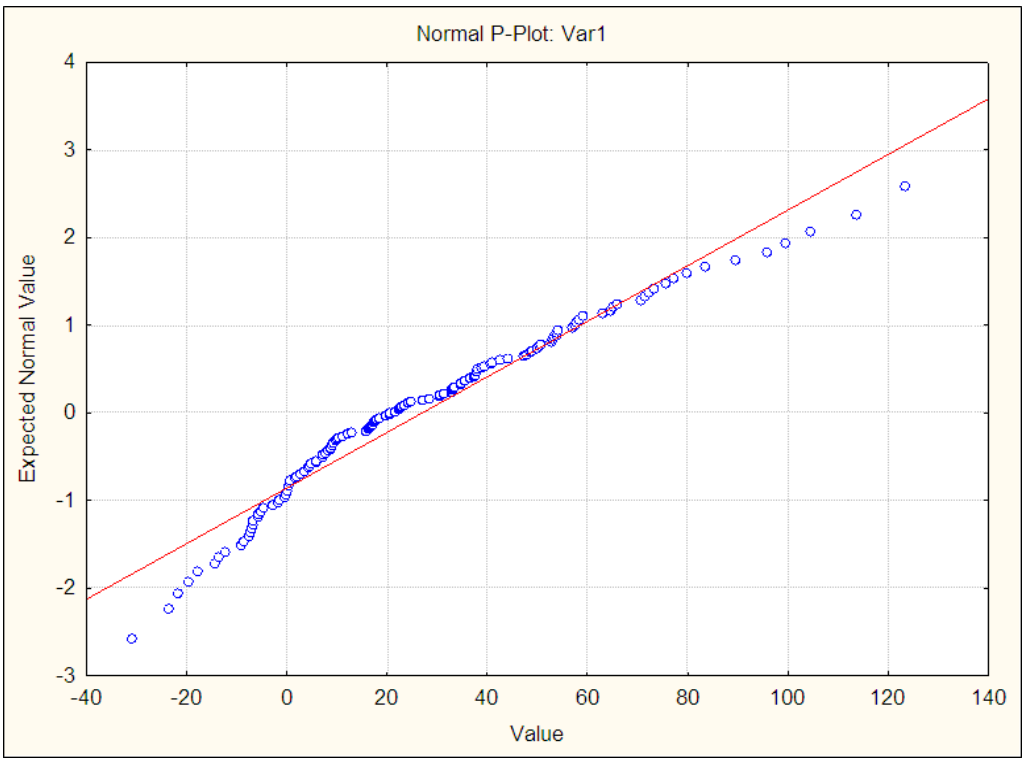

Рис. 3.8. Пробіт-графік розподілу об'єднаної вибірки значень рентабельності

Джерело: побудовано автором з використанням програми Statistica

Таким чином, виникає задача підбору закону розподілу, який із достатньою точністю апроксимував би наявні статистичні дані. Комп'ютерні експерименти показали, що рентабельність зерновиробництва з хорошою точністю описується логнормальним законом розподілу [101]. За означенням, неперервна невід'ємна випадкова величина r має логарифмічно нормальний (логнормальний) розподіл, якщо величина $X = ln\ r$ має нормальний розподіл. Оскільки серед значень рентабельності зернових зустрічаються від'ємні (мінімальне значення становить -30.8%), нами було застосовано нелінійне перетворення: зміщення всіх значень рентабельності на $r_0 = 32\%$ в сторону збільшення з подальшим логарифмуванням

$$X = ln\left(r + r_0\right). \tag{3.25}$$

Перевірку логарифмованої вибірки X на відповідність до нормального закону розподілу було проведено згідно з критерієм згоди Пірсона, при цьому було отримано значення статистики $\chi_{кр}{}^2(0.05;8-3)=11.07$ та значення критерію $Q^2=9.75$. Оскільки $Q^2<\chi^2_{кр}$, гіпотеза про нормальний розподіл вибірки X не відхиляється, а це дає змогу твердити про логнормальний розподіл вибірки Y. До цього ж висновку ми приходимо, використовуючи критерій Колмогорова-Смірнова (рис. 3.9.). Оскільки $p>0.20$, гіпотеза про нормальний розподіл вибірки X не відхиляється.

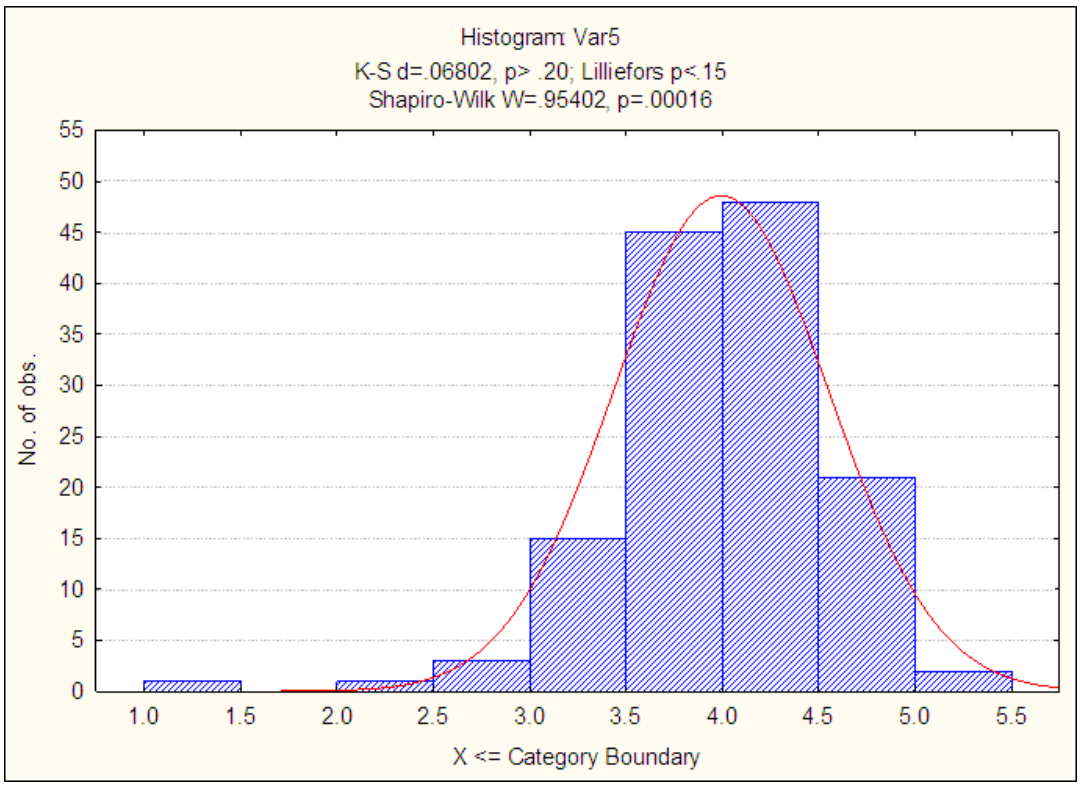

Рис. 3.9. Перевірка гіпотези про нормальний розподіл вибірки X

Джерело: побудовано автором з використанням програми Statistica

Отже, проведене дослідження дало змогу відхилити гіпотезу про нормальний закон розподілу рентабельності зерновиробництва у районах Рівненьскої області та прийняти гіпотезу про логнормальний закон її розподілу.

3.2. Оцінювання економічного ризику зерновиробництва з використанням квантильних методів

Перейдемо безпосередньо до оцінювання економічного ризику зерновиробництва у районах Рівненській області. При цьому буде використано декілька підходів, що дасть змогу глибше дослідити дану проблему та більш повно оцінити наявні ризики. У своїх дослідженнях щодо оцінювання ступеня ризику опиратимемося на методологію квантильної оцінки ризику, розроблену у працях економістів київської школи В. В. Вітлінського [23; 30] з врахуванням особливостей розподілу рентабельності зерновиробництва.

В оцінках ступеня ризику найчастіше використовується рівень надійності 95%. При цьому значення VaR_α з ймовірністю 5% вказує на те, що з ймовірністю 95% втрати інвестора (у нашому випадку рівень рентабельності зерновиробництва) будуть меншими цієї величини. Тобто, значення VaR_α задає граничне значення випадкової величини x, нижче від якої починається зона ризику із забезпеченістю $\alpha = 0.05$. Для розрахунку значення VaR_α обов'язково потрібно зробити припущення щодо теоретичного розподілу рентабельності [167, с. 29].

У п. 3.1 було висунуто та підтверджено гіпотезу про відповідність ряду рентабельності зерновиробництва у районах Рівненської області до логнормального закону розподілу. Для цього було виконано логарифмування статистичних значень рентабельності зерновиробництва з урахуванням зміщення на величину $r_0 = 32\%$ згідно співвідношення (3.25).

Прологарифмована вибірка X має нормальний закон розподілу. Для переходу від логарифмованих значень X_i до фактичних значень

рентабельності будемо використовувати зворотне перетворення (потенціювання)

$$r_i = e^{x_i} - r_0. \tag{3.26}$$

Методика оцінювання економічного ризику зерновиробництва з використанням міри *VaR* для кожного району Рівненської області є такою.

1. Логарифмуємо вибірку значень рентабельності r для деякого району Рівненської області (17 значень, період 2000–2016 роки) згідно з співвідношенням (3.25). Отримана вибірка X має нормальний закон розподілу (табл. 3.6).
2. Обчислюємо середнє вибіркове значення x_c для прологарифмованої вибірки та середньоквадратичне відхилення σ_x .
3. Визначаємо межу зони ризику для рівня довіри $\alpha = 5\%$. Для цього використовуємо інтегральну функцію нормального розподілу логарифмованих значень рентабельності $x \sim F_x(\mu, \sigma^2)$. Для неперервних розподілів, VaR при рівні довіри α дорівнює абсолютному значенню $1-\alpha$ квантилі розподілу

$$L_x = VaR_{0.05} = F_{0.05}(\mu, \sigma^2).$$

4. Для оцінювання дійсного економічного ризику для даного району необхідно виконати зворотні перетворення величин x_c та L_x згідно із співвідношенням (3.26)

$$r_c = e^{x_c} - r_0 \ , \ L_{VaR} = e^{L_x} - r_0 \ .$$

5. Міру економічного ризику району на рівні надійності $\alpha = 5\%$ отримуємо за співвідношенням

$$V_{VaR} = r_c - L_{VaR}.$$

Таблиця 3.6

Значення рентабельності зерновиробництва деяких районів Рівненської області після логарифмування

Райони / Показники	Гощанський	Демидівський	Дубенський	Здолбунівський	Млинівський	Острозький	Радивилівський	Рівненський
2000	4.85	4.64	4.88	5.05	4.68	4.75	4.59	4.80
2001	4.63	4.29	4.45	4.45	4.15	4.66	4.10	4.38
2002	4.25	4.33	4.27	4.29	3.90	4.22	3.72	3.96
2003	4.57	4.38	4.70	4.41	4.51	4.00	4.65	3.96
2004	4.04	4.31	4.14	4.17	4.45	4.20	4.00	4.24
2005	3.42	4.50	3.67	3.72	3.46	3.74	3.21	3.22
2006	3.81	3.91	2.33	3.67	3.72	3.60	3.27	3.27
2007	4.50	4.02	3.37	4.20	4.25	4.03	4.18	4.01
2008	4.42	3.71	2.92	3.46	3.79	3.57	3.92	3.49
2009	4.17	3.68	2.66	3.23	3.23	3.16	2.99	3.47
2010	3.75	3.74	4.18	3.67	3.70	3.47	4.14	0.18
2011	3.61	3.91	2.14	3.90	3.57	3.49	3.52	4.45
2012	3.31	3.87	4.08	4.44	3.98	3.29	3.41	3.64
2013	2.53	3.53	4.20	4.50	3.71	3.59	3.48	3.13
2014	4.26	3.55	4.24	4.92	4.41	4.58	2.87	3.48
2015	3.88	3.63	4.55	4.98	4.39	4.46	3.77	4.39
2016	3.95	3.20	3.89	4.72	4.23	4.49	3.88	4.25

Джерело: розраховано автором згідно [124]

Дану оцінку ступеня ризику будемо використовувати при оптимізації структури посівних площ зернових у Рівненській області. При цьому одиницею вимірювання ризику буде відсоток.

Розрахунки оцінок ступеня економічного ризику зерновиробництва при рівні значущості $\alpha = 0.05$ для районів Рівненської області за методикою *VaR* наведено в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7

Міра ризику *VaR* для зерновиробництва районів Рівненської області

Райони / Показники	Гощанський	Демидівський	Дубенський	Здолбунівський	Млинівський	Острозький	Радивилівський	Рівненський
Для логнормального розподілу рентабельності								
$\mu = \overline{X}$	4.00	3.95	3.80	4.22	4.01	3.96	3.75	3.67
σ_x	0.57	0.40	0.83	0.54	0.42	0.51	0.51	1.02
$F_r(\mu,\sigma^2)$	3.05	3.30	2.44	3.33	3.32	3.12	2.91	1.98
L_{VaR}	-10.82	-4.98	-20.57	-4.10	-4.22	-9.41	-13.72	-24.74
$r_c = e^{x_c} - r_0$	22.43	20.08	12.91	36.25	23.01	20.34	10.37	7.09
V_{VaR}	33.24	25.06	33.48	40.35	27.24	29.75	24.09	31.84
Для нормального розподілу рентабельності								
σ	30.42	22.50	35.47	40.21	23.86	29.80	24.92	29.95
μ	30.22	24.11	26.00	45.91	27.52	27.09	15.86	19.65
L	-19.82	-12.89	-32.34	-20.23	-11.72	-21.92	-25.13	-29.62
VaR	50.04	37.00	58.34	66.14	39.24	49.01	41.00	49.27

Джерело: розраховано автором згідно [124]

При оцінюванні значення границі зони ризику традиційним методом (вважаючи, що значення рентабельності розподілено за нормальним законом) отримаємо значення L та VaR, що наведено у двох нижніх рядках табл. 3.7. Тобто, використання різних законів розподілу рентабельності дає різну оцінку нижньої границі зони ризику. Графічну ілюстрацію цього висновку для Гощанького району наведено на рис. 3.10–3.11.

Використання логнормального розподілу дає змогу більш коректно визначити зону ризику та більш точно оцінити ризики зерновиробництва.

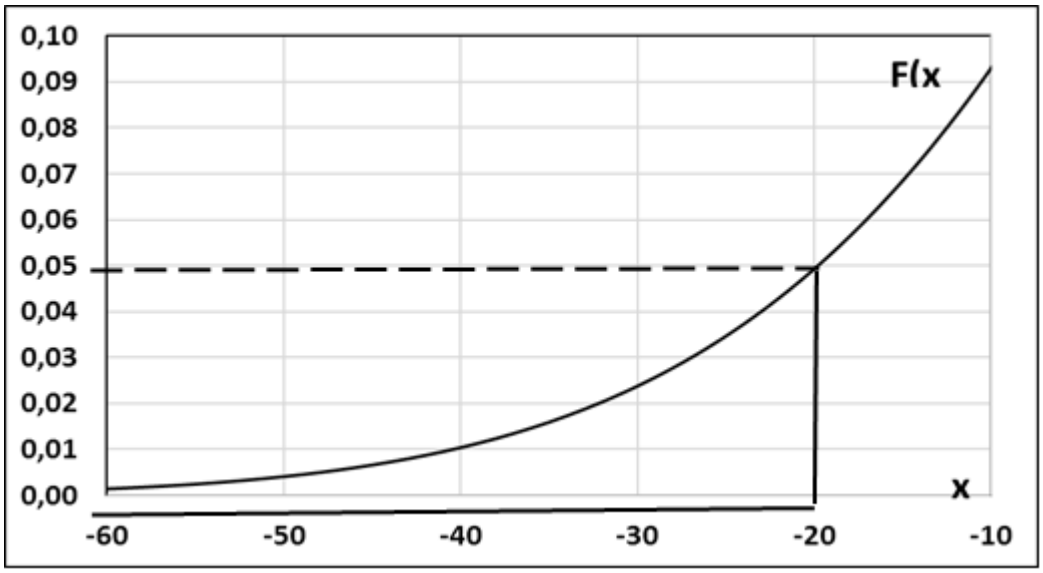

Рис. 3.10. Оцінювання границі зони ризику. Нормальний закон розподілу

Джерело: розраховано та побудовано автором згідно [124]

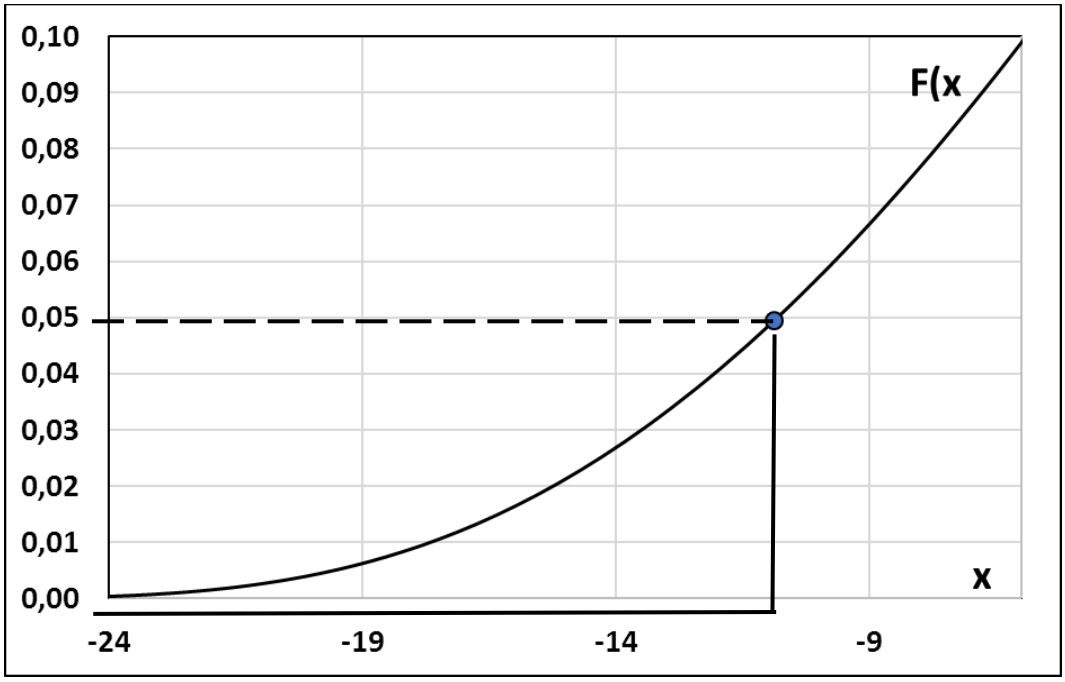

Рис. 3.11. Оцінювання границі зони ризику. Логнормальний закон розподілу

Джерело: розраховано та побудовано автором згідно [124]

Методика оцінювання ризику *«2σ»*. Оцінювання ризику з використанням міри *VaR*, що було виконано вище, відповідає рівню довіри $\alpha = 5\%$. Розглянемо в якості окремого випадку міри *VaR* міру ризику, яку ми

назвали «міра 2σ». Дана міра ризику базується на властивостях нормального закону розподілу, а саме, на «правилі двох сігм», яке стверджує, що 95% значень випадкової величини зосереджено у діапазоні від $x_c - 2\sigma_x$ до $x_c + 2\sigma_x$.

Методика оцінювання економічного ризику зерновиробництва за «мірою 2σ» для кожного району Рівненської області є такою.

1. Логарифмуємо вибірку значень рентабельності r для деякого району Рівненської області (17 значень, період 2000–2016 роки) згідно з співвідношенням (3.25). Отримана вибірка X має нормальний закон розподілу (табл. 3.6).
2. Обчислюємо середнє вибіркове значення x_c для прологарифмованої вибірки та середньоквадратичне відхилення σ_x.
3. Визначаємо межу зони ризику. Оскільки прологарифмована вибірка підкорюється нормальному закону розподілу, вона є симетричною. Отже, згідно з правилом 2σ, межа, нижче якої буде знаходитися 2.25% найменших значень вибірки, визначається за співвідношенням

$$L_x = x_c - 2\sigma_x. \tag{3.27}$$

4. Оцінкою ступеня ризику на рівні $\alpha = 2.25\%$ для даної вибірки X буде відхилення межі зони ризику від найбільш очікуваного значення

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

5. Для оцінювання дійсного економічного ризику для даного району необхідно виконати зворотні перетворення величин x_c і L_x згідно із співвідношенням (3.26)

$$r_c = e^{x_c} - r_0;\ L_{2\sigma} = e^{L_x} - r_0.$$

6. Міру економічного ризику району на рівні надійності $\alpha = 2.25\%$ отримуємо за співвідношенням

$$V_{2\sigma} = r_c - L_{2\sigma}.$$

Значення міри економічного ризику $V_{2\sigma}$, яка відповідає рівню значущості $\alpha = 0.0225\%$, для зерновиробництва в районах Рівненської області, розраховані згідно з наведеною вище методикою, подано в таблиці 3.8. Аналіз отриманих оцінок ступеня ризику показує, що «міра 2σ» дає більші значення оцінки ризику у порівнянні з методикою VaR. Цього і варто було сподіватися, оскільки «міра 2σ» має удвічі нижчий рівень значущості.

Таблиця 3.8

Міра економічного ризику $V_{2\sigma}$ зерновиробництва у районах Рівненської області (%)

Райони / Показники	Гощанський	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
σ_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
$L_{2\sigma}$	-14.72	-8.55	-23.49	-9.00	-8.03	-13.16	-16.76	-26.96
$V_{2\sigma}$	37.15	28.63	36.40	45.25	31.05	33.50	27.12	34.05

Джерело: розраховано автором згідно [124]

Метод «семіваріації». Критики моделі Марковіца вказують, що дисперсія не може бути адекватною оцінкою ризику, оскільки відхилення дохідності від середнього значення в сторону вищих значень дохідності не можна розглядати як ризик [29]. В якості покращеної міри ризику пропонується використовувати семіваріацію, тобто для оцінювання ризику

враховувати лише несприятливі відхилення дохідності від середнього значення. Ця критика має під собою підстави у випадку помітної асиметрії закону розподілу. Якщо ж функція щільності розподілу є достатньо симетричною, дисперсія (середньоквадратичне відхилення) може служити порівняльною мірою ризику різних фінансових активів. Розглянемо підхід до оцінювання ступеня економічного ризику зерновиробництва з використанням семіваріації на основі встановленої нами вище відповідності значень рентабельності логнормальному закону розподілу.

При цьому семіваріацію будемо обчислювати для прологарифмованої вибірки (табл. 3.6) за співвідношенням (3.10).

Після визначення семіваріації оцінювання ступеня економічного ризику здійснювалося за алгоритмом, наведеним вище, із заміною середньоквадратичного відхилення на семіваріацію.

1. Визначаємо межу зони ризику. По аналогії з «правилом 2σ», межа зони ризику визначається за співвідношенням

$$L_x = x_c - 2Se_x. \tag{3.28}$$

2. Оцінкою ризику для даної вибірки X буде відхилення межі зони ризику від найбільш очікуваного значення

$$V_x = x_c - L_x = 2Se_x. \tag{3.29}$$

3. Для оцінювання дійсного економічного ризику виконуємо зворотні перетворення величин x_c і L_x згідно з (3.26)

$$r_c = e^{x_c} - r_0;\ L_{sem} = e^{L_x} - r_0.$$

4. Оцінку економічного ризику району отримуємо за співвідношенням

$$V_{sem} = r_c - L_{sem}. \tag{3.30}$$

Значення семіваріації та оцінки економічного ризику на основі семіваріації для районів Рівненської області, що розраховані з використанням співвідношень (3.10), (3.28) – (3.30), наведено в табл. 3.9. Слід зауважити, що оцінки ризику, отримані з використанням семіваріації є меншими від оцінок, отриманих з використанням міри VaR (табл. 3.8). Цього і слід було сподіватися, адже методика семіваріація в якості ризиків враховує лише негативні відхилення рентабельності від середнього значення.

Оцінювання ризику з використанням мір CVaR. Дослідження науковців показали, що *VaR* не є доброю мірою ризику, оскільки вона не є субадитивною [69]. Це означає, що може трапитися ситуація, при якій загальний ризик двох портфелів є більший, ніж сума ризиків цих портфелів. Така ситуація не відповідає принципу диверсифікації. Тому, незважаючи на широке практичне використання міри ризику *VaR,* йде активний пошук інших, більш досконалих, мір ризику.

Найвідомішою з когерентних мір ризику є так зване умовне *VaR* (*CVaR*), яка є узагальненням *VaR*. Як і у випадку *VaR*, для обчислення ризику за допомогою *CVaR*, необхідно спершу задати рівень довіри α, тоді [69]

$$CVaR_{\alpha}(r) = -M(r \mid r < -VaR_{\alpha}(r)).$$

Тобто, $CVaR_{\alpha}(r)$ відображає середні втрати з імовірністю $1-\alpha$. Якщо функція щільності розподілу $f(r)$ рентабельності зерновиробництва відома, *CVaR* при рівні довіри α можна обчислити за співвідношенням (3.23).

У нашому випадку

$$f(r) = \frac{exp\left(-\left[\frac{ln(r)-\mu}{\sigma}\right]^2 / 2\right)}{r\sigma\sqrt{2\pi}}. \qquad (3.31)$$

Таблиця 3.9

Розрахунок семіваріації та оцінки економічного ризику зерновиробництва для районів Рівненської області

Район / Рік	Гощан-ський	Демидів-ський	Дубен-ський	Здолбунів-ський	Млинів-ський	Острозь-кий	Радиви-лівський	Рівнен-ський
2000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2002	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
2003	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2004	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2005	0.33	0.00	0.02	0.25	0.30	0.05	0.29	0.20
2006	0.04	0.00	2.17	0.31	0.08	0.13	0.23	0.15
2007	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2008	0.00	0.06	0.79	0.58	0.05	0.15	0.00	0.03
2009	0.00	0.07	1.31	0.98	0.60	0.64	0.57	0.04
2010	0.06	0.05	0.00	0.30	0.10	0.24	0.00	12.14
2011	0.15	0.00	2.77	0.11	0.19	0.22	0.05	0.00
2012	0.47	0.01	0.00	0.00	0.00	0.45	0.11	0.00
2013	2.14	0.18	0.00	0.00	0.09	0.13	0.07	0.29
2014	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.76	0.04
2015	0.01	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2016	0.00	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\sum_{i=1}^{n} d_i^2$	3.21	1.20	7.24	2.53	1.43	2.01	2.09	12.88
Se_x	0.45	0.27	0.67	0.40	0.30	0.35	0.36	0.90
x_c	4.00	3.95	3.80	4.22	4.01	3.96	3.75	3.67
r_c	22.43	20.08	12.91	36.25	23.01	20.34	10.37	7.09
L_x	3.10	3.40	2.46	3.43	3.41	3.25	3.02	1.87
L_{sem}	-9.77	-1.90	-20.30	-1.19	-1.71	-6.23	-11.42	-25.50
V_{sem}	32.20	21.98	33.21	37.44	24.73	26.57	21.78	32.60

Джерело: розраховано автором згідно [124]

Для розрахунку інтегралів у (3.23) було використано метод Сімпсона [15]. Згідно з цим методом наближене значення визначеного інтеграла розраховують за співвідношенням

$$I = \frac{h}{3} * \left[y_0 + y_n + 4 * \sum y_{np} + 2 * \sum y_p \right]. \quad (3.32)$$

Тут I – шукане значення інтеграла,

h – крок розбиття області зміни аргумента,

y_0 – значення підінтегральної функції у лівій границі інтервалу,

y_n – значення підінтегральної функції у правій границі інтервалу,

y_p – значення підінтегральної функції у проміжних вузлах з парними індексами,

y_{np} – значення підінтегральної функції у проміжних вузлах з непарними індексами.

При інтегруванні інтервал прологарифмованих значень рентабельності було розбито на 200 кроків з шириною кроку $\Delta x = 0.025$. У кожному з отриманих вузлів було розраховано значення функцій $f(r)$ та $r \cdot f(r)$.

Таблиця 3.10

Значення міри ризику *CVaR* для зерновиробництва у районах Рівненської області

Райони / Показники	Гощанський	Демидівський	Дубенський	Здолбунівський	Млинівський	Острозький	Радивилівський	Рівненський
$\mu = \overline{X}$	4.00	3.95	3.80	4.22	4.01	3.96	3.75	3.67
σ_x	0.57	0.40	0.83	0.54	0.42	0.51	0.51	1.02
r_c	22.43	20.08	12.91	36.25	23.01	20.34	10.37	7.09
L_{CVaR}	-14.32	-8.59	-22.99	-8.37	-8.28	-13.09	-16.54	-26.46
V_{CVaR}	36.75	28.67	35.90	44.62	31.29	33.43	26.90	33.55

Джерело: розраховано автором згідно [124]

По аналогії з попереднім випадком, для оцінювання ризику втрат при оптимізації портфеля вибиралась відстань від математичного сподівання рентабельності до оцінки зони ризику за методикою *CVaR*

$$V_{CVaR} = x_c - L_{CVaR_\alpha}. \tag{3.33}$$

Результати розрахунків наведено в таблиці 3.10.

Значення межі зони ризику та оцінок ступеня ризику, отриманих за різними методиками, наведено в табл. 3.11.

Таблиця 3.11

Значення різних мір ризику зерновиробництва районів Рівненської області

Райони / Показники	Гощанський	Демидівський	Дубенський	Здолбунівський	Млинівський	Острозький	Радивилівський	Рівненський
Межа зони ризику								
L_{VaR}	-10.82	-4.98	-20.57	-4.10	-4.22	-9.41	-13.72	-24.74
$L_{2\sigma}$	-14.72	-8.55	-23.49	-9.00	-8.03	-13.16	-16.76	-26.96
L_{sem}	-9.77	-1.90	-20.30	-1.19	-1.71	-6.23	-11.42	-25.50
L_{CVaR}	-14.32	-8.59	-22.99	-8.37	-8.28	-13.09	-16.54	-26.46
Величина оцінки ризику								
V_{VaR}	33.24	25.06	33.48	40.35	27.24	29.75	24.09	31.84
$V_{2\sigma}$	37.15	28.63	36.40	45.25	31.05	33.50	27.12	34.05
V_{sem}	32.20	21.98	33.21	37.44	24.73	26.57	21.78	32.60
V_{CVaR}	36.75	28.67	35.90	44.62	31.29	33.43	26.90	33.55

Джерело: розраховано автором згідно [124]

Варто відзначити, що оцінки ступеня ризику, отримані за «методом 2σ» та «методом *CVaR»*, є близькими між собою. Міру близькості різних методів оцінювання ризику відображає кореляційна матриця мір ризику (табл. 3.12).

Таблиця 3.12

Кореляційні матриці між різними значеннями меж зон ризику та оцінок ступеня ризику зерновиробництва районів Рівненської області

Межі зон ризику					Оцінки ступеня ризику				
	VaR	«2σ»	*Semivar*	*CVaR*		*VaR*	«2σ»	*Semivar*	*CVaR*
VaR	1				*VaR*	1			
«2σ»	0.998	1			«2σ»	0.99	1		
Semivar	0.997	0.997	1		*Semivar*	0.97	0.93	1	
CVaR	0.999	0.999	0.997	1	*CVaR*	0.987	0.999	0.92	1

Джерело: розраховано автором згідно [124]

Як бачимо, практично повний кореляційний зв'язок спостерігається між значеннями меж зон ризику та оцінками ступеня ризику, що були отримані за «методом 2σ» і «методом *CVaR»* ($r = 0.9993$ і $r = 0.9992$ відповідно). Щодо оцінок ступеня ризику, що були отримані з використанням семіваріації, коефіцієнт кореляції показує деяке відхилення від оцінок, отриманих іншими методами ($0.92 < r < 0.97$).

Оцінки ступеня ризику, що було отримано за різними методиками, будемо використовувати при оптимізації структури посівних площ зернових у Рівненській області. При цьому одиницею вимірювання ризику буде відсоток.

3.3. Оптимізація портфеля посівних площ зернових культур районів Рівненської області на основі моделей типу Марковіца

Оптимізація структури посівних площ. Поставимо задачу оптимізувати структуру зерновиробництва Рівненської області з врахуванням

економічного ризику шляхом зміни структури посівних площ зернових культур. Введемо такі позначення:

$S_i; i = 1..k$ – площа під зерновими культурами в i-му районі області (k – кількість районів);

$S_0 = \sum_{i=1}^{k} S_i$ – сума усіх посівних площ;

$w_i = S_i / S_0; i = 1..k$ – частка площі S_i в i-му районі по відношенню до загальної посівної площі S_0;

$r_i; i = 1..k$ – рентабельність зернових культур в i-му районі.

Сукупність усіх посівних площ будемо розглядати як портфель активів, який характеризується своєю рентабельністю. Для оптимізації портфеля будемо використовувати середні значення рентабельності зернових культур в районах області $r_1, r_2, \ldots, r_k$ та кореляційну матрицю Σ, побудовану на часових рядах рентабельності зернових культур

$$\Sigma = \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \rho_{12} & \cdots & \rho_{1k} \\ \rho_{21} & \sigma_2^2 & \cdots & \rho_{2k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \rho_{k1} & \rho_{k2} & \cdots & \sigma_k^2 \end{pmatrix}. \tag{3.34}$$

Рентабельність портфеля визначаємо як зважену суму рентабельностей його компонент (ваг):

$$R_P = \sum_{i=1}^{k} w_i \cdot r_i , \tag{3.35}$$

а ризик портфеля визначаємо за методикою Марковіца:

$$V_P = \sqrt{\sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{k} \left(w_i \times \sigma_i \times w_j \times \sigma_j \times \rho_{ij} \right)}. \tag{3.36}$$

Модель Марковіца. Модель Марковіца оптимізації портфеля фінансових активів ґрунтується на таких припущеннях [202; 203]:

– дохідності активів (в нашому варіанті - рентабельності зернових культур) розподілені за нормальним законом;
– дані минулих періодів, які використані при розрахунках дохідності і ризику, повністю відображають майбутні значення дохідності.

Ми перенесли модель Марковіца з області фінансів на зерновиробництво. 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 деякому заданому обмеженні ризику. Змінюючи розмір площі під зерновими у кожному районі у відповідності до їх рентабельності та потреб ринку, можна збільшити загальну прибутковість зернової галузі області. Математична модель першої оптимізаційної задачі (задача на максимум рентабельності) матиме вигляд:

$$\begin{cases} R_P = \sum_{i=1}^{k} w_i \times r_i \to max; \\ V_P = \sqrt{\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{k}\left(w_i \times \sigma_i \times w_j \times \sigma_j \times \rho_{ij}\right)} \le V_0; \\ \sum_{i=1}^{k} w_i = 1; \quad w_i \ge 0; i = 1...k. \end{cases} \tag{3.37}$$

Тут R_P – загальна прибутковість зерновиробництва у виділених районах Рівненської 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 (середнє значення рентабельності за даними 2012-2016 рр.),

σ_i – ризик i-го активу, розрахований як його стандартне відхилення за досліджуваний період,

V_P – загальний ризик зерновиробництва у виділених районах Рівненської області,

V_0 – максимально допустиме значення ризику,

ρ_{ij} – коефіцієнт лінійної кореляції між двома видами активів (ряди рентабельності зерновиробництва у виділених районах Рівненської області).

Перше співвідношення системи (3.37) описує цільову функцію, що передбачає максимізацію загальної рентабельності зерновиробництва регіону шляхом перепланування структури посівних площ. Друге співвідношення встановлює допустимий рівень ризику. Третє і четверте співвідношення описують умови невід'ємності площ та незмінності загальної (сумарної) площі.

Слід мати на увазі, що зернова галузь є важливою складовою продовольчого забезпечення населення області, тому посівні площі не можна зменшувати нижче деякого мінімального значення навіть при невисокому значенні рентабельності виробництва. З іншого боку, їх не можна надмірно збільшувати, оскільки вільних площ є небагато. З метою недопущення різких змін посівних площ до моделі (3.37) введено ще одне обмеження вигляду

$$0.5w_{i0} \le w_i \le 1.1w_{i0}; i = 1..k\,. \qquad (3.38)$$

Тут w_{i0} – поточне значення частки посівної площі під i-ю культурою до початку оптимізації. Поточні значення посівних площ під культурами визначалися шляхом усереднення за даними 2011 – 2016 років.

Другий підхід (обернена задача Марковіца) полягає в мінімізації ризику при збереженні деякого гарантованого рівня рентабельності портфеля. Математичне описання моделі Марковіца для задачі на мінімум ризику буде мати вигляд:

$$\begin{cases} V_P = \sqrt{\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{k}\left(w_i \times \sigma_i \times w_j \times \sigma_j \times \rho_{ij}\right)} \to min; \\ R_P = \sum_{i=1}^{k} w_i \times r_i \geq R_0; \\ 0.5w_{i0} \leq w_i \leq 1.1w_{i0}; i = 1..k; \\ \sum_{i=1}^{k} w_i = 1; \quad w_i \geq 0; i = 1..k. \end{cases} \tag{3.39}$$

Тут R_0 – деяке гарантоване значення рентабельності зерновиробництва області.

Перше співвідношення системи (3.39) описує умову, згідно з якою загальний ризик зерновиробництва Рівненської області при перепланувані площ повинен бути мінімальним. Друге співвідношення забезпечує найменше допустиме значення рентабельності портфеля, встановлене експертним шляхом. Третє, четверте і п’яте співвідношення встановлюють межі допустимих змін посівних площ у відповідних районах області.

Задачі (3.37) та (3.39) є нелінійними; для розв’язування такого типу задач використовують методи нелінійного програмування. Крім того, описані задачі є взаємно двоїстими, тому достатньо обмежитися розв’язуванням задачі (3.37).

Модель типу Марковіца. Пропонована в дисертаційній роботі модель оптимізації структури зернової галузі Рівненської області базується на класичній моделі Марковіца, але в ній враховано відхилення рентабельності від нормального закону розподілу. У задачі типу Марковіца в якості величини ризику виступатиме не стандартне відхилення, а інша (попередньо нами розрахована) міра ризику. Використовуючи розраховані вище значення різних мір ризику втрат для рентабельності зерновиробництва районів Рівненської області, виконаємо оптимізацію портфеля посівних площ зернових культур в районах Рівненської області.

Вихідні дані. Для розв’язування задачі оптимізації структури посівних площ у роботі було використано статистичні дані рентабельності

зерновиробництва восьми районів Рівненської області за період 2000–2016 роки (табл. 3.4), попередньо розраховані значення мір ризику (табл. 3.12), фактичні частки посівних площ зернових у вказаних районах та межі дозволених змін фактичних площ, що наведено в таблиці 3.13.

Таблиця 3.13

Вихідні дані для задачі оптимізації структури посівних площ районів Рівненської області

Район / Показники	Гощанський	Демидівський	Дубенський	Здолбунівський	Млинівський	Острозький	Радивилівський	Рівненський
Рівень ризику								
V_{VaR}	33.24	25.06	33.48	40.35	27.24	29.75	24.09	31.84
$V_{2\sigma}$	37.15	28.63	36.40	45.25	31.05	33.50	27.12	34.05
V_{sem}	32.20	21.98	33.21	37.44	24.73	26.57	21.78	32.60
V_{CVaR}	36.75	28.67	35.90	44.62	31.29	33.43	26.90	33.55
Рентабельність								
r	10.22	3.86	35.94	81.94	33.22	35.12	2.42	16.80
Межі змін площ у районах								
факт	0.114	0.077	0.164	0.106	0.167	0.092	0.126	0.154
мін	0.057	0.038	0.082	0.053	0.084	0.046	0.063	0.077
макс	0.126	0.084	0.180	0.117	0.184	0.101	0.138	0.170

Джерело: розраховано автором згідно [124]

Мінімальний та максимальний портфель. Є підстави вважати, що наявна структура посівних площ є далекою від оптимальної з економічної точки зору. Для визначення оптимальних характеристик портфеля посівних площ необхідно скористатися співвідношеннями (3.37) – (3.38). Спочатку потрібно визначити структури «мінімального» та «максимального» портфеля. Під «мінімальним портфелем» ми розуміємо портфель з мінімальними значеннями ризику і дохідності. «Максимальний портфель» означає портфель з максимальними значеннями ризику і дохідності. Якщо

використати співвідношення (3.37) без врахування другої умови обмеження ступеня ризику, то ми отримаємо максимально можливе значення рентабельності портфеля і, одночасно, формулу структури «максимального портфеля». Оскільки умову обмеження ризику було відкинуто, це означає, що ми погодилися на максимальний ризик.

Якщо використати співвідношення (3.39) без врахування другої умови досягнення гарантованого рівня дохідності, то буде отримано мінімально можливе значення ризику портфеля і структуру «мінімального портфеля». Відповідне значення загальної рентабельності також буде мінімальним. Всі оптимізаційні розрахунки було виконано в середовищі MS Excel з використанням інструмента «Поиск решений» [97]. Розрахунки показали, що структура «мінімального» та «максимального» портфеля залишається незмінною при різних підходах до оцінювання ризику (табл. 3.14).

Таблиця 3.14

Оптимізація портфеля посівних площ зернових культур районів Рівненської області

Частка посівних площ / Райони	Факт	«Максимальний» портфель				«Мінімальний» портфель			
		V_{VaR}	$V_{2\sigma}$	V_{sem}	V_{CVaR}	V_{VaR}	$V_{2\sigma}$	V_{sem}	V_{CVaR}
Гощанський	0.114	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126
Демидівський	0.077	0.060	0.060	0.060	0.060	0.084	0.084	0.084	0.084
Дубенський	0.164	0.180	0.180	0.180	0.180	0.144	0.144	0.144	0.144
Здолбунівський	0.106	0.117	0.117	0.117	0.117	0.053	0.053	0.053	0.053
Млинівський	0.167	0.184	0.184	0.184	0.184	0.184	0.184	0.184	0.184
Острозький	0.092	0.101	0.101	0.101	0.101	0.101	0.101	0.101	0.101
Радивилівський	0.126	0.063	0.063	0.063	0.063	0.138	0.138	0.138	0.138
Рівненський	0.154	0.170	0.170	0.170	0.170	0.170	0.170	0.170	0.170
Рентабельність, %	27.73	30.23	30.23	30.23	30.23	23.98	23.98	23.98	23.98
Ризик, %		25.18	27.95	23.98	27.74	23.81	26.47	22.59	26.29

Джерело: розраховано автором за даними [124]

Аналіз таблиці 3.14 дає змогу зробити висновки про доцільність збільшення посівних площ зернових на 10% у таких 4 районах області: Гощанському, Млинівському, Острозькому та Рівненському. Даний висновок ідентичний як для «максимального», так і для «мінімального» портфелю.

Для формування «максимального» портфелю пропонується збільшити на 10% посівні площі зернових також у Дубенському та Здолбунівському районах, водночас зменшивши у Демидівському (на 22%) та Радивилівському (на 50%). Це дасть змогу досягти збільшення загального рівня рентабельності зерновиробництва області на $\Delta r_0 = 2.5\%$. При прагненні до загального мінімального ризику формування «мінімального» портфелю зернових передбачає зменшення посівних площ у Дубенському (на 12%) та Здолбунівському (до мінімальної встановленої нами межі – на 50%) районах та збільшення їх для решти районів (до максимальної встановленої нами межі – на 10%).

Множина ефективних портфелів. Знайдені нами два розв’язки задачі оптимізації портфеля посівних площ у системі координат «ризик» – «дохідність» описують дві точки, які є початком і кінцем лінії, що описує множину оптимальних портфелів. Кожна точка цієї лінії відповідає деякому оптимальному портфелю, що задовольняє умови (3.37)–(3.38) або (3.39). Змінюючи значення ризику V_0 в задачі (3.37)–(3.38) від мінімального до максимального з певним дискретним кроком та розв’язуючи задачу на максимум рентабельності, було отримано множину портфелів відому як ефективна множина. Вперше поняття ефективної множини ввів Марковіц [203]. Вигляд множини ефективних портфелів посівних площ зернових культур у районах Рівненської області, що були отримані з використанням різних оцінок ризику, наведено на рис. 3.12–3.15. Вигляд графіків підтверджує наявність нелінійного зв’язку між рівнем ризику зерновиробництва та його рентабельністю, а також підтверджує відоме

положення про те, що вищий рівень дохідності завжди супроводжується більшим ступенем ризику.

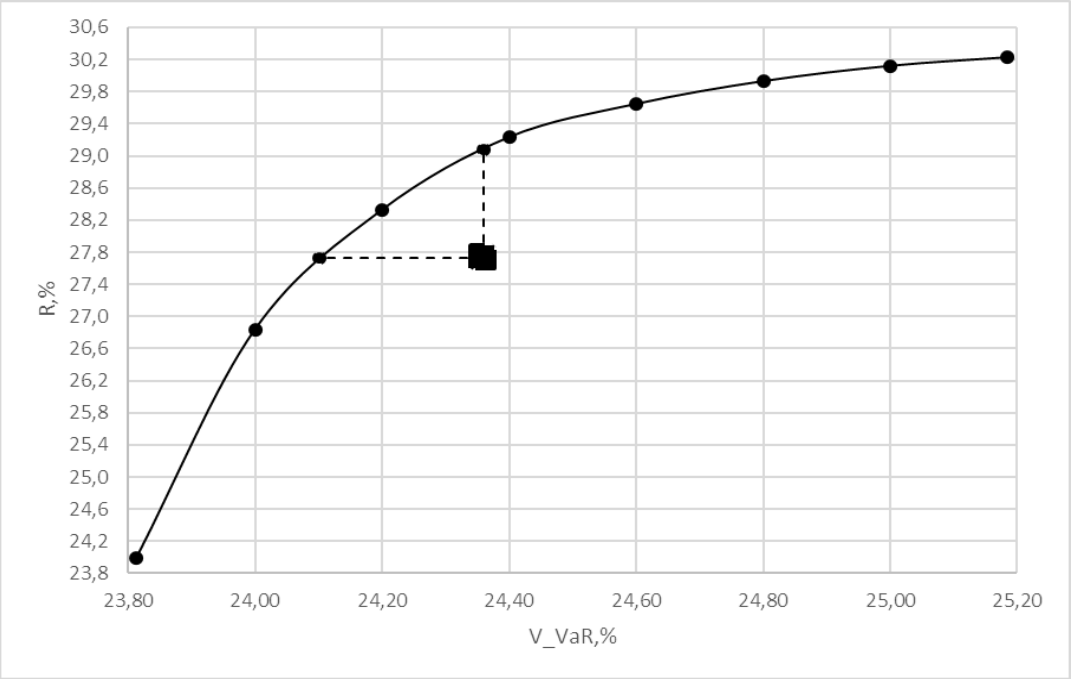

Рис. 3.12. Множина ефективних портфелів посівних площ (ризик – V_{VaR})

Джерело: розраховано авторами за даними [124]

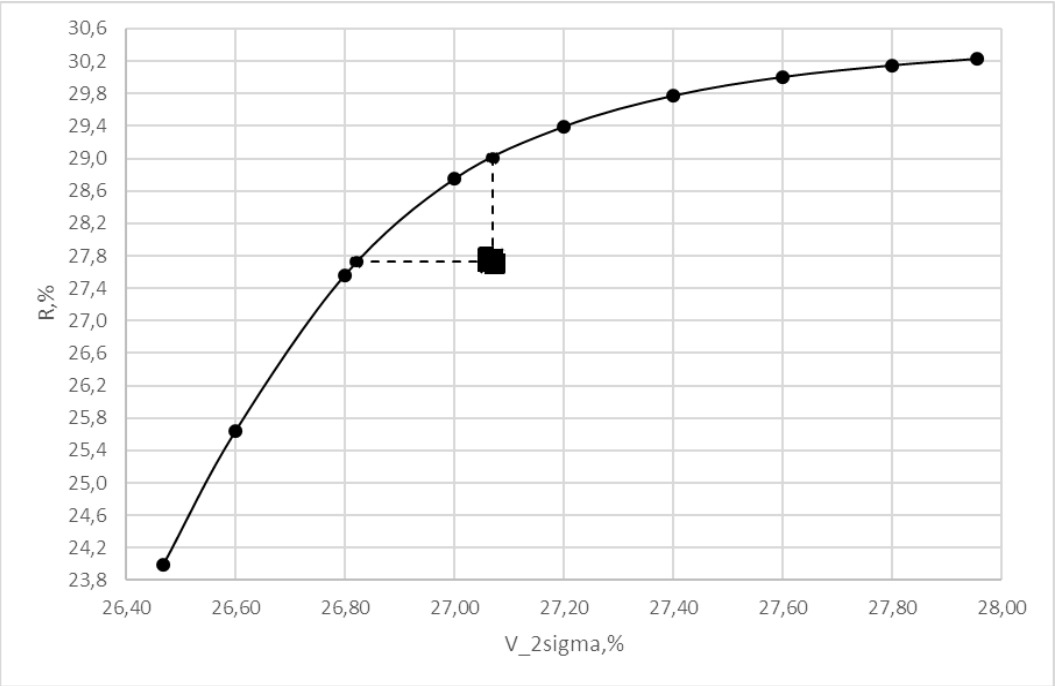

Рис. 3.13. Множина ефективних портфелів посівних площ (ризик – $V_{2\sigma}$)

Джерело: розраховано авторами за даними [124]

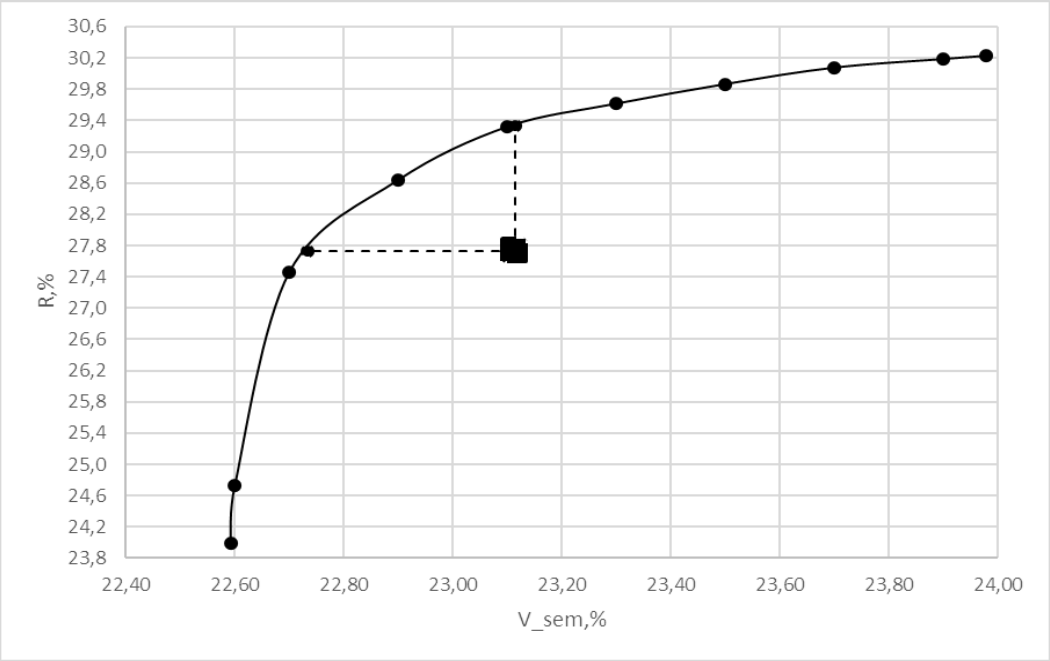

Рис. 3.14. Множина ефективних портфелів посівних площ (ризик – V_{sem})

Джерело: розраховано авторами за даними [124]

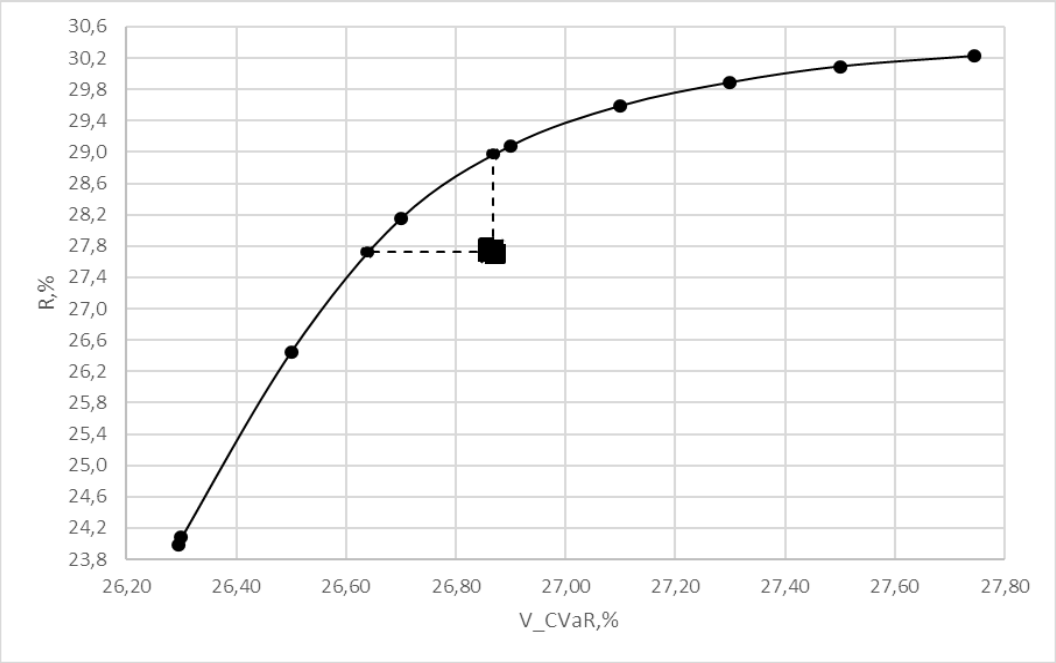

Рис. 3.15. Множина ефективних портфелів посівних площ (ризик – V_{CVaR})

Джерело: розраховано авторами за даними [124]

Оптимізація наявного стану. Квадратна мітка на рис. 3.12.–3.15. відповідає наявному стану зернової галузі. Штрихові лінії, проведені від

точки наявного стану показують, що фактичний рівень ризику дещо вищий за оптимальний, а загальну рентабельність можна підвищити без зміни ризику.

Таблиця 3.15

Оптимізація портфеля посівних площ зернових культур районів Рівненської області

Район / Вид оцінки ризику	Гощанський	Демидівський	Дубенський	Здолбунівський	Млинівський	Острозький	Радивилівський	Рівненський	Рентабельність, %	Ризик, %
Фактична структура посівних площ										
	0.114	0.077	0.164	0.106	0.167	0.092	0.126	0.154	27.73	
Максимум рентабельності при збереженні рівня ризику										
V_{VaR}	0.057	0.084	0.170	0.117	0.184	0.101	0.138	0.149	29.07	24.36
$V_{2\sigma}$	0.057	0.084	0.167	0.117	0.184	0.101	0.138	0.152	29.01	27.07
V_{sem}	0.057	0.084	0.180	0.117	0.184	0.101	0.134	0.142	29.33	23.11
V_{CVaR}	0.057	0.084	0.164	0.117	0.184	0.101	0.138	0.154	28.97	26.87
Мінімум ризику при збереженні рівня рентабельності										
V_{VaR}	0.100	0.084	0.114	0.117	0.184	0.101	0.138	0.161	27.73	24.10
$V_{2\sigma}$	0.094	0.084	0.112	0.117	0.184	0.101	0.138	0.170		26.82
V_{sem}	0.126	0.084	0.123	0.117	0.184	0.101	0.138	0.127		22.73
V_{CVaR}	0.094	0.084	0.112	0.117	0.184	0.101	0.138	0.170		26.64

Джерело: розраховано автором за даними [124]

Розрахунки, виконані за співвідношеннями (3.37) – (3.38), показали, що при наявному розподілі посівних площ між районами Рівненської області загальний рівень рентабельності зерновиробництва області становить $r_0 = 27.73\%$. Даний портфель посівних площ не є оптимальним. Розв’язування задачі (3.37) – (3.38) на максимум рентабельності при наявному рівні ризику дало змогу отримати діапазон максимальних значень загального рівня рентабельності, а також рекомендовані (оптимальні) значення посівних площ під культурами (табл. 3.15). Для прикладу, при використанні оцінки ризику, що була отримана за методикою *VaR*, для збільшення рівня рентабельності

зерновиробництва Рівненської області на $\Delta r_0 = 1.34\%$ необхідно значно зменшити посівні площі зернових у Гощанському районі до мінімальної встановленої нами межі (на 50%) та збільшити їх для решти районів (до максимальної встановленої нами межі (на 10%), окрім Дубенського та Рівненського районів (незначні зміни). При цьому можна отримати такий економічний ефект:

1) у результаті реструктуризації посівних площ зросте валовий збір зернових;
2) у районах з порівняно нижчим рівнем рентабельності зернових культур звільниться площа для інших культур, які є більш високорентабельними саме в цих районах.

Розв’язування задачі (3.39) мало на меті мінімізацію ризику зерновиробництва при збереженні досягнутого раніше рівня рентабельності. Отримані розв’язки подано у відповідних рядках табл. 3.16. Розрахунки показують, що можна зменшити рівень ризику при збереженні рівня рентабельності $r_0 = 27.73\%$. Для прикладу, розглянемо результати, які отримані для оцінки ризику, що була отримана за методикою *VaR*. Зменшення посівних площ зернових у Гощанському (на 12%) та Дубенському (на 30%) з одночасним збільшенням їх в інших районах на 10% (окрім Рівненського, тут доцільно збільшити посівні площі лише на 3%) призведе до зменшення загального рівня ризику на 0.26%.

Вибір оптимального портфеля. Виникає питання: який портфель більш ефективний – «мінімальний», «максимальний» чи деякий проміжний варіант. Відповідь на це питання у значній мірі залежить від психології інвестора та його відношення до ризику. У. Шарп для оптимізації портфеля запропонував використати максимальне відношення сподіваної дохідності портфеля до його ризику [211]. Проведені в дисертаційній роботі дослідження показали, що незалежно від вибору міри ризику, портфель з максимальним відношенням Шарпа є дуже близьким до означеного нами

«мінімального» портфеля. На нашу думку, даний критерій не є ефективним, оскільки веде до заниження очікуваної прибутковості портфеля.

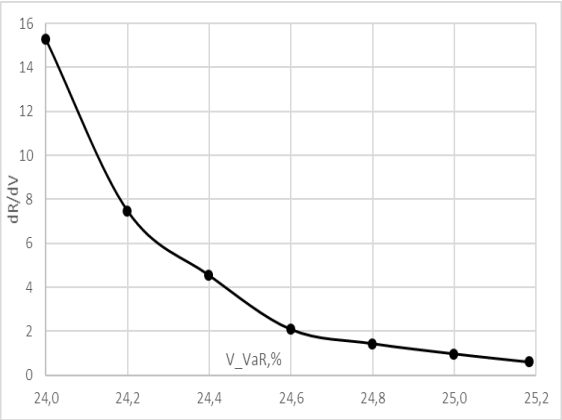

Рис. 3.16. Залежність похідної дохідності по ризику від ризику (V_{VaR})

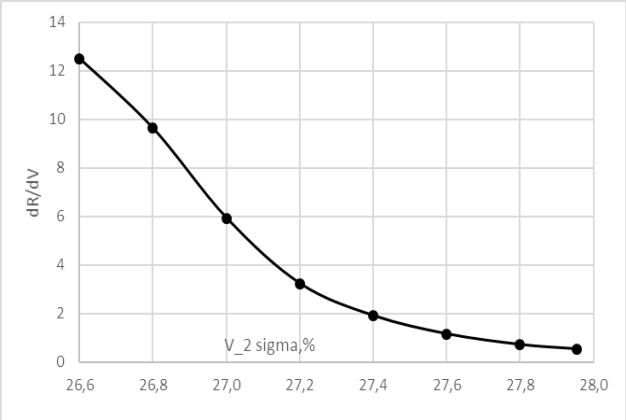

Рис. 3.17. Залежність похідної дохідності по ризику від ризику ($V_{2\sigma}$)

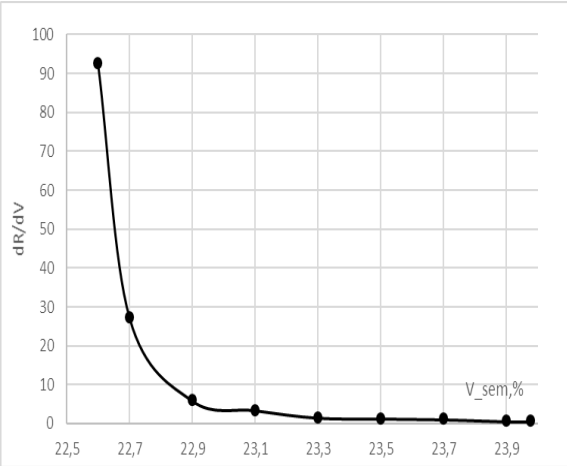

Рис. 3.18. Залежність похідної дохідності по ризику від ризику (V_{sem})

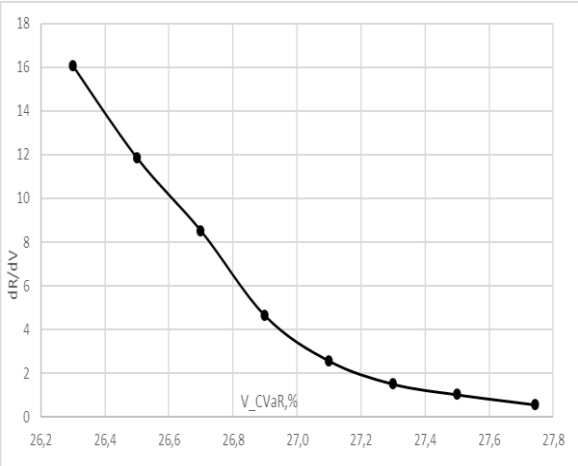

Рис. 3.19. Залежність похідної дохідності по ризику від ризику (V_{CVaR})

Джерело: розраховано автором за даними [124]

У дисертації пропонується інший – диференціальний критерій вибору найбільш ефективного портфеля з ефективної множини портфелів. На рис. 3.16.–3.19. зображені залежності похідної дохідності по ризику від значення ризику. З ростом допустимого ризику швидкість зростання дохідності швидко зменшується і при певному значенні ризику стабілізується. Це значення ризику можна вибрати в якості точки

оптимального портфеля. Судячи з рис. 3.16.–3.19., в якості таких точок можна обрати точки з параметрами, що наведені в табл. 3.16.

Дійсно, наступне після точки оптимального портфеля просування по траєкторії оптимальних портфелів веде до значного зростання ризику без помітної зміни дохідності. Таким чином, дана точка описує портфель, який має дохідність, близьку до максимальної і ризик, який є значно меншим від максимального. Тому такий портфель можна вибрати у якості найбільш ефективного.

Таблиця 3.16

Параметри оптимального портфеля посівних площ зернових культур в районах Рівненської області

Вид оцінки ризику / Параметри портфеля	V_{VaR}	$V_{2\sigma}$	V_{sem}	V_{CVaR}
Ризик портфеля	24.80	27.60	23.30	27.30
Рентабельність портфеля	29.93	30.00	29.61	29.89
Структура портфеля				
Гощанський	0.083	0.092	0.057	0.078
Демидівський	0.084	0.084	0.084	0.084
Дубенський	0.180	0.180	0.180	0.180
Здолбунівський	0.117	0.117	0.117	0.117
Млинівський	0.184	0.184	0.184	0.184
Острозький	0.101	0.101	0.101	0.101
Радивилівський	0.081	0.071	0.115	0.086
Рівненський	0.170	0.170	0.162	0.170

Джерело: розраховано автором за даними [124]

Аналіз таблиці 3.16 показує, що для більшості районів Рівненської області (за винятком Гощанського, Радивилівського та Рівненського) структура оптимального портфеля посівних площ зернових є ідентичною. Отже, для формування оптимального портфеля посівних площ зернових у районах Рівненської області доцільно збільшити на 10% посівні площі зернових у групі районів, що складається з Демидівського, Дубенського, Здолбунівського, Млинівського, Острозького та Рівненського. Водночас доцільно зменшити посівні площі зернових у Гощанському (на 27%) та

Радивилівському (на 36%). Тоді загальна рентабельність описаного портфеля складе 29.93% (при фактичному рівні 27.73%), а загальний рівень економічного ризику (оцінка якого розрахована за методикою VaR) складе 24.8% (фактичне значення 24.36%). Такий перерозподіл посівних площ у зерновій галузі Рівненщини може призвести одночасно до підвищення рентабельності на 2.2% та незначного збільшення ризику на 0.44%.

Серед інструментів прийняття рішень, що спрямовані на підвищення ефективності та зменшення рівня ризику у виробництві зерна можна виділити наступні:

– зміна структури посівних площ: для застосування даного інструменту пропонується застосування моделей типу Марковіца. Цей інструмент дає змогу обрати варіант найвищого можливого рівня прибутковості зернової галузі регіону при заданому рівні ризику, або найнижчого можливого рівня економічного ризику зерновиробництва регіону при рекомендованому рівні прибутковості, або ж обрати «оптимальний» портфель посівних площ зернових згідно, запропонованому нами, «диференціальному критерію»;
– зменшення витрат є досяжним:
  - через зміну структури посівних площ (завдяки зменшенню посівних площ зернових у регіонах із високим рівнем регіональних витрат, та навпаки – збільшенню посівних площ у тих регіонах, де визначено нижчий за середній по Україні рівень витрат). Застосування цього інструменту дасть змогу зменшити загальні витрати зерновиробництва в Україні;
  - через вдосконалення логістичної інфраструктури (завдяки побудові нових елеваторних потужностей у місцях, що дадуть змогу скоротити загальні транспортні витрати на перевезення зерна);

– синергетична взаємодія між рослинницькою та тваринницькою галузями: завдяки отриманню необхідної кількості органічних добрив рослинницькою галуззю та збільшенню постачання кормів для тваринницької галузі підвищиться стійкість аграрних підприємств, які поєднують згадані галузі;
– зменшення ступеня ризику:
  - запобігання кліматичним ризикам (нові сорти зерна, прогнозування змін клімату, зміна структури посівних площ);
  - зменшення виробничих ризиків: побудова нових зерносховищ дасть змогу зменшити втрати зерна.

Висновки до розділу 3

1. Важливим інструментом підвищення економічної ефективності зерновиробництва є оптимізація структури посівних площ зернової галузі. Збільшення частки площ під високорентабельними культурами при одночасному врахуванні потреб народного господарства в різних культурах є шляхом до підвищення економічної ефективності галузі.

2. У дослідженні на прикладі Рівненської області розроблено методологію оптимізації структури посівних площ зернових культур. У результаті економічного аналізу було виділено 8 основних зерносіючих районів, які зосереджені в південній частині області. Оптимізаційна модель враховує фактичні значення посівних площ у районах області, їх допустимі відхилення як у сторону збільшення так і у сторону зменшення, потреби області у зерні, економічну ефективність зерновиробництва та ризики, присутні у процесі зерновиробництва.

3. Запропоновано концепцію оцінювання синергетичного впливу економічного та погодно-кліматичного ризиків на економічну ефективність зерновиробництва. Ці ризики можуть підсилювати дію один одного у

випадку однакової спрямованості, або ж послаблюватись у випадку різної спрямованості. Є підстави вважати, що ці ризики переважно є антикорельованими. Для оцінювання погодно-кліматичного ризику пропонується використати статистичні дані посівних та зібраних площ зернових культур. У Рівненській області, починаючи з 2006 року спостерігається тенденція зниження рівня погодно-кліматичного ризику. Це пов'язано з використанням нових засухостійких сортів насіння та удосконаленням технології аграрного виробництва.

4. Економічний ризик визначається коливанням рентабельності зерновиробництва. При оцінюванні ступеня економічного ризику було використано методологію квантильної оцінки ризику. Ключовим моментом при оцінюванні ступеня економічного ризику є ідентифікація закону розподілу значень рентабельності. Дослідження об'єднаної вибірки, побудованої за даними рентабельності восьми районів Рівненської області, призвело до відхилення гіпотези про нормальний розподіл рентабельності. Основною причиною відхилення від нормального закону розподілу є наявність «важких хвостів» у розподілі рентабельності. Комп'ютерні експерименти показали, що рентабельність зерновиробництва з хорошою точністю описується логнормальним законом розподілу.

5. В основу методики оцінювання ступеня економічного ризику зерновиробництва було покладено квантильну методику визначення межі зони ризику та оцінку ризику як різницю між найбільш очікуваним значенням рентабельності та межею зони ризику. Для визначення межі зони ризику було апробовано декілька методів оцінювання ризику із врахуванням відхилення закону розподілу рентабельності від нормального, зокрема: метод «2σ», метод семіваріації, а також квантильні методи VaR та CVaR. Оцінки економічного ризику, отримані з використанням цих підходів, дають змогу виділити можливий спектр значень даного чинника.

6. Методика оптимізації структури посівних площ зернових культур Рівненської області, яка пропонується в дисертаційній роботі, базується на

класичній моделі Марковіца з врахуванням відхилення рентабельності від нормального закону розподілу. Роль активів у розглядуваній моделі відіграють посівні площі під зерновими, у ролі дохідності активу виступає рентабельність зерновиробництва на даній площі. В моделях типу Марковіца мірою ризику виступають оцінки, отримані з використанням квантильних методів та ідентифікованого автором закону розподілу рентабельності.

7. Для кожної методики оцінювання економічного ризику було побудовано множину ефективних портфелів. Для цього спочатку було визначено структуру портфеля з мінімальним ризиком та мінімальною дохідністю, потім визначено структуру портфеля з максимальним ризиком та максимальною дохідністю. Змінюючи значення ризику від мінімального до максимального з певним дискретним кроком та розв’язуючи задачу на максимум рентабельності, було отримано множину портфелів відому як множина ефективних портфелів.

8. Представляє практичний інтерес проблема вибору «найбільш ефективного» портфеля з множини ефективних портфелів. У роботі показано недостатню ефективність критерію Шарпа, який часто використовується для вирішення даної задачі. Натомість, запропоновано інший підхід до вибору найбільш ефективного портфеля, названий нами «диференціальний критерій».

9. Побудовані та оптимізовані моделі структури посівних площ типу Марковіца дали змогу вказати шляхи оптимізації структури зернової галузі на прикладі Рівненської області.

Основні результати розділу 3 опубліковано у наукових працях автора [55; 57; 58; 59; 195].

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі поставлено та вирішено завдання розробки концептуальних положень та системи відповідних математичних моделей економічної ефективності процесів виробництва зерна в Україні. Проведене наукове дослідження дало змогу сформулювати наступні висновки:

1. Проведено аналіз системи зерновиробництва України та її структури. Ключовим елементом системи є виробництво, яке визначає економічну ефективність галузі. За останні 20 років виробництво зерна в Україні стабільно зростає, що забезпечує валютні надходження, продовольчу та економічну безпеку держави. Незважаючи на зростання урожайності зернових культур, їх ціни та обсягів експорту зерна, в Україні спостерігається значна невідповідність між питомою вагою окремих зернових культур та рентабельністю їх виробництва, що, крім того, зазнає значних міжрічних коливань.

2. У наукових працях, які присвячені даній тематиці, висвітлюються підходи до моделювання та економічного оцінювання врожайності, логістичних ланцюгів у зерновій галузі, ціни зерна, перспектив його експорту, рентабельності зерновиробництва. Хоча недостатня увага приділяється аналізу динаміки рентабельності зерновиробництва, її моделюванню та прогнозуванню з урахуванням ключових чинників та супутніх ризиків. Дослідженню рентабельності як одного із основних показників економічної ефективності та врахуванню ризиків присвячено значну увагу в даній дисертації.

3. У дисертації розроблено концептуальні положення математичного моделювання економічної ефективності зерновиробництва. Основними показниками, що визначають ефективність системи зерновиробництва, є: врожайність, валовий збір, обсяг експортних поставок, річні запаси зерна, витрати виробництва, ціна зерна, рентабельність виробництва. Основними чинниками, які визначають економічну ефективність зерновиробництва, є: валовий збір зернових, витрати виробництва, ціна зерна. Для аналізу впливу цих чинників на економічну

ефективність зерновиробництва в роботі використано методи кореляційно-регресійного аналізу, методику часових рядів, теорію графів, інструментарій нечіткої логіки та квантильний підхід до оцінювання ризиків. У дисертації побудовано концептуальну модель дослідження економічної ефективності зерновиробництва, що визначає структуру даної наукової роботи.

4. Кореляційно-регресійний аналіз дав змогу ідентифікувати основні чинники, що визначають рентабельність зерновиробництва, їх відносний вплив та побудувати відповідні регресійні моделі. Враховуючи кореляційний характер впливу зовнішніх чинників, ефективним інструментарієм моделювання рентабельності є засоби нечіткої логіки. У роботі побудовано регресійно-нечіткі нелінійні моделі рентабельності зерновиробництва, які дають змогу врахувати нечіткість вхідної інформації та нелінійний характер впливу факторів. Встановлено адекватність побудованих моделей, що дало змогу використати їх для економічного аналізу та прогнозування. Найбільш ефективним інструментом прогнозування економічних показників є авторегресійні моделі, які враховують ефекти реверсивності та циклічності у динаміці зерновиробництва.

5. Витрати зерновиробництва є одним із ключових чинників, які визначають його економічну ефективність. Витрати зерновиробництва у регіонах України залежать від погодно-кліматичних умов, стану ґрунтів, стану розвиненості інфраструктури. У дисертації побудовано економетричні моделі, що визначають рентабельність зерновиробництва на регіональному рівні, описують взаємозв’язок та причини відмінностей від середніх значень рентабельності в Україні.

6. Підвищення економічної ефективності зерновиробництва в Україні стримує недостатній розвиток відповідної логістичної структури. У зв’язку з цим актуальною є задача оптимального планування розміщення нових зерносховищ. У роботі здійснено постановку та розроблено методику розв’язування цієї задачі з використанням методів теорії графів для степового регіону України. Цей регіон є найбільш перспективним у

плануванні будівництва нових зерносховищ через його близькість до морських портів.

7. На відміну від рослинництва, тваринницька галузь України перебуває в стані занепаду. З іншого боку, рослинницька галузь гостро потребує органічних добрив, які є побічним продуктом діяльності тваринницької галузі. Запорукою ефективного розвитку обох галузей є їх взаємозв'язок та органічна взаємодія. У дисертації побудовано динамічну еволюційну модель взаємодії рослинницької та тваринницької підсистем аграрного господарства, що описує синергетичний ефект підвищення ефективності виробництва та дає змогу визначити умови стійкості систем подібного типу.

8. У дисертації розроблено концептуальні положення щодо оцінювання синергетичного впливу економічного та погодно-кліматичного ризиків на економічну ефективність зерновиробництва. Адаптовано та апробовано квантильні методи оцінювання ступеня економічного ризику зерновиробництва. Оскільки рентабельність зерновиробництва не підлягає нормальному закону розподілу, то класична модель Марковіца для оптимізації структури посівних площ не застосовувана. Висунуто та підтверджено гіпотезу про логнормальний закон розподілу рентабельності зерновиробництва.

9. Ключовими моментами оцінювання ступеня економічного ризику зерновиробництва є визначення межі зони ризику та оцінка ступеня ризику як різниці між найбільш очікуваним значенням рентабельності та межею зони ризику. Для визначення межі зони ризику апробовано чотири методи: метод «2σ», метод семіваріації, а також квантильні методи VaR та CVaR. Оцінки ступеня економічного ризику, отримані з використанням цих підходів, дали змогу виділити можливий спектр значень даного чинника. З урахуванням отриманих оцінок побудовано моделі типу Марковіца, які дали змогу визначити шляхи оптимізації структури зернової галузі на прикладі Рівненської області.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аграрне інформаційне агентство Agravery [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://agravery.com.

2. Агробізнес України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://agribusinessinukraine.com.

3. Агропортал [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://agroportal.ua.

4. Айвазян С. А. Прикладная статистика. Основы моделирования и первичная обработка данных : справочное издание / С. А. Айвазян, И. С. Енюков, Л. Д. Мешалкин. – Москва : Финансы и статистика, 1983. – 472 с.

5. Айвазян С. А. Прикладная статистика и основы эконометрики : учебник для вузов / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян. – Москва : ЮНИТИ, 1998. – 1022 с.

6. Алексеєнко Л. М. Економічний словник: банківська справа, фондовий ринок (українсько-англійсько-російський тлумачний словник) / Л. М. Алексеєнко, В. М. Олексієнко, А. І. Юркевич. – Київ : Видавничий будинок «Максимум»; Тернопіль: «Економічна думка», 2000. – 592 с.

7. Андрійчук В. Г. Економіка аграрних підприємств: підручник / В. Г. Андрійчук. – 2-ге вид., допов. і перероб. – Київ : КНЕУ, 2002. – 624 с.

8. Андрійчук В. Г. Ефективність діяльності аграрних підприємств: теорія, методика, аналіз / В. Г. Андрійчук. – Київ : КНЕУ, 2006. – 292 с.

9. Андрійчук В. Г. Економіка підприємств агропромислового комплексу : підручник / В. Г. Андрійчук. – Київ : КНЕУ, 2013. – 779 с.

10. Аспекти математичного моделювання нелінійної соціально-економічної динаміки на підґрунті моделі Вольтерра–Лотки / Ю. В. Коляда, В. В. Вітлінський, В. О. Тукало, О. В. Квашук // Прогнозування соціально-економічних процесів: сучасні підходи та перспективи : монографія / за ред. О. І. Черняка, П. В. Захарченка. – Бердянськ : Вид. Ткачук О. В., 2011. – С. 9–31.

11. Бабич Т. Ю. Економетричне моделювання рентабельності зерновиробництва в Україні / Т. Ю. Бабич // Проблеми моделювання структури і процесів економічних систем : збірник тез доповідей учасників міжнародної науково-практичної конференції, Черкаси, 17–18 квітня 2014 р. – Черкаси : Східноєвропейський університет економіки та менеджменту, 2014. – С. 15–17.

12. Бабич Т. Ю. Дослідження стійкості аграрного комплексу / Т. Ю. Бабич // Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія: Економіка. – 2018. – № 8(36). – С. 100–105.

13. Басюркіна Н. Й. Особливості розвитку зернового господарства України / Н. Й. Басюркіна // Економіка харчової промисловості. – 2014. – № 1(21). – С. 54–60.

14. Батракова Т. І. Сутність поняття «економічна ефективність» діяльності підприємства в ринкових умовах / Т. І. Батракова // Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. – 2015. – Ч. 1, № 1 (69). – С. 172–178.

15. Бахвалов Н. С. Численные методы : учеб. пособие / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. – Москва : Наука, 1987. – 600 с.

16. Беннет Р. Секреты эффективного управления / Р. Беннет. – Москва : ЛОРИ, 2004. – 216 с.

17. Блейк Р. Р. Научные методы управления : / Роберт Р. Блейк, Джейн С. Моутон [Перевод]. – Киев : Наукова думка, 1990. – 247 с.

18. Бокс Дж. Анализ временных рядов. Прогноз и управление / Дж. Бокс, Г. Дженкинс. – Москва : Мир, 1974. – 608 с.

19. Борщук І. В. Ризик і дохідність при портфельному інвестуванні комерційних банків / І. В. Борщук // Фінанси України. – 2002. – № 7. – С. 115–126.

20. Бочарников В. П. Прогнозные коммерческие расчеты и анализ рисков на Fuzzy for Excel / В. П. Бочарников, С. В. Свешников, С. Н. Возняк. – Санкт-Петербург : Наука РАН, 2000. – 237 с.

21. Буряк П. Ю. Мікроекономіка : навч. посіб. / П. Ю. Буряк, О. Г. Гупало, І. В. Стасюк. – Київ : Хай-Тек Прес, 2008. – 367 с.

22. Васильєва Н. К. Прогнозування цін у галузі рослинництва в Україні та регіонах / Н. К. Васильєва // Економічний часопис-XXI. – 2013. – № 11–12(2). – С. 26–29.

23. Великоіваненко Г. І. Аналіз квантильних мір оцінювання фінансового ризику / Г. І. Великоіваненко // Економічний аналіз. – 2013. – Том 14. – Вип. 2. – С. 58–62.

24. Вернигора Р. В. Анализ системы хранения украинского зерна [Електронний ресурс] / Р. В. Вернигора, Р. Ш. Рустамов // Транспортні системи та технології перевезень. – 2017. – Вип. 13. – С. 10–18. – DOI: 10.15802/tstt2017/110763.

25. Виклики і шляхи агропродовольчого розвитку / [Б. Й. Пасхавер, О. В. Шубравська, Л. В. Молдаван, Д. Ф. Крисанов, С. Л. Ганначенко, Л. І. Дідківська, К. О. Прокопенко] ; за ред. Б. Й. Пасхавера. – Київ : Національна академія наук України ; Інститут економіки та прогнозування, 2009. – 432 с.

26. Витоптова В. А. Ефективність виробництва і реалізації зерна в Кіровоградській області / В. А. Витоптова, Н. А. Бондаренко // Продуктивність агропромислового виробництва. Економічні науки. – 2013. – Вип. 23. – С. 69–74.

27. Вітлінський В. В. Аналіз, оцінка і моделювання економічного ризику / В. В. Вітлінський. – Київ : Деміур, 1996. – 212 с.

28. Вітлінський В. В. Аналіз моделювання та управління економічним ризиком : навч.-метод. посіб. для самост. вивч. дисц. / В. В. Вітлінський, П. І. Верченко. – Київ : КНЕУ, 2000. – 292 с.

29. Вітлінський В. В. Ризикологія в економіці та підприємництві: монографія / В. В. Вітлінський, Г. І. Великоіваненко. – Київ : КНЕУ, 2004. – 480 с.

30. Вітлінський В. В. Комплексний підхід застосування методології Value-at-Risk / В. В. Вітлінський, А. Б. Камінський // Економічна кібернетика. – 2004. – № 5–6. – С. 4–14.

31. Власова Л. С. Прикладной потенциал прогнозов урожая / Л. С. Власова. – Воронеж : ВГАУ, 2000. – 137 с.

32. Волощук В. Р. Прогнозування економічних результатів від реалізації сільськогосподарської продукції: зб. наук. праць [відп. ред. В. Р. Волощук]. – Кам'янець-Подільський : ДАТА, 2010. – Вип. 10. – С. 15–21.

33. Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существование / В. Вольтерра : пер.с франц. – Москва : Наука, 1976. – 285 с.

34. Гайдуцький П. І. Структурні перекоси і ризики кризи в АПК / П. І. Гайдуцький // Економіка АПК. – 2014. – № 7. – С. 38–45.

35. Германюк Н. В. Теоретико-методологічні аспекти диверсифікації у сільському господарстві / Н. В. Германюк // Економіка АПК. – 2010. – № 8. – С. 25–29.

36. Горбонос Ф. В. Економіка підприємств : підручник / [Ф. В. Горбонос, Г. В. Черевко, Н. Ф. Павленчик, А. О. Павленчик]. – Київ : Знання, 2010. – 463 с.

37. Горпинич О. В. Економічна ефективність виробництва продукції в сільськогосподарських підприємствах / О. В. Горпинич // Вісник Бердянського університету менеджменту і бізнесу. – 2011. – № 3(15). – С. 59–65.

38. Гранатуров В. М. Экономический риск: сущность, методы измерения, пути снижения : учеб. пособ. / В. М. Гранатуров. – Москва : Дело и сервис, 2010. – 112 с.

39. Грицюк П. М. Аналіз, моделювання та прогнозування динаміки врожайності озимої пшениці в розрізі областей України: монографія /

П. М. Грицюк ; Нац. ун-т водного госп. та природокористування. – Рівне : НУВГП, 2010. – 350 с.

40. Грицюк П. М. Просторово-часова залежність рентабельності зерновиробництва від урожайності зернових / П. М. Грицюк // Економіка АПК. – 2010. – № 10. – С. 21–26.

41. Грицюк П. М. Оптимізація структури рослинної галузі Рівненської області / П. М. Грицюк // Економіка АПК. – 2013 – № 1 (219). – С. 24–30.

42. Грицюк П. М. Дослідження стійкості економічних систем в умовах конкуренції / П. М. Грицюк // Вісник Запорізького національного університету : збірник наукових праць. Економічні науки. – 2014. – № 1. – С. 73–81.

43. Грицюк П. М. Перспективи зерновиробництва та експорту зерна з України в контексті світової продовольчої кризи / П. М. Грицюк // Проблеми раціонального використання соціально-економічного та природно-ресурсного потенціалу регіону: фінансова політика та інвестиції : збірник наукових праць. – Київ : СЕУ / Рівне : НУВГП , 2013. – В. XIX, № 4. – С. 87–97.

44. Грицюк П. М. Геоінформаційні системи і технології : навч. посібник / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич ; Нац. ун-т водного госп. та природокористування. – Рівне : НУВГП, 2014. – 239 с.

45. Грицюк П. М. Загальні підходи до моделювання рентабельності зерновиробництва в Україні / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Стратегічні рішення інформаційного розвитку економіки, суспільства та бізнесу : тези доповідей III Міжнародної науково-практичної конференції, Рівне, 12–14 лютого 2014 р. – Рівне : НУВГП, 2014. – С. 223–224.

46. Грицюк П. М. Методологічні підходи до моделювання рентабельності зерновиробництва в Україні / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Проблеми і механізми відтворення ресурсного потенціалу України в контексті євроінтеграції : тези учасників VI Міжнародної науково-практичної конференції, Рівне, 16–17 жовтня 2014 р. – Рівне : НУВГП, 2014. – С. 385–388.

47. Грицюк П. М. Економіко-математичне моделювання рентабельності зерновиробництва в Україні / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування : збірник наукових праць. Серія: Економіка. – Рівне : НУВГП, 2014. – Випуск 2(66). – С. 62–70.

48. Грицюк П. М. Мінімізуючий алгоритм розміщення споживачів на транспортній мережі / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Сучасні проблеми математичного моделювання та обчислювальних методів : матеріали Міжнародної наукової конференції, Рівне, 19–22 лютого 2015 р. – Рівне: РВВ РДГУ, 2015. – С. 61–62.

49. Грицюк П. М. Аналіз затратності вирощування зернових в розрізі регіонів України / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Моделювання та прогнозування соціально-економічних процесів : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, Львів, 27-28 лютого 2015 р. : у 2-х ч. ; ГО «Львівська економічна фундація». – Львів : ЛЕФ, 2015. – Ч. 2. – С. 102–106.

50. Грицюк П. М., Економіко-математичний аналіз витратності вирощування зернових в розрізі регіонів України / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. – 2015. – № 2, том 1. – С. 218–223.

51. Грицюк П. М., Бабич Т. Ю. Оптимальне планування елеваторної мережі України / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Вісник Запорізького національного університету. Економічні науки. – 2015. – № 3(27). – С. 50–57.

52. Грицюк П. М. Рентабельность производства зерна в Украине: факторы риска / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах : труды Международной Научной Школы МАБР – 2015, г. Санкт-Петербург, Россия, 17–19 ноября, 2015 г. / Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем машиноведения Российской академии наук (Санкт-Петербург). – С. 243–248.

53. Грицюк П. М. Математична модель рентабельності зерновиробництва в Україні / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Економіка, наука,

освіта: інтеграція та синергія : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, м. Братислава, Словаччина, 18–21 січня 2016 р. : у 3-х т. – Т. 1. – Київ : Вид-во «Центр навчальної літератури», 2016. – С. 44–45.

54. Грицюк П. М. Моделирование рентабельности зернопроизводства с использованием нечеткой логики / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // International Journal of New Economics and Social Sciences. – 2016. – № 2 (4). – С. 42–52.

55. Грицюк П.М. Оптимізація структури посівних площ зернових культур з врахуванням ризиків / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Актуальні проблеми теорії і практики менеджменту в контексті євроінтеграції : збірник тез VI Міжнародної науково-практичної конференції молодих науковців, аспірантів та студентів, м. Рівне, 27 квітня 2017 року. – Рівне : НУВГП, 2017. – Ч. 1. – С. 222–224.

56. Грицюк П. М. Визначення ступеня випадковості системи зерновиробництва з використанням фрактального аналізу / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці : матеріали V Міжнародної науково-методичної конференції, м. Чернівці, 18–19 травня 2017 року. – Чернівці : Друк Арт, 2017. – С. 69–70.

57. Грицюк П. М. Оптимізація структури рослинної галузі регіону із врахуванням ризику / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Моделювання економіки: проблеми, тенденції, досвід : матеріали VIII Міжнародної науково-методичної конференції-форуму молодих економістів-кібернетиків, м. Львів, 28–29 вересня 2017 року. – Львів : Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2017. – С. 23–25.

58. Грицюк П. Оптимізація структури рослинної галузі Рівненської області із врахуванням ризику / П. Грицюк, Т. Бабич // Формування ринкової економіки в Україні. – 2017. – Випуск 38. – С. 52–63.

59. Грицюк П.М. Концептуальні засади оцінювання економічного ризику зерновиробництва / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування :

збірник наукових праць. Економічні науки. – Рівне : НУВГП, 2017. – Випуск 4(80). – С. 170–179.

60. Грицюк П. М. Моделювання впливу метеофакторів на урожайність зернових культур в розрізі областей Україні / П. М. Грицюк, Л. Д. Бачишина // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. – 2015. – Випуск 3 (1). – С.184–188.

61. Грицюк П. М. Моделювання динаміки урожайності зернових культур для областей України / П. М. Грицюк, Л. Д. Бачишина // Моделювання та інформаційні системи в економіці. – 2015. – № 91. – С.189–200.

62. Грицюк П. М. Чинники підвищення цін на зерно в Україні / П. М. Грицюк, Л. Д. Бачишина // Економіка АПК. – 2017. – № 7. – С. 54–61.

63. Далайін Б. О. А. Еволюційне моделювання та ІТ-підтримка розвитку підприємств / автореф. дис. ... канд. екон. наук : 08.00.11 / Бадер Омар Ахмад Далайін ; [наук. керівник Г. Ф. Іванченко] ; ДВНЗ «КНЕУ імені В. Гетьмана». – Київ, 2017. – 23 с.

64. Данкевич В. Є. Диверсифікація діяльності високотоварних сільськогосподарських підприємств / В. Є. Данкевич // Вісник ЖНАЕУ. – 2010. – № 1 (26), т. 2. – С. 147–155.

65. Довгенко Я. О. Статистична оцінка тенденцій розвитку виробництва зернових та формування пропозиції / Я. О. Довгенко // Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету. Економічні науки. – 2011. – Вип. 20, ч. І. – С. 81–89.

66. Донець Л. І. Економічні ризики та методи їх вимірювання: навчальний посібник / Л. І. Донець. – Київ : Центр навч. літ-ри, 2006. – 312 с.

67. Доронін А. В. Сучасний стан зернового ринку в Україні / А. В. Доронін // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. – 2014. – Вип. 21. – С. 270–276.

68. Жибак М. М. Фактори впливу на прибутковість зернової галузі / М. М. Жибак, Г. М. Христенко // Глобальні та національні проблеми економіки. – 2014. – № 2. – С. 754–757.

69. Заболоцький Т. М. Моделювання в управлінні портфелем фінансових активів : монографія / Т. М. Заболоцький ; Львівський нац. ун-т ім. І. Франка. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2016. – 440 с.

70. Заболоцький Т. М. Моделювання за альтернативними гіпотезами в управлінні портфелем фінансових активів: автореферат дис. … д-ра екон. наук : спец. 00.08.11 / Тарас Миколайович Заболоцький ; [наук. керівник В. В. Вітлінський] ; ДВНЗ «КНЕУ імені В. Гетьмана». – Київ, 2017. – 36 с.

71. Забуранна Л. В. Економічна ефективність виробництва зерна та шляхи її підвищення в сільськогосподарських підприємствах / Л. В. Забуранна // Економіка АПК. – 2014. – № 3. – С. 55–61.

72. Загайтов И. Б. Прогноз колебаний природних условий сельскохозяйственного производства и всемирная статистика урожаев / И. Б. Загайтов, Л. С. Воробъева. – Воронеж : ВГАУ, 1998. – 216 с.

73. Загайтов И. Б. Экономические проблемы повышения устойчивости сельскохозяйственного производства : монография / под редакцией И. Б. Загайтова, П. Д. Половинкина ; Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. – Москва : Экономика, 1984. – 240 с.

74. Загайтов И. Б. Об оценке экономической эффективности прогнозов в сельском хозяйстве / И. Б .Загайтов, Л. П. Яновский // Проблемы прогнозирования. – 2003. – № 1. – С. 148–153.

75. Загородній А. Г. Фінансово-економічний словник: / А. Г. Загородній, Г. Л. Вознюк. – Вид. 3-тє, допов. і перероб. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2011. – 844 с.

76. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. Заде. – Москва : Мир, 1976. – 165 с.

77. Зінчук Т. Ю. Складові прибуткового ризику та їх взаємозв’язок на прикладі виробництва пшениці / Т. Ю. Зінчук // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. − 2010. − Вип. 154. − Частина 3. − С. 79−86.

78. Ильминская С. А. Эффективность экономики: критерии и показатели / С. А. Ильминская // Вестник ОрелГИЭТ. – 2010. – № 4 (14). – С. 103–107.

79. Іванух Р. А. Аграрна економіка і ринок / Р. А. Іванух, С. Л. Дусановський, Є. М. Білан. – Тернопіль : Збруч, 2003. – 305 с.

80. Івашова Л. М. Проблеми та перспективи розвитку інфраструктурного забезпечення експорту зерна в Україні / Л. М. Івашова, О. П. Атамас // Вісник Академії митної служби України. Серія: Економіка. – 2013. – № 2 (50). – С. 153–158.

81. Ільчук М. М. Прогнозування обсягів та економічної ефективності виробництва зерна кукурудзи в Україні / М. М. Ільчук, І. А. Коновал // Біоресурси і природокористування. – 2013. – Том 5. – № 3–4. – С. 137–146.

82. Карта элеваторов Украины [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://elevatorist.com/karta-elevatorov-ukrainy.

83. Катренко А. В. Розв’язання задач оптимального розміщення об’єктів методом імітаційного моделювання / А. В. Катренко, Т. І. Антоняк // Вісник Національного університету «Львівська політехніка»: Інформаційні системи та мережі. – 2011. – № 715. – С. 150–162.

84. Козаченко Д. М. Напрями підвищення ефективності перевезень зернових вантажів залізничним транспортом / Д. М. Козаченко, Р. Ш. Рустамов, Х. В. Матвієнко // Транспортні системи і технології перевезень : зб. наук. праць Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. транспорту ім. акад. В. Лазаряна. – 2013. – Вип. 6. – С. 56–60.

85. Козик В. В. Проблеми застосування моделей типу «хижак–жертва» в економічній практиці / В. В. Козик, Ю. І. Сидоров // Наука та інновації. – 2011. – Т. 7, № 1. – С. 5–15.

86. Колесников А. А. Синергетические методы управления сложными системами: теория системного синтеза / А. А. Колесников. – Москва : КомКнига, 2006. – 240 с.

87. Колібаба Р. О. Дії щодо мінімізації ризиків в аграрному секторі [Електронний ресурс] / Р. О. Колібаба // Веб-сайт Міністерства фінансів України. – Режим доступу: http://195.78.68.18/minfin/control/uk/publish/printable_article?art_id=57333.

88. Колодійчук В. А. Ефективність логістики зерна та продуктів його переробки : монографія / В. А. Колодійчук. – Львів : Український бестселер, 2015. – 574 с.

89. Коляда Ю. В. Пізнання механізму економічної адаптації з використанням модифікації моделі «жертва-хижак» / Ю. В. Коляда // Вчені записки : зб. наук. пр. / Київ. нац. екон. ун-т ім. Вадима Гетьмана. – 2013. – Вип. 15. – С. 193–201.

90. Коляда Ю. В. Оцінювання впливу зміни коефіцієнтів узагальненої моделі Вольтерра–Лотки на еволюцію соціально-економічних систем / В. О. Тукало, Ю. В. Коляда // Бізнес-Інформ. – 2012. – № 3. – С. 67–71.

91. Копитець Н. Г. Передумови формування ринкової системи збуту та реалізації сільськогосподарської продукції / Н. Г. Копитець // Економіка та управління АПК. – 2010. – № 6. – С. 17–25.

92. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств / А. Кофман. – Москва : Радио и связь, 1982. – 432 с.

93. Кравець П. Системи прийняття рішень з нечіткою логікою / П. Кравець, Р. Киркало // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Комп’ютерні науки та інформаційні технології. – 2009. – № 650. – С. 115–123.

94. 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.

95. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход / Н. Кристофидес ; [перев. с англ. под ред. Г. Гаврилова]. – Москва : Мир, 1978. – 432 с.

96. Круглов В. В. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети / В. В. Круглов, М. И. Дли, Р. Ю. Голунов. – Москва : Физматлит, 2001. – 201 с.

97. Курицкий Б. Я. Поиск оптимальных решений средствами Excel 7.0 / Б. Я. Курицкий. – Санкт-Петербург : BHV – Санкт-Петербург, 1997. – 384 с.

98. Кущ О. О. Методи управління інвестиційним портфелем банку та їх характеристика / О. О. Кущ // Інвестиції: практика та досвід. – 2011. – № 10. – С. 12–16.

99. Лавринчук О. В. Перспективи розвитку ринку зерна України / О. В. Лавринчук // Облік і фінанси АПК. – 2011. – № 3. – С. 144–152.

100. Лайко П. А. Сутність і класифікаційні ознаки страхових ризиків у сільському господарстві / П. А. Лайко // Збірник наукових праць Таврійського державного агротехнологічного університету (економічні науки). – 2009. – № 6. – С.183–189.

101. Лапач С. Н. Статистика в науке и бизнесе / С. Н. Лапач, А. В. Чубенко, П. Н. Бабич. – Київ : МОРИОН, 2002. – 640 с.

102. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А. В. Леоненков. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.

103. Лопатин А. В. Рационализация путей и методов повышения экономической эффективности производства зерна : автореферат дисс… на канд. экон. наук : 08.00.05 / Лопатин Алексей Валентинович ; [науч. руководитель М. В. Шатохин] ; ФГОУ ВПО «Курская гос. сельскох. акад. им. проф. И. И. Иванова». – Курск, 2011. – 24 с.

104. Ляпунов А. М. Общая задача об устойчивости движения / А. М. Ляпунов. – Москва–Ленинград : ГИТТЛ, 1950. – 472 с.

105. Ляшенко І. М. Основи математичного моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів : навч. пос. / І. М. Ляшенко, М. В. Коробова, А. М. Столяр. – Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2006. – 304 с.

106. Максишко Н. К. Моделювання економіки методами дискретної нелінійної динаміки : монографія / Н. К. Максишко ; наук. ред. проф. В. О. Перепелиця. – Запоріжжя : Поліграф, 2009. – 416 с.

107. Маркс К. Сочинения. Издание второе / К. Маркс, Ф. Энгельс. – Москва : Издательство политической литературы, 1955-1974 гг. – Т. 35. – 525 с.

108. Мармоза А. Т. Теорія статистики : підручник / А. Т. Мармоза. 2-ге вид., перероб. та допов. – Київ : Центр учбової літератури, 2013. – 592 с.

109. Мартинишин Я. М. Розвиток концентрації зерновиробництва в сільськогосподарських підприємствах України / Я. М. Мартинишин, Є. Я. Коваленко // Економіка і менеджмент культури. – 2013. – № 1. – С. 20–27.

110. Матвійчук А. В. Штучний інтелект в економіці: нейронні мережі, нечітка логіка : монографія / А. В. Матвійчук. – Київ : КНЕУ, 2011. – 439 с.

111. Маценко А. М. Эколого-экономические принципы моделирования циклических колебаний в экономике / А. М. Маценко // Вісник СумДУ. Серія: Економіка. – 2007. – № 1. – С. 103–110.

112. Методи мінімізації аграрних ризиків та підвищення ефективності зерновиробництва / [А. Галяс, В. Гаврилюк, Д. Дей, Т. Сербіна та ін.]. – Київ : Канадсько-український зерновий проект, 2008. – 81 с.

113. Мочерний С. В. Економічна теорія: підручник / С. В. Мочерний, М. В. Довбенко. – Київ : Видавничий центр «Академія», 2004. – 856 с.

114. Мызникова Т. Н. Факторы формирования экономической устойчивости агропредприятия / Т. Н. Мызникова // Вестник Челябинского государственного университета. – 2005. – Т. 7. – № 1. – С. 57–60.

115. Найт Ф. Х. Риск, неопределенность и прибыль / Ф. Х. Найт ; [пер. с англ.]. – Москва : Дело, 2003. – 360 с.

116. Наконечний С. І. Економетрія : підручник / С. І. Наконечний, Т. О. Терещенко, Т. П. Романюк. – Київ : КНЕУ, 2004. – 520 с.

117. Наконечний С. І. Погодний ризик АПК: адаптивне моделювання, економічне зростання та прогнозування / С. І. Наконечний, С. С. Савіна. – Київ : ДЕМІУР, 1998. – 186 с.

118. Ніколенко Ю. В. Основи економічної теорії : підручник / Ю. В. Ніколенко. – Київ : ЦНЛ, 2003. – 540 с.

119. Одінцов О. М. Управління диверсифікацією аграрного виробництва на основі економіко-математичного моделювання / О. М. Одінцов // Науковий інформаційний журнал «Бізнес інформ». Харківський національний економічний університет МОН України. – 2014. – № 7. – С. 113–117.

120. Олійник О. В. Циклічність у динаміці урожайності сільськогосподарських культур / О. В. Олійник // Економіка АПК. – 2003. – № 3. – С. 52–57.

121. Олефір В. К. Вплив зовнішніх факторів на кон'юктуру внутрішнього ринку агропродовольчих товарів / В. К. Олефір // Економіка і прогнозування. – 2012. – № 1. – С. 143–155.

122. Організація і планування сільськогосподарського виробництва : підручник / [М. М. Ільчук, Л. Я. Зрібняк, С. І. Мельник, І. А. Коновал, О. В. Шкіль]. – Вінниця : Нова книга, 2009. – 456 с.

123. Останкова Л. А. Аналіз, моделювання та управління економічними ризиками : навчальний посібник / Л. А. Останкова, Н. Ю. Шевченко. – Київ : Центр учбової літератури, 2011. – 256 с.

124. Офіційний веб-сайт Головного управління статистики у Рівненській області [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.rv.ukrstat.gov.ua.

125. Офіційний веб-сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua/.

126. Офіційний сайт Міністерства аграрної політики та продовольства України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.minagro.gov.ua.

127. Охріменко І. В. Планування виробничо-збутової діяльності сільськогосподарських підприємств / І. В. Охріменко // Економіка і управління АПК. – 2009. – № 7. – С. 22–26.

128. Охріменко І. В. Методичні основи оцінки резервів підвищення економічної ефективності на підприємстві / І. В. Охріменко // Збірник

наукових праць Таврійського державного агротехнологічного університету (економічні науки). – 2013. – № 2(3). – Вип. 30. – С. 248–259.

129. Павленко И. Г. Подходы к определению экономической сущности понятия «эффективность» / И. Г. Павленко // Экономика и управление. – 2006. – № 1. – С. 35–38.

130. Паламарчук М. М. Ефективність виробництва зернових культур у сільськогосподарських підприємствах Київської області / М. М. Паламарчук // Економіка АПК. – 2013. – № 8. – С. 110–115.

131. Петрачкова Ю. Л. Пути повышения экономической эффективности производства зерна : автореферат дисс… на канд. экон. наук : 08.00.05 / Петрачкова Юлия Львовна ; [науч. руководитель А. С. Паронян] ; ФГОУ ВПО «Курская гос. сельскох. акад. им. проф. И. И. Иванова». – Курск, 2009. – 19 с.

132. Паронян А. А. Теоретические аспекты категории «эффективность» в исследовании трудовых ресурсов сельского хозяйства / А. А. Паронян // Экономические науки. – 2011. – № 5. – С. 152–155.

133. Потапова Н. А. Оцінка рентабельності підприємств при формуванні ланцюга постачання продукції АПК / Н. А. Потапова // Збірник наукових праць Таврійського державного агротехнологічного університету (економічні науки). – 2013. – № 2(2). – Вип. 26. – С. 190–202.

134. Потапова Н. А. Агрологістика в системі ефективного зернового ринку України / Н. А. Потапова, О. В. Яремчук // Збірник наукових праць Таврійського державного агротехнологічного університету (економічні науки). – 2014. – Випуск 2. – С. 165–170.

135. Прасолов А. В. Математические модели взаимодействия фирм как инструмент корпоративного управления / А. В. Прасолов // Изв. С.-Петерб. ун-та экономики и финансов. – 2001. – № 2. – С. 32–48.

136. «Про зерно та ринок зерна в Україні» : Закон України від 04.07.2002 р. № 37-IV (редакція від 19.07.2017 р.) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon.rada.gov.ua/laws/main/37-15.

137. «Про основні засади державної аграрної політики на період до 2015 року» : Закон України від 18.10.2005 № 2982-IV [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2982-15.

138. «Про схвалення Концепції Державної цільової програми розвитку аграрного сектору економіки на період до 2020 року» : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30.12.2015 р. № 1437-р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.kmu.gov.ua/ua/npas/248907971.

139. Програма “Зерно України – 2015” . – К. : ДІА, 2011. – 48 с.

140. Продовольча та сільськогосподарська організація ООН : офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.fao.org/publications/save-and-grow/maize-rice-wheat/en/.

141. Проект Закону України «Про стимулювання розвитку агропромислового комплексу України» [Електронний ресурс] / Міністерство аграрної політики та продовольства України. – Режим доступу: http://minagro.gov.ua/apk?nid=21861.

142. Пустуев А. Л. Экономический механизм устойчивости в системе управления АПК / А. Л. Пустуев, Ф. А. Степанов // Аграрный вестник Урала. – 2008. – № 12. – С. 31–32.

143. Райзберг Б. А. Современный экономический словарь / Б. А. Райзберг, Л. Ш. Лозовский, Е. Б. Стародубцева. – 2-е изд., испр. – Москва : ИНФРА-М, 1999. – 479 с.

144. Рябова С. Стражи зерна: в элеваторный бизнес готовы инвестировать даже небольшие фермерские хозяйства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://landlord.ua/strazhi-zerna-v-elevatornyiy-biznes-gotovyi-investirovat-dazhe-nebolshie-fermerskie-hozyaystva.

145. Саблук П. Сучасний стан та перспективи розвитку агропромислового комплексу України / П. Саблук // Економіка України. – № 12. – 2008. – С. 4–18.

146. Савенко Н. В. Економічна сутність ефективності виробництва підприємства і аналіз підходів до її визначення / Н. В. Савенко // Інноваційна економіка. – 2009. – № 2. – С. 153–162.

147. Сайт науково-дослідницького інституту «Food and Agricultural Policy Research Institute» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.fapri.iastate.edu/.

148. Сайт Світового банку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://data.worldbank.org/

149. Саковська О. М. Формування експортного потенціалу зернового ринку / О. М. Саковська // Збірник наукових праць Таврійського державного агротехнологічного університету (економічні науки). – 2013. – № 1(2). – С. 293–301.

150. Система організаційно-економічних механізмів функціонування основних агропродовольчих підкомплексів рослинництва України / О. М. Шпичак, О. В. Боднар, С. О. Пашко; [за ред. академіка УААН О. М. Шпичака]. – Київ : ЗАТ «Нічлава», 2009. – 406 с.

151. Скрипник А. Експортний потенціал та ризики аграрного сектору України / А. Скрипник, Т. Зінчук // Економіст. – 2009. – № 11. – С. 16–20.

152. Скрипник А. Паритетний принцип визначення експортних квот на пшеницю / А. Скрипник, Т. Зінчук // Економіка України. – Київ : Вид-во «ПРЕСА УКРАЇНИ». – 2012. – № 2. – С. 26–37.

153. Стратегічні напрями розвитку сільського господарства України на період до 2020 року : за ред. Ю. О. Лупенка, В. Я. Месель-Веселяка. – Київ : Національний науковий центр «Інститут аграрної економіки», 2012. – 182 с.

154. Стратегія розвитку Рівненської області на період до 2020 року : Офіційний веб-сайт Рівненської обласної державної адміністрації [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.rv.gov.ua/sitenew/main/ua/15565.html.

155. Ткач О. В. Дослідження економічної ефективності інвестування для відтворення родючості ґрунтів / О. В. Ткач // Моделювання та інформаційні системи в економіці. – 2012. – Випуск 87. – С. 247–258.

156. Ткач О. В. Стохастична економіко-математична модель відтворення родючості ґрунтів / О. В. Ткач // Дніпропетровський державний університет Міносвіти України. Економіка: проблеми теорії та практики. – 2008. – Вип. 239. – С. 1121–1127.

157. Ткачук В. І. Мотиваційні засади диверсифікації діяльності аграрних підприємств / В. І. Ткачук // Збірник наукових праць Таврійського державного агротехнологічного університету (економічні науки). – 2013. – № 1 (3). – С. 263–271.

158. Товстопят А. Производство зерна в Украине, сопутствующая инфраструктура экспорта зерна: среднесрочная перспектива развития [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://cfts.org.ua/analitics?page=2

159. УкрАгроКонсалт. Украина. Рекордный экспорт зерна не принес рекордной валютной выручки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ukragroconsult.com/news/ukraina-rekordnyi-eksport-zerna-ne-prines-rekordnoi-valyutnoi-vyruchki.

160. Українська Зернова Асоціація. Асоціація виробників, переробників та експортерів зерна. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://uga.ua.

161. Укрзалізниця. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.uz.gov.ua.

162. Ус С. І. Оптимізація виробництва сільськогосподарських підприємств в нестабільному ринковому середовищі : автореф. дис. ... канд. екон. наук : 08.00.04 / Ус Сергій Іванович ; [наук. керівник М. М. Ільчук]; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування. – Київ, 2017. – 24 с.

163. Устенко О. Л. Теория экономического риска : монография / О. Л. Устенко. – Київ : МАУП, 1997. – 164 с.

164. Фірсова М. О. Моделювання інвестиційного портфеля акцій українських компаній на основі моделі квазі-Шарпа / М. О. Фірсова // Інвестиції: практика та досвід. – 2014. – № 2. – С. 76–78.

165. Хохлов В. Ю. Value-At-Risk портфелю цінних паперів / В. Ю. Хохлов // Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія: Економіка. – 2016. – № 2(30). – С. 134–139.

166. Хохлов В. Ю. VaR и проблема «больших хвостов» распределения доходности / В. Ю. Хохлов // Риск-менеджмент в кредитной организации. – 2012. – № 2. – С. 35–49.

167. Хохлов В. Ю. Математичні методи в управлінні портфелем цінних паперів : монографія / В. Ю. Хохлов. – Київ : Кондор-Видавництво, 2017. – 298 с.

168. Христенко Г. М. Економічна ефективність зернового господарства та чинники її формування / Г. М. Христенко // Збірник наукових праць Таврійського державного агротехнологічного університету (економічні науки). – 2014. – № 1(25). – С. 248–252.

169. Чекотовський Е. В. Основи статистики сільського господарства : навч. посібник / Е. В. Чекотовський. – Київ : КНЕУ, 2001. – 432 с.

170. Черкас Н. І. Вплив обмінного курсу та імпорту на динаміку структури експорту України / Н. І. Черкас // Економіка і прогнозування. – 2013. – № 2. – С. 128–139.

171. Шпичак О. М. Оптимізація ринку зерна України та її результативність / О. М. Шпичак, О. В. Боднар // Моніторинг біржового ринку. – 2014. – № 2(21). – С. 8–14.

172. Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С. Д. Штовба. – Москва : Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.

173. Шувар І. А. Про родючість ґрунту треба дбати постійно [Електронний ресурс] / І. А. Шувар // Агробізнес сьогодні. – 2011. – № 21–22. – С. 220–221. – Режим доступу: http://www.agrobusiness.com.ua/component/content/article/18-2010-06-11-12-53-00/733-2011-11-29-12-31-46.html.

174. 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.

175. Шищенко П. Г. Фізична географія України : підручник / П. Г. Шищенко, Н. В. Муніч. – Київ : Зодіак-ЕКО, 2008. – 240 с.

176. Экономическая энциклопедия / науч.-ред. совет изд-ва «Экономика», Ин-т экономики РАН; [Александрова Е. И. и др.]; гл. ред. Л. И. Абалкин и др. – Москва : Экономика, 1999. – 1054 с.

177. Ященко О. І., Романюк О. П. Економічний та соціальний аспекти оцінки ефективності / О. І. Ященко, О. П. Романюк // Науковий вісник НЛТУ України. – 2008. – Вип. 18.6. – С. 237–242.

178. An official website of the United States Government [Electronic Resource]. – Access Mode: https://www.usda.gov

179. An official website of the U.S. Agency for International development [Electronic Resource]. – Access Mode : https://www.usaid.gov

180. Bailey D. The Sharpe ratio efficient frontier / D. Bailey, M. Lopez de Prado // Journal of risk. – 2012. – № 15 (2). – P. 3–44.

181. Baptista A. M. Portfolio selection with mental accounts and background risk / A. M. Baptista // Journal of banking and finance. – 2012. – № 36. – P. 968–980.

182. Black F. Global Portfolio Optimization / F. Black, R. Litterman // Financial Analysts J. – 1992. – Vol. 48 (5). – P. 28–43.

183. Bollerslev T. Modeling the coherence in short-run nominal exchange rates: a multivariate generalized ARCH model / T. Bollerslev // The review of economics and statistics. – 1990. – № 72. – P. 498–505.

184. Brillinger D. R. Time series – data analysis and theory / D. R. Brillinger. – San Francisco : Holden Day, 1981. – 540 p.

185. Chopra V. Mean-variance revisited: Near optimal portfolios and sensitivity to input variations / V. Chopra // Journal of Investing. – 1993. – № 2 (1). – P. 51–59.

186. Coyle B. T., Wei R., Rude J. Dynamic econometric models of Manitoba crop production and hypothetical production impacts for CAIS / B. T. Coyle, R. Wei, J. Rude // CATPRN Working Paper. – 2008. – № 6. – P. 1–71.

187. Edwards Allen, L. An introduction to linear regression and correlation (A series of books in psychology) // Allen Louse Edwards. – San Francisco: W. H. Freeman and Comp., 1976. – 213 p.

188. Embrechts P. Modelling extremal events for insurance and finance / P. Embrechts, S. Kluppelberg, T. Mikosch. – Berlin : Springer, 1997. – 655 p.

189. Engle R. F. ARCH: Selected Readings / R. F. Engle. – Oxford : Oxford University Press, 1995. – 422 p.

190. Fama E. F. Foundations of finance / E. F. Fama. – New York : Basic Books, 1976. – 391 p.

191. FAPRI 2010 U.S. and World Agricultural Outlook [Electronic Resource]. – Access Mode : http://www.fapri.iastate.edu/outlook/2010/.

192. Gerson Feder. Farm Size Risk Aversion and the Adoption of New Technology under Uncertaity / Gerson Feder // Oxford Economic Papers: New Series. – 1980. – Vol. 32, № 2. – P. 263–283 [Electronic Resource]. – Access Mode: http://documents.worldbank.org/curated/en/281561468172779625/pdf/REP155000Farm00y0under0uncertainty.pdf.

193. Hrytsiuk P. M. Mathematical modelling of grain production profitability in Ukraine taking into account risks / P. M. Hrytsiuk, T. Y. Babych // Int. J. Risk Assessment and Management. – 2017. – Vol. 20, No. 4. – P. 307 – 321.

194. Hrytsiuk Petro. Optimization of crop industry structure in Ukrane taking into account risks / Petro Hrytsiuk, Tetiana Babych // Sustainable Development Goals of Ukraine : monograph / Olena Kotykova, Valentyna Tokareva, Dmytro Adamov, Olha Balueva, Mykhailo Yukhnenko, Petro Hrytsiuk, Tetiana Babych, Mykola Babych, Iryna Sievidova, Vitalii Liashenko, Oksana Yaroshevska, Oleksii Albeshchenko, Anna Kovalenko, Tetyana Oliynyk. – London : Published by Sciemcee Publishing, 2017. – P. 63–78.

195. Kamimura A. The economic system seen as a living system: a Lotka-Volterra framework / A. Kamimura, G. F. Burani, H. M. Franca // Emergence: Complexity & Organization. – 2011. – Vol. 13. – № 3. – P. 80–93.

196. Khokhlov V. Conditional value-at-risk for elliptical distributions / V. Khokhlov // Evropsky casopis ekonomiky a managementu. – 2016. – № 2 (6). – P. 70–79.

197. Khumawala B. M. An Efficient Branch-Bound Algorithm for the Warehouse Location Problem / B. M. Khumawala // Management Science. – 1972. – Vol. 18, iss. 12. – P. 718–731.

198. Knight Frank H. Risk, uncertainty and profit / Frank H. Knight. – New York : Mineola, 1921. – 382 p.

199. Krarup J. The simple plant location problem: Survey and synthesis / J. Krarup, P. M. Pruzan // European Journal of Operational Research. – 1983. – Vol. 12, iss. 1. – P. 36–81.

200. Krokhmal P. Modeling and optimization of risk / P. Krokhmal, M. Zabarankin, S. Uryasev // Surveys in operations research and management science. – 2011. – № 16. – P. 49–66.

201. Mamdani E. H. Application of fuzzy algorithms for the control of a simple dynamic plant / E. H. Mamdani. – 1974. – Proc. IEEE 121. – P. 1585–1588.

202. Markowitz Harry. Portfolio Selection / Harry Markowitz // The Journal of Finance. – 1952. – Vol. 7. – № 1. (Mar.). – P. 77-91.

203. Markowitz H. Foundations of portfolio theory / H. Markowitz // Journal of finance. – 1991. – № 7. – P. 469–477.

204. Mirchandani P. B. Discrete Location Theory / P. B. Mirchandani, R. L. Francis. – John Wiley & Sons New York, 1990. – 555 p.

205. Mittnik S. Modelling asset returns with alternative stable distributions / S. Mittnik, S. T. Rachev // Econometric reviews. – 1993. – № 12. – P. 261–330.

206. Mjelde J. W. Dynamic programming model of the corn production decision process with stochastic climate forecasts : Thesis of Doctor of Philosofy in Agricultural Economics / Mjelde J. W. – University of Illinois, 1985. – 265 p.

207. Naeeni A. F. Advanced Multi-Agent Fuzzy Reinforcement Learning : Master Thesis Computer Engineering, Nr: E3098D / Alireza Ferdowsizadeh Naeeni. – Dalarna University, Sweden, 2004. – 99 p.

208. Okhrin Y. Distributional properties of optimal portfolio weights / Y. Okhrin, W. Schmid // Journal of econometrics. – 2006. – № 134. – P. 235–256.

209. Okhrin Y. Estimation of optimal portfolio weights. / Y. Okhrin, W. Schmid // International journal of theoretical and applied finance. – 2008. – № 11. – P. 249–276.

210. Pflug G. Ch. Some remarks on the value-at-risk and conditional value-at-risk / G. Ch. Pflug // Probabilistic constrained optimization : methodology and applications / ed. S. Uryasev. – Netherlands : Kluwer, 2000. – P. 272–281.

211. Sharpe W. F. The Sharpe ratio / W. F. Sharpe // The journal of portfolio management. – 1994. – Vol. 21. – № 1. – P. 49–58.

212. Takagi T. Fuzzy identification of systems and its application to modeling and control / T. Takagi, M. Sugeno // IEEE Transaction on Systems, Man, and Cybernetics. – 1985. – Vol. 15, No. 1. – P. 116–132.

213. Tsay R. Analysis of financial time series / R. Tsay. – New York : Wiley, 2002. – 448 p.

214. United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service [Electronic Resource] / Access Mode: https://www.fas.usda.gov

215. Zadeh L. Fuzzy sets / L. Zadeh // Information and control. – 1965. – № 8. – P. 338–353.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1

Динаміка виробництва зерна у розрізі культур

Зернові та зернобобові культури	Посівна площа, млн га		Зміна, %	Валовий збір, млн т		Зміна, %	Рентабельність, середня 2014-2016 рр., %
	2010	2016		2010	2016		
	15.09	14.4		39.27	66.09		35.57
У тому числі							
пшениця	6.45	6.20	0.31	16.85	26.04	-3.50	32.03
жито	0.29	0.14	-0.90	0.46	0.39	-0.59	13.63
ячмінь	4.50	2.87	-9.94	8.48	9.44	-7.33	24.00
овес	0.33	0.21	-0.71	0.46	0.50	-0.41	22.20
гречка	0.22	0.15	-0.42	0.13	0.18	-0.07	72.33
рис	0.03	0.01	-0.11	0.15	0.06	-0.28	62.87
кукурудза	2.71	4.29	11.81	11.95	28.07	12.04	40.73
зернобобові *горох	0.43	0.32	-0.59	0.59	0.88	-0.18	54.10*

Джерело: складено автором за даними [125]

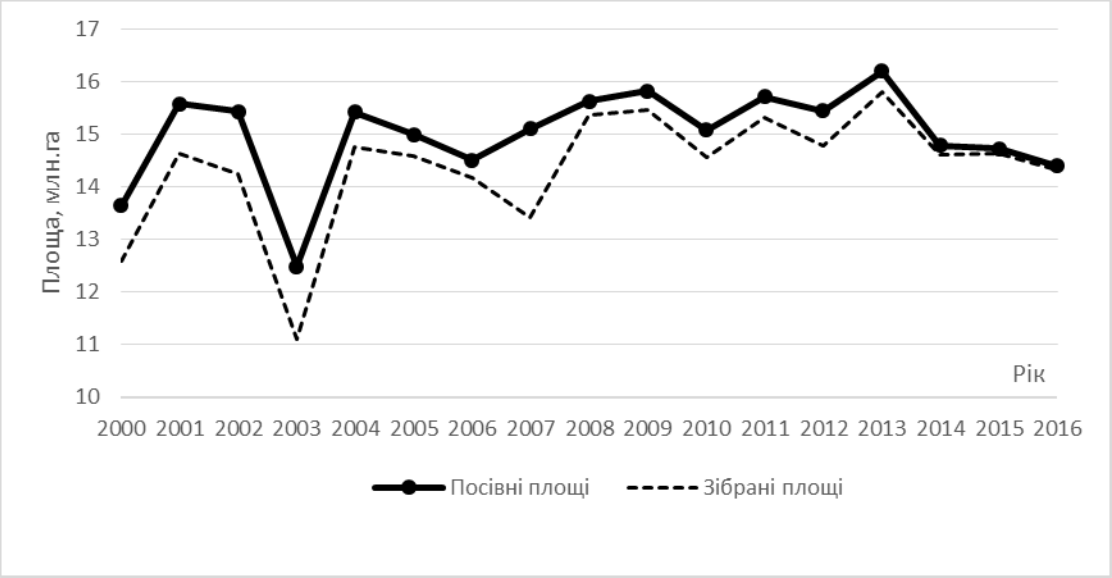

Рис. А.1. Динаміка посівних та зібраних площ зернових та зернобобових культур в Україні (2000 – 2016 рр.)

Джерело: побудовано автором за даними [125]

Продовження додатку А

Рис. А.2. Зернова інфраструктура в Україні

Джерело: запозичено з [9]

Додаток Б

Таблиця

Кореляційна матриця показників зернового ринку

2001–2010 рр.							
	Рента-бель-ність, (%)	Валовий збір за 2 роки (млн т)	Внут-рішня ціна зерна, грн/т	Витрати на 1 т, грн	Експорт-на ціна зерна (Україна), грн/т	Експорт-на ціна зерна (світовий банк), грн/т	Ціна пшениці US HRW, грн/т
Рентабельність, (%)	1						
Валовий збір за 2 роки (млн т)	-0.719	1					
Внутрішня ціна зерна, грн/т	-0.202	0.427	1				
Витрати на 1 т, грн	-0.456	0.621	0.957	1			
Експортна ціна зерна (Україна), грн/т	-0.360	0.672	0.927	0.959	1		
Експортна ціна зерна (світовий банк), грн/т	-0.436	0.750	0.884	0.944	0.989	1	
Ціна пшениці US HRW, грн/т	-0.397	0.691	0.892	0.948	0.988	0.983	1
2004–2016 рр.							
Рентабельність, (%)	1						
Валовий збір за 2 роки (млн т)	0.406	1					
Внутрішня ціна зерна, грн/т	0.750	0.836	1				
Витрати на 1 т, грн	0.673	0.861	0.990	1			
Експортна ціна зерна (Україна), грн/т	0.701	0.893	0.980	0.979	1		
Експортна ціна зерна (світовий банк), грн/т	0.693	0.879	0.986	0.986	0.993	1	
Ціна пшениці US HR, грн/т	0.702	0.919	0.962	0.958	0.990	0.976	1

Джерело: побудовано автором за даними [125; 148]

Додаток В

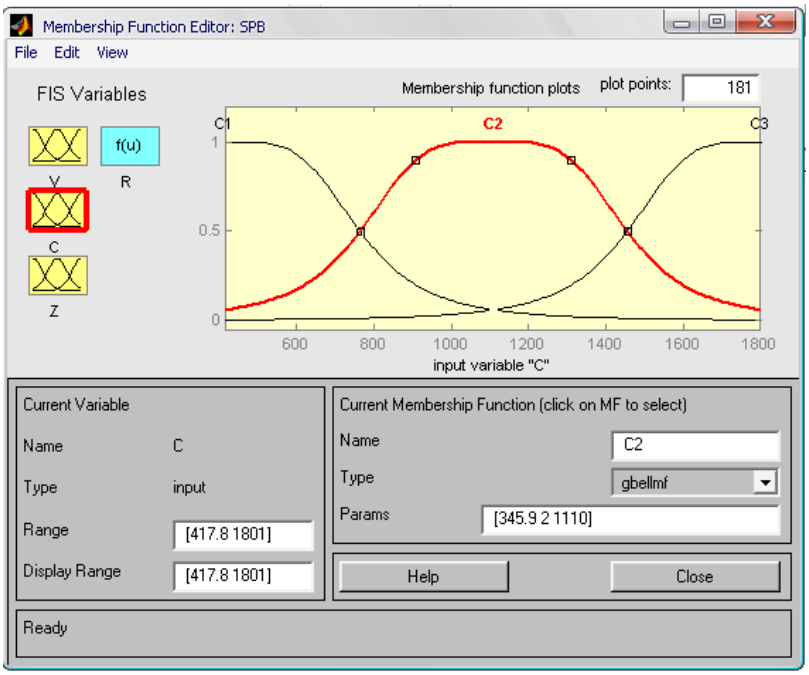

Рис. В.1. Модель дзвоноподібної функції належності для чинника «ціна зерна»

Джерело: розраховано та побудовано автором

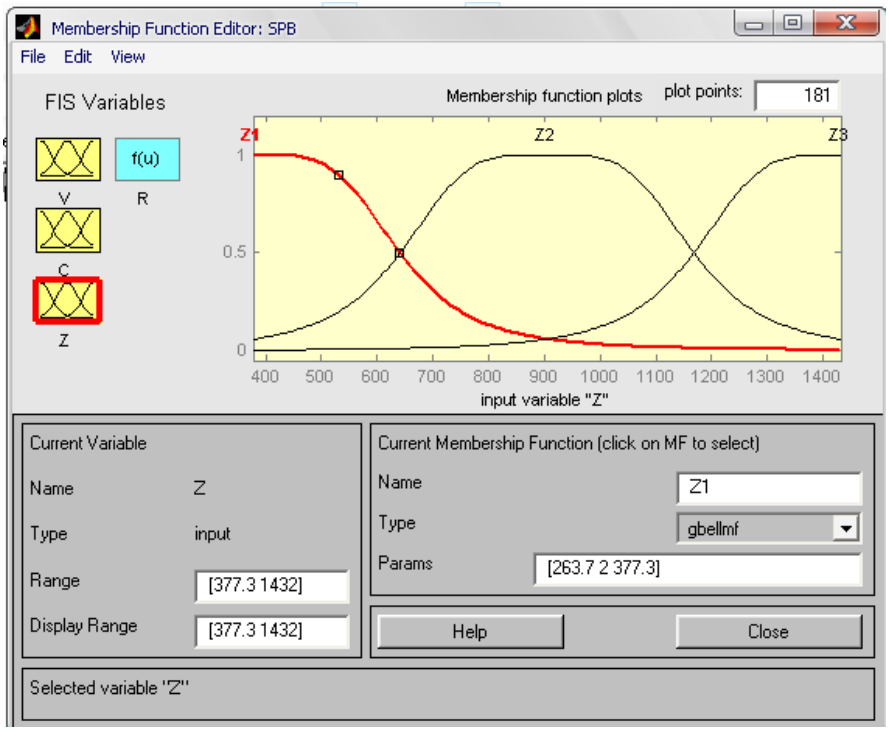

Рис. В.2. Модель дзвоноподібної функції належності для чинника «витрати на виробництво зерна»

Джерело: розраховано та побудовано автором

Додаток Д

Таблиця Д.1

Витрати зерновиробництва на 1 га (грн)

		2006	2007	2008	2009	2010	2011
	Україна	1156.08	1411.83	2321.08	2219.03	2661.61	4001.05
1	АР Крим	1275.4	1466.1	2150.1	2277.6	2239.7	3470.1
2	Вінницька	1365.8	1619.7	2777.8	2744.7	3418.1	5106.6
3	Волинська	1269.1	1682.8	2128.9	1971.6	2268.4	3388.6
4	Дніпропетровська	1129.6	1128.9	2034.4	1837.2	2258.0	3179.4
5	Донецька	1136.3	1377.7	2114.7	1848.5	2393.4	3270.1
6	Житомирська	1099.8	1569.9	2532.1	2426.4	2872.6	4618.1
7	Закарпатська	2447.3	2879.1	3334.8	3079.5	4581.6	4869.1
8	Запорізька	1056.6	1104.6	2022.1	1705.3	2070.1	2697.8
9	Івано-Франківська	1489.3	2054.1	2898.1	3439.0	3354.6	5080.9
10	Київська	1448.6	1737.0	3019.6	2923.0	3052.3	4409.3
11	Кіровоградська	1153.7	1013.6	2161.7	2027.8	2575.4	3988.3
12	Луганська	871.2	1206.1	2119.9	1504.7	2117.9	2921.6
13	Львівська	1434.7	1643.1	3237.8	2693.8	3124.8	5010.2
14	Миколаївська	1056.5	939.2	1878.7	1978.2	2361.3	3191.1
15	Одеська	1095.3	1063.6	1950.5	1793.8	2293.0	3228.1
16	Полтавська	1279.5	1694.6	2666.6	2657.6	3121.8	5804.8
17	Рівненська	1100.4	1579.6	2166.0	2258.1	2717.5	4283.5
18	Сумська	916.7	1583.2	2604.7	2549.4	2515.7	4625.2
19	Тернопільська	1139.1	1702.1	2514.3	2502.5	2747.9	4745.5
20	Харківська	983.6	1519.8	2553.8	2164.2	2315.0	4046.3
21	Херсонська	1188.8	1253.7	2230.0	1907.9	2393.4	3367.6
22	Хмельницька	1089.9	1703.7	2521.1	2671.3	3141.8	4907.6
23	Черкаська	1434.5	1874.7	3128.4	3024.7	3916.4	6149.2
24	Чернівецька	1885.4	2250.0	2973.8	3201.1	3852.1	5962.5
25	Чернігівська	1069.7	1567.3	2181.0	2247.4	2765.4	4378.0

Продовження таблиці Д.1

		2012	2013	2014	2015	2016
	Україна	5466.2	5090.3	6262.62	8393.22	11421.3
1	АР Крим	2896.1	2993.9			
2	Вінницька	5706.2	6740.5	8600.1	9520.7	16202.0
3	Волинська	4130.0	4231.4	5255.8	7067.8	9711.3
4	Дніпропетровська	2511.2	3854.9	4174.2	6029.2	7758.2
5	Донецька	3064.6	4210.1	5207.1	5755.4	7825.2
6	Житомирська	5404.6	6443.3	7536.5	8745.5	13162.2
7	Закарпатська	5444.3	6058.6	6777.3	7575.4	9884.2
8	Запорізька	2430.6	3412.1	4046.9	5274.6	6755.3
9	Івано-Франківська	5494.3	6280.4	7281.8	9169.9	11428.7
10	Київська	6137.7	6730.2	7924.2	10840.4	15194.5
11	Кіровоградська	3814.8	5185.5	5662.4	7892.8	11176.6
12	Луганська	3399.6	3199.7	4375.2	4586.5	7417.5
13	Львівська	5560.0	5879.1	7813.2	10747.2	14283.5
14	Миколаївська	2440.9	3712.0	4620.7	6767.8	8590.2
15	Одеська	2705.3	3901.9	4542.1	6224.6	9090.7
16	Полтавська	5280.8	7174.4	7795.7	10918.3	13739.9
17	Рівненська	5134.7	5110.2	6000.9	8783.4	12267.9
18	Сумська	4968.5	6155.0	7886.0	10564.1	14795.0
19	Тернопільська	5610.1	5718.3	7562.3	9575.6	12711.6
20	Харківська	4062.9	5070.5	6152.9	8068.3	11150.2
21	Херсонська	2832.7	3304.9	4550.4	6543.7	8384.5
22	Хмельницька	6247.7	6644.6	8305.5	11955.5	15086.6
23	Черкаська	6277.1	7396.3	8273.2	11413.9	14852.6
24	Чернівецька	6428.9	6302.4	6848.1	8451.7	10635.6
25	Чернігівська	5478.5	6188.6	9047.7	12817.9	16423.4

Джерело: складено автором за даними [125]

Продовження додатку Д

Таблиця Д.2

Рентабельність зернових культур (%)

		2006	2007	2008	2009	2010	2011
	Україна	7.4	28.7	16.4	7.3	13.7	26.1
1	АРК	5.4	20.1	21	-6.7	-2.4	19.7
2	Вінницька	13.3	26.1	12.8	7.6	20.0	30.1
3	Волинська	-8.1	15	13.7	8.9	20.8	24.8
4	Дніпропетровська	10.1	15.9	21.8	7.8	13.1	24
5	Донецька	-9.1	-6.3	8.2	-5.4	8.3	18.5
6	Житомирська	0.6	33.3	0.1	4.5	14.8	21.6
7	Закарпатська	-9.7	10.8	6.7	-3.8	-21.4	-4.6
8	Запорізька	5.2	5	19	5.7	11.3	22.5
9	Івано–Франківська	0.0	20	-5.3	-5.6	3.4	8.6
10	Київська	8.7	41	4.9	7.4	28.7	40
11	Кіровоградська	20.7	21.1	16.6	15.7	26.3	36.4
12	Луганська	-5.2	16.5	2.6	-2.2	-3.8	11.3
13	Львівська	-4.8	53.5	20.0	12.5	4.7	8.3
14	Миколаївська	11.2	1.0	21.6	11.2	20.2	29
15	Одеська	10.9	10.7	19.9	4.8	13.4	19.7
16	Полтавська	8.5	43.7	20.4	14.3	18.7	29.8
17	Рівненська	-3.3	32.4	12.3	-1.3	10.1	4.6
18	Сумська	3.0	36.3	7.7	-8.3	0.4	14.2
19	Тернопільська	10.0	41	20.9	17.4	12.9	20.8
20	Харківська	4.7	33.2	11.7	-6.3	-4.1	23.1
21	Херсонська	1.2	6.3	14.5	4.5	1.6	25.7
22	Хмельницька	1.1	45.6	22.1	-1.9	15.0	21.5
23	Черкаська	17.4	29.5	9	30	22.5	29.3
24	Чернівецька	-5.5	30.5	9.8	-2.6	-6.0	12.5
25	Чернігівська	9.0	53.4	24.8	8.9	4.2	24.2

Продовження таблиці Д.2

		2012	2013	2014	2015	2016
	Україна	15.2	1.5	25.7	42.6	37.8
1	АРК	-6.2	-17.6			
2	Вінницька	16.6	7.1	23.6	34.4	35.2
3	Волинська	19.1	8.1	28.4	53.1	31.3
4	Дніпропетровська	-6.4	3.2	25.7	47.8	36.4
5	Донецька	8.7	-5.9	12.2	31.6	37.9
6	Житомирська	23.5	-0.3	21.8	32.6	40.8
7	Закарпатська	1.2	-5	4.8	21.8	31.8
8	Запорізька	-0.7	-6.6	20.8	44.9	46
9	Івано–Франківська	13.9	-12.3	35.4	32.4	42
10	Київська	26.1	3.1	26.6	30.6	32.1
11	Кіровоградська	20.4	5.2	33.1	50.3	45.3
12	Луганська	15.3	-1.5	20.5	32.6	35.9
13	Львівська	4.3	-10.5	15.9	25.3	11.9
14	Миколаївська	16.4	10.1	27.8	33.6	34.6
15	Одеська	-1.9	6.5	26.5	32.1	35.4
16	Полтавська	15.6	4.5	28.1	77.1	58.5
17	Рівненська	11.3	3.4	44.2	53.1	28.3
18	Сумська	19.2	2.9	37.8	53.4	39.2
19	Тернопільська	18.2	3.3	26.7	39.1	31.5
20	Харківська	9.4	-1.2	28.5	38.3	32.3
21	Херсонська	7.6	-7.3	19.8	46	35.7
22	Хмельницька	15.9	0.6	39.5	35.4	34.4
23	Черкаська	25.4	7.1	31.1	56.7	47.3
24	Чернівецька	4.9	-4.7	28.1	30.8	5.1
25	Чернігівська	20.5	-3.5	10.4	23.1	22.7

Джерело: складено автором за даними [125]

Продовження додатку Д

Таблиця Д.3

Урожайність зернових культур (ц/га)

		2006	2007	2008	2009	2010	2011
	Україна	24.1	21.8	34.6	29.8	26.9	37
1	АР Крим	24.3	22.6	28.3	24.4	21.2	31.9
2	Вінницька	28.8	23.7	41	37	36.6	49.3
3	Волинська	21.4	22.7	27.7	25.2	24.1	29.7
4	Дніпропетровська	24.8	16.3	34	26.1	25.3	30.8
5	Донецька	21.5	17.1	30.8	24.1	24.8	29.5
6	Житомирська	21.2	23.1	29.6	31.1	29.4	39.3
7	Закарпатська	35	36	36.8	36.3	32.8	37.6
8	Запорізька	23.1	15.8	32.5	24.5	22.7	26
9	Івано-Франківська	25.2	27.3	32.4	32.5	29.2	39.6
10	Київська	29.1	28.8	40	38.5	33	45.2
11	Кіровоградська	27.8	15.7	36.1	29.4	28.9	40.9
12	Луганська	17.1	17.4	30.9	20.7	19.6	25.5
13	Львівська	23.5	25.5	32.1	30.5	25.8	36.5
14	Миколаївська	23	12.3	28.7	27.6	25.1	28.4
15	Одеська	23.6	15	30.4	24	25.5	29.2
16	Полтавська	27.3	29.1	43.7	37.9	30.8	51.6
17	Рівненська	19.8	24.2	29.5	27.8	26.6	32.6
18	Сумська	18.7	24.2	35.7	30.6	22.1	38.3
19	Тернопільська	22.2	26.2	34	33.6	27.7	41
20	Харківська	20.2	24	38.8	26.7	18.7	37
21	Херсонська	22.8	16	32.9	23.9	22.1	32.4
22	Хмельницька	19.6	25.7	33	31.6	31.5	40.3
23	Черкаська	32.4	28.7	44.4	46	39.1	57.3
24	Чернівецька	32.8	36.3	39.8	38.2	37.9	45.8
25	Чернігівська	23.3	28.9	32.1	31.9	24.8	38.4

Продовження таблиці Д.3

		2012	2013	2014	2015	2016
	Україна	40.6	39.9	43.7	41.1	46.1
1	АР Крим	16.9	16.1			
2	Вінницька	43	55.6	60.7	46	64.2
3	Волинська	32.2	34.1	38.3	39.4	37.7
4	Дніпропетровська	15.6	31.9	28.7	32.6	31.9
5	Донецька	21.9	28.7	34.1	28.5	33
6	Житомирська	43.3	51	52.4	41.8	53.5
7	Закарпатська	36.1	37.1	38.7	37.5	44.8
8	Запорізька	15.8	23.7	27.4	29	29.7
9	Івано-Франківська	40.7	43	48.4	45.1	51
10	Київська	51.1	55.4	60	51.4	58.7
11	Кіровоградська	29.6	44.2	43.6	41	46.1
12	Луганська	25.4	24	33.1	25	33.6
13	Львівська	37.1	39.5	47	45.5	47
14	Миколаївська	16.3	29.4	30.4	30.5	32.7
15	Одеська	17.1	31.2	31.3	29.2	36.8
16	Полтавська	38.9	55.8	50.8	57.4	61.8
17	Рівненська	36.2	41.3	47.8	45	48.2
18	Сумська	40.3	54.1	62.2	56	59.1
19	Тернопільська	43.9	46.6	55.4	49.7	52.6
20	Харківська	29	40.3	44.9	39.6	43.9
21	Херсонська	18.2	22.2	28.3	33.6	34.1
22	Хмельницька	45.2	50	60.9	53	57.7
23	Черкаська	51.3	62.1	58.2	58.1	62.1
24	Чернівецька	44.6	46	52.9	44.9	41.4
25	Чернігівська	43.1	46.7	56.5	51.8	57.2

Джерело: складено автором за даними [125]

Продовження додатку Д

Таблиця Д.4

Ціна зернових культур (грн/ц)

		2006	2007	2008	2009	2010	2011
	Україна	51.52	83.35	77.86	79.9	112.5	136.36
1	АР Крим	55.32	77.91	91.93	87.09	103.11	130.21
2	Вінницька	53.73	86.18	76.61	79.82	112.07	134.76
3	Волинська	54.5	85.25	87.07	85.2	113.7	142.39
4	Дніпропетровська	50.15	80.27	72.88	75.88	100.94	128
5	Донецька	48.04	75.49	74.29	72.56	104.52	131.36
6	Житомирська	52.19	90.59	85.63	81.53	112.17	142.89
7	Закарпатська	63.14	88.86	97.22	81.61	109.79	123.54
8	Запорізька	48.33	73.41	74.04	73.57	101.5	127.11
9	Івано-Франківська	59.1	90.29	84.97	99.89	118.79	139.34
10	Київська	54.11	85.04	79.19	81.54	119.04	136.57
11	Кіровоградська	50.09	78.18	69.82	79.8	112.55	133.01
12	Луганська	48.3	80.75	70.39	71.09	103.95	127.52
13	Львівська	58.12	98.91	121.04	99.36	126.81	148.66
14	Миколаївська	51.08	77.12	79.6	79.7	113.08	144.95
15	Одеська	51.47	78.49	76.93	78.33	101.97	132.33
16	Полтавська	50.85	83.68	73.47	80.15	120.31	146.02
17	Рівненська	53.74	86.42	81.9	80.17	112.48	137.44
18	Сумська	50.49	89.17	78.58	76.4	114.29	137.91
19	Тернопільська	56.44	91.95	89.67	87.44	112	139.82
20	Харківська	50.98	84	73.52	75.95	118.72	134.62
21	Херсонська	50.55	83.29	77.61	83.42	110.03	130.65
22	Хмельницька	56.22	96.52	92.72	82.93	114.7	147.96
23	Черкаська	51.98	84.59	76.8	85.48	122.7	138.76
24	Чернівецька	54.32	80.89	82.04	81.62	95.54	146.46
25	Чернігівська	50.04	83.19	83.75	76.72	116.19	141.6

Продовження таблиці Д.4

		2012	2013	2014	2015	2016
	Україна	155.1	129.49	180.14	291.21	341.4
1	АР Крим	160.74	153.23			
2	Вінницька	154.73	129.84	175.12	278.17	341.2
3	Волинська	152.76	134.14	176.2	274.64	338.22
4	Дніпропетровська	150.67	124.71	182.82	273.35	331.73
5	Донецька	152.11	138.04	171.33	265.76	327
6	Житомирська	154.15	125.96	175.18	277.43	346.4
7	Закарпатська	152.62	155.14	183.53	246.05	290.79
8	Запорізька	152.76	134.47	178.42	263.55	332.08
9	Івано-Франківська	153.76	128.09	203.71	269.2	318.21
10	Київська	151.46	125.25	167.2	275.44	341.94
11	Кіровоградська	155.17	123.42	172.86	289.34	352.27
12	Луганська	154.32	131.32	159.28	243.27	300.01
13	Львівська	156.31	133.21	192.67	295.96	340.07
14	Миколаївська	174.31	139.01	194.25	296.45	353.59
15	Одеська	155.2	133.19	183.57	281.6	334.48
16	Полтавська	156.93	134.36	196.58	336.87	352.39
17	Рівненська	157.87	127.94	181.03	298.83	326.55
18	Сумська	146.96	117.07	174.71	289.38	348.47
19	Тернопільська	151.05	126.76	172.95	268	317.79
20	Харківська	153.27	124.31	176.09	281.78	336.03
21	Херсонська	167.47	138	192.63	284.34	333.66
22	Хмельницька	160.2	133.69	190.25	305.43	351.41
23	Черкаська	153.44	127.56	186.36	307.84	352.3
24	Чернівецька	151.21	130.57	165.83	246.21	270
25	Чернігівська	153.17	127.88	176.79	304.61	352.3

Джерело: складено автором за даними [125]

Додаток Е

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

У наукових фахових виданнях України:

1. Бабич Т. Ю. Економіко-математичне моделювання рентабельності зерновиробництва в Україні / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Збірник наукових праць. Серія: Економіка, м. Рівне. – 2014. – Випуск 2(66). – С. 62–70. (0,5 д.а., особисто автору – 0,3 д.а., досліджено вплив ціни зерна, сформованої на основі структури експортного кошику України, на рентабельність зерновиробництва);

2. Бабич Т. Оптимізація структури рослинної галузі Рівненської області із врахуванням ризику / П. Грицюк, Т. Бабич // Формування ринкової економіки в Україні. – 2017. – Випуск 38. – С. 52–63. (0,7 д.а., особисто автору –0,4 д.а., розв’язано задачу Марковіца для оптимізації рослинної галузі регіону);

3. Бабич Т. Ю. Концептуальні засади оцінювання економічного ризику зерновиробництва / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Збірник наукових праць. Економічні науки. – 2017. – Випуск 4(80). – С. 170–179. (0,5 д.а., особисто автору – 0,3 д.а., розраховано рівень ризику за методикою VaR згідно з встановленим законом розподілу рентабельності);

у наукових фахових виданнях України, які зареєстровані в міжнародних наукометричних базах:

4. Бабич Т. Ю. Оптимальне планування елеваторної мережі України / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Вісник Запорізького національного університету. Економічні науки (Google Scholar). – 2015. – № 3(27). – С. 50–57. (0,6 д.а., особисто автору – 0,3 д.а., реалізовано модель оптимізації розміщення елеваторних комплексів);

5. Бабич Т. Ю. Дослідження стійкості аграрного комплексу / Т. Ю. Бабич // Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія: Економіка (Index Copernicus, EBSCO Publishing Inc., DOI, РІНЦ, Google Scholar). – 2018. – № 8(36). – С. 100–105. (0,5 д.а.);

у науковому виданні України, яке зареєстровано в міжнародних наукометричних базах:

6. Бабич Т. Ю. Економіко-математичний аналіз витратності вирощування зернових в розрізі регіонів України / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки (Index Copernicus, Google Scholar, Polish Scholarly). – 2015. – №2, том 1. – С.218–223. (0,5 д.а., особисто автору – 0,2 д.а., розглянуто та проаналізовано моделі, що відображають різний рівень витратності зерновиробництва в регіонах);

у наукових періодичних виданнях інших держав:

7. Бабич Т. Ю. Моделирование рентабельности зернопроизводства с использованием нечеткой логики / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // International Journal of New Economics and Social Sciences (Index Copernicus). – 2016. – № 2 (4). – С. 42–52. (0,6 д.а., особисто автору – 0,3 д.а., реалізовано нечітку модель рентабельності);

8. Babych T. Y. Mathematical modeling of grain production profitability in Ukraine taking into account risks / P.M. Hrytsiuk, T.Y. Babych // International Journal of Risk Assessment and Management (Scopus (Elsevier), Academic OneFile (Gale), Biology Digest (Plexus Publishing), Business Source Premier (EBSCO), cnpLINKer (CNPIEC), Google Scholar). – 2017. – Vol. 20, No 4. – P. 307–321. (0,9 д.а., особисто автору – 0,5 д.а., побудовано та верифіковано регресійну та нечітку моделі рентабельності);

Продовження додатку Е

в інших виданнях:

9. Бабич Т. Ю. Загальні підходи до моделювання рентабельності зерновиробництва в Україні / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Стратегічні рішення інформаційного розвитку економіки, суспільства та бізнесу : тези доповідей III Міжнародної науково-практичної конференції, Рівне, 12–14 лютого 2014 р. (очна участь). – Рівне: НУВГП, 2014. – С. 223–224. (0,15 д.а., особисто автору – 0,1 д.а., побудовано та верифіковано регресійну модель рентабельності);

10. Бабич Т. Ю. Економетричне моделювання рентабельності зерновиробництва в Україні / Т. Ю. Бабич // Проблеми моделювання структури і процесів економічних систем : збірник тез доповідей учасників міжнародної науково-практичної конференції, Черкаси, 17–18 квітня 2014 р. (заочна участь).– Черкаси: Східноєвропейський університет економіки та менеджменту, 2014. – С. 15–17. (0,1 д.а.);

11. Бабич Т. Ю. Методологічні підходи до моделювання рентабельності зерновиробництва в Україні / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Проблеми і механізми відтворення ресурсного потенціалу України в контексті євроінтеграції : тези учасників VI Міжнародної науково-практичної конференції, Рівне, 16–17 жовтня 2014 р. (очна участь). – Рівне: НУВГП, 2014. – С. 385–388. (0,15 д.а., особисто автору – 0,1 д.а., досліджено регресійну модель, яка враховує вплив на рентабельність зерновиробництва середньорічної ціни зерна на світових ринках);

12. Бабич Т. Ю. Мінімізуючий алгоритм розміщення споживачів на транспортній мережі / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Сучасні проблеми математичного моделювання та обчислювальних методів : матеріали Міжнародної наукової конференції, Рівне, 19–22 лютого 2015 р. (очна участь). – Рівне: РВВ РДГУ, 2015. – С. 61–62. (0,15 д.а., особисто автору – 0,1 д.а., запропоновано модифікацію моделі оптимізації розміщення елеваторних комплексів);

Продовження додатку Е

13. Бабич Т. Ю. Аналіз затратності вирощування зернових в розрізі регіонів України / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Моделювання та прогнозування соціально-економічних процесів : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, Львів, 27-28 лютого 2015 р. / ГО «Львівська економічна фундація». У 2-х ч. (заочна участь).– Львів: ЛЕФ, 2015. – Ч. 2. – С. 102–106. (0,15 д.а., особисто автору – 0,1 д.а., розглянуто гіпотези впливу комплексу чинників на рівень витратності зерновиробництва в регіонах);

14. Бабич Т. Ю. Рентабельность производства зерна в Украине: факторы риска / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах : Труды Международной Научной Школы МАБР – 2015, г. Санкт-Петербург, Россия, 17–19 ноября, 2015 г. (заочна участь).– Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем машиноведения Российской академии наук (Санкт-Петербург). – С. 243–248. (0,3 д.а., особисто автору – 0,2 д.а., виконано аналіз вкладу чинників до коливань рентабельності зерновиробництва);

15. Бабич Т. Ю. Математична модель рентабельності зерновиробництва в Україні / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Економіка, наука, освіта: інтеграція та синергія : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, м. Братислава, Словаччина, 18–21 січня 2016 р. (очна участь): у 3-х т. – Т.1. – К. : Вид-во «Центр навчальної літератури», 2016. – С. 44–45. (0,15 д.а., особисто автору – 0,1 д.а., виконано прогнозування рентабельності зерновиробництва на 2014 та 2015 рр.);

16. Бабич Т. Ю. Оптимізація структури посівних площ зернових культур з врахуванням ризиків / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Актуальні проблеми теорії і практики менеджменту в контексті євроінтеграції : збірник тез VI Міжнародної науково-практичної конференції молодих науковців, аспірантів та студентів, м. Рівне, 27 квітня 2017 року (очна участь). – Рівне : НУВГП,

Продовження додатку Е

2017. Ч.1. – С. 222–224. (0,15 д.а., особисто автору – 0,1 д.а., адаптовано та застосовано до зернової галузі модель Марковіца);

17. Бабич Т. Ю. Визначення ступеня випадковості системи зерновиробництва з використанням фрактального аналізу / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці : матеріали V Міжнародної науково-методичної конференції, м. Чернівці, 18–19 травня 2017 року (заочна участь). – Чернівці : Друк Арт, 2017. – С. 69–70. (0,15 д.а., особисто автору – 0,1 д.а., досліджено часові ряди урожайності зернових у регіонах України);

18. Бабич Т. Ю. Оптимізація структури рослинної галузі регіону із врахуванням ризику / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Моделювання економіки: проблеми, тенденції, досвід : матеріали VIII Міжнародної науково-методичної конференції-форуму молодих економістів-кібернетиків, м. Львів, 28–29 вересня 2017 року (очна участь). – Львів : Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2017. – С. 23–25. (0,15 д.а., особисто автору – 0,1 д.а., розв’язано задачу Марковіца для оптимізації рослинної галузі регіону);

19. Tetiana Babych. Optimization of crop industry structure in Ukrane taking into account risks / Sustainable Development Goals of Ukraine: monograph / by Olena Kotykova, Valentyna Tokareva, Dmytro Adamov, Olha Balueva, Mykhailo Yukhnenko, Petro Hrytsiuk, Tetiana Babych, Mykola Babych, Iryna Sievidova, Vitalii Liashenko, Oksana Yaroshevska, Oleksii Albeshchenko, Anna Kovalenko, Tetyana Oliynyk. – London : Published by Sciemcee Publishing, 2017. – P. 63–78. (0,7 д.а., особисто автору – 0,4 д.а., розраховано величину погодно-кліматичного та економічного ризиків для рослинної галузі України).

УКРАЇНА
РІВНЕНСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ДЕПАРТАМЕНТ АГРОПРОМИСЛОВОГО РОЗВИТКУ

майдан Просвіти, 1, м. Рівне, 33000тел.: (0362)22-30-70, факс: (0362)22-30-70,
E-mail: agroprom@rv.gov.ua Код ЄДРПОУ 00732884

Довідка
про впровадження основних положень дисертаційної роботи
Бабич Тетяни Юріївни
на тему:
«Математичне моделювання економічної ефективності зерновиробництва в Україні»

Тема дисертаційної роботи Бабич Т.Ю. та результати, отримані в ній, є актуальними для діяльності агропромислового комплексу Рівненської області. Даною довідкою засвідчуємо, що у практичну діяльність Департаменту агропромислового розвитку Рівненської облдержадміністрації впроваджені наступні положення та результати:

- методологія перерозподілу посівних площ Рівненської області з врахуванням супутніх ризиків задля прогнозування рівня рентабельності сільськогосподарського виробництва;
- моделювання підтримання стійкості функціонування підприємств аграрного сектору, який поєднує рослинницьку та тваринницьку підсистеми.

Впровадження зазначених положень і результатів дисертаційної роботи Бабич Т.Ю. у діяльність Департаменту агропромислового розвитку Рівненської облдержадміністрації сприяє покращенню перспективного планування та підвищенню економічної ефективності аграрного сектору Рівненської області.

Директор департаменту Н. Переходько

М2 Департамент агропромислового розвитку
№02/1-619 від 10.05.2018
арк. 1

N 2-18 від 14.03.18

Довідка

про впровадження основних положень дисертаційної роботи

Бабич Тетяни Юріївни

на тему:

«Математичне моделювання економічної ефективності зерновиробництва в Україні»

Тема дисертаційної роботи Бабич Т.Ю. та результати, отримані в ній, є актуальними для діяльності агропромислового комплексу Рівненської області. Даною довідкою засвідчуємо, що у практичну діяльність ТОВ Сільськогосподарське підприємство імені Воловікова впроваджені наступні положення та результати:

- методологія перерозподілу посівних площ Рівненської області з врахуванням супутніх ризиків для регулювання рівня рентабельності рослинницької галузі;
- моделювання підтримання стійкості функціонування підприємств аграрного сектору, які поєднують рослинницьку та тваринницьку підсистеми.

Впровадження зазначених положень і результатів дисертаційної роботи Бабич Т.Ю. у діяльність ТОВ Сільськогосподарське підприємство імені Воловікова сприяє підвищенню стійкості розвитку підприємства, зменшенню впливу погодно-кліматичного та економічного ризиків ведення господарства, покращенню економічної ефективності аграрного сектору Рівненської області.

Директор ТОВ СГП ім. Воловікова Пилипчук М.М.

ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКЕ ПІДПРИЄМСТВО «ІМЕНІ ВОЛОВІКОВА» КОД 03775871 УКРАЇНА

ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ
«САД-XII»
35400 Рівненська обл., Гощанський р-н, смт Гоща, вул. Рівненська, буд. 76

від 4.04.2018 № 51

ДОВІДКА
про впровадження основних положень дисертаційної роботи
Бабич Тетяни Юріївни
на тему:
«Математичне моделювання економічної ефективності зерновиробництва в Україні»

Тема дисертаційної роботи Бабич Т.Ю. та результати, отримані в ній, є актуальними для діяльності агропромислового комплексу Рівненської області. Даною довідкою засвідчуємо, що у практичну діяльність ТОВ «САД-XII» впроваджені наступні положення та результати:

- концепція середньострокового прогнозування рентабельності зернових та зернобобових культур;
- методологія перерозподілу посівних площ ТОВ «САД-XII» з врахуванням супутніх ризиків для регулювання рівня рентабельності рослинницької галузі.

Впровадження зазначених положень і результатів дисертаційної роботи Бабич Т.Ю. у діяльність ТОВ «САД-XII» сприяє зменшенню впливу погодно-кліматичного та економічного ризиків ведення господарства, покращенню економічної ефективності аграрного сектору Рівненської області.

Директор Ільченко С.В.

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

Інститут сільського господарства Західного Полісся

35325, Рівненська область, Рівненський район, с. Шубків

тел. 27-36-74, 27-37-30, e-mail: rivne_apv@ukr.net

27.03.18 № 162

АКТ
впровадження закінченої наукової розробки

«Математичне моделювання економічної ефективності зерновиробництва в Україні»

Актуальність роботи визначається тим, що виробництво зерна традиційно належить до стратегічних галузей розвитку економіки України. Ця довідка підтверджує, що результати дисертаційної роботи Бабич Т.Ю. впроваджені у практичну діяльність Інституту сільського господарства Західного Полісся НААН України.

Зокрема для планування розвитку зерновиробництва Рівненщини використані отримані залежності рентабельності зернових культур від таких факторів, як валовий збір за два останні роки та середньорічна ціна зерна на світових ринках.

Для планування оптимальної структури рослинної галузі Рівненської області з врахуванням супутніх ризиків використовуються запропоновані автором дисертації підходи та оцінки.

Впровадження зазначених результатів дисертаційної роботи Бабич Т.Ю. у діяльність Інституту сільського господарства Західного Полісся НААН України дозволяє покращити планування та підвищити економічну ефективність зерновиробництва у Рівненській області.

Директор В.М. Польовий

Національний університет
водного господарства
та природокористування

National University of Water
and Environmental
Engineering

011/2 - НП від 19.12.2017

ДОВІДКА

про використання у навчальному процесі Національного університету водного господарства та природокористування результатів досліджень і розробок, одержаних при виконанні дисертаційної роботи Бабич Тетяни Юріївни на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук

Використані в навчальному процесі результати досліджень і розробок Бабич Т.Ю. сприяють підвищенню якості підготовки фахівців економічного профілю і використовувалися при виконанні курсових та бакалаврських робіт щодо системи математичних моделей економічної ефективності зерновиробництва та оптимізації структури зернової галузі з врахуванням ризиків, а також при вивченні теми «Оптимізація структури аграрної галузі регіону з врахуванням ризиків» в курсі «Економічна кібернетика» для студентів за напрямом підготовки 6.030502 «Економічна кібернетика».

Проректор з наукової роботи
та міжнародних зв'язків
д.е.н., професор Н.Б.Савіна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
02071116

Україна, 33028
м. Рівне, вул. Соборна, 11
+380362 633 098
факс +380362 633 209

mail@nuwm.edu.ua
www.nuwm.edu.ua

Ukraine, 33028, Rivne
11 Soborna St.
+380362 633 098
fax +380362 633 209