



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Економічні науки

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Economical Sciences

ISSN 2519–2701 print

<https://nvlvet.com.ua/index.php/economy>

doi: 10.32718/nvlvet-e9213

UDC 338.439.5:004

Organizational and economic mechanism of grain sales: information component

L. Volontyr¹, L. Mykhalchyshyna²

¹Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

²National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Article info

Received 28.01.2019

Received in revised form
01.03.2019

Accepted 04.03.2019

Vinnitsia National Agrarian
University, Sontachna Str., 3,
Vinnitsia, 21008, Ukraine.
Tel.: +38-096-457-12-98
E-mail: milavolontyr@ukr.net

National University of Life
and Environmental Sciences
of Ukraine, Heroes of
Defense Str., 15, Kyiv,
03041, Ukraine.
Tel.: +38-067-233-05-07
E-mail:
Mykhalchyshyna.L.G@ukr.net

Volontyr, L., & Mykhalchyshyna, L. (2019). Organizational and economic mechanism of grain sales: information component. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Economical Sciences, 21(92), 81–89. doi: 10.32718/nvlvet-e9213

A significant part of the output of the agro-industrial complex of Ukraine is exported. Therefore, it is desirable to determine the optimal volume of products to be implemented each month. Prices for grain are formed depending on demand and supply, costs for production and sale, market fees, etc. The analysis of the price situation on the Ukrainian cities shows a large variation. The average price of 1 kg of grain crops does not give a full opportunity to characterize the price situation of the Ukrainian grain market. There is seasonal price cyclicity: their growth with the decrease of stocks and the reduction after harvesting, when mass sales of grain are carried out by producers who are not able to store the grown crops, and consumers make grain crops. In the article the solution of the economic-mathematical model of optimization of the calendar plan for the sale of agricultural products is developed and found. The model is considered from the standpoint of deterministic product prices and under the probabilistic nature of future market prices. The system of restrictions consists of two constraints: to determine the optimal size of grain crop harvesting of each type and the capacity of the warehouse. If future market prices are considered not deterministic, then the commodity producer always has the risk of receiving in the future revenue from the sale of products smaller than expected. A risk-averse person will be guided by two criteria when deciding to: maximize the expected total net income and minimize the dispersion of total net income. In this case, the model will be two-criterial and nonlinear. The method of supporting the process of determining the predominance of multi-criteria optimization is that the owner first of all has received information about the limits of the variation of the expected total net income and the standard deviation of income on the set of effective options for the calendar plan. The peculiarities of the individual attitude to risk are calculated by drawing information on the permissible levels of the indicated criterion. Further among all effective variants of the calendar plan of realization is calculated precisely the one that best reflects the individual predominance of the owner of the product. The following information is needed to construct a numerical model for grain sales: sales prices and the cost of storing 1 ton of grain crops to a certain month. The predicted values are based on a simple linear econometric model based on statistical sampling. The reliability of the econometric model is determined by the determination coefficient or on the basis of Fisher's F-criterion according to the theory of statistical hypotheses. Econometric models have weak extrapolative properties, so the forecast can be formed only short-term. The solution of the model showed: all kinds of grain crops, except for barley, are economically unprofitable to be implemented in such months as January, May, June, July and August. Wheat grades 3 and 6, corn is also unprofitable to be sold in September. Unlike other crops, barley is beneficial throughout the year. In February, the maximum sales of wheat is 2, 3 and 6 classes, in March the maximum sale of barley, and the minimum is in May. Maize has the maximum sales in May, and the minimum in September. The minimum sale of wheat depends on its class – September, April and December respectively 2, 3 and 6 classes. With such incomplete loading of warehouses, the profit from storage of grain crops will be 743 thousand. UAH. Thus, PJSC “Gnivan Grain Reciprocal Enterprise” is more likely to load its warehouses to improve its financial position. One of the ways of solving the problem of seasonal grain sales is to create a network of modern certified grain elevators, taking into account the logistically rational location, which will allow to keep enough grain in addition and of the proper quality. This will allow an increase in the efficiency of grain producers through the sale of grain at favorable market conditions in a wider range of time. Independent operators should also be encouraged to ensure that the quality of the grain is objectively measured. At present, the analysis of the work of the grain storage system shows that the high cost of services of active elevators is also a problem.

*Key words: grain, market, modeling, optimization, planning, economic modeling.***Організаційно-економічний механізм збуту зерна: інформаційна складова**Л.О. Волонтир¹, Л.Г. Михальчишина²¹Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна²Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Значна частина продукції аграрно-промислового комплексу України експортується. Тому бажано визначити оптимальні обсяги продукції, що має реалізовуватись кожного місяця. Ціни на зерно формуються залежно від попиту й пропозиції, витрат на виробництво та реалізацію, ринкових зборів тощо. Аналіз цінової ситуації на ринках міст України засвідчує велику варіацію. Середня ціна 1 кг зернових культур не дає повної змоги охарактеризувати цінову ситуацію ринку зерна України. Спостерігається сезонна циклічність цін: зростання їх із зменшенням запасів і зниження після закінчення збиральних робіт, коли відбувається масова реалізація зерна виробниками, які не мають змоги зберігати врожай, а споживачі роблять запаси зернових культур. В статті розроблено та знайдено розв'язок економіко-математичної моделі оптимізації календарного плану реалізації запасів сільськогосподарської продукції. Модель розглядається з позиції детермінованих цін на продукції та за умов імовірного характеру майбутніх ринкових цін. Система обмежень складається з двох обмежень: по визначенню оптимального розміру заготовів зернових культур кожного виду та по ємності складських приміщень. Якщо майбутні ринкові ціни вважати не детермінованими, то товаровиробник завжди має ризик отримати у майбутньому дохід від реалізації продукції менший від очікуваного. Нехильна до ризику особа при прийнятті рішення керуватиметься двома критеріями: максимізувати очікуваний загальний чистий дохід та мінімізувати дисперсію загального чистого доходу. В цьому випадку модель буде двохкритеріальною та нелінійною. Методикою підтримки процесу визначення переважань при багатокритеріальній оптимізації передбачено, щоб власник насамперед отримав інформацію про межі варіації показників очікуваного загального чистого доходу та стандартного відхилення доходу на множині ефективних варіантів календарного плану. Особливості індивідуального ставлення до ризику враховуються шляхом залучення інформації про припустимі рівні зазначених критеріальних показників. Далі серед усіх ефективних варіантів календарного плану реалізації обчислюється саме той, який якнайкраще відбиває індивідуальні переважання власника продукції. Для побудови числової моделі задачі реалізації зерна необхідна така інформація: ціни реалізації та вартість зберігання 1 тонни зернових культур до певного місяця. Прогнозні значення знаходимо на основі простої лінійної економетричної моделі за статистичними вибірками. Достовірність економетричної моделі визначається за коефіцієнтом детермінації або на основі F-критерію Фішера згідно теорії перевірки статистичних гіпотез. Економетричні моделі мають слабкі екстрополіційні властивості, тому прогноз можна утворювати тільки короткостроковий. Розв'язок моделі показав: всі види зернових культур, крім ячменю, економічно невигідно реалізовувати в таких місяцях як січень, травень, червень, липень та серпень. Пшеницю 3 та 6 класу, кукурудзу невигідно також реалізовувати в вересні. Ячмінь на відміну від інших культур реалізовувати вигідно на протязі всього року. На лютий припадає максимальна реалізація пшениці 2, 3 та 6 класу, в березні максимальна реалізація ячменю, а мінімальна – в травні. Кукурудза має максимальну реалізацію в травні, а мінімальну в вересні. Мінімальна реалізація пшениці залежить від його класу – вересень, квітень та грудень відповідно 2, 3 та 6 клас. При такому неповному завантаженні складських приміщень прибуток від зберігання зернових культур буде становить 743 тис. грн. Таким чином, ПРАТ “Гніванське хлібопріємальне підприємство” для покращення свого фінансового стану має більш потужно завантажувати свої складські приміщення. Одним із шляхів розв'язання проблеми сезонного збуту зерна є створення мережі сучасних сертифікованих зернових елеваторів з урахуванням логістично раціонального розташування, що дасть змогу зберігати достатню кількість зерна до того ж і належної якості. Це дасть можливість підвищити ефективність роботи зерновиробників за рахунок продажу ними зерна на сприятливої кон'юнктури ринку у більш широкому діапазоні часу. Слід також заохочувати незалежних операторів, які забезпечуватимуть об'єктивне визначення якості зерна. Наразі аналіз роботи системи зернових складів свідчить, що проблемним питанням також є висока вартість послуг діючих елеваторів.

Ключові слова: зерно, ринок, моделювання, оптимізація, планування, економічне моделювання.**Вступ**

Зернова галузь України визначена пріоритетною галуззю національної економіки, виходячи з її виняткового значення в забезпеченні продовольчої безпеки держави, формуванні надходжень від експортних операцій, виконанні інших важливих соціальних функцій. У зв'язку з цим розділом III Закону України “Про зерно та ринок зерна в Україні” закріплено основні заходи державного регулювання зернового виробництва в Україні.

У сучасній економіці ефективний розвиток зернового виробництва залежить не лише від природно-кліматичних умов території, продуктивності використання виробничого потенціалу, але й від розвитку та функціонування ринку зерна, розвитку його інфраструктури. Від нього залежать строки, обсяги виробництва зернових, ефективність реалізації готової продукції, швидкість обороту вкладених коштів та забез-

печеність споживачів зерном та продуктами його переробки. До того ж зерновий ринок справляє вплив й на функціонування інших сільськогосподарських ринків. Отже, динамічний розвиток ринку зерна є поштовхом розвитку всього продовольчого комплексу, що дасть можливість подолати існуючі кризові явища в національній економіці.

Суттєвою складовою ефективного функціонування ринку зерна є наявність розвиненої інфраструктури, що забезпечує стабільність і прозорість ринкового товарообміну в процесі руху продукції від виробника до кінцевого споживача. Саме відсутність останньої та потреба товаровиробників у вільних коштах для подальшого відтворення виробництва створюють умови для реалізації значної частини продукції одразу після збирання врожаю за зниженими ринковими цінами (особливо актуально це питання стоїть на початку маркетингового року у серпні-вересні). Зараз більшу частку продукції зерновиробники реалізують

комерційним структурам – посередникам (50–70%), а на переробні підприємства та елеватори перепадає лише 2–6% (Kamins'kyj, 2010).

Одним із шляхів розв'язання проблеми сезонного збуту зерна є створення мережі сучасних сертифікованих зернових елеваторів з урахуванням логістично раціонального розташування, що дасть змогу зберігати достатню кількість зерна до того ж і належної якості. Це дасть можливість підвищити ефективність роботи зерновиробників за рахунок продажу ними зерна за сприятливої кон'юнктури ринку у більш широкому діапазоні часу. Слід також заохочувати незалежних операторів, які забезпечуватимуть об'єктивне визначення якості зерна (Kolodijchuk, 2016).

Питанням управління сільськогосподарськими підприємствами у галузі зберігання й переробки зерна та близьких завдань були присвячені праці таких зарубіжних науковців як: С.П. Пунков, А.І. Стародубцев, Л.І. Смоляр, В.Б. Фейденгольд та ін. Серед вітчизняних фахівців проблемами управління зернопереробними підприємствами займалися: В.В. Вітлінський, П.М. Григоров, П.М. Грицюк, Т.В. Захвалко, Т.С. Клебанова, І.М. Ляшенко, Н.К. Максишко, В.Я. Месель-Веселяк, С.І. Наконечний, П.Т. Саблук, Л.Н. Сергеева та інші. Теоретико-методологічні засади функціонування ринків зерна та продуктів його переробки знайшли відображення в працях Алтухова А.І., Бойко Ю.І., Ганганова В.М., Кузнецової І.О., Самаріна І., Сікало М.В., Черненко С.О. та інших науковців.

Але задача щодо переробки та реалізації зерна на аграрному підприємстві потребує вдосконалення.

Метою статті є вдосконалення організації виробництва та переробки зерна на ПрАТ “Гніванське хлібоприймальне підприємство” шляхом економіко-математичного моделювання.

Завданнями є виконати постановку задачі та побудувати економіко-математичну модель оптимізації реалізації зерна; вивчити питання підготовки вхідної інформації для побудови та програмної реалізації зазначеної моделі; зробити практичне обґрунтування, моделювання та реалізацію процесів продажу зерна на підприємстві, дати економічну оцінку результатів моделювання.

Матеріал і методи досліджень

Процеси управління та маршрутизації на зернопереробному підприємстві повинні бути адаптивними. Тому для цілей управління вхідними потоками зернових і вибором маршрутів по їх обробці необхідно використовувати методи прогнозування стану підприємства. Найбільш зручними є ті методи, що базуються на використанні теорії масового обслуговування, в основі якої лежать випадкові процеси Маркова (Volontyr & Pidgurs'kyj, 2017). Так, основним завданням теорії масового обслуговування є вивчення режиму функціонування обслуговуючої системи і дослідження явищ, що виникають в процесі обслуговування та обґрунтування раціональних та дієвих управлінських рішень.

Зупинимось на моделі оптимізації календарного плану реалізації зерна.

Значна частина продукції аграрно-промислового комплексу України експортується. Тому бажано визначити оптимальні обсяги продукції, що має реалізовуватись кожного місяця.

Розробимо модель визначення оптимального плану реалізації зернових культур. Модель визначимо в детермінованому випадку, коли ціни будемо вважати постійними та відомими та у випадку цінового ризику. В випадку цінового ризику будемо вважати ціну випадковою величиною, а отже отримуємо стохастичну оптимізаційну модель.

Модель буде включати випадки, коли календарний план реалізації запасів сільськогосподарської продукції складається за умов імовірнісного характеру майбутніх ринкових цін на продукцію, вона дозволить власнику сільськогосподарської продукції максимально захистити свої економічні інтереси при розробці плану реалізації наявних запасів.

Індексом i будемо позначати i -тий вид зернових культур, припустимо, що їх є n видів. Індексом t будемо позначати час реалізації продукції, він становить T періодів.

Відомі величини: B – Обсяги складських приміщень підприємства; T – тривалість планового періоду; p_{it} – ціна реалізації одиниці продукції i -го виду в момент часу t , c_{it} – витрати, пов'язані із зберіганням одиниці продукції i -го виду до моменту часу t ($t = 1, T$).

Невідомі величини: $X = (x_{i1}, \dots, x_{iT}, \dots)$ календарний план реалізації продукції, $i = 1, T$, y_i – обсяг наявних у власника запасів деякої однорідної сільськогосподарської продукції i -го виду.

За детермінованих умов календарний план $X = (x_{i1}, \dots, x_{iT}, \dots)$ реалізації продукції визначатиметься розв'язуванням задачі лінійного програмування:

$$\left\{ \begin{array}{l} Z = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T (p_{it} - c_{it})x_{it} \rightarrow \max, \\ \sum_{t=1}^T x_{it} = y_i, \quad i = \overline{1, n}, \\ \sum_{i=1}^n y_i \leq B, \\ x_{it} \geq 0, \quad t = \overline{1, T}; \quad i = \overline{1, n} \end{array} \right.$$

Вважатимемо, що різночасові вартісні показники уже зведені нормативною ставкою дисконту, тобто їх порівняння за абсолютними величинами є коректним.

Припустимо, що майбутні ринкові ціни недетерміновані, а отже власник продукції завжди має ризик отримати у майбутньому дохід від реалізації продукції менший, аніж той на який він очікував.

Вважатимемо майбутню ціну p_{it} , реалізації одиниці продукції в момент часу t випадковою величиною з відомими її очікуваним значенням \bar{p}_{it} і стандартним відхиленням σ_{it} :

$$p_{it} = \bar{p}_{it} + e_{it},$$

де e_{it} – випадкова величина, математичне сподівання якої дорівнює 0, а стандартне відхилення – σ_{it} (t

= 1, T). Випадкові величини e_{1b}, \dots, e_{tb} будемо вважати статистичне незалежними.

Несхильна до ризику особа при прийнятті рішення керуватиметься двома критеріями: максимізувати очікуваний загальний чистий дохід та мінімізувати дисперсію загального чистого доходу. Ці критеріальні показники обчислюються за такими формулами:

– очікуваний загальний чистий дохід:

$$\bar{Z} = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T (\bar{p}_{ti} - c_{ti}) x_{ti} \rightarrow \max,$$

– дисперсія загального чистого доходу (на випадок статистичної незалежності):

$$\delta^2(Z) = \sum_{s=1}^n \sum_{t=1}^T \delta_{ti}^2 x_{ti}^2 \rightarrow \min,$$

Методикою підтримки процесу визначення переважань при багатокритеріальній оптимізації передбачено, щоб господар насамперед отримав інформацію про межі варіації показників очікуваного загального чистого доходу та стандартного відхилення доходу на множині ефективних варіантів календарного плану. Особливості індивідуального ставлення до ризику враховуються шляхом залучення інформації про припустимі рівні зазначених критеріальних показників. Далі серед усіх ефективних варіантів календарного плану реалізації обчислюється саме той, який якнайкраще відбиває індивідуальні переважання власника продукції (Kigel', 2003).

На першому етапі обчислюються межі варіації показників очікуваного загального чистого доходу та стандартного відхилення доходу на множині ефективних планів. Спочатку обчислюються найкращі значення цих показників:

$$\bar{Z}_{\max} = (\bar{p}_t - c_t) a,$$

де момент t^* визначається з умови:

$$t^* : \bar{p}_{t^*} - c_{t^*} = \max_{t=1, T} (\bar{p}_t - c_t),$$

$$\delta(Z)_{\min} = \frac{a}{\sqrt{\sum_{t=1}^T \frac{1}{\delta_t^2}}};$$

Далі обчислюються найгірші значення критеріальних показників на множині ефективних варіантів календарного плану:

$$\bar{Z}_{\min} = \frac{a}{\sum_{t=1}^T \frac{1}{\delta_t^2}} \sum_{t=1}^T \frac{\bar{p}_t - c_t}{\delta_t^2};$$

$$\delta(Z)_{\max} = a \delta_t.$$

На другому етапі, після ознайомлення з діапазоном варіації критеріальних показників, власник продукції повідомляє про припустимі, на його думку, рівні

цих показників \bar{Z}_0 та σ_0 :

$$\bar{Z}_{\min} \leq \bar{Z}_0 \leq \bar{Z}_{\max}, \delta(Z)_{\min} \leq \delta_0 \leq \delta(Z)_{\max}$$

На третьому етапі визначається оптимальний згідно переважань власника календарний план реалізації запасів сільськогосподарської продукції. Цей план $X^* = (x_1^*, \dots, x_m^*)$ обчислюється розв'язуванням задачі опуклого програмування (Kigel', 2003):

$$s \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} \sum_{t=1}^T (\bar{p}_t - c_t) x_t \geq \bar{Z}_0 + s(\bar{Z}_{\max} - \bar{Z}_0) \\ \sum_{t=1}^T \sigma_t^2 x_t^2 \leq \sigma_0^2 - s(\sigma_0^2 - \sigma^2(z)_{\min}) \\ \sum_{t=1}^T x_t = a \\ x_t \geq 0, t = 1, T \end{cases}$$

Такі дії слід виконати для всіх видів продукції, а потім поєднати їх по критерію ємності складських приміщень підприємства.

Оптимальне значення S^* показуватиме, чи були обрані власником продукції припустимі рівні критеріальних показників реальними. Якщо значення $S^* \geq 0$, то критеріальні рівні є реальними, в іншому випадку – ні (при $S^* < 0$).

Результати та їх обговорення

Одним із основних напрямків діяльності ПрАТ “Гніванське ХПП” є надання послуг по зберіганню зернових та олійних культур. З цією метою на підприємстві задіяні: 8 типових складів по 3200 тон та 1 типовий склад 2000 тон. Разом 27600 т

Крім того, використовується 11 складів напільного зберігання ТМЗС зі стаціонарними вентиляційними установками активного вентилявання зерна ТМ 62 по 3500 тон кожна та 1 склад напільного зберігання ТМЗС зі стаціонарними вентиляційними установками активного вентилявання зерна ТМ 62 на 2000 тон. Разом цей метод забезпечить зберігання 40500 тон продукції. Для зберігання силосу використовуються бункера/силосні установки 10 шт по 7500 тон (всього 37500), разом 78000 тон.

ПрАТ “Гніванське ХПП” крім того надає пакет послуг з очистки, сушки, аналізу та зважування сільськогосподарської продукції.

Для зберігання використовується склади під готову продукцію (муку) 1 – 200 т, 1 – 120 т та бункера під нефасовану продукцію (безтарка) 4 x 30 т вищий сорт і 2 x 14 т перший сорт та висівки 2 x 11 т.

Надходження та структура зернових культур для зберігання у ПрАТ “Гніванське ХПП” показано у таблиці 1.

Таблиця 1

Динаміка та структура надходжень зернових культур для зберігання у ПрАТ “Гніванське ХПП”, 2014–2016 рр.

Вид продукції	Роки						2016 р. +/- до 2014 р.
	2014 р.		2015 р.		2016 р.		
	т	%	т	%	т	%	
Пшениця	21116	40,4	17826	76,7	17941	63,1	-3175
Кукурудза	23827	45,6	-	-	9800	36,9	-14027
Ячмінь	7290	13,9	5426	23,3	-	-	-7290
Інші	47	0,1	-	-	-	-	-47
Разом	52280	100	23252	100	27741	100	-24539

Дані таблиці вказують на те, що обсяги заготівлі зерна в 2016 році порівняно із 2014 роком зменшились на 24539 тонн, або майже у 1,9 рази.

Зменшення відбулося по пшениці на 3175 тонн, або на 17,7%, кукурудзі на 14027 т, або у 2,4 рази, а ячмінь та інші зернові взагалі не зберігались. Змінилась і структура в бік зростання долі пшениці із 40,4% у 2014 р. до 63,1% у 2016 році, або на 22,7 пунктів, тоді як питомо вага кукурудзи навпаки зменшилась на 8,7 пункти.

Нині ціни на зерно формуються залежно від попиту й пропозиції, витрат на виробництво та реалізацію, ринкових зборів тощо. Аналіз цінової ситуації на ринках міст України засвідчує велику варіацію. Середня ціна 1 кг зернових культур не дає повної змоги охарактеризувати цінову ситуацію ринку зерна України.

Спостерігається сезонна циклічність цін: зростання їх із зменшенням запасів і зниження після закінчення збиральних робіт, коли відбувається масова реалізація зерна виробниками, які не мають змоги зберігати вирощений урожай, а споживачі роблять запаси зернових культур.

Для побудови числової моделі задачі реалізації зерна необхідна така інформація: ціни реалізації та вартість зберігання 1 тонни зернових культур до певного

місяця. Статистичні дані для прогнозування майбутньої ціни реалізації використані з Вісника державної служби статистики України за 2009–2016 роки ([Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy](#)). Вартість зберігання 1 т продукції до моменту реалізації взято з бухгалтерської звітності ПрАТ “Гніванське хлібоприймальне підприємство”.

Визначимо математичне сподівання та середньоквадратичне відхилення для ціни реалізації та вартості зберігання.

Прогнозні значення знаходимо на основі простої лінійної економетричної моделі за статистичними вибірками.

Достовірність економетричної моделі визначається за коефіцієнтом детермінації або на основі F-критерію Фішера згідно теорії перевірки статистичних гіпотез. Якщо значення коефіцієнта детермінації є високим, тобто наближається до 1, то модель вважається адекватною, а отже за нею можна робити прогноз. Економетричні моделі мають слабкі екстрополіційні властивості, тому прогноз можна утворювати тільки короткостроковий.

Економетричні моделі, за якими визначено прогноз вартості зберігання продукції на наступний рік, коефіцієнт детермінації та значення прогнозу покажемо в таблиці 2.

Таблиця 2

Моделі прогнозування вартості зберігання продукції та прогноз

№	Місяць	Модель прогнозування	Коефіцієнт детермінації	Прогноз на 2019 рік
1	січень	$y=0,11*x+1,5$	0,41	2,05
2	лютий	$y=0,185*x+1,6$	0,67	2,525
3	березень	$y=0,242*x+1,575$	0,77	2,785
4	квітень	$y=0,215*x+1,775$	0,82	2,85
5	травень	$y=0,33*x+1,7$	0,82	3,35
6	червень	$y=0,555*x+1,526$	0,9	4,301
7	липень	$y=0,763*x+1,625$	0,89	5,44
8	серпень	$y=0,1*x+0,05$	0,83	0,55
9	вересень	$y=0,13*x+0,786$	0,79	1,436
10	жовтень	$y=0,19*x+0,5$	0,73	1,45
11	листопад	$y=0,11*x+1,1$	0,41	1,65
12	грудень	$y=0,125*x^2-0,555*x+1,975$	0,68	2,325

Були побудовані економетричні моделі, за якими визначено прогноз ціни на пшеницю 2, 3, 6 класу та ячменю, кукурудзи на 2019 рік.

Якщо не вистачає статистичних даних, то їх недостаю відновлюємо процедурою інтерполяції.

Всі результати знайдено за допомогою табличного

процесора Excel.

За побудованими моделями можна зробити наступні висновки: вони є адекватними. Визначаємо прогноз ціни зернових культур, поклавши замість X значення номера наступного року.

На підприємстві зберігають та продають зерно

пшениці 2,3, та 6 класу; ячмінь та кукурудзу. Отже $n = 5$. Періодів реалізації беремо 12, що відповідає кожному місяцю. Таким чином визначимо 60 змінних.

Позначимо невідомі: X_{i1} – реалізація пшениці, ячменя та кукурудзи в січні, відповідно до індексу i тис. т.; X_{i2} – реалізація пшениці, ячменя та кукурудзи в лютому, відповідно до індексу i , тис. т. так далі;

Y_1 – обсяг пшениці 2 сорту, Y_2 – обсяг пшениці 3 сорту, Y_3 – обсяг пшениці 6 сорту, Y_4 – обсяг ячменю, Y_5 – обсяг кукурудзи.

Згідно з математичною моделлю у детермінованому випадку цільова функція економічно визначає максимуму прибутку. Прибуток від продажу 1 т. зерна розраховано в таблиці 3.

Таблиця 3

Прибуток від продажу 1 т. зерна, грн.

№	Місяць	Види зернових культур				
		Пшениця 2 класу	Пшениця 3 класу	Пшениця 6 класу	ячмінь	кукурудза
1	січень	3,15	3,48	4,18	0,25	0,29
2	лютий	10,12	8,15	10,35	19,66	7,30
3	березень	5,24	6,92	6,17	12,93	9,12
4	квітень	6,33	4,85	6,49	11,67	10,94
5	травень	2,62	3,30	4,60	9,75	14,05
6	червень	1,19	0,49	3,20	8,18	14,83
7	липень	0,37	0,81	0,77	5,99	10,97
8	серпень	2,89	1,79	1,16	7,21	4,03
9	вересень	3,03	1,57	0,34	6,81	7,02
10	жовтень	5,65	4,35	4,53	7,91	10,05
11	листопад	7,45	5,97	4,52	10,83	5,40
12	грудень	12,38	8,52	7,74	11,41	4,20

Цільова функція (грош. одиниці):

$$Z = 3,15x_{11} + 10,12x_{12} + 5,24x_{13} + 6,33x_{14} + 2,62x_{15} + 1,19x_{16} + 0,37x_{17} + 2,89x_{18} + 3,03x_{19} + 5,65x_{110} + 7,45x_{111} + 12,38x_{112} + 3,48x_{21} + \dots + 8,525x_{212} + 4,18x_{31} + \dots + 7,74x_{312} + 0,25x_{41} + \dots + 11,41x_{412} + 0,29x_{51} + \dots + 4,20x_{512} \rightarrow \max$$

Система обмежень

1. По визначенню оптимального розміру заготівлі зернових культур.

1.1. пшениці 2 класу:

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} + x_{19} + x_{110} + x_{111} + x_{112} - y_1 = 0;$$

Аналогічно для інших видів зернових культур.

2. По ємності складських приміщень:

$$y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 \leq 68100.$$

Умова невід'ємності змінних

$$x_{it} \geq 0, i = \overline{1,5}; \quad t = \overline{1,12}.$$

Знайдемо розв'язок цієї моделі. Знайдемо для кожної культури найкращий період реалізації. Так, для пшениці 2 класу – це грудень (12,38); для пшениці 3

класу – це також грудень (8,52), 6 класу – лютий (10,35); ячменю – лютий (19,66); кукурудзи – червень (14,83). Отже всю продукцію зернових слід реалізовувати в цей термін і тоді прибуток буде максимумом. Цільова функція дорівнює 1103700.

Розглянемо модель у випадку цінового ризику. Розрахуємо значення коефіцієнтів цільової функції (таблиця 4).

Таблиця 4

Коефіцієнти цільової функції ц випадку цінового ризику

№	Місяць	Види зернових культур				
		Пшениця 2 класу	Пшениця 3 класу	Пшениця 6 класу	ячмінь	кукурудза
1	січень	1,85	2,35	0,83	0,43	-4,27
2	лютий	9,62	10,37	9,47	9,97	0,62
3	березень	4,12	4,87	3,97	4,47	1,37
4	квітень	3,87	4,62	2,97	3,12	1,77
5	травень	0,72	1,47	0,72	1,22	2,97
6	червень	-0,14	0,36	0,61	1,36	2,71
7	липень	0,30	1,05	1,95	2,40	1,20
8	серпень	1,24	1,34	1,49	2,79	-1,51
9	вересень	2,04	1,44	0,74	3,09	-0,66
10	жовтень	4,49	5,24	5,24	4,74	2,24
11	листопад	5,88	6,73	6,13	5,98	2,48
12	грудень	5,73	6,48	6,28	5,58	2,08

Перша цільова функція – максимум очікуваного прибутку

$$Z = 1,85x_{11} + 9,62x_{12} + 4,12x_{13} + 3,87x_{14} + 0,72x_{15} - 0,14x_{16} + 0,30x_{17} + 1,24x_{18} + 2,04x_{19} + 4,49x_{110} + 5,88x_{111} + 5,73x_{112} + 2,35x_{21} + \dots + 6,48x_{212} + 0,83x_{31} + \dots + 6,28x_{312} + 0,43x_{41} + \dots + 5,58x_{412} - 4,27x_{51} + \dots + 2,08x_{512} \rightarrow \max$$

Друга цільова функція, що економічно визначає ризик отримання бажаного прибутку, – мінімум дисперсії:

$$\sigma^2(Z) = (0,77)^2 x_{11}^2 + (11,22)^2 x_{12}^2 + (4,62)^2 x_{13}^2 + (15,21)^2 x_{14}^2 + (27,56)^2 x_{15}^2 + (24,01)^2 x_{16}^2 + (0,92)^2 x_{17}^2 + (27,56)^2 x_{18}^2 + (30,80)^2 x_{19}^2 + (20,25)^2 x_{110}^2 + (12,96)^2 x_{111}^2 + (22,56)^2 x_{112}^2 + (0,77)^2 x_{21}^2 + \dots + (25,00)^2 x_{212}^2 + (2,72)^2 x_{31}^2 + \dots + (28,09)^2 x_{312}^2 + (7,56)^2 x_{41}^2 + \dots + (11,56)^2 x_{412}^2 + (14,06)^2 x_{51}^2 + \dots + (37,21)^2 x_{512}^2 \rightarrow \min$$

Система обмежень.

1. По визначенню оптимального розміру заготівлі зернових культур.

1.1 пшениці 2 класу:

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} + x_{19} + x_{110} + x_{111} + x_{112} - y_1 = 0;$$

1.2 пшениці 3 класу:

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} + x_{27} + x_{28} + x_{29} + x_{210} + x_{211} + x_{212} - y_2 = 0;$$

1.3 пшениці 6 класу:

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35} + x_{36} + x_{37} + x_{38} + x_{39} + x_{310} + x_{311} + x_{312} - y_3 = 0;$$

1.4 пшениці ячменю:

$$x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} + x_{45} + x_{46} + x_{47} + x_{48} + x_{49} + x_{410} + x_{411} + x_{412} - y_4 = 0;$$

1.5 кукурудзи:

$$x_{51} + x_{52} + x_{53} + x_{54} + x_{55} + x_{56} + x_{57} + x_{58} + x_{59} + x_{510} + x_{511} + x_{512} - y_5 = 0.$$

2. По ємності складських приміщень:

$$y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 \leq 68100.$$

Умова невід'ємності змінних

$$x_{it} \geq 0, i = \overline{1,5}; \quad t = \overline{1,12}.$$

ною.

Для знаходження розв'язку задачі обчислимо найкращі значення критеріальних показників для кожного виду зернових культур.

Наведена модель є нелінійною та двохкритеріаль-

Таблиця 5

Найкращі та найгірші значення критеріальних показників, припустимі рівні

№	Показники	Види зернових культур				
		Пшениця 2 класу	Пшениця 3 класу	Пшениця 6 класу	ячмінь	кукурудза
1	\bar{Z}_{\max}	192400	103700	142050	19940	44550
2	\bar{Z}_{\min}	39185,1	24508,27	38015,9	8939,872	-10041,9
3	$\delta(Z)_{\max}$	224400	96100	93750	125000	1215000
4	$\delta(Z)_{\min}$	15025,78	7536,978	32221,03	199,9946944	114055,7
5	\bar{Z}_0	150000	95000	100000	15000	25000
6	σ_0	200000	80000	70000	10000	1100000

Обираємо припустимі рівні цих показників \bar{Z}_0 та σ_0 та визначимо оптимальний згідно переважань власника календарний план реалізації запасів сільськогосподарської продукції.

Цей план обчислюється розв'язуванням задачі опуклого програмування. Для кожного виду зернових будемо таку модель та розв'язуємо її.

Модель для пшениці 2 класу:

$S \rightarrow \max,$

$$1,85x_{11} + 9,62x_{12} + 4,12x_{13} + 3,87x_{14} + 0,72x_{15} - 0,14x_{16} + 0,30x_{17} + 1,24x_{18} + 2,04x_{19} + 4,49x_{110} + 5,88x_{111} + 5,73x_{112} \geq 150000 + S*(192400 - 150000);$$

$$\sigma^2(Z) = (0,77)^2 x_{11}^2 + (11,22)^2 x_{12}^2 + (4,62)^2 x_{13}^2 + (15,21)^2 x_{14}^2 + (27,56)^2 x_{15}^2 + (24,01)^2 x_{16}^2 + (0,92)^2 x_{17}^2 + (27,56)^2 x_{18}^2 + (30,80)^2 x_{19}^2 + (20,25)^2 x_{110}^2 + (12,96)^2 x_{111}^2 + (22,56)^2 x_{112}^2 \geq 25000^2 - S*(25000^2 - 15025^2);$$

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} + x_{19} + x_{110} + x_{111} + x_{112} = 20000.$$

Умова невід’ємності змінних

$$x_{it} \geq 0, \quad t = \overline{1,12}.$$

Оптимальне значення S^* покажуть, чи були обрані власником продукції припустимі рівні критеріальних показників реальними (при $S^* \geq 0$), чи ні (при $S^* < 0$).

Аналогічні моделі будемо для пшениці 3 та 6 класу, ячменю та кукурудзи.

Розв’язок задачі знайдемо за допомогою електронної таблиці Excel.

Оптимальні розв’язки для всіх видів зернових покажемо у наступній таблиці 6.

Таблиця 6

Оптимальний розв’язок задачі – план реалізації зернових, т.

№	Місяць	Види зернових культур				
		Пшениця 2 класу	Пшениця 3 класу	Пшениця 6 класу	ячмінь	кукурудза
1	січень	0	0	0	112,9872	0
2	лютий	11213,29	7907,872	5954,679	598,8976	9073,936
3	березень	1324,699	150,0184	2683,803	13351,77	13274,83
4	квітень	1176,026	56,56181	1179,883	1769,63	15515,31
5	травень	0	0	0	1,371159	22236,74
6	червень	0	0	0	109,5764	20780,43
7	липень	0	0	0	3112,211	12322,63
8	серпень	0	0	0	94,39412	0
9	вересень	87,74218	0	0	118,0327	1904,406
10	жовтень	1544,734	288,334	1731,265	369,5872	18147,87
11	листопад	2371,354	845,3352	2662,527	209,3678	19492,16
12	грудень	2282,151	751,8786	787,8426	152,1737	17251,68
Значення		0,047547	0,000074	0,014367	0,291743	3,705417
Проміжні значення цільової функції		152016,0	95068,69	100890,5	83324,33	312038,1

Значення цільової функції дорівнює 743337,60 грн.

Отже, всі види зернових культур, крім ячменю, економічно не вигідно реалізовувати в таких місяцях як січень, травень, червень, липень та серпень. Пшеницю 3 та 6 класу, кукурудзу не вигідно також реалізовувати в вересні. Ячмінь на відміну від інших культур реалізовувати вигідно на протязі всього року. На лютий припадає максимальна реалізація пшениці 2,3 та 6 класу, в березні максимальна реалізація ячменю, а мінімальна – в травні. Кукурудза має максимальну реалізацію в травні, а мінімальну в вересні. Мінімальна реалізація пшениці залежить від його класу – вересень, квітень та грудень відповідно 2, 3 та 6 клас. При такому неповному завантаженні складських приміщень прибуток від зберігання зернових культур буде становить 743 тис. грн.

Висновки

Запропоновано оптимізаційну модель оптимізації календарного плану реалізації зернових культур. Ця модель дозволяє визначити оптимальні обсяги заготівлі зернових культур. Модель розглядається у детермінованому випадку та у випадку цінового ризику.

Практична реалізація моделі виконана на основі табличного процесору. За оптимальним розв’язком задачі визначено, що всі види зернових культур, крім ячменю, економічно не вигідно реалізовувати в таких місяцях як січень, травень, червень, липень та серпень. Пшеницю 3 та 6 класу, кукурудзу не вигідно також реалізовувати в вересні. Ячмінь на відміну від інших культур реалізовувати вигідно на протязі всього року. На лютий припадає максимальна реалізація

пшениці 2,3 та 6 класу, в березні максимальна реалізація ячменю, а мінімальна – в травні. Кукурудза має максимальну реалізацію в травні, а мінімальну в вересні. Мінімальна реалізація пшениці залежить від його класу – вересень, квітень та грудень відповідно 2, 3 та 6 клас. При такому неповному завантаженні складських приміщень прибуток від зберігання зернових культур буде становить 743 тис. грн.

Отже, ПрАТ “Гніванське хлібоприймальне підприємство” для покращення свого фінансового стану має більш потужно завантажувати свої складські приміщення.

Перспективи подальших досліджень. Суттєвою складовою ефективного функціонування ринку зерна є наявність розвинутої інфраструктури, що забезпечує стабільність і прозорість ринкового товарообміну в процесі руху продукції від виробника до кінцевого споживача. Саме відсутність останньої та потреба товаровиробників у вільних коштах для подальшого відтворення виробництва створюють умови для реалізації значної частини продукції одразу після збирання врожаю за зниженими ринковими цінами (особливо актуально це питання стоїть на початку маркетингового року у серпні-вересні). Зараз більшу частку продукції зерновиробники реалізують комерційним структурам-посередникам (50–70%), а на переробні підприємства та елеватори перепадає лише 2–6%.

Перспективи подальших розробок полягають у моделюванні відтворювальної структури стратегічних агропродовольчих ринків із використанням методологічних підходів.

Таким чином, сьогодні необхідно розробити систему моделей управління зернопереробним підприєм-

ством, яка дозволить здійснити адаптацію підприємства до зовнішніх змін.

Одним із шляхів розв'язання цієї проблеми сезонного збуту зерна є створення мережі сучасних сертифікованих зернових елеваторів з урахуванням логістично раціонального розташування, що дасть змогу зберігати достатню кількість зерна до того ж і належної якості. Це дасть можливість підвищити ефективність роботи зерновиробників за рахунок продажу ними зерна за сприятливої кон'юнктури ринку у більш широкому діапазоні часу. Слід також заохочувати незалежних операторів, які забезпечуватимуть об'єктивне визначення якості зерна. Наразі аналіз роботи системи зернових складів свідчить, що проблемним питанням також є висока вартість послуг існуючих елеваторів.

References

- Kamins'kyj, I.V. (2010). Stan vyrobnyctva ta kon'junktury rynku zernovyh kul'tur v Ukraini [Elektronnyj resurs]. Rezhym dostupu: http://archive.nbuv.gov.ua/portal/chem_biol/agroin/2010_46/KAMINSKIY.pdf (in Ukrainian).
- Kolodijchuk, V.A. (2016). Konceptual'na model' optymizacii' logistychnoi' systemy u zernoproduktovomu pidkompleksi APK Ukrainy. Ekonomika APK, 5, 60–68. <http://www.eapk.org.ua/contents/2016/05/60> (in Ukrainian).
- Volontyr, L.O., & Pidgurs'kyj, O.I. (2017). Doslidzhennja superpozycji' puassonivs'kogo ta reguljarnogo potokiv tranzakcij. Vseukrai'ns'kyj naukovo-vyrobnychyj zhurnal: "Ekonomika. Finansy. Menedzhment: aktual'ni pytannja nauky i praktyky", 5, 71–84. http://nbuv.gov.ua/UJRN/efmapnp_2017_5_8 (in Ukrainian).
- Kigel', V.R. (2003). Metody i modeli pidtrymky pryjnjattja rishen' u rynkovij ekonomici: monografija. K.:CUL (in Ukrainian).
- Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. [Elektronnyj resurs] Rezhym dostupu: https://ukrstat.org/uk/druk/publicat/Arhiv_u/01/Arch_Ukr_.htm (in Ukrainian).